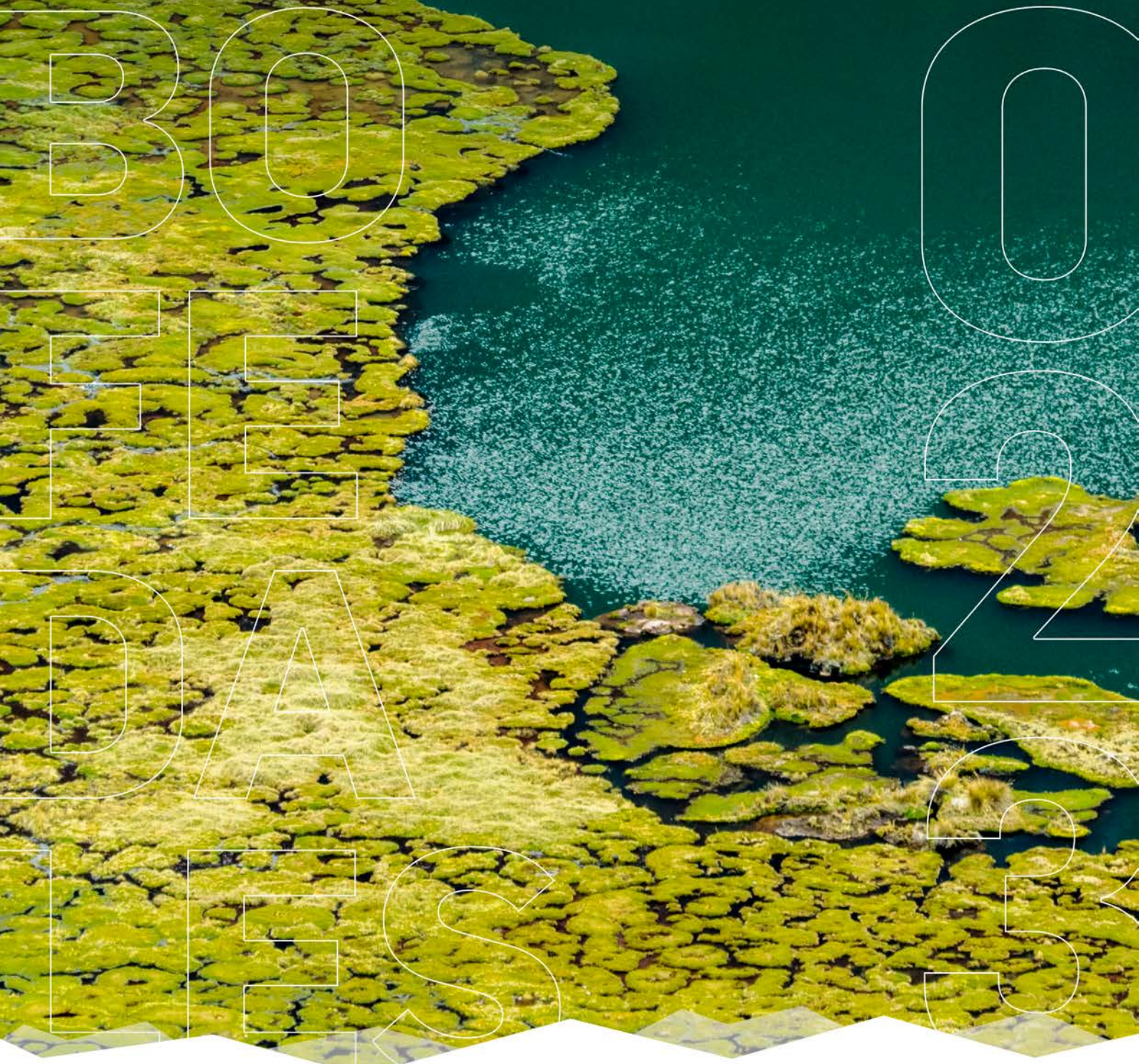


# MEMORIA DESCRIPTIVA DEL INVENTARIO NACIONAL DE BOFEDALES 2023

2<sup>º</sup> EDICIÓN



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente



**INAIGEM**

INSTITUTO NACIONAL DE  
INVESTIGACIÓN EN GLACIARES Y  
ECOSISTEMAS DE MONTAÑA





MEMORIA DESCRIPTIVA  
DEL INVENTARIO NACIONAL  
DE BOFEDALES

2023

2<sup>º</sup> EDICIÓN

**Instituto Nacional de Investigación en  
Glaciares y Ecosistemas de Montaña (INAIGEM)**

Av. Centenario 2656, Independencia,  
Huaraz, Áncash  
[www.gob.pe/inaigem](http://www.gob.pe/inaigem)

**Autores:**

Beatriz Fuentealba Durand  
Raquel Ríos Recra

**Con apoyo de:**

Rodrigo Puga Calderón  
L. Yanett González Huamán  
Sandra Arroyo Alfaro  
Pedro Tapia Ormeño

**Elaboración de mapas:**

Yessica Gutiérrez Quenta  
Raquel Ríos Recra

**Corrección de estilo:**

Víctor Liza Jaramillo

**Diseño y diagramación:**

Joan Ramírez Romero  
Sabí Torbisco Cervantes

**Fotografías**

Renny Díaz Aguilar  
Pablo Najarro Cerón  
Fernando Quinto Cuba  
Raquel Ríos Recra  
GORE-Tacna  
Dickens Rondán Mallqui  
Patricia Barros Pozo

**Editado por:**

© Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña (INAIGEM)

**Sede central:** Av. Centenario 2656 Independencia, Huaraz, Áncash, Perú

**Primera edición digital, 2023.**

**Segunda edición digital, septiembre 2024.**

**Hecho el depósito Legal en la la Biblioteca Nacional del Perú N° 2024-08952**

**ISBN:** 978-612-48999-5-9

**DOI:**

**Por favor citar la publicación de la siguiente manera:**

INAIGEM (2024). Memoria Descriptiva del Inventario Nacional de Bofedales 2023 - 2da edición (Libro). Dirección de Investigación en Ecosistemas de Montaña – Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña (INAIGEM).

Instituto Nacional de Investigación en Glaciares  
y Ecosistemas de Montaña (INAIGEM)

**Alta dirección:**

**Dra. Beatriz Fuentealba Durand**

Presidenta Ejecutiva

**Abg. Benjamín Tristán Zúñiga**

Gerenta General

**Directores y jefes:**

**PhD. Paola Moschella Miloslavich**

Directora de Investigación en Glaciares (DIG)

**Blgo. Francisco Medina Castro**

Director de Investigación en Ecosistemas de Montaña (DIEM)

**Mg. Jessenia Cárdenas Campana**

Directora de Información y Gestión del Conocimiento (DIGC)

**Ing. Víctor Bustinza Urviola**

Jefe de la Oficina Desconcentrada Macrorregión Sur - Cusco

**PhD. Tatiana Erika Boza Espinoza**

Jefa de la Oficina Desconcentrada Macrorregión Centro - Lima

# ÍNDICE

## ÍNDICE

<b>PRESENTACIÓN</b>	<b>Pág 10</b>
<b>RESUMEN EJECUTIVO</b>	<b>14</b>
<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS</b>	<b>16</b>
<b>PARTE 1: BOFEDALES Y SU IMPORTANCIA</b>	<b>20</b>
<b>1. CARACTERÍSTICAS DE LOS BOFEDALES</b>	
1.1. Agua	
1.2. Suelo	
1.3. Vegetación	
<b>2. LOS BOFEDALES EN EL PERÚ</b>	
2.1. Características Generales	
2.2. Heterogeneidad de los bofedales en el Perú	
<b>3. BENEFICIOS DE LOS BOFEDALES</b>	
3.1. Forraje para el ganado	
3.2. Almacenamiento de carbono	
3.3. Almacenamiento de agua	
3.4. Ecoturismo	
<b>4. PRINCIPALES AMENAZAS PARA LOS BOFEDALES</b>	
4.1. Alteraciones hidrológicas	
4.2. Extracción de turba	
4.3. Sobrepastoreo	
4.4. Otras amenazas	
	<b>41</b>

<b>PARTE 2: INVENTARIO NACIONAL DE BOFEDALES</b>	<b>Pág 46</b>
1. ANTECEDENTES	48
2. OBJETIVOS	51
3. ALCANCE	53
4. METODOLOGÍA	
4.1. Marco metodológico	55
4.2. Insumos para el Inventario Nacional de Bofedales	
4.3. Elaboración del Inventario Nacional de Bofedales	
5. RESULTADOS	
5.1. Resultados a nivel nacional	94
5.2. Resultados a nivel departamental	
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<b>149</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>155</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>168</b>



# ÍNDICE DE CUADROS

## ÍNDICE DE CUADROS

	Pág
1. Significado de Acrónimos	17
2. Significado de siglas	18
3. Descripción de términos	19
2.1. Características de los bofedales por macrozona	34
2.2. Hidroperiodo de los bofedales por macrozona	35
2.3. Tipo de formación vegetal de los bofedales por macrozona	35
2.4. Características de los bofedales por tipo de formación vegetal	36
2.5. Hidroperiodo de los bofedales por formación vegetal	36
4.1. Superficie de Macrozonas	63
4.2. Técnicas de clasificación en teledetección	69
4.3. Firmas espectrales utilizadas por macrozona	73
4.4. Cantidad de firmas espectrales tomadas por especies vegetales	74
4.5. Umbrales para cada indicador por macrozona	85
4.6. Variables para cálculo del tamaño de muestra	89
4.7. Criterios estandarizados de información de campo	90
4.8. Puntos de validación departamental	91
4.9. Matriz de confusión general	92
5.1. Superficie de bofedales por departamentos	97
5.2. Superficie de bofedales por macrozonas	99
5.3. Superficie de bofedales en Áreas Naturales protegidas (ANP)	102
5.4. Superficie de bofedales en Áreas de Conservación Regional (ACR)	103
5.5. Superficie de bofedales en Áreas de Conservación Privada (ACP)	104
5.6. Superficie de bofedales en comunidades campesinas por departamento	105
5.7. Superficies de bofedales en concesiones mineras por departamento	106
5.8. Ranking de la superficie de bofedales y su proporción, de acuerdo a la superficie departamental	110

# ÍNDICE DE FIGURAS

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág
1.1. Comparación del nivel de agua entre un bofedal estacional y uno permanente	24
1.2. Interacciones entre los componentes de un bofedal	29
4.1. Tipos de vegetación reportada en bofedales por distritos	62
4.2. Mapa de Macrozonas afín al desarrollo de bofedales	65
4.3. Mapa de climas en la zona andina	67
4.4. Mosaico de Imágenes Sentinel 2	70
4.5. Mosaico de Imágenes DEM -ALOS PALSAR	71
4.6. Firmas espectrales de vegetación, suelo y agua de bofedal	72
4.7. Flujo de Procesos en teledetección	76
4.8. Flujo de preprocesamiento óptico	77
4.9. Flujo de preprocesamiento SAR	80
4.10. Árbol de decisiones para cada macrozona	88
4.11. Mapa de puntos de validación	95
5.1. Concentración de bofedales por macrozonas a nivel altitudinal	99
5.2. Concentración de bofedales por rango altitudinal a nivel nacional	100
5.3. Superficie de bofedales a nivel latitudinal	101
5.4. Mapa Nacional de Bofedales	107
5.5. Mapa Nacional de Bofedales con Macrozonas	108
5.6. Concentración de bofedales por rango altitudinal en el departamento de Amazonas	112
5.7. Concentración de bofedales por rango altitudinal en el departamento de Áncash	115
5.8. Concentración de bofedales por rango altitudinal en el departamento de Apurímac	116
5.9. Concentración de bofedales por rango altitudinal en el departamento de Arequipa	119
5.10. Concentración de bofedales por rango altitudinal en el departamento de Ayacucho	120

	Pág
5.11. Concentración de bofedales por rango altitudinal en el departamento de Cajamarca	123
5.12. Concentración de bofedales por rango altitudinal en el departamento de Cusco	124
5.13. Concentración de bofedales por rango altitudinal en el departamento de Huancavelica	127
5.14. Concentración de bofedales por rango altitudinal en el departamento de Huánuco	128
5.15. Concentración de bofedales por rango altitudinal en el departamento de Ica	131
5.16. Concentración de bofedales por rango altitudinal en el departamento de Junín	132
5.17. Concentración de bofedales por rango altitudinal en el departamento de La Libertad	135
5.18. Concentración de bofedales por rango altitudinal en el departamento de Lima	136
5.19. Concentración de bofedales por rango altitudinal en el departamento de Moquegua	139
5.20. Concentración de bofedales por rango altitudinal en el departamento de Pasco	140
5.21. Concentración de bofedales por rango altitudinal en el departamento de Piura	143
5.22. Concentración de bofedales por rango altitudinal en el departamento de Puno	144
5.23. Concentración de bofedales por rango altitudinal en el departamento de San Martín	147
5.24. Concentración de bofedales por rango altitudinal en el departamento de Tacna	148

# PRESENTACIÓN

El Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña (Inaigem) es el ente rector en investigación científica en glaciares y ecosistemas de montaña, y busca promover la gestión sostenible de estos ecosistemas para favorecer a las poblaciones que viven en o se benefician de ellos. En el cumplimiento estas funciones, tengo el agrado de presentar la **“Memoria Descriptiva del Inventario Nacional de Bofedales – 2023”**, trabajo liderado por la Dirección de Investigación en Ecosistemas de Montaña (DIEM) del Inaigem.

La realización del primer Inventario Nacional de Bofedales inició en julio de 2020, con el reto de identificar una metodología que pudiera ser automatizada y que incorporara la gran heterogeneidad que presentan los bofedales en nuestro país. Para lo primero, se realizaron consultas con expertos nacionales e internacionales, que ayudaron a orientar los insumos y herramientas de trabajo. Para lo segundo, la incorporación de la heterogeneidad, el proceso fue más complejo, ya que se tuvo que crear criterios que nos permitiera incorporar la variabilidad geográfica y ambiental de los Andes Peruanos, a través de lo que llamamos “macrozonas”. Además, se tuvo que proponer la clasificación de “tipos de vegetación”, tomando como base las publicaciones científicas, y luego validando la propuesta con un grupo de expertos en botánica. Posteriormente, esta metodología fue probada en campo y ajustada de acuerdo a las macrozonas diferenciadas. La etapa final fue el proceso de automatización y aplicación de la metodología, así como, un control de calidad mediante análisis visual y espacial para obtener los resultados que aquí se presentan.

El presente documento se ha organizado en dos grandes secciones. En la primera sección el público más académico podrá encontrar una síntesis de información sobre los bofedales del Perú, y sus principales características, incluyendo la identificación de vacíos de información que será importante abordar durante los siguientes años. Aquí se describe, a partir de la revisión de literatura, cuáles son los principales componentes que permiten caracterizar un bofedal, y luego, a partir del análisis de información de campo y de información reportada en diferentes artículos científicos y tesis, se describe cuáles son las principales características de los bofedales en el Perú. Para ello, además, se comparan bofedales siguiendo dos criterios importantes que han sido propuestos en el

proceso de elaboración del presente inventario: las macrozonas y los tipos de vegetación. Finalmente se describen cuáles son los principales beneficios que ofrecen estos ecosistemas, así como las principales amenazas que enfrentan.

En la segunda sección se presenta el Inventario Nacional de Bofedales. Se describen los antecedentes, objetivos y alcance del mismo. Luego se da una descripción de la metodología aplicada para la elaboración de este inventario. Esta descripción incluye la descripción del marco conceptual referido a la identificación de los indicadores utilizados, la definición de los tipos de vegetación incluidos en la identificación de bofedales, y la propuesta de diferenciación de macrozonas, aplicada para mejorar la capacidad de detección de la metodología. Posteriormente se describen los insumos y procedimientos utilizados para la elaboración del inventario, así como el proceso de validación de la información.

Para el capítulo de los resultados del inventario, se presenta primero la información a nivel nacional. Aquí se incluye información de la distribución de los bofedales por macrozona y por departamento. Se realiza un análisis de la distribución de los bofedales por altitud y latitud. Y luego el análisis de la proporción de bofedales que están bajo diferentes formas de gestión: 1) siendo parte de algún área natural protegida (nacional, regional o privada); 2) siendo parte de alguna comunidad campesina; 3) siendo parte de algún territorio en el que se ha aprobado una concesión minera.

Finalmente se presentan los resultados a nivel departamental. Para cada uno de los 19 Departamentos o Regiones en las que se han encontrado bofedales, se presenta información de la extensión de bofedales encontrada, en hectáreas y el porcentaje que ello representa de la extensión departamental. Se brinda información de los bofedales de mayor y menor tamaño identificado. Se menciona el número de provincias y distritos que presentan bofedales, y la proporción de bofedales que se encuentra en áreas de conservación y en comunidades campesinas. Finalmente se muestra un análisis de la distribución altitudinal de los bofedales en esa Región. Cabe destacar, además, que en los anexos de este documento se brinda información detallada sobre la extensión de bofedales que se presenta a nivel distrital y provincial.

Desde el Inaigem vemos los ecosistemas de montaña como socio-ecosistemas, en los que no se puede separar al ser humano del ecosistema, ya que durante cientos de años estos paisajes han sido moldeados y gestionados por la población

local. Es por ello que, aunque el presente documento se centra en brindar información geográfica y biológica, se incluyen referencias generales sobre la gestión actual. Asimismo, esperamos que esta información se convierta en una herramienta de trabajo para las autoridades locales y regionales, que buscan realizar una mejor gestión de su territorio, tomando en cuenta el contexto social y local.

A través de esta memoria descriptiva, el Inaigem reafirma su compromiso con la investigación y la gestión sostenible de los ecosistemas de montaña de nuestro país, brindando información técnica valiosa, además de datos sobre la ubicación y extensión de los bofedales en nuestro país. Esperamos que este documento sea un punto de partida, para seguir mejorando nuestro conocimiento sobre estos importantes ecosistemas, y a partir de ello impulsar acciones de conservación y recuperación de los bofedales en el Perú, y así asegurar nuestro bienestar y el de las futuras generaciones.

**Dra. Beatriz Fuentealba D.**

Presidenta Ejecutiva

Instituto Nacional de Investigación en  
Glaciares y Ecosistemas de Montaña



# RESUMEN EJECUTIVO

Los ecosistemas andinos peruanos albergan una biodiversidad única y desempeñan un papel importante en beneficio de la población local y nacional. Entre estos valiosos ecosistemas, los bofedales destacan por su importancia. Los bofedales son humedales altoandinos, que presentan características particulares en sus suelos y vegetación, lo que le permite acumular carbono y agua, muy importantes en el contexto actual de cambio climático, además de proveer importante forraje para el ganado altoandino. Sin embargo, el mal manejo ha generado una creciente amenaza a la integridad de estos ecosistemas. Ante ello, el primer inventario nacional de bofedales del Perú establece la línea de base que debe ser tomada como referencia para el mapeo y comparación de la extensión de los bofedales, porque toma en cuenta las particulares condiciones de estos ecosistemas.

Este documento reporta que la superficie de bofedales a nivel nacional es 910 398.2 ha, lo que representa el 0.8% de la superficie nacional, casi el doble de lo reportado por el mapa nacional de ecosistemas (Minam, 2018). Esta diferencia puede deberse a que el presente inventario tiene una mejor capacidad de identificación, con una unidad mínima cartografiada de 0.09 ha, y la incorporación de insumos que dan una mayor resolución espacial y espectral, para incorporar la complejidad y heterogeneidad de los bofedales del Perú. Es importante mencionar que se usaron imágenes satelitales Sentinel 2, del año 2021, como insumo principal para los datos que aquí se presentan.

La metodología utilizada se basó en un árbol de decisiones, lo que nos permitió incorporar dos innovaciones importantes. 1) Se delimitaron cuatro macrozonas en los Andes Peruanos, para ajustar los valores de los umbrales a cada una, y así ajustar la capacidad de detección de la metodología a las condiciones geográficas y ambientales particulares de cada macrozona. 2) Se diferenciaron tres tipos de vegetación que puede ser dominante en los bofedales, que fueron incorporadas en la metodología a través del uso de firmas espectrales de las especies vegetales dominantes de cada tipo de vegetación. Estas fueron aplicadas al modelo de mixtura espectral, que responde y abarca directamente la biodiversidad para cada macrozona.

La revisión de literatura y de datos de campo que se presenta en la primera parte de la memoria descriptiva busca resumir el estado del conocimiento sobre los bofedales de nuestro país, identificando algunos vacíos de información aún por evaluar. Nos muestra también que hay indicios suficientes para evaluar y comparar las características de los bofedales, entre macrozonas y entre tipos de vegetación, para entender mejor los procesos ecológicos que se dan, y así identificar estrategias para su adecuada conservación, manejo y recuperación.

En la segunda parte, los resultados del inventario a nivel nacional nos muestran que los departamentos de Puno, Cusco y Arequipa acumulan más del 50% de la extensión total de los bofedales del país. Y que, aunque los bofedales se presentan desde los 3000 m s.n.m., es en el rango entre los 4000 y 4750 m s.n.m., que se encuentra alrededor del 73% de los bofedales. Cifra similar a la que se concentra entre las latitudes 13°S y 17°S. Por otro lado, poco más del 7% de los bofedales del país se encuentran bajo alguna figura de protección, mientras que el 20% se encuentra bajo el manejo de las comunidades campesinas; y se estima que el 41% de superficie bofedal nacional se encuentra dentro de algún tipo de concesión minera.

Algunos resultados a nivel departamental que destacar son que, 19 de los 24 departamentos del país tienen bofedales. Puno, Apurímac, Ayacucho, Huancavelica y Arequipa son las regiones en las que los bofedales representan más del 2% de su superficie departamental, sin embargo, excepto por Arequipa, son las que presentan una menor proporción de bofedales bajo alguna figura de protección, que asegure su integridad hacia el futuro. Asimismo, Ica, Amazonas, Cajamarca y La Libertad, son los departamentos con menor superficie de bofedales, lo que implica que corren mayores riesgos de perder los beneficios que estos ecosistemas generan, si no se da una adecuada gestión.

Como parte de este documento se da información detallada de la superficie de bofedales que se presenta en cada área de conservación, se presenta una ficha de información a nivel departamental, acompañada de un mapa, y en los anexos se dan los valores de superficie a nivel distrital y provincial. A través de este trabajo esperamos que estos datos sirvan de consulta de las autoridades locales y regionales, y todo aquel que quiera tener un mejor conocimiento para la gestión de su territorio.

Los resultados que se han logrado con este documento técnico buscan cerrar brechas ante la falta de información de calidad sobre los bofedales y su importancia para nuestro país.

An aerial photograph of a high-altitude valley. In the upper center, a dark, calm lake is nestled within a rocky, brownish-grey mountainous landscape. Below the lake, the terrain transitions into a vast, greenish-yellow tundra with a cracked, mosaic-like texture. In the lower foreground, there are several smaller, interconnected pools of dark water. The overall scene is rugged and mountainous.

# GLOSARIO DE **TÉRMINOS**

Valle del TOCA, Nevado Allinca  
cordillera Carabaya (Puno)  
Foto: Renny Díaz Aguilar

**Tabla 1: Significado de Acrónimos**

Nro.	Acrónimos	Significado
1	ACEMAA	Asociación para la Conservación y Estudio de Montañas Andinas-Amazonicas
2	ACP	Área de conservación privada
3	ACR	Área de conservación regional
4	ALOS PALSAR	Advanced Land Observation Satellite- Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar
5	ANA	Autoridad Nacional del Agua
6	ANP	Área Natural Protegida
7	CONDESAN	Consortio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina
8	CONIDA	Comisión Nacional de Investigación y Desarrollo
9	ESA	European Space Agency
10	ESRI	Environmental Systems Research Institute
11	IMELS	Ministerio Italiano de Medio Ambiente,Tierra y Mar
12	Inaigem	Instituto Nacional de Investigación en Ecosistemas de Montaña
13	INGEMMET	Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico
14	INB	Inventario nacional de bofedales
15	JAXA	Japan Aerospace Exploration Agency
16	Landsat	Misión satelital de observación terrestre de la NASA y la USGS
17	Minam	Ministerio del Ambiente del Perú
18	OSINFOR	Organismo de Supervisión de los Recursos Forestales y de Fauna Silvestre
19	Senamhi	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú
20	Sentinel	Misión satelital de observación terrestre de la ESA
21	Sernanp	Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado

Fuente: elaboración propia

**Tabla 2: Significado de siglas**

Nro.	Siglas	Significado
1	BOA	Bottom of Atmosphere - en español es "bajo la atmósfera"
2	DEM	Digital Elevation Model - en español es "modelo de elevación digital". Es la representación de la altitud de la superficie terrestre
3	DGCCD	Dirección General de Cambio Climático y Desertificación
4	GEE	Google Earth Engine - plataforma de visualización y análisis de imágenes satelitales alojada en la nube
5	GRD	Ground Range Detected - en español es el "rango de terreno detectado"
6	IGP	Instituto Geofísico del Perú
7	IIAP	Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana
8	LSU	Linear Spectral Unmixing - en español "desmezcla espectral lineal"
9	m s.n.m.	metros sobre el nivel del mar
10	NDII	Normalized Difference Infrared Index - conocido también como "índice de humedad"
11	NIR	Near Infrared - en español es "infrarrojo cercano"
12	OEFA	Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
13	PDI	Procesamiento digital de imágenes
14	PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
15	RTC	Radiometric Terrain Correction - en español es "corrección radiométrica del terreno"
16	SAR	Synthetic Aperture Radar - en español es radar de apertura sintética
17	SCS+C	Sun-Canopy-Sensor + correction parameter - En español es la corrección topográfica basada en el sensor de dosel solar, que incluye el parámetro de corrección C
18	SWIR	Short-wave infrared - en español es "infrarrojo de onda corta"
19	TOA	Top of Atmosphere - en español es "sobre la atmósfera"
20	TPI	Topographic Position Index - en español es "índice de posición topográfica"
21	UNMSM	Universidad Nacional Mayor de San Marcos
22	UMC	Unidad mínima cartografiable
23	UTM	Universal Transverse Mercator - en español es "Universal transversal de Mercator"

Fuente: elaboración propia

**Tabla 3: Descripción de términos**

Nro.	Término	Descripción
1	Ángulo cenital solar	Es la posición del sol relativo a la vertical local, medido en grados
2	Comisión	Clasificación incorrecta de una muestra positiva cuando en realidad es negativa, es decir reconoce de más.
3	Espectro electromagnético	Espacio o medio donde se transmiten la energía en diferentes longitudes de onda
4	Espectroradiómetro	Instrumento que mide la radiación de luz entrante en diferentes longitudes de onda del espectro electromagnético
5	Firma espectral	Es la medida de la radiación en función a la longitud de onda. Conocida también como huella espectral representa propiedades físico químicas de la cobertura medida
6	Índice de Kappa	Es la medida de concordancia que compara la concordancia observada entre la predicha
7	JavaScript	Es un lenguaje de programación dentro de la estructura de la plataforma GEE
8	Longitud de onda	Distancia física entre dos puntos donde se repite la forma de la onda
9	Macrozonas	Zonificación de la superficie altoandina peruana que muestra la variabilidad ambiental para el desarrollo de bofedales
10	Matriz de confusión	Conocida también como matriz de error, presenta la cantidad de predicciones versus la cantidad de datos reales
11	Mosaico	Es el conjunto de imágenes satelitales (para el INB) en formato ráster
12	Napa freática	Refiere a la acumulación de agua subterránea alojada a una profundidad próxima del nivel del suelo
13	Omisión	Clasificación incorrecta de una muestra negativa cuando en realidad es positiva, es decir reconoce menos.
14	Overfitting	En español sobreajuste, es el efecto que ocurre cuando un modelo está demasiado vinculada a un conjunto limitado de datos
15	Píxel	Es la unidad mínima de medición que componen la matriz de una imagen satelital
16	Polarización	Orientación del campo eléctrico de una onda electromagnética transmitida o recibida por el radar
17	Radiación	Es la energía emitida, propagada y transferida en forma de ondas en el espectro electromagnético
18	Random Forest	En español es bosques aleatorios. Es un algoritmo estadístico que genera paralelamente múltiples árboles de decisión en base a datos de entrenamiento que obtiene resultados para clasificación o predicción
19	Reflectancia	Es la capacidad de una cobertura de reflejar energía
20	Teledetección	Es la técnica de adquisición a distancia de información de la superficie terrestre, sin entrar en contacto con el objeto de estudio

Fuente: elaboración propia

T

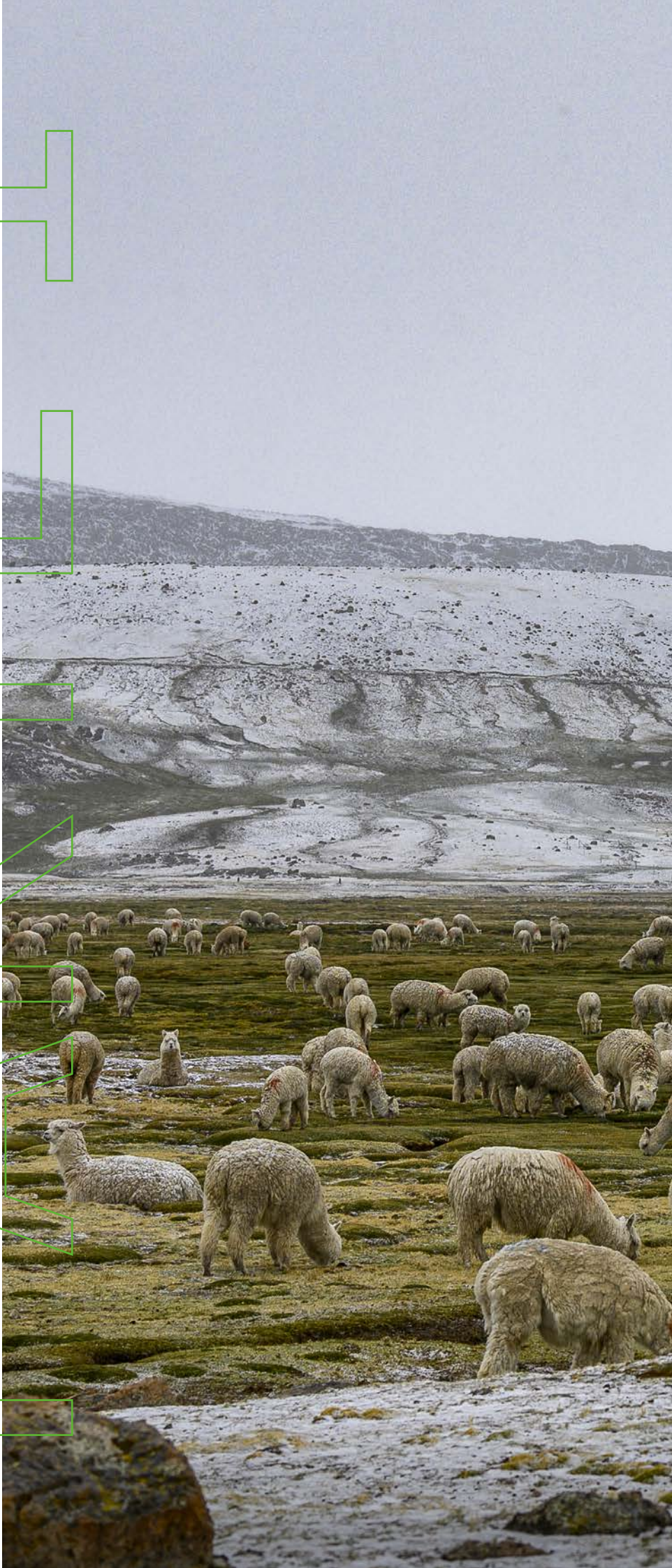
E

T

R

A

D



# PARTE 1

## BOFEDALES Y SU IMPORTANCIA



"Bofedal" es un término coloquial usado en el Perú para llamar a un tipo muy particular de humedales andinos. En otras partes del país, estos ecosistemas son conocidos como "oconales", palabra que en quechua significa "zona húmeda" (Maldonado, 2015). De acuerdo con la memoria descriptiva del mapa nacional de ecosistemas del Perú, el bofedal es un "ecosistema andino hidromórfico, con vegetación herbácea de tipo hidrófila, que se presenta en los Andes sobre suelos planos, en depresiones o ligeramente inclinados; permanentemente inundados o saturados de agua corriente (mal drenaje), con vegetación densa y compacta siempre verde, de porte almohadillado o en cojín. La fisonomía de la vegetación corresponde a herbazales de 0,1 a 0,5 metros. Los suelos orgánicos pueden ser profundos (turba), y este tipo de ecosistema es considerado un humedal andino" (Minam, 2018). Otras definiciones reconocen que los bofedales también están presentes en zonas inundadas sólo estacionalmente, durante la época de lluvias; y que en ocasiones la

vegetación dominante no es de cojín, pero siempre es hidrófila (Maldonado 2015, Fuentealba y Mejía, 2016).

Los bofedales son ecosistemas muy importantes para los pobladores andinos, porque de ellos depende la alimentación del ganado que crían, especialmente en el caso de las alpacas (Baied y Wheeler, 1993, Postigo et al., 2008; Yager et al., 2021). Su importancia se remonta a cientos de años atrás, ya que existen evidencias que los pobladores andinos aplicaban prácticas de irrigación y manejo del agua para la ampliación de los bofedales, desde la época prehispánica (Mitchell y Guillet, 1994; Lane, 2009). Algunas de estas prácticas se mantienen hasta el día de hoy en la cordillera de los Andes (Yager, 2015; Monge-Salazar et al., 2022). Esto nos demuestra que los bofedales son sistemas que desde hace mucho tiempo son intervenidos por el ser humano, por lo que su condición ecológica actual se relaciona también con la historia de manejo que han tenido.



CAPÍTULO 1  
**CARACTERÍSTICAS  
DE LOS BOFEDALES**

Para entender el funcionamiento natural de los bofedales, es importante tomar en cuenta sus tres principales componentes: agua, suelo y vegetación; y las interacciones entre

ellos. Esto, a su vez, nos permite diferenciar tipos de bofedales, que reflejan la gran heterogeneidad que se puede encontrar en estos ecosistemas.

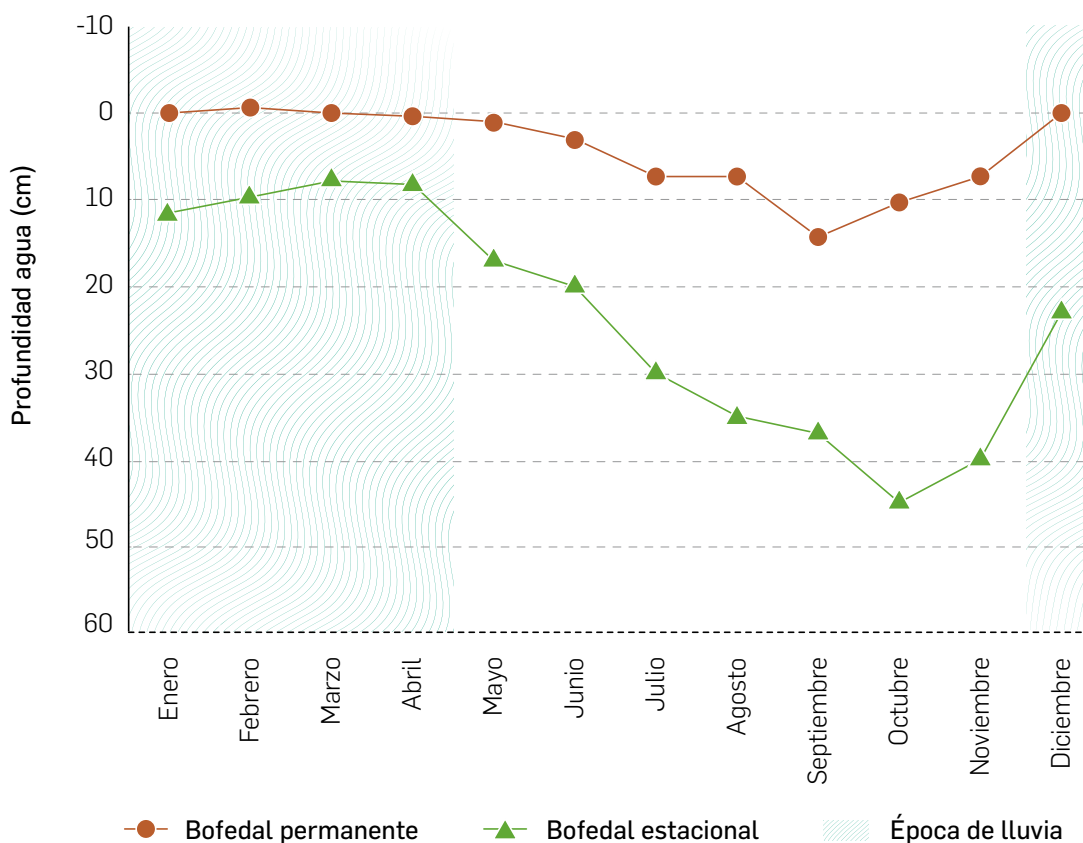
## 1.1. AGUA

El hidroperiodo, es decir, el tiempo que el suelo del bofedal permanece saturado de agua, es una de las principales características y nos permite diferenciar entre: a) bofedales estacionales, saturados de agua sólo durante los meses de lluvia, cuyo nivel de agua desciende de los 40 a 90 cm, debajo de la superficie del suelo en la época seca; y b) bofedales permanentes, saturados de agua todo el año, cuyo nivel de agua se mantiene dentro de los 20 cm debajo de la

superficie del suelo, incluso en la época seca (Cooper et al 2019).

El hidroperiodo es útil para hacer inferencias sobre las principales fuentes de agua que alimentan al bofedal. Los bofedales permanentes requieren de algún aporte de agua subterránea para estar saturado todo el año, mientras los estacionales dependerán únicamente de la precipitación. La posición del bofedal en la cuenca, y su pendiente pueden influir, en menor medida, en el

**Figura 1.1: Comparación del nivel de agua entre un bofedal estacional y uno permanente**



Fuente: elaboración propia.

hidroperiodo (Cooper et al., 2010; Polk et al., 2017).

Otra importante característica es el valor del pH del agua. Esto permite diferenciar bofedales ácidos (pH menor a 5.5), neutros (pH entre 5.5 y 7.0) y bofedales alcalinos (pH mayor a 7.0). Los valores de pH se relacionan directamente con el tipo de roca madre que domina en el área en que se encuentra el bofedal, y determinará

características de la calidad del agua como la conductividad eléctrica y tipo de nutrientes (Cooper et al., 2010).

Así, el origen del agua influye en la cantidad de nutrientes inorgánicos disponibles para las plantas, lo que determina la composición y tipo de comunidades vegetales que se pueden desarrollar (Suárez et al., 2022, Monge-Salazar et al., 2022).

## 1.2. SUELO

La principal característica de los suelos de los bofedales es que son suelos orgánicos o turba, es decir que contiene al menos 30% de materia orgánica (Cooper et al., 2010; Biancalani y Avagyan, 2014). La turba se genera cuando la velocidad en que la vegetación aporta materia orgánica (hojas y/o raíces muertas) es mayor a la velocidad de descomposición, acumulándose la materia orgánica con diferentes niveles de descomposición (Chimner y Ewel, 2005). En los bofedales, la baja velocidad de descomposición se debe a las condiciones ambientales: bajas temperaturas (asociada a la gran altitud en que se desarrollan los bofedales) y condiciones anaeróbicas (sin presencia de oxígeno) generadas por la saturación del suelo con agua (Suárez et al., 2022).

A nivel mundial se utiliza el término turbera, para diferenciar a los sitios en que se acumula cierta profundidad de turba. Existen diversos criterios de profundidad mínima para definir a las turberas, pero en la mayoría de los casos se encuentra entre 30 y 40 cm de profundidad (Rydin y Jeglum, 2013). Siendo así, tendremos algunos

bofedales que son turberas, y otros que no lo son.

Varias evaluaciones hechas en zonas con bofedales reportan que en promedio pueden almacenar poco más de 2000 MgC/ha en unos 5m de profundidad de turba (Chimner y Karberg, 2008; Hribljan et al., 2016, 2017). Estos valores son mayores a los reportados para las turberas tropicales (Chimner et al 2020). Además, se han reportado bofedales que han acumulado más de 10 metros de profundidad de turba (Cooper et al., 2010; Hribljan et al., 2015; Chimner et al., 2020).

Esta gran capacidad de almacenamiento de turba, en comparación con turberas de otras latitudes, se debe a una combinación de condiciones: la ubicación cercana al ecuador permite que el desarrollo de las plantas se dé todo el año; las altas tasas de insolación durante la época seca; y la saturación de agua, que permite el crecimiento de las plantas (Cooper et al., 2015).

Sin embargo, la capacidad de almacenamiento de turba también

dependerá de la composición vegetal dominante (Suárez et al., 2021; Monge-Salazar et al., 2022). Cooper y otros autores (2015) han encontrado que la producción de carbono orgánico de *Distichia muscoides* (de 1.5 a 4 Kg C/m<sup>2</sup>/año) está entre las mayores tasas conocidas para turberas de grandes altitudes o latitudes. Entre tanto, en un bofedal con dominancia de *Cyperaceae* y *Poaceae*, se tienen bajas tasas de acumulación de materia orgánica (40%) en la capa superficial (Tinoco, 2016). De igual manera, Suárez y otros autores (2021) han encontrado altas tasas de producción de raíces en *D. muscoides* y

en *Plantago rigida*. Estas raíces sirven de insumo para la producción de turba.

Un mayor contenido de turba y materia orgánica en el suelo se refleja en valores más bajos de densidad aparente, lo que a su vez se relaciona con una mayor capacidad de almacenamiento de agua (Fuentealba y Mejía, 2016). Es por ello que, en bofedales permanentes, se espera que el suelo tenga las condiciones para acumular una mayor profundidad de turba; y así tener una mayor capacidad de almacenamiento de carbono y de agua (Enríquez et al., 2015; Fuentealba y Mejía, 2016).

### 1.3. VEGETACIÓN

Como ya se ha mencionado, la composición vegetal que encontremos en un bofedal será el resultado de las características del agua y el suelo. Se ha indicado que la calidad del agua, así como el hidropereodo, influyen en la composición y riqueza de especies

vegetales de un bofedal (Cooper et al., 2010; Urbina y Benavides, 2014; Suárez et al., 2022).

La composición de los bofedales presenta valores relativamente bajos de diversidad alfa, pero con valores potencialmente altos de diversidad beta (Polk et al., 2019); (Chimner et al., 2020). Esto significa que, aunque en un bofedal encontramos pocas especies presentes, a nivel de quebrada la diversidad puede ser bastante alta, con pocas especies que crezcan en todos los bofedales de la quebrada.

En los bofedales podemos encontrar diferentes formas de crecimiento, asociadas con diferentes comunidades vegetales. Aunque la vegetación de cojín es la más común, existen muchas otras especies vegetales creciendo en los bofedales. Las principales formaciones vegetales presentes en los bofedales son:



Muestra de suelo de bofedal con acumulación de turba (Ayacucho)  
Foto: Pablo Najarro Cerón

## A. BOFEDALES DE COJÍN O ALMOHADILLADOS:

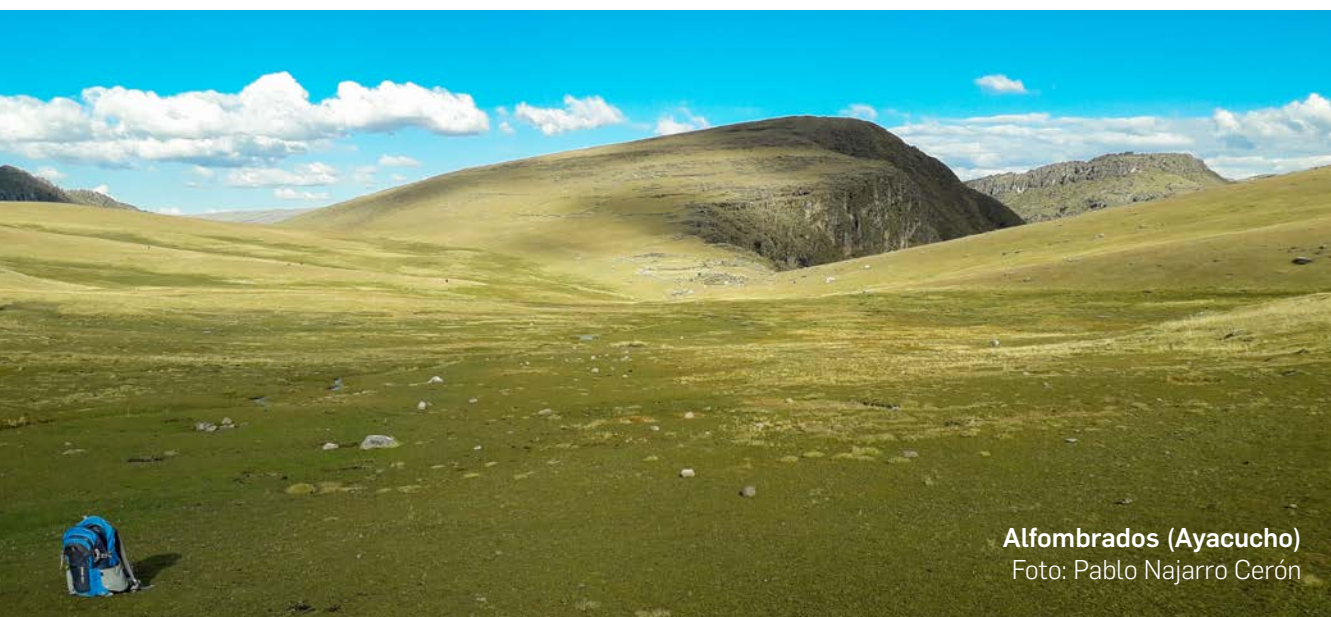
Son aquellos en los que dominan especies que forman cojines duros siempre verdes, y son los que se presentan con mayor frecuencia en nuestro país. Estos bofedales son dominados por las especies *Distichia muscoides* y *Oxychloe andina*, aunque también se encuentran otras como *Oreobolus obtusangulus* y *Plantago rigida*. Estos bofedales tienen una alta capacidad de almacenamiento de carbono, por las características propias de las especies dominantes (Cooper et al., 2010; Salvador et al., 2014; Maldonado-Fonkén, 2014; Chimner et al., 2019).



Almohadillados (Puno)  
Foto: Renny Díaz Aguilar

## B. BOFEDALES ALFOMBRADOS:

Son aquellos en los que dominan especies que forman alfombras duras y siempre verdes, generalmente dominados por *Plantago tubulosa* y acompañados por *Werneria pygmaea* (Salvador et al., 2014; Maldonado-Fonkén, 2014).



Alfombrados (Ayacucho)  
Foto: Pablo Najarro Cerón

### C. BOFEDALES DE GRAMÍNEAS Y GRAMINOIDES:

Son aquellos que por su forma de crecimiento se asemejan más a un pastizal húmedo, pero con capacidad de acumular turba. Están dominados por especies de las familias *Poaceae* y *Cyperaceae*, con plantas de los

géneros *Festuca*, *Calamagrostis*, *Carex*, *Eleocharis* y *Phylloscirpus* (Cooper et al., 2010; Salvador et al., 2014; Maldonado Fonkén, 2014; Chimner et al., 2019).



Gramíneas y graminoide (Junín)  
Foto: Raquel Ríos Recra

### D. BOFEDALES DE MUSGOS Y ARBUSTOS:

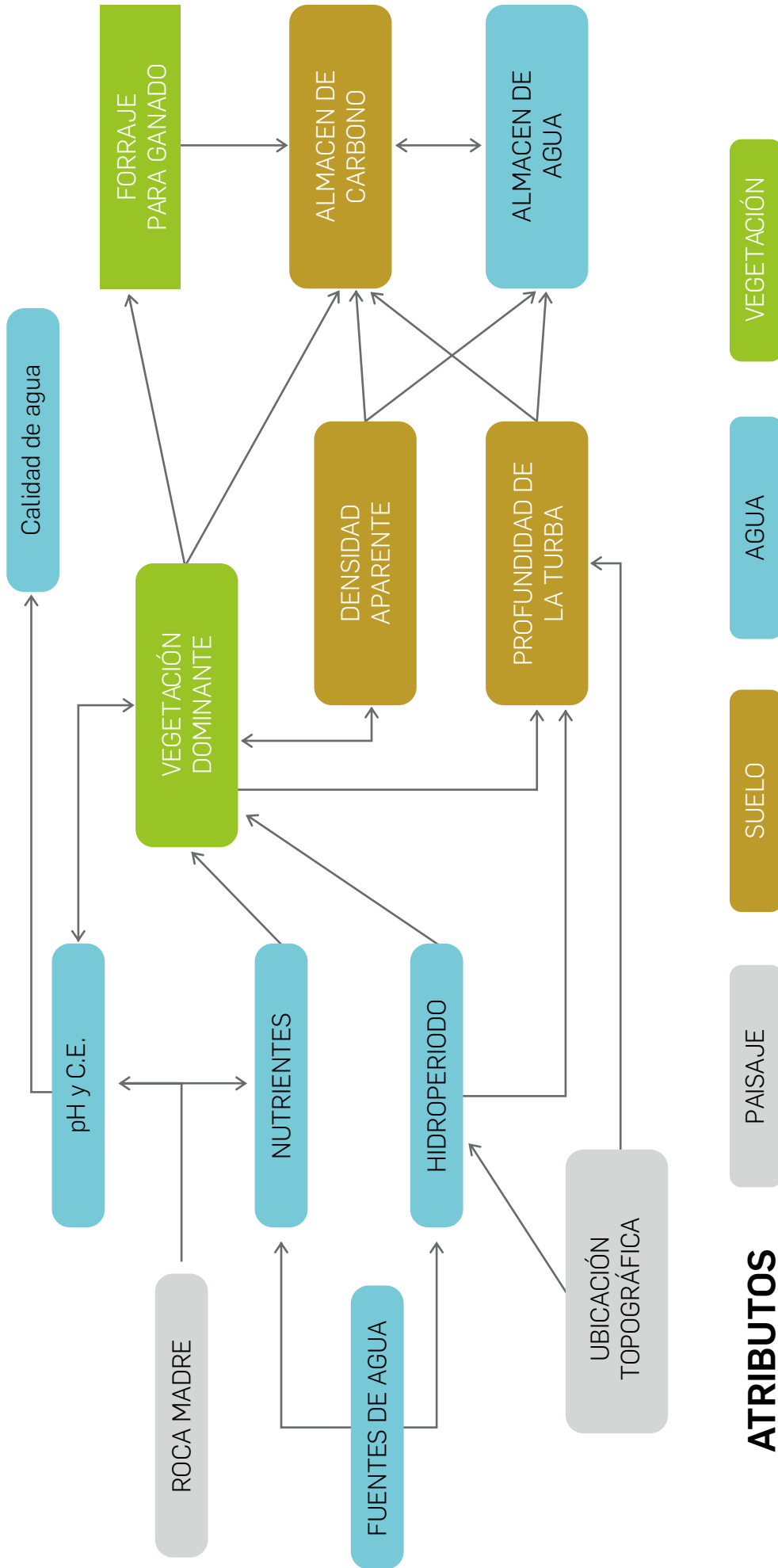
Son los menos frecuentes en Perú, y se encuentran principalmente en el norte del país. Están dominados por musgos (briofitos) del género

*Sphagnum*. Generalmente están acompañados por pequeños arbustos del género *Loricaria* (Cooper et al., 2010; Maldonado Fonkén, 2014).




Musgos (Cajamarca)  
Foto: Pablo Najarro Cerón

Figura 1.2: Interacciones entre los componentes de un bofedal



Fuente: elaboración propia.



CAPÍTULO 2  
**LOS BOFEDALES  
EN EL PERÚ**

Vista del bofedal húmedo,  
en un paisaje árido (Tacna)  
Foto: Pablo Najarro Cerón

Para describir las principales características de los bofedales del Perú, hemos realizado una revisión amplia, pero no exhaustiva, de literatura que reporte los diferentes parámetros de los bofedales. Para ello, se han tomado publicaciones de artículos y tesis publicados desde el año 2010, y seleccionado la información que se refiere a las principales variables descritas en la sección anterior. A esto, se ha sumado información recolectada en campo durante el desarrollo de la validación de la metodología del inventario nacional de bofedales.

La información que se presenta a continuación corresponde a un total de 116 bofedales distribuidos en 13 departamentos del Perú. Los datos de 57 de estos bofedales fueron reportados en 26 publicaciones. Los datos de los otros 59, es información recogida directamente en campo por el Inaigem. No se cuenta con información de todas las variables elegidas para todos los bofedales, por lo que se indica el número total de datos obtenidos para cada variable.

## 2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

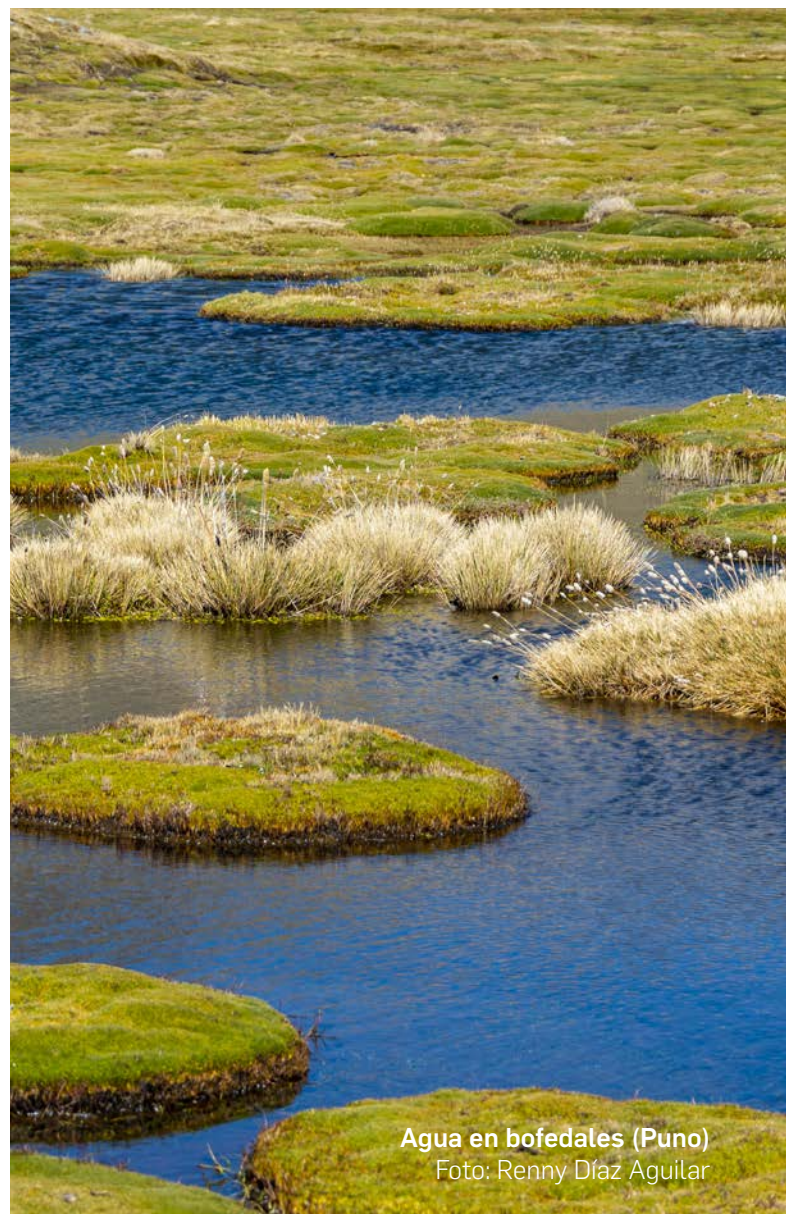
Los 116 bofedales sobre los que se obtuvo información se encuentran a una altitud promedio de 4327 m s.n.m., y van desde los 3500 hasta los 5000 m s.n.m.

### 2.1.1. AGUA

Para describir el agua de los bofedales del Perú, se han usado dos variables:

**Hidroperiodo**, diferenciando bofedales permanentes y estacionales. Se tuvo información para 77 bofedales, sólo el 18 % de ellos (14 bofedales) fueron estacionales. Esto nos indicaría que los bofedales permanentes han sido más estudiados que los estacionales.

**pH del agua**, con lo que se tuvo información de 70 bofedales, cuyo valor promedio fue 6.9, lo que indica que son bofedales neutros. Sin embargo, se tiene un amplio rango de valores de pH, que van de 5.3 y 9.0.



Agua en bofedales (Puno)  
Foto: Renny Díaz Aguilar

## 2.1.2. SUELO

Para describir el suelo de los bofedales del Perú, se eligieron tres variables:

**Contenido de materia orgánica en la capa superficial.** Se usaron sólo los valores de la capa superficial, tomando en cuenta que esta es una variable que puede cambiar mucho dependiendo de la profundidad a la que sea evaluada; y porque no todas las publicaciones reportaban valores más profundos. Se obtuvo información de 84 bofedales, cuyo valor promedio fue 72.6%, representativo de un bofedal en buena condición (Minam, 2019). Se tiene un amplio rango de variación, con valores entre 31.5% y 96.2%.

**Densidad aparente de la capa superficial.** Se obtuvo información de 74 bofedales, cuyo promedio fue 0.18 g/cm<sup>3</sup>, representativo de un bofedal en muy buena condición (Minam, 2019) y con un rango de variación entre 0.03 y 0.42.

**Profundidad de turba.** Se encontró información sólo para 14 bofedales, cuyos valores varían de 20 a 800 cm de profundidad. Se decidió no incluir estos datos en un análisis posterior, ya que son muy pocos y con amplia variabilidad. Una probable limitación para tener más valores reportados es que la evaluación de la profundidad de la turba requiere de un equipamiento y capacitación especial.

**pH del suelo.** Esta variable no está incluida en la sección anterior, pero se reportó la información de 74 bofedales. El promedio fue de 6.0, con una variación entre 3.9 y 8.6. Como se ve, son valores menores a los reportados para el pH del agua, lo que se relaciona con la capacidad que tiene la materia orgánica de acidificar el ambiente. Como se esperaba, se ha encontrado una correlación directa y significativa entre los pH del agua y del suelo.



Muestra de suelo de bofedales (Ayacucho)  
Foto: Pablo Najarro Cerón

### 2.1.3. VEGETACIÓN

Para describir la vegetación de los bofedales del Perú, se eligieron tres variables:

**Cobertura de vegetación.** Se encontró información para 91 bofedales, que presentaron en promedio 83.8% de cobertura vegetal, representativo de un bofedal en condición regular (Minam, 2019). Esto podría indicarnos que en general, la condición del suelo y de los bofedales evaluados es mejor que la de la vegetación. El rango de variación de esta variable oscila entre 60 y 100% de cobertura.

**Especies dominantes.** Se obtuvo esta información de 111 bofedales. Las principales especies dominantes fueron: *Distichia muscoides* (en 43.2% de los bofedales), *Plantago tubulosa* (en 15.3% de los bofedales) y *Oxychloe andina* (en 11.7% de los bofedales).

En los 33 bofedales restantes (que representan el 30% de los casos) dominaron otras especies de los géneros *Phylloscirpus*, *Carex*, *Festuca*, *Calamagrostis*, por mencionar los principales. Estos cuatro géneros son representativos de la formación vegetal de gramíneas y graminoides, lo que nos indicaría que este tipo de formación presenta una mayor diversidad en las especies dominantes, que en el caso de los bofedales de cojín y alfombrados.

En uno de los casos se reporta un bofedal dominado por *Aciachne pulvinata*, una especie invasiva, que es un indicador de que se trataría de un bofedal degradado.

**Tipo de formación vegetal:** Revisando la composición vegetal dominante, se han logrado asignar tipos de formación vegetal a 104 bofedales. De acuerdo con ello, el 71.2% son bofedales de cojín, 15.4% son bofedales alfombrados (los dominados por *P. tubulosa*), y 13.5% corresponden a bofedales dominados por gramíneas y graminoides. No se encontraron reportes que describan bofedales dominados por musgos y arbustos.



*Distichia muscoides* (Ayacucho)  
Foto: Pablo Najarro Cerón

## 2.2. HETEROGENEIDAD DE LOS BOFEDALES EN EL PERÚ

Se han considerado dos condiciones que nos ayudarán a entender, parcialmente, la variabilidad de condiciones que presentan los bofedales del Perú. La primera aproximación es utilizando las

macrozonas identificadas como parte de la metodología del presente inventario nacional de bofedales (ver sección 4.1.3), y la segunda siguiendo las formaciones vegetales descritas previamente (ver sección 1.3).

### 2.2.1. POR MACROZONA

Utilizando criterios climáticos y geográficos, se han diferenciado cuatro macrozonas en las que se desarrollan los bofedales del Perú: Páramo, Norte, Centro y Sur (ver mapa 4.2). Las macrozonas Páramo y Norte son las menos extensas y con climas más húmedos, mientras la macrozona Centro es la más extensa, y la macrozona Sur es la que presenta el clima más árido. Utilizando como base la información de los 116 bofedales ya mencionados, se han identificado a qué macrozona corresponde cada uno, y se han realizado análisis de varianza para la mayoría de las variables descritas en

la sección previa.

Los resultados obtenidos nos muestran que se cuenta con muy poca información para los bofedales de la macrozona Norte, y ninguna para los bofedales de la macrozona Páramo. A pesar de ello, se encuentra que el promedio de altitud y de cobertura vegetal es menor en los bofedales del norte que en las otras macrozonas. Entre tanto, los bofedales de la macrozona sur presentan mayores valores de pH promedio, en agua y suelo que las otras macrozonas.

**Tabla 2.1: Características de los bofedales por macrozona**

Macrozona	N° datos	Altitud (m s.n.m.)	pH agua	pH suelo	% MO superficial	Densidad aparente superficial	% Cobertura vegetal
Norte	9	3759* (3538-3956)	6.7 (5.5-7.8)	5.5 (3.9-6.7)	80 (56-94)	0.16 (0.01-0.34)	72* (60-90)
Centro	40	4375 (3924-5001)	6.7 (5.3-7.8)	5.8 (4.1-7.7)	75 (32-96)	0.18 (0.06-0.42)	86 (61-98)
Sur	30	4374 (4090-4643)	7.2* (5.5-9.0)	6.6* (5.1-8.6)	67 (41-96)	0.19 (0.03-0.42)	85 (60-100)

Se muestra el promedio de cada variable y el rango de variación entre paréntesis. \* indica diferencias significativas para  $p \leq 0.05$ .

Fuente: elaboración propia.

Revisando con más detalle la información, se encuentra que la presencia de *Oxychloe andina* se da principalmente en la macrozona Sur. Y se ha reportado que *O. andina* está asociada a suelos más salinos, con pH más alcalino, y con sequías más

frecuentes (Salvador et al., 2014). La especie *Distichia muscoides*, a pesar de ser la más frecuente, no se encuentra en los bofedales de la macrozona Norte. La única especie de cojín reportada para esta última macrozona fue *Oreobolus obtusangulus*.

**Tabla 2.2: Hidroperiodo de los bofedales por macrozona**

Macrozona	Estacional	Permanente
Norte		8
Centro	14	29
Sur		26

Fuente: elaboración propia.

Asimismo, se observa que todos los bofedales estacionales que se han reportado se ubican en la macrozona Centro. Esto requeriría

de más información, pero tal vez indique que, en la macrozona sur, la presencia de bofedales estacionales es menos frecuente.

**Tabla 2.3: Tipo de formación vegetal de los bofedales por macrozona**

Macrozona	Cojín	Alfombrado	Gram
Norte	1	1	5
Centro	39	13	9
Sur	34	2	0

Gram= Gramíneas y graminoides

Fuente: elaboración propia.

Finalmente, se ha relacionado el tipo de formación vegetal del bofedal, y la macrozona en la que se presenta. Los bofedales con gramíneas y graminoides son los más comunes en el caso de la macrozona Norte, reduciendo su

importancia al avanzar hacia el sur; mientras que, los bofedales de cojín son los más frecuentes en las macrozonas Centro y Sur. Asimismo, los bofedales alfombrados han sido más reportados en la macrozona Centro.

## 2.2.2. POR TIPO DE FORMACIÓN VEGETAL

Al analizar las características por tipo de formación vegetal, encontramos que la altitud promedio en la que se presentan los bofedales de cojín es mayor a la de los otros tipos de bofedal. Revisando la información, se encuentra que el único bofedal de cojín reportado a menos de 4000 m s.n.m, es el único dominado por *Oreobolus obtusangulus*. Una tendencia similar ha sido reportada por Chimner y otros autores (2020) para el Parque Nacional Huascarán, en Perú; y en

ciertas zonas de Ecuador (Suárez et al., 2022). Ambos estudios indican que la presencia de *Distichia muscoides* y vegetación de cojín se da a mayor altitud que otros tipos de bofedal.

Por otro lado, se encontró que los bofedales de gramíneas y graminoides presentan una menor cobertura de vegetación, en promedio. Y los bofedales alfombrados presentan una mayor densidad aparente promedio, que los demás tipos de bofedal.

**Tabla 2.4: Características de los bofedales por tipo de formación vegetal**

Formación vegetal	N° datos	Altitud (m s.n.m.)	pH agua	pH suelo	% MO superficial	Densidad aparente superficial	% Cobertura vegetal
Cojín	53	4396* (3538-4992)	7.0 (5.5 - 8.7)	6.2 (4.2-8.6)	73 (36-96)	0.17 (0.03-0.42)	85 (60-98)
Alfombrado	11	4205 (3841-4390)	6.8 (6.0 - 9.0)	5.5 (4.1-6.8)	69 (42-93)	0.26* (0.08-0.41)	86 (61-98)
Gram	12	4140 (3751-4629)	6.3 (5.3-7.8)	5.5 (3.9-7.0)	77 (45-94)	0.18 (0.06-0.34)	74* (60-90)

Se muestra el promedio de cada variable y el rango de variación entre paréntesis. \* indica diferencias significativas para  $p \leq 0.05$ .

Fuente: elaboración propia.

Encuanto al hidroperiodo, encontramos que existen bofedales estacionales y permanentes para todos los tipos de formación vegetal. Esto nos indicaría

que no hay una relación directa entre el hidroperiodo y el tipo de formación vegetal del bofedal.

**Tabla 2.5: Hidroperiodo de los bofedales por formación vegetal**

Formación vegetal	Estacional	Permanente
Cojín	10	39
Alfombrado	3	6
Gram	1	12

Gram= Gramíneas y graminoides

Fuente: elaboración propia.

En general, encontramos una amplia heterogeneidad de los bofedales en el Perú, que en parte puede ser explicada por las diferencias en las condiciones climáticas en las que se han desarrollado. Sin embargo, con la información analizada se identifican varias tendencias que valdría la pena seguir investigando, para validar y mejorar nuestro entendimiento de los procesos que ocurren en los bofedales, y la relación entre las formaciones vegetales dominantes

y las características del bofedal. Para ello, se requiere continuar con los trabajos de caracterización, pero de manera integral, evaluando agua, suelo y vegetación.

Nuestros resultados muestran que contamos con muy poca información de los bofedales del páramo y norte del país; de los bofedales alfombrados y dominados por gramíneas y graminoides; y de los bofedales estacionales.



Equipo de trabajo para la validación de la metodología (Ayacucho)  
Foto: Pablo Najarro Cerón

A photograph of a white alpaca grazing on a bog in the Cusco region. The alpaca is shown in profile, facing right, with its head down to eat the vegetation. The background is a soft-focus landscape of a bog with various green and brown plants. A large, white, stylized number '3' is overlaid on the image, with its top curve at the top and its bottom curve at the bottom. A dark green rectangular box is positioned over the middle of the alpaca's body, containing the chapter title in white text.

### CAPÍTULO 3

# **BENEFICIOS DE LOS BOFEDALES**

Alpaca comiendo vegetación  
de bofedal (Cusco)  
Foto: Patricia Barros Pozo

Los bofedales generan una serie de beneficios para la población local como para el país en general. Esto

se refleja en los principales usos e intervenciones que reciben estos ecosistemas.

### 3.1. FORRAJE PARA EL GANADO

La provisión de forraje es uno de los beneficios más importantes de los bofedales, especialmente para las comunidades locales que dependen de la crianza de animales. Los bofedales son aprovechados para alimentar al ganado nativo, como las alpacas; y al ganado introducido, como los ovinos, vacunos y equinos (Postigo et al., 2008; Maldonado-Fonkén, 2014; Yager et al., 2021).

Algunos estudios detallados han logrado valorar este aporte.

Gandarillas y otros autores (2016) estudian en Bolivia a las familias que se dedican a la crianza de alpacas en los bofedales. Sus resultados muestran que se benefician, en promedio, con una llama y ocho alpacas al año. Este beneficio, usando el precio del mercado de referencia, asciende a US\$1800 por familia al año. Si a esto le sumamos la ganancia que se puede obtener a partir de la venta de la lana de los animales; este monto puede ascender a US\$4600 por familia al año.

### 3.2. ALMACENAMIENTO DE CARBONO

Como se ha mencionado, los bofedales tienen una gran capacidad de almacenar carbono. Y entender el flujo de carbono en las turberas es uno de los temas de mayor interés actual, debido a las implicancias que tiene para las medidas de mitigación ante el cambio climático (Biancalani y Avagyan, 2014).

En este contexto actual de cambio climático, es importante diferenciar dos tipos de valores: i) el de almacenamiento de carbono, que se refiere a cuánto carbono ya se encuentra en la turba contenida en el bofedal, llamada comúnmente "carbono secuestrado", cuyos valores comúnmente se estiman por unidad de área, sea en metros cuadrados, hectáreas o bofedales;

y ii) la tasa de captura de carbono, realizada a través de la fotosíntesis de las plantas, y que convierte el CO<sup>2</sup> en componentes orgánicos almacenados en las plantas. Estas tasas siempre se expresan por unidad de tiempo, ya sea por minuto, hora o año.

Algunos estudios particulares han mostrado que, por ejemplo, el humedal altoandino de Chalhuanca (Perú) almacena aproximadamente 795 415.65 toneladas de CO<sup>2</sup> (Alvis y Ccoropuna et al., 2021). También encontramos estudios que incluyen la valoración de este servicio. Medina y otros autores (2020) determinaron que el carbono almacenado en los bofedales en la Reserva Nacional de Salinas y Aguada Blanca (Perú), fue

en promedio de 639.39 Mg/ha de CO<sup>2</sup>. A partir de ello se valorizó, usando el precio de mercado voluntario (US\$6.39 -dólares americanos por tonelada de CO<sup>2</sup>), estimando un monto de US\$45 291 274.34, para los bofedales de esta Reserva Nacional. Entre tanto, un estudio desarrollado en el Parque Nacional Huascarán (Perú), indica que la captura de carbono en áreas conservadas de un bofedal estuvo entre 0.76 y 1.07 g de CO<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>/ha (Planas y Clarke, 2018).

Cuando se habla de acciones de mitigación, habitualmente se requiere información de las tasas de captura de carbono que pueden alcanzar los diferentes ecosistemas. En el caso de los bofedales, se deben promover acciones de conservación para evitar que el carbono ya almacenado en el suelo sea perdido a través de emisiones de CO<sup>2</sup>, como se explicará más adelante.

### 3.3. ALMACENAMIENTO DE AGUA

Aunque se ha comentado sobre la gran capacidad de almacenamiento de agua que tienen los bofedales, no hemos encontrado información que estime la cantidad real de agua que pueden mantener. Se ha encontrado

información sobre la importancia de los bofedales como lugares para la captación del agua, cuando presenta buena calidad y es apta para el consumo, en Bolivia y Argentina (Gandarillas et al., 2016; Rubio et al., 2017).

### 3.4. ECOTURISMO

Existen algunas experiencias que muestran que se pueden promover actividades ecoturísticas, asociadas a los paisajes con bofedales. Por ejemplo, en Bolivia, se cuenta con un albergue cerca al bofedal Caripe, lo que genera ingresos económicos a

la población local (Gandarillas et al., 2016). Asimismo, en Argentina se identificó de manera participativa que el uso turístico era uno de los principales beneficios que generaba el humedal (Rubio et al., 2017).



CAPÍTULO 4  
**PRINCIPALES  
AMENAZAS PARA  
LOS BOFEDALES**

La intervención humana, cuando no es bien manejada, se convierte en una amenaza para la integridad de los bofedales y para asegurar que

sus beneficios se mantengan a largo plazo. En este sentido, las principales amenazas reportadas son:

## 4.1. ALTERACIONES HIDROLÓGICAS

Las alteraciones hidrológicas agrupan a diversas causas que generan cambios en la cantidad de agua que llega al bofedal, o intervenciones que se realizan dentro del bofedal, que alteran el flujo natural del agua en su interior. Por ejemplo, hay pobladores locales que construyen canales de drenaje para secar áreas y facilitar el acceso del ganado a pastos, afectando ciertas zonas dentro del bofedal (Fuentealba y Mejía, 2018; Suárez et al., 2022). En otros casos se incrementa el volumen de extracción de agua de los bofedales para consumo humano

o para la actividad minera (Verzija y Quispe, 2013). También se ha visto que la construcción de carreteras alrededor de un bofedal puede cambiar los flujos naturales de entrada y alimentación del bofedal. Este efecto es mayor aun cuando la carretera atraviesa un bofedal.

Sin importar las causas que lo generan, la reducción del aporte hídrico al bofedal reducirá el nivel de la capa freática, alterando el hidropериодо y el nivel de saturación del suelo. Esto permitirá la entrada de aire en la capa superficial de la turba, acelerando la velocidad de descomposición, lo que incrementará la tasa de emisión de CO<sup>2</sup>. Como resultado final, se reduce el contenido de materia orgánica en la turba (Benavides et al., 2014; Biancalani y Avagyan, 2014). Asimismo, estas condiciones de menor saturación de agua en el suelo pueden afectar la sobrevivencia de las especies hidrófilas, y favorecer la entrada de otras especies, más características de los pastizales.

El componente más importante para asegurar la sostenibilidad de los bofedales es el agua. Una vez que los bofedales se desconectan de las fuentes que lo alimentan de agua, o se altera el flujo hidrológico natural, la restauración de estos sistemas es muy difícil (Yager et al., 2021).



Canales de drenaje (Tacna)  
Foto: Pablo Najarro Cerón

## 4.2. EXTRACCIÓN DE TURBA

Esta es una gran amenaza para los bofedales en el Perú (Salvador et al., 2014; Maldonado-Fonkén, 2014), y se refiere a la intervención del bofedal para sacar el suelo rico en materia orgánica. Por ejemplo, en zonas en que se tiene acceso limitado a leña, la población local extrae turba, la seca y la usa como combustible para cocinar. A esta actividad se le llama champeo, y sus impactos han sido muy poco evaluados.

Sin embargo, la práctica más nociva es la extracción de turba en grandes volúmenes, para luego ser vendida y usada como abono en viveros urbanos (Maldonado-Fonkén, 2014; Vargas-Machuca, 2017). En estos casos, primero se crean canales de drenaje para facilitar la extracción de la turba, y luego se extraen varios centímetros

de profundidad de la turba junto a la cobertura vegetal, generando un proceso de transformación completa del ecosistema (Rydin y Jeglum, 2013). Se ha encontrado que las zonas afectadas por esta gran extracción de turba presentan alteraciones hidrológicas y menor cantidad de materia orgánica que en los bofedales no alterados (Vargas-Machuca, 2017).

La recuperación de áreas que han sido severamente afectadas con extracción de turba es muy complicada, porque primero se requiere recuperar el flujo hídrico y la saturación del suelo, luego la turba, y finalmente la cobertura vegetal. Por lo explicado, se le considera como una de las amenazas más importantes para la integridad de los bofedales.



Extracción de turba (Ayacucho)  
Foto: Pablo Najarro Cerón

### 4.3. SOBREPASTOREO

El sobrepastoreo se refiere a un manejo inadecuado del ganado, permitiendo que el número de animales que pastorea un lugar supere la carga animal deseable. Esta es la práctica que con más frecuencia se identifica como factor de degradación en bofedales (Salvador et al., 2014; Maldonado-Fonkén, 2014; Cochi Machaca et al., 2018), aunque no es tan perjudicial como las mencionadas previamente.

El sobrepastoreo cambia la composición de especies y reduce la cobertura vegetal, ya que no permite la recuperación de la biomasa aérea de la vegetación que consume, incrementando la mortalidad de algunas plantas, y dejando áreas con la turba expuesta (Enriquez et al., 2015; Cochi Machaca et al., 2018, Suárez et al. 2022). Incluso cuando no hay sobrepastoreo, se ha encontrado que la presencia del ganado incrementa la abundancia de hierbas introducidas (Molinillo y Monasterio, 1997; Suárez et al., 2022).

La presencia de algunas de estas hierbas introducidas se ha propuesto como indicador de degradación, ya que incrementan su abundancia en áreas que han sido sobrepastoreadas (Minam, 2019). Este es el caso de *Aciachne pulvinata* y *Deyeuxia rigescens* (Salvador et al., 2014; Cochi Machaca et al., 2018), y de *Werneria nubigena* (Fuentealba y Mejía, 2016).

Por otro lado, el pisoteo constante de la vegetación de cojín favorece a que estos se fraccionen, permitiendo

la erosión hídrica de la turba, y creando parches de vegetación de cojín, rodeados de agua (Urbina y Benavides 2015). Asimismo, se ha encontrado que, en bofedales más estacionales, el pisoteo constante del ganado puede generar un incremento en la densidad aparente de la capa superficial del suelo, erosión y pérdidas de carbono (Enriquez et al., 2015). La compactación del suelo, a su vez, podría reducir la capacidad de retención de agua en la turba, afectando su función de regulador hídrico (Urbina y Benavides, 2015; Suárez et al., 2022).

El impacto del sobrepastoreo también dependerá del tipo de ganado presente. Las alpacas, especies adaptadas a estas condiciones, generan menos impactos que el ganado vacuno u ovino. Pero se ha encontrado que el estiércol del ganado, en general, podría aumentar los nutrientes disponibles en el agua, generando cambios en la vegetación dominante, e incrementando las emisiones de CO<sup>2</sup> (Urbina y Benavides, 2015).

La recuperación de áreas sobre pastoreadas, en las que no ha habido alteraciones hidrológicas, ni una compactación grave del suelo, será un poco lenta, pero posible. Y debería empezar por eliminar temporalmente la actividad de pastoreo en el lugar, y ayudando a recuperar la cobertura vegetal natural del bofedal, tal vez con translocación de vegetación nativa, en bajos volúmenes, desde áreas cercanas.

## 4.4. OTRAS AMENAZAS

**El cambio climático**, de manera aislada, puede generar alteraciones hidrológicas y favorecer la fragmentación del bofedal (Dangles et al., 2017), además de acelerar procesos de generación de drenaje ácido de roca. Sin embargo, sabemos que los efectos del cambio climático generan sinergias con los impactos antrópicos, acelerando procesos de desecación y degradación de los ecosistemas (Cochi Machaca et al., 2018). Es por ello que siempre es un factor para tomar en cuenta.

Es importante mencionar que actualmente existe un debate entre los científicos con relación a la importancia que tienen los glaciares en el mantenimiento de los bofedales, lo que a su vez nos deja la incógnita sobre el impacto que tendrá

el retroceso glaciar en los bofedales (Cooper et al., 2010; Dangles et al., 2017; Polk et al., 2017; Cooper et al., 2019).

**Cambios en la calidad del agua**, referido al incremento de metales pesados en las fuentes de agua que llegan al bofedal. Este cambio se puede relacionar a la contaminación por presencia de relaves mineros o a procesos de contaminación natural, como el drenaje ácido de roca. No conocemos aún los impactos que esto genera en los bofedales, porque no sabemos lo suficiente sobre el proceso de purificación del agua en bofedales, ni los umbrales de tolerancia que presentan las diferentes especies a los distintos metales. En este sentido, hay mucho aún por investigar y conocer.

**Construcción de represas**, como fuentes de agua y/o de hidroeléctricas. Este tipo de infraestructura frecuentemente se construye en bofedales, generando la pérdida de estos ecosistemas (Seimon et al., 2017).

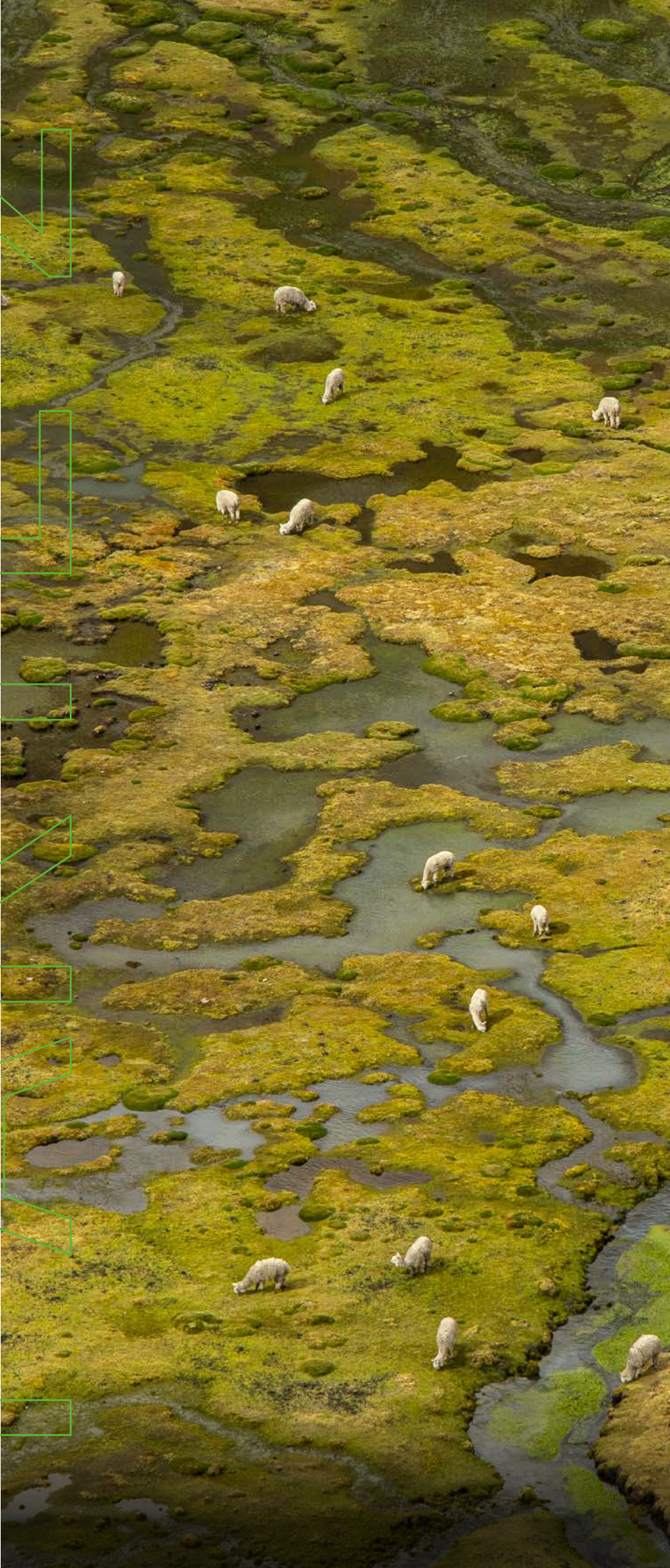
**El turismo no planificado**, que usa las áreas de bofedal en proceso de degradación como sitios de campamento, o que usa senderos que atraviesan estos bofedales, pisoteando aún más el área.

**El cultivo de pastos mejorados en áreas de bofedal**, aprovechando su humedad permanente y contenido de materia orgánica. Esta es una práctica observada en bofedales ubicados a baja altitud (menor a 4000 m s.n.m.).



Cojines en descomposición (Tacna)  
Foto: Pablo Najarro Cerón

# PARADISE



An aerial photograph of a vast wetland landscape. The terrain is a mosaic of green and brown patches, with numerous small, circular mounds of vegetation. A network of dark, winding water channels or streams meanders across the land. Several white sheep are scattered throughout the scene, grazing on the vegetation. The overall appearance is that of a rich, natural ecosystem.

PARTE 2

# INVENTARIO NACIONAL DE BOFEDALES

Bofedal de Ocoruruni en  
cordillera Apolobamba(Puno)  
Foto: Renny Díaz Aguilar



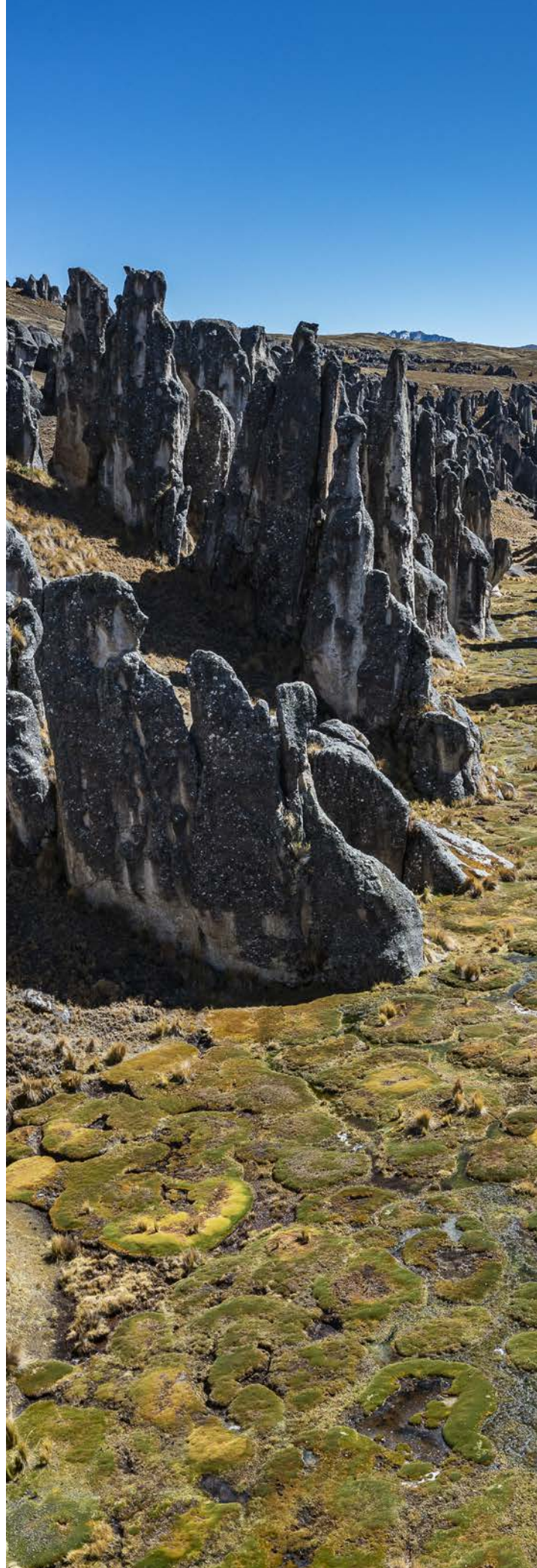
# CAPÍTULO 1 ANTECEDENTES

El 12 de diciembre del 2014 se promulgó la Ley N° 30286, que creó al Inaigem como un organismo técnico especializado, adscrito al Ministerio del Ambiente (Minam). En el artículo 4 de dicha norma, se establece la realización del Inventario Nacional de Bofedales, "determinando su cantidad, estado y superficie, en coordinación con las entidades vinculadas"

En el 2018, el Minam publicó el mapa nacional de ecosistemas, que incluye información sobre los bofedales. Estos son ecosistemas de alta montaña, compuestos principalmente por áreas húmedas y suelos saturados, formados por la acumulación de agua proveniente del deshielo de glaciares y de precipitaciones.

El mapa nacional de ecosistemas del Minam presentó la clase bofedal, la cual fue realizada dentro de la región natural andina, con bioclima húmedo/súper húmedo (macroprovincia de humedad), con fisionomía (formación vegetal) de plantas de cojín (almohadillas), ubicado en fisiografía de montaña (altiplanicie y ladera), y con una cobertura vegetal de escala de mapeo de 1:100 000 y área mínima cartografiada de 20 ha, realizada con imágenes Landsat. (Minam, 2018)

En julio del 2020 se inició la etapa I para el desarrollo del primer inventario nacional de bofedales del país, con la elaboración de la propuesta metodológica, a través de la revisión de literatura y consulta con





Bosque de Rocas Jaylluwa (Puno)  
Foto: Renny Díaz

expertos en temas de teledetección, que sustentan la identificación de la metodología más apropiada. Adicionalmente, se desarrolló la propuesta de tipos de cobertura vegetal y zonificación.

En abril del 2021 se inició la etapa II, con la validación en campo de la propuesta metodológica del primer inventario nacional de bofedales del país. Se realizó el recojo de firmas espectrales e información descriptiva de especies vegetales (tipo, altura, formación vegetal dominante), medición de pH en agua y suelo, nivel de la napa freática y muestras de suelo de los primeros 15 cm en bofedales. Esto fue complementado con información de pendiente dominante, ubicación topográfica, presencia de ganado, evidencia de sobrepastoreo, cojines en descomposición, canales de drenaje, extracción de turba y otras potenciales amenazas presentes.

En marzo del 2022 se inició la etapa III, con la programación de la metodología y generación de resultados para el primer inventario nacional de bofedales, a través del Google Earth Engine y con códigos en JavaScript. Se realizó la recopilación de la información satelital disponible para la creación de mosaicos de toda la zona altoandina, la aplicación de metodología y la exportación de resultados de identificación de bofedales a nivel nacional. Y finalmente se elabora el presente documento para presentar los resultados del trabajo.



## CAPÍTULO 2 **OBJETIVOS**

Bofedal en complejo hidrológico  
"Lagunas del Alto Perú" (Cajamarca)  
Foto: Pablo Najarro Cerón

## OBJETIVO GENERAL

Brindar información nacional sistemática y detallada de la ubicación y extensión de los bofedales en el Perú, para dar soporte a la toma de decisiones vinculadas a su gestión.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Presentar una metodología con teledetección de identificación de los bofedales, que sea estandarizada, semiautomatizada, y adaptada a las condiciones particulares de los bofedales del Perú.
- Mejorar la capacidad de identificación de bofedales que actualmente tiene el mapa nacional de ecosistemas.
- Proporcionar información departamental sobre la ubicación y extensión de los bofedales del Perú.
- Caracterizar los diferentes tipos de bofedales a nivel nacional.
- Establecer la línea de base detallada y cuantificable para facilitar la elaboración y comparación de información del inventario nacional de bofedales, cada cinco años.



# CAPÍTULO 3 **ALCANCE**

Comunidad Chimboya, bofedal del  
Pucacacca (Puno)  
Foto: Renny Díaz Aguilar



**Abra Chimboya (Puno)**  
Foto: Patricia Barros Pozo

El Inventario Nacional de Bofedales (INB) abarcó una superficie de 23 257 072 ha (equivalente al 18 % del territorio peruano), correspondiente a cuatro macrozonas distribuidas en la sierra peruana, definidas según las condiciones biofísicas que influyen en el desarrollo de los bofedales. Esto permitió ajustar los parámetros de identificación de estos ecosistemas y delimitar dichas macrozonas, reflejándose así la heterogeneidad geográfica propia del Perú. El inventario cubrió 19 departamentos con un nivel de detalle a escala distrital. Además, la metodología permitió establecer una unidad mínima cartografiada (UMC) de 0.09 ha, es decir, la superficie más pequeña de bofedal que puede ser identificada y mapeada.

Debido a la diversidad de los bofedales, se identificaron tres tipos de comunidades vegetales, para ser incorporados en la metodología a través de sus firmas espectrales, obteniendo un alcance de detección espectral por dominancia de cinco especies vegetales principales. Se

presentó en conjunto con otros cinco indicadores la caracterización de los bofedales, conforme a la definición conceptual dada por Minam (2018).

La escala temporal para los resultados presentados en este primer inventario nacional de bofedales, fue realizado en base a las imágenes satelitales Sentinel 1 y 2 de la temporada húmeda, comprendida entre los meses de marzo a mayo del 2021.

El uso de la plataforma GEE hizo posible el acceso a una gran cantidad de imágenes satelitales de observación terrestre gratuitas, con enorme peso, y manejarlas desde la nube; procesándolas con herramientas de teledetección para datos geoespaciales. Esto permitió generar y extraer los resultados para el primer inventario nacional de bofedales con mayor velocidad; por lo que se cuenta con todos los códigos programados en lenguaje de JavaScript, que podrán ser utilizados para los siguientes inventarios.



## CAPÍTULO 4 **METODOLOGÍA**

Bofedal de Pastoruri (Áncash)  
Foto: Dickens Rondán Mallqui

## 4.1 MARCO METODOLÓGICO

En el contexto de la teledetección, las metodologías refieren a los enfoques, técnicas, procedimientos o estrategias utilizadas para llevar a cabo el análisis de imágenes de la tierra obtenidas a través de sensores remotos, con el objetivo de recoger información y conocimiento sobre la superficie terrestre. Las metodologías en teledetección evolucionan constantemente con los avances en tecnología, nuevos métodos y técnicas de análisis de datos, y la disponibilidad de imágenes de mayor resolución y precisión.

La elección de una metodología adecuada en teledetección depende de la disponibilidad de datos y los objetivos de estudio, con una amplia variedad de técnicas y enfoques de clasificación supervisada en teledetección, que buscan determinar a qué clase pertenece una imagen o pixel en función de patrones estadísticos observados en clases conocidas. Estos patrones son obtenidos a partir del comportamiento espectral de las clases conocidas. Así, se justifica el uso del árbol de decisiones, como la metodología para el primer inventario nacional de bofedales, debido a su capacidad de manejar datos heterogéneos, como lo son los bofedales por su gran diversidad de especies que lo componen y su variabilidad temporal. Además, esto es importante frente a la falta de información que incluya los indicadores de presencia de bofedales a nivel nacional; es flexible en la definición de reglas de clasificación para las características marcadas de los bofedales y ofrece

resultados interpretables, facilitando la comprensión y posibilitando un mayor ajuste. Por consiguiente, se realizó el detalle técnico que sustenta las razones mencionadas<sup>1</sup>.



**Bofedal alfombrado (Huancavelica)**  
Foto: Raquel Ríos Recra

## 1. CAPACIDAD PARA MANEJAR DATOS HETEROGÉNEOS

El clasificador del árbol de decisiones es capaz de manejar datos heterogéneos, lo que significa que puede trabajar con diferentes tipos de características, como datos espectrales, topográficos

o de textura. Esto es especialmente útil en zonas de estudio con características topográficas distintas, donde la información puede variar significativamente de una región a otra.

## 2. ROBUSTEZ FRENTE A POCA INFORMACIÓN

En zonas con poca información o datos limitados, el clasificador de árbol de decisiones puede ser una buena opción, ya que no requiere grandes cantidades de datos de entrenamiento para obtener resultados aceptables. Además, el

clasificador de árbol de decisiones es menos propenso a overfitting (sobreajuste), en comparación con otras técnicas de aprendizaje supervisado, lo que lo hace adecuado para trabajar con datos limitados.

## 3. FLEXIBILIDAD EN LA DEFINICIÓN DE REGLAS DE CLASIFICACIÓN

El clasificador del árbol de decisiones permite la definición de reglas de clasificación basadas en umbrales y condiciones lógicas, lo que brinda flexibilidad en la definición de criterios de clasificación.

Esto puede ser útil en zonas de estudio heterogéneas, donde las características de interés pueden variar significativamente en diferentes áreas.

## 4. INTERPRETABILIDAD DE LOS RESULTADOS

Los árboles de decisiones son modelos interpretables, lo que significa que los resultados de clasificación son fáciles de entender y explicar. Esto es importante en aplicaciones de

teledetección, donde la transparencia y la interpretación de los resultados son importantes, como en la toma de decisiones basada en información geoespacial.

## 5. EFICIENCIA COMPUTACIONAL

El clasificador de árbol de decisiones es computacionalmente eficiente y rápido, en comparación con otras técnicas de aprendizaje supervisado más complejas, como las redes neuronales o

el aumento de gradiente. Esto puede ser ventajoso en zonas de estudio grandes o con grandes volúmenes de datos, donde la eficiencia computacional es un factor importante.

## 4.1.1. DETERMINACIÓN DE INDICADORES

Los indicadores en teledetección son esenciales porque permiten cuantificar características como la temperatura, humedad, altura, entre otras. También ayuda a simplificar y resumir en conjunto de datos manejables para su análisis e interpretación, mediante la identificación de patrones, tendencias, cambios y relaciones entre diferentes variables, facilitando la comprensión de los procesos terrestres. Finalmente simplifica la comunicación de forma efectiva y accesible para una amplia gama de usuarios. Por tal motivo, para iniciar la determinación de los indicadores, se tomó del documento "Definiciones Conceptuales de los Ecosistemas del Perú" de Minam (2018) la definición del ecosistemas bofedal:

"Ecosistema andino hidromórfico con vegetación herbácea de tipo hidrófila, que se presenta en los andes sobre suelos planos, en depresiones o ligeramente inclinados; permanentemente inundados o saturados de agua corriente (mal drenaje), con vegetación densa y compacta siempre verde, de porte almohadillado o en cojín; la fisonomía de la vegetación corresponde a herbazales de 0,1 a 0,5 metros. Los suelos orgánicos pueden ser profundos (turba)".

Se determinaron seis indicadores para los bofedales, que cuantifican características visibles con la teledetección, para posteriormente obtener umbrales de clasificación que discrimine sus características propias a nivel de macrozonas, permitiendo una evaluación detallada y comparativa.

### 1. ELEVACIÓN

Los bofedales se desarrollan en un rango altitudinal determinado (desde los 3000 m s.n.m. en la sierra norte, hasta los 5500 m s.n.m. en la zona centro y sur de la cordillera de los andes peruanos),

lo que facilita la determinación del área en que se pueden encontrar estos ecosistemas. La técnica aplicada en este indicadores fue el modelo de elevación digital (DEM).

### 2. TOPOGRAFÍA

La presencia de los bofedales es mayor en las depresiones de forma cóncavas, hasta terrenos con una

forma ligeramente convexa. La técnica aplicada en este indicador fue el índice de posición topográfica (TPI).

### 3. INCLINACIÓN DEL TERRENO

Como se indica en la definición, los bofedales se presentan en áreas planas o con poca inclinación.

La técnica aplicada en este indicador fue la pendiente.

### 4. HUMEDAD DEL SUELO

Como se indica en la definición, los bofedales se presentan en áreas permanentemente inundadas o

saturadas de agua corriente. La técnica aplicada en este indicador fue el índice de humedad (NDII).

### 5. TIPO DE VEGETACIÓN

Como se indica en la definición, la vegetación dominante es herbácea de tipo hidrófila, densa, compacta, siempre verde; y en muchos casos de porte almohadillado o en cojín.

La técnica aplicada en este indicadores fue el Linear Spectral Unmixing (LSU) y se requirió un trabajo complementario que será descrito más adelante.

### 6. PORTE DE VEGETACIÓN

Como se indica en la definición, la vegetación de bofedales corresponde a herbazales de 10 a 50cm de altura.

La técnica aplicada en este indicador fue la Intensidad.



Laguna Ancasi (Puno)  
Foto: Renny Díaz Aguilar

## 4.1.2. TIPO DE VEGETACIÓN CONSIDERADA COMO BOFEDAL

Para incorporar apropiadamente la heterogeneidad de especies vegetales que crecen en los bofedales, se realizó una revisión bibliográfica, identificando artículos en los que se diferencian comunidades vegetales y formas de crecimiento de la vegetación en los bofedales del Perú (ver mapa 4.1). A partir de ello, se realizó una propuesta de "tipos de vegetación", que presentaran formas de crecimiento diferentes, y que pudieran ser

incorporadas en el inventario, a partir del uso de firmas espectrales. Esta propuesta fue presentada, ajustada y validada en el "Taller de propuesta de clasificación de comunidades vegetales de bofedales" en el que participaron diferentes expertos en botánica del Perú, con experiencia de trabajo en bofedales.

Los tres tipos de vegetación que se aprobaron fueron:

### BOFEDALES DE COJÍN Y/O ALFOMBRADAS

Esta clase junta dos comunidades vegetales, la de porte almohadillado o en cojín y la alfombrada. Ambas tienen una forma de crecimiento similar, siempre verde, que pueden llegar a compartir especies vegetales. Bofedal dominado por ello, se considera que esta unión es propicia para facilitar la detección remota de este bofedal, ya que en algunas guías internacionales

a las comunidades alfombradas las llaman "cojines planos". Su distribución está reportada en todo el país.

#### Principales especies vegetales:

*Distichia muscoides*, *Oxychloe andina*, *Plantago tubulosa*, *Plantago rigida*, *Werneria pygmaea*, *Distichia filamentosa*, *Distichia acicularis*, *Oreobolus obtusangulus*.



Bofedales en periodo seco (Puno)  
Foto: Renny Díaz Aguilar

## BOFEDALES DE GRAMÍNEAS Y GRAMINOIDES:

Esta clase de bofedal es menos frecuente que el anterior. Su forma de crecimiento es la de un pastizal de hasta 50-60cm de altura de planta, pero saturado de agua, por lo menos estacionalmente. Esto es lo que lo diferencia del césped y del pajonal de puna. Las familias de plantas más comunes de este bofedal son las poáceas, ciperáceas y juncáceas. Su

distribución está reportada en casi todo el país, principalmente en la vertiente occidental del Perú.

### Principales especies vegetales:

*Calamagrostis spp.*, *Festuca spp.*, *Carex spp.*, *Eleocharis albibracteata*, *Phylloscirpus spp.*, *Cortaderia spp.*, *Poa annua*, *Zameioscirpus spp.*, *Juncus spp.*, *Luzula spp.*

## BOFEDALES DOMINADOS POR MUSGOS

Esta clase está conformada por bofedales en que dominan musgos, principalmente del género *Sphagnum*. También pueden estar acompañadas de arbustos y líquenes. Su registro es poco común, presentándose en el este y norte del

Perú, en zonas asociadas a Páramo y Jalca (Maldonado Fonkén, 2014).

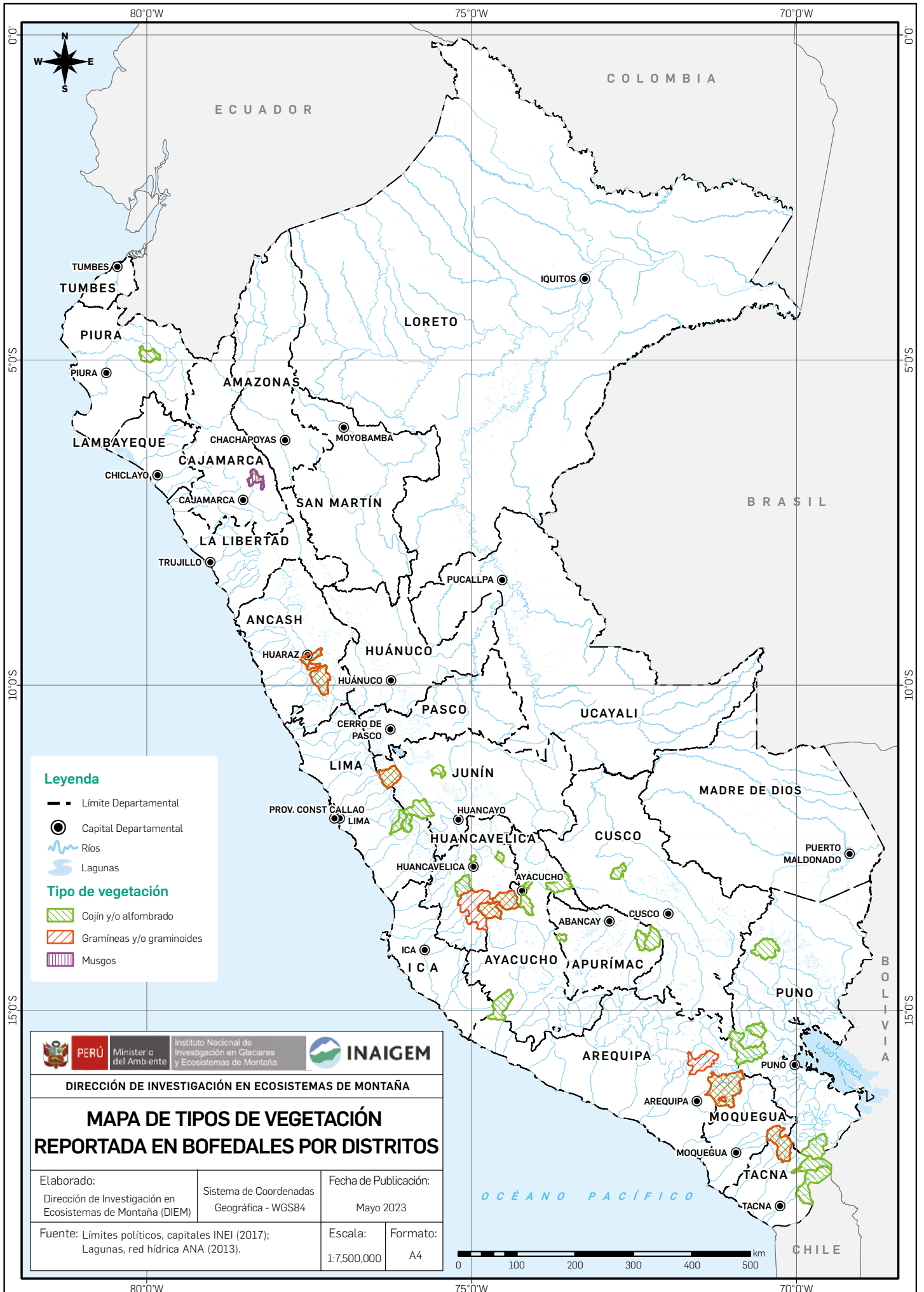
### Principales especies vegetales:

*Sphagnum spp.*, *Cladina spp.*, *Loricaria lycopodinea*, *Loricaria ferrugina*, *Vaccinium floribundum*.



Bofedal conformado por especies dominantes de musgos (Cajamarca)  
Foto: Pablo Najarro Cerón

Figura 4.1: Tipos de vegetación reportada en bofedales por distritos



Fuente: elaboración propia

### 4.1.3. ZONIFICACIÓN DEL ÁMBITO DE DESARROLLO DE BOFEDALES

Se llevó a cabo la zonificación de la superficie altoandina en la cordillera de los Andes del Perú, con el objetivo de mejorar la capacidad de detección de los bofedales, que muestran una gran variabilidad ambiental. Como resultado, se delimitaron cuatro macrozonas que presentan características homogéneas.

Esta delimitación respondió a cinco criterios geoambientales: (1) altitud, incorporado a través de un modelo de elevación digital (DEM)<sup>2</sup>; (2) latitud, (3) precipitación y (4) temperatura, incorporados a través del uso de la clasificación climática del Perú de Senamhi<sup>3</sup> que integra estos tres criterios; y

(5) principales hoyas hidrográficas, incorporada a través del uso de las vertientes hidrográficas de la ANA<sup>4</sup>. Finalmente, la clase de bofedales del mapa nacional de ecosistemas de Minam<sup>5</sup> se utilizó para identificar y confirmar la presencia de bofedales en áreas de límites o bordes de macrozonas propuestas.

Las cuatro macrozonas presentan una superficie distinta, siendo la macrozona centro la más extensa y la macrozona páramo la más pequeña (\*esta macrozona corresponde a la distribución del ecosistema páramo del mapa de ecosistemas de Minam). Se muestra la tabla 4.1.

**Tabla 4.1: Superficie de Macrozonas**

Macrozona	Superficie	
	(ha)	(%)
Páramo	83 657.4	0.4
Norte	994 291.2	4.3
Centro	16 055 590.1	69.0
Sur	6 123 534.1	26.4
<b>Total</b>	<b>23 257 072.8</b>	<b>100</b>

Fuente: elaboración propia.

La distribución de las altitudes en la macrozona de páramo presenta las menores elevaciones, que va desde los 3000 hasta los 4000 m s.n.m., seguido de la macrozona norte que va desde los 3600 hasta los 4750 m s.n.m.; siendo las macrozonas centro y sur las que presentan elevaciones mayores, que van desde los 3900 hasta los 500 m s.n.m.

Las cuatro macrozonas se despliegan en las hoyas hidrográficas del Pacífico, Amazonas y Titicaca. En la incorporación de las vertientes hidrográficas, se obtuvo presencia de la vertiente del Pacífico y del Amazonas, en las macrozonas de Páramo, Norte y Centro, estando

presente la vertiente del Titicaca sólo en las macrozonas Centro y Sur. El aporte de la divisoria de aguas de las vertientes del Pacífico y la Amazónica en la delimitación de la macrozona Centro con la Sur ha sido significativo en gran parte de la zona.

El aporte de cada vertiente, en términos de porcentaje del territorio que cubren las cuatro macrozonas, puede variar dependiendo de la región específica y los límites exactos de cada macrozona. Siendo en general la estimación calculada en la vertiente del Pacífico en un 31.1%, la vertiente amazónica en un 52.6% y la vertiente del Titicaca en un 16.4% del territorio.



**Bofedal Almohadillado,  
Laguna Tecllo (Cusco)**  
Foto: Renny Díaz Aguilar

Figura 4.2: Mapa de Macrozonas afín al desarrollo de bofedales



Fuente: elaboración propia

El mapa 4.2 muestra las cuatro macrozonas delimitadas, con claras diferencias en la superficie que cubre cada una (ver tabla 4.5). Dentro de cada macrozona, se ha encontrado que los bofedales se desarrollan en condiciones más homogéneas. Por ello, para cada macrozona se han establecido umbrales de detección diferentes y para cada indicador, lo que ha mejorado la capacidad de identificación de bofedales de la metodología. (ver punto 2 de la subsección posprocesamiento).

El criterio climático utilizado para delimitar las cuatro macrozonas aportó información sustancial de caracterización ambiental, que resalta las diferencias de las diversas condiciones de desarrollo de los bofedales (ver mapa 4.3).

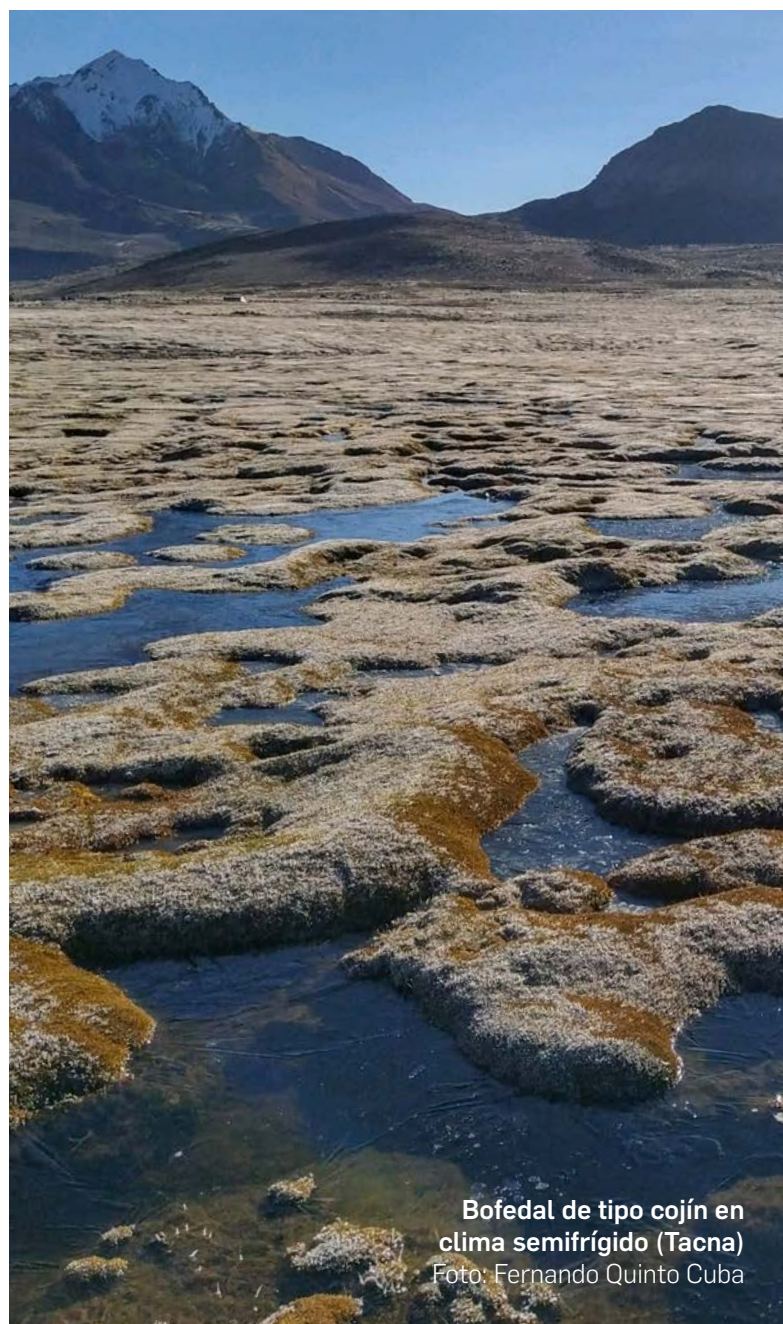
El clima dominante en la macrozona de Páramo fue A (r) B' con 54.2% y B (r) B', con 37.2% de su territorio. Estos climas se caracterizan por presentar precipitación efectiva lluviosa a muy lluviosa, distribución de la precipitación en el año abundante, en todas las estaciones y eficiencia de temperatura templada.

El clima dominante en la macrozona norte fue A (r) C' con 39.7% y B (r) B' y B (r) B' presente en el 31%. Estos climas se caracterizan por presentar precipitación efectiva muy lluviosa y lluviosa, distribución de la precipitación en el año abundante, en todas las estaciones y la eficiencia de temperatura fría y templada.

El clima dominante en la macrozona centro fue B (o , i) C', presente en el 71.6% de su territorio. Este

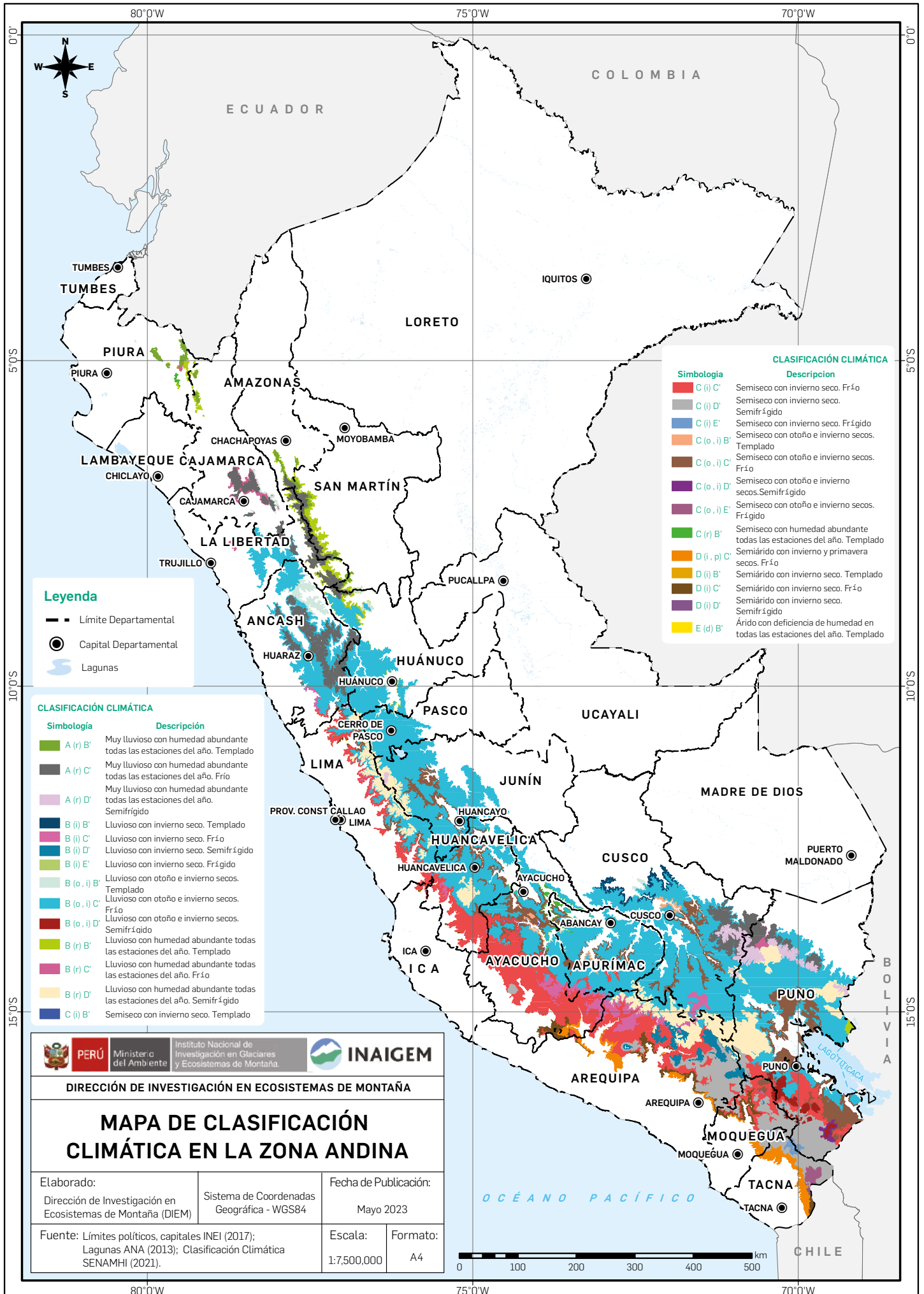
clima se caracteriza por presentar precipitación efectiva lluviosa, distribución de la precipitación en el año en otoño e invierno seco y eficiencia de temperatura fría.

El clima dominante en la macrozona sur fue C (i) C' con 34.4% y C (i) D' con 22.4%, presente en el 36.2% de su territorio. Estos climas se caracterizan por presentar precipitación efectiva semiseca, distribución de la precipitación en el año invierno seco y eficiencia de temperatura fría y semifrígida.



**Bofedal de tipo cojín en clima semifrígido (Tacna)**  
Foto: Fernando Quinto Cuba

Figura 4.3: Mapa de climas en la zona andina



Fuente: SENAMHI. (2021). Mapa de clasificación climática nacional

## 4.2 INSUMOS PARA EL INVENTARIO NACIONAL DE BOFEDALES

Los insumos en teledetección se refieren a datos utilizados como entrada en un proceso o análisis, siendo para el inventario nacional de bofedales la información de satélites de observación terrestre del Sentinel 2 (satélites ópticos) y el Sentinel 1 (satélites SAR), así como los productos del ALOS PALSAR (satélite SAR). Para elaborar los

mosaicos base de todo el espacio, se cubren las cuatro macrozonas para el inventario nacional de bofedales. Además, se tomaron firmas espectrales en campo para complementar los datos obtenidos por satélite. Se muestra el detalle de la cantidad de imágenes satelitales usadas, conforme a la fuente de información satelital:

### 1. PRODUCTO DEM- ALOS PALSAR<sup>2</sup>

Es el modelo digital de elevación producto de la corrección radiométrica del terreno (RTC, por sus siglas en inglés) de alta resolución espacial del instrumento PALSAR, del satélite ALOS. Se utilizó para la creación del mosaico

de elevación, útil principalmente para la corrección topográfica y para la aplicación de las técnicas topográficas e inclinación del terreno, cubriendo un total de 145 escenas en las cuatro macrozonas (ver mapa 4.5).

### 2. SENTINEL 2<sup>6</sup>

Son imágenes satelitales con resolución espacial de hasta 10 metros en el visible y el infrarrojo cercano, con resolución temporal de hasta cinco días; y fueron utilizadas para la creación de los mosaicos ópticos. Se seleccionaron un

total de 2860 imágenes para la época húmeda (ver mapa 4.4), correspondiente a los meses de marzo a mayo del 2021; y 2905 imágenes para la época seca, correspondiente a los meses de septiembre hasta noviembre del 2021.

### 3. SENTINEL 1<sup>7</sup>

Son imágenes tomadas a bordo de un radar de apertura sintética (SAR, por sus siglas en inglés). Se utilizaron las imágenes del tipo Ground Range Detected (GRD), con valores de intensidad de retrodispersión del radar para la polarización mixta VH. Con este insumo se generaron

los mosaicos SAR, solo para las macrozonas páramo y norte. Se utilizaron un total de 97 imágenes para época húmeda, correspondiente a los meses de marzo a mayo del 2021; y 94 imágenes para época seca, correspondientes a los meses de septiembre hasta noviembre del 2021.

A continuación, se muestra la tabla 4.2 de los tres insumos satelitales utilizados para realizar los mosaicos base; y el resumen de técnicas de

teledetección aplicadas con su respectivo aporte, conforme a los indicadores de bofedales:

**Tabla 4.2: Técnicas de clasificación en teledetección**

Insumos	Técnicas	Indicadores y descripción
ALOS PALSAR <sup>2</sup>	Modelo de elevación digital (DEM)	Elevación, con mayores altitudes
	Índice de posición topográfica (TPI)	Topografía, en forma de depresión o valle
	Pendiente	Inclinación del terreno, plano u ondulado o con ligera inclinación en ladera
Sentinel 2 <sup>6</sup>	Índice de humedad (NDII)	Humedad, presente en la cobertura del suelo
	Desmezcla espectral (LSU)	Tipo de vegetación, de especies dominantes típicas de bofedal
Sentinel 1 <sup>7</sup>	Intensidad	Porte de vegetación, de altura baja

Fuente: referencias bibliográficas 2, 6 y 7.



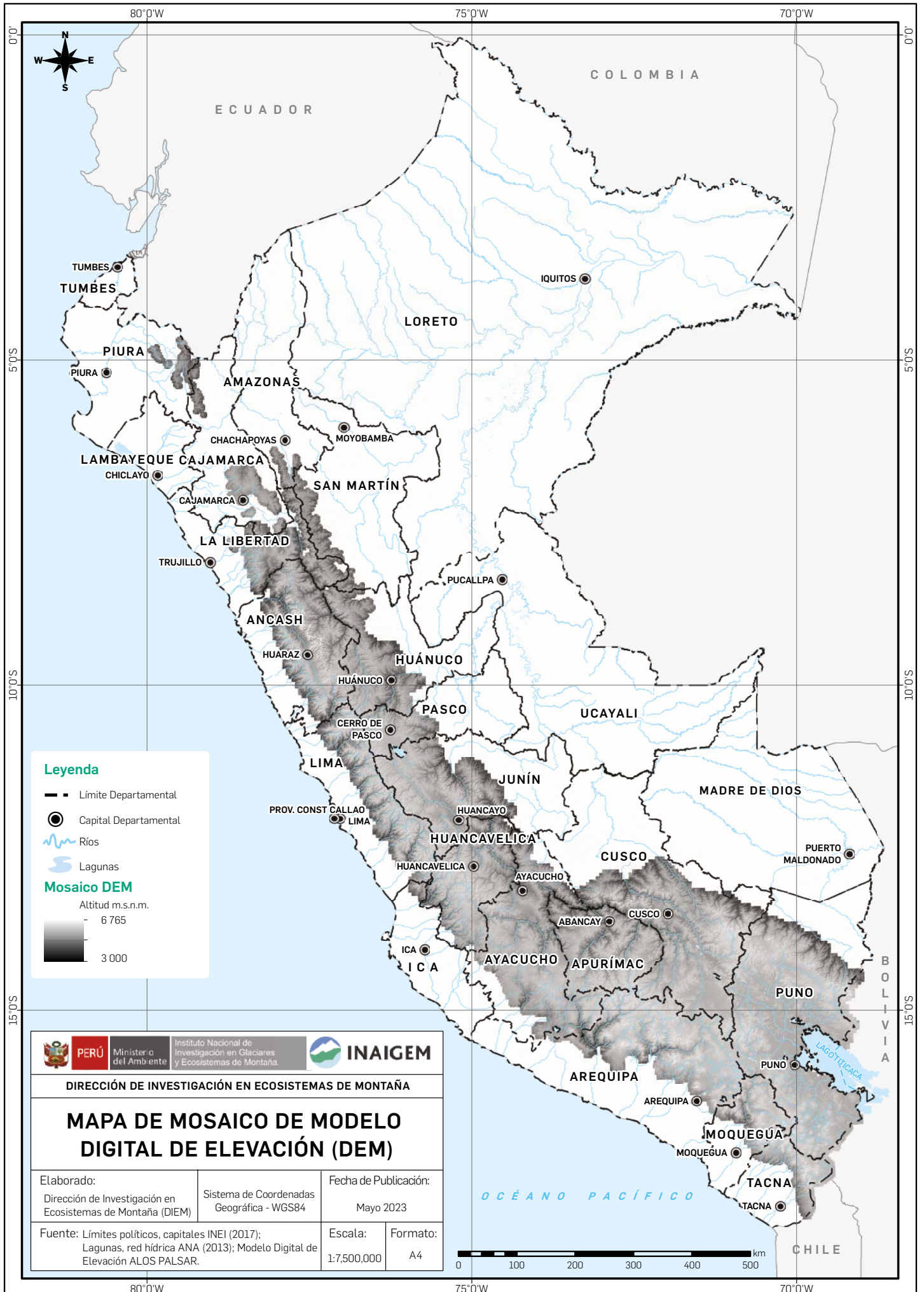
Uso de espectroradiómetro  
SVC HR -1024i (Tacna)  
Foto: Raquel Ríos Recra

Figura 4.4: Mosaico de Imágenes Sentinel 2



Fuente: Sentinel 2

Figura 4.5: Mosaico de Imágenes DEM -ALOS PALSAR

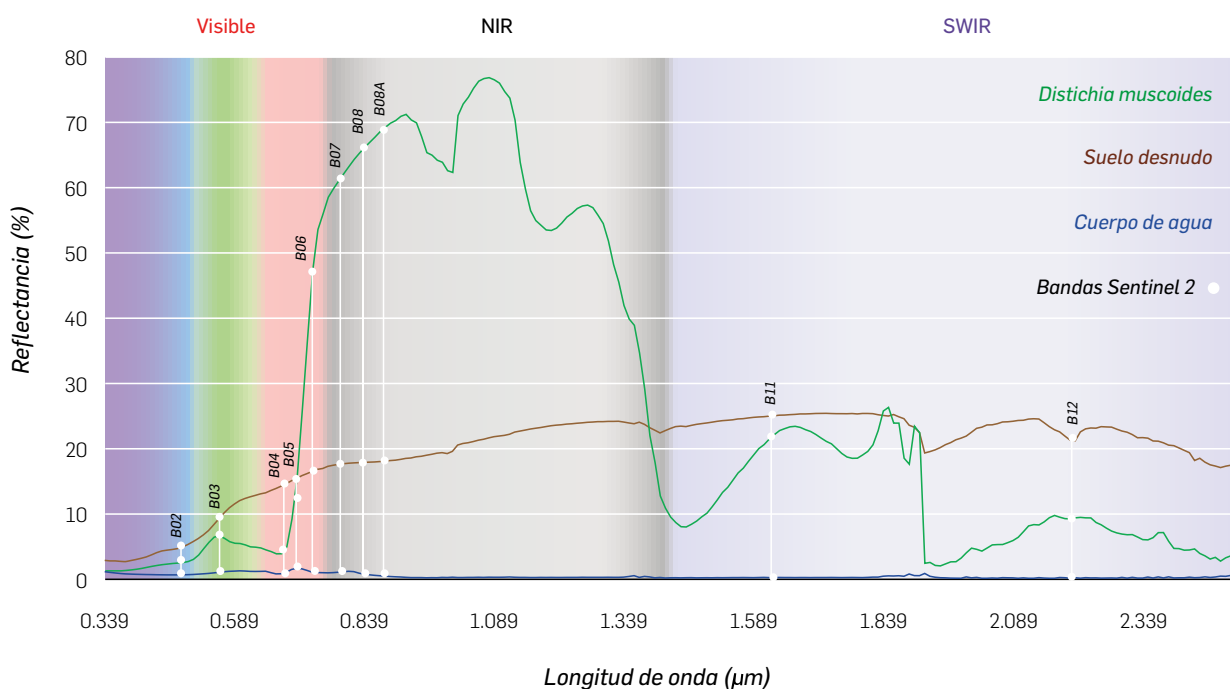


Fuente: ALOS PALSAR

Como complemento, se recogieron firmas espectrales en campo, con un espectroradiómetro con capacidad de medir la radiación electromagnética en 1024 bandas espectrales diferentes, lo que proporcionó información detallada sobre diferentes tipos de especies

vegetales dominantes en los bofedales, así como de superficies de agua y suelo desnudo. Dicha información es útil para la aplicación de la técnica de desmezcla espectral en los mosaicos ópticos, generados con las imágenes satelitales Sentinel 2.

**Figura 4.6: Firmas espectrales de vegetación, suelo y agua de bofedal**



Fuente: información propia recogida en campo.

Las firmas espectrales recogidas en campo reflejan la composición bioquímica y la estructura de la vegetación<sup>8</sup> en el agua. Esto puede variar dependiendo de varios factores, como la calidad del agua, la profundidad, la turbidez, la presencia de elementos disueltos y suspendidos<sup>9</sup> en el suelo desnudo o sin cobertura vegetal. También

refleja detalles como la composición mineralógica y la humedad<sup>10</sup>. La figura 4.6 muestra firmas espectrales que, a nivel general, representan las tres coberturas presentes en los bofedales, mostrando el comportamiento de una de las especies vegetales dominantes, *Distichia muscoides* (en este caso para la macrozona centro), suelo desnudo y cuerpo de agua.



**Uso de espectroradiómetro SVC HR -1024i (Tacna)**  
 Foto: Gobierno Regional de Tacna  
 Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión Ambiental

#### 4. LIBRERÍA DE FIRMAS ESPECTRALES<sup>11</sup>

Conjunto de huellas digitales (variación de la radiación reflejada en las diferentes longitudes de onda visible e infrarroja cercana y corta) que representan las características de las

especies vegetales dominantes, suelo y agua en los bofedales. Se utilizaron un total de 17 firmas espectrales de vegetación, agua y suelo, conforme se detalla en la tabla 4.3.

**Tabla 4.3: Firmas espectrales utilizadas por macrozona**

Coberturas	Macrozonas			
	Páramo	Norte	Centro	Sur
Musgos	•	•		
Calamagrostis spp.	•	•		
Distichia muscoides			•	•
Plantago tubulosa		•	•	
Oxychloe andina				•
Agua	•	•	•	•
Suelo	•	•	•	•

Fuente: elaboración propia.

Se menciona que las firmas espectrales fueron recogidas en lugares que representen cada macrozona a nivel de vegetación dominante, en especial agua y suelo de los bofedales, conforme se muestra en la tabla 4.3. Se hizo la recopilación de firmas espectrales de

especies vegetales representativas, centrándose en la diversidad de especies presentes en los bofedales. Se obtuvo información espectral de 26 especies vegetales presentes y aledañas a los bofedales, como se muestra en la tabla 4.4.

**Tabla 4.4: Cantidad de firmas espectrales tomadas por especies vegetales**

Nro.	Especies vegetales	Cantidad de firmas
1	<i>Aciachne pulvinata</i>	15
2	<i>Calamagrostis chrysantha</i>	3
3	<i>Calamagrostis eminens</i>	5
4	<i>Calamagrostis minima</i>	4
5	<i>Calamagrostis ovata</i>	20
6	<i>Calamagrostis rigescens</i>	3
7	<i>Calamagrostis spicigera</i>	10
8	<i>Calamagrostis vicunarum</i>	13
9	<i>Carex spp.</i>	15
10	<i>Distichia muscoides</i>	188
11	<i>Festuca dolichophylla</i>	11
12	<i>Festuca rigescens</i>	20
13	<i>Festuca spp.</i>	15
14	<i>Juncus stipulatus</i>	6
15	<i>Lachemilla orbiculata</i>	7
16	<i>Oreobolus obtusangulus</i>	6
17	<i>Oxychloe andina</i>	65
18	<i>Phylloscirpus acaulis</i>	24
19	<i>Phylloscirpus deserticola</i>	21
20	<i>Phylloscirpus spp.</i>	28
21	<i>Plantago rigida</i>	19
22	<i>Plantago tubulosa</i>	30
23	<i>Sphagnum spp.</i>	36
24	<i>Vulpia bromoides</i>	6
25	<i>Werneria nubigena</i>	10
26	<i>Werneria pygmaea</i>	18

Fuente: elaboración propia.

## 4.3 ELABORACIÓN DEL INVENTARIO NACIONAL DE BOFEDALES

La obtención de los resultados del INB fue realizada en dos etapas, ambas importantes en el flujo de trabajo de la teledetección para asegurar la calidad y precisión de los resultados obtenidos. La primera etapa fue la del preprocesamiento, que se refiere a las operaciones que se realizan en las imágenes satelitales antes de su análisis; mientras que la del posprocesamiento se refiere a las operaciones realizadas en los resultados obtenidos después del preprocesamiento.

La metodología de teledetección utilizada en el INB fue automatizada en el Google Earth Engine (GEE), plataforma de procesamiento y análisis de datos geoespaciales basada en la nube que permitió analizar y acceder a grandes cantidades de imágenes satelitales, así como generar los mosaicos de las cuatro macrozonas y productos derivados (máscaras) mediante scripts que se realizaron en lenguaje de programación de JavaScript.

Cabe mencionar que la metodología de teledetección para el INB puede ser replicada desde diferentes programas especializados en procesamiento digital de imágenes (PDI) y de programación.

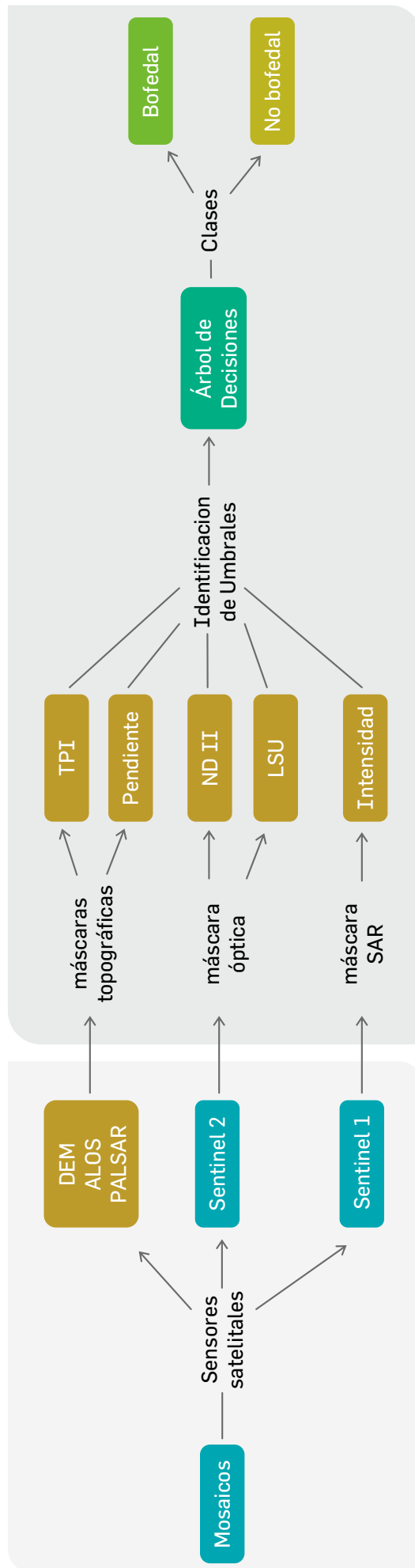
Sin embargo, se requiere una gran potencia computacional para poder procesar grandes extensiones, como las 23 257 072.8 ha que se mapearon para obtener los resultados de este inventario. Luego, se describe de manera resumida todas las

operaciones que se realizaron desde la plataforma GEE. Asimismo, se presenta el flujograma (figura 4.7), que puntualiza los procesos principales para la aplicación de la metodología del INB. El color plomo engloba el preprocesamiento; el color plomo, el posprocesamiento; las cajas mostaza muestran las seis máscaras generadas en la aplicación de las técnicas de teledetección para cada indicador, finalmente como producto final de interés la clase bofedal.



**Bofedal de cojín dentro del ACR Vilacotá Maure (Tacna)**  
Foto: Fernando Quinto Cuba

Figura 4.7: Flujo de Procesos en teledetección



Fuente: elaboración propia

### 4.3.1. PREPROCESAMIENTO

El preprocesamiento se refiere a las operaciones que se realizan en las imágenes o datos de sensores remotos antes de llevar a cabo análisis o interpretación. Estas operaciones suelen incluir correcciones radiométricas y geométricas para mejorar la calidad de los datos, así como la eliminación de ruido, calibración y georreferenciación. El preprocesamiento es una etapa esencial para garantizar que los datos sean consistentes, precisos y

aptos para su análisis posterior. Para ello, se desarrollaron los siguientes procedimientos con miras a obtener la información óptica (ver figura 4.8), en base a la información Sentinel 2 en nivel 2a, que refiere a imágenes satelitales con niveles de reflectancia por debajo de la atmósfera (Bottom of Atmosphere, BOA); y para información SAR, en base al uso de imágenes del tipo Ground Range Detected (GRD) del Sentinel 1:

#### 1. INFORMACIÓN ÓPTICA<sup>12</sup>

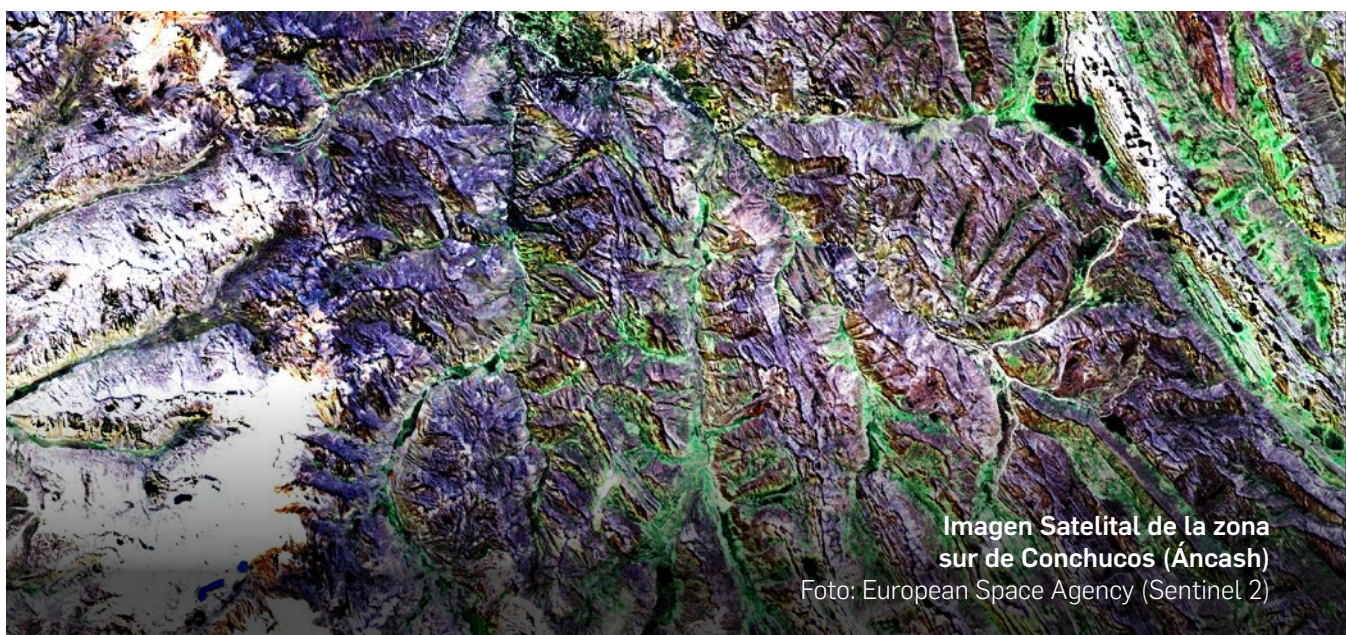
Se realizaron tres procesos para poder en las imágenes satelitales Sentinel 2, en nivel de reflectancias Bottom of Atmosphere (BOA), para obtener el

mosaico de base final sobre el cual se aplicaron las técnicas de teledetección, que se resume en la figura 4.8.

Figura 4.8: Flujo de preprocesamiento óptico



Fuente: elaboración propia.



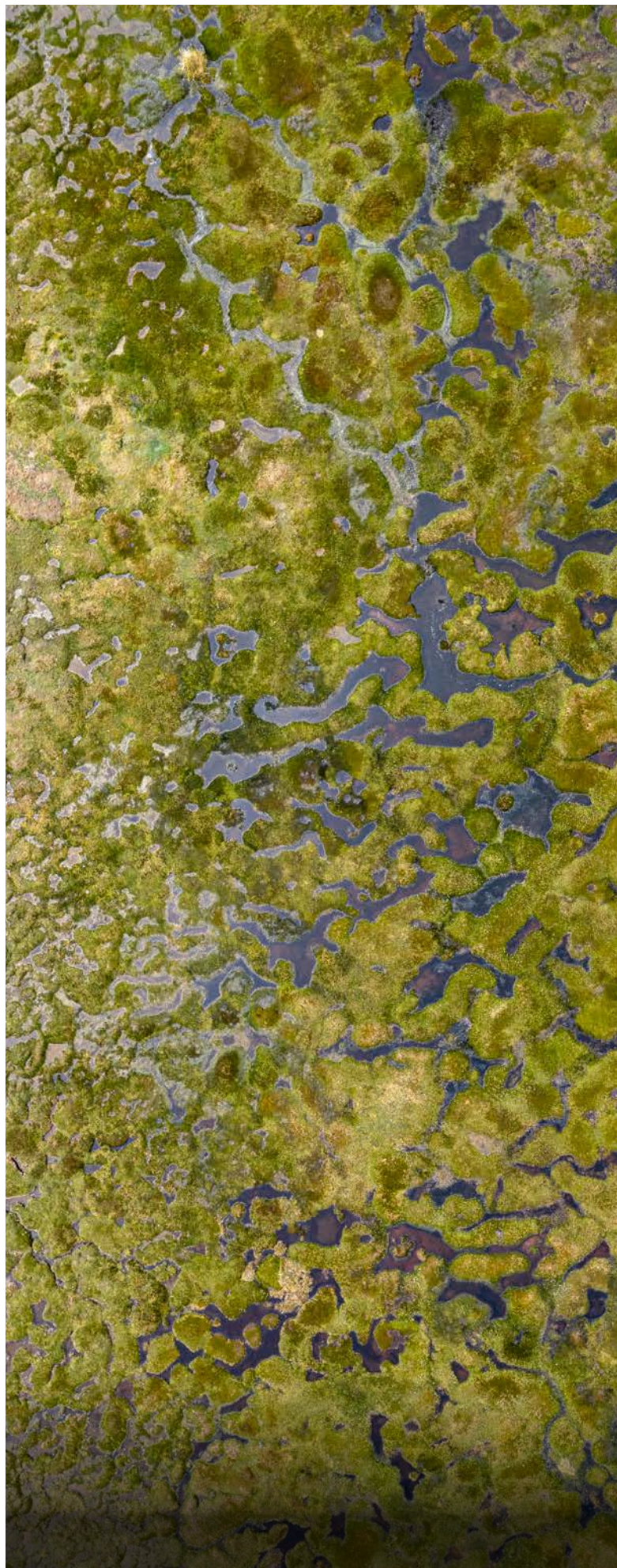
### **Selección de imágenes satelitales:**

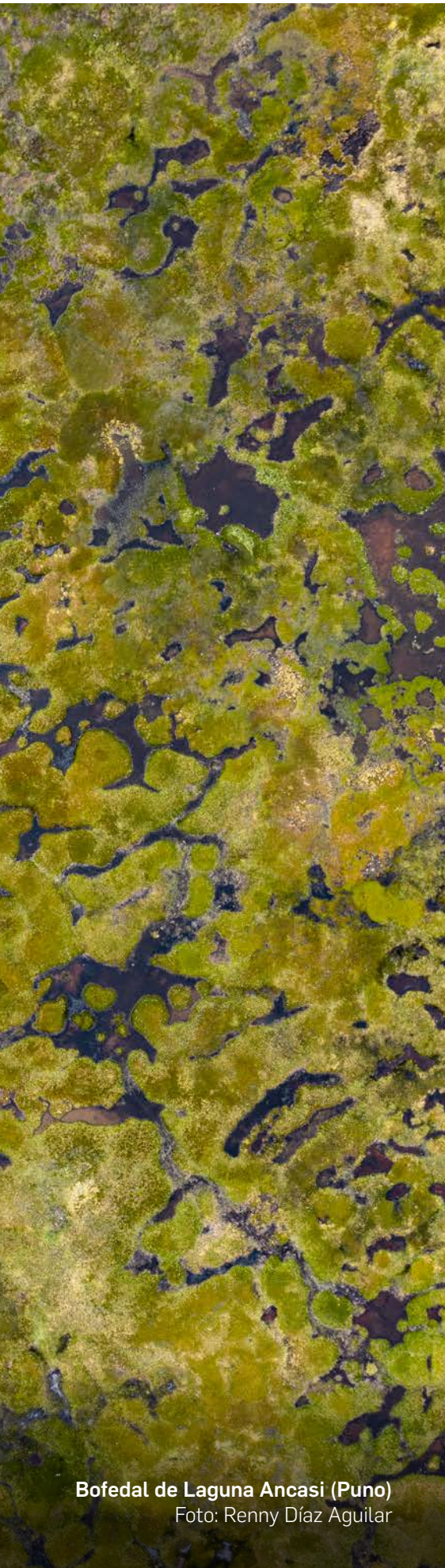
se inició con la selección de imágenes satelitales Sentinel 2, que presenten información en su metadatos de 20 % como máximo de cobertura de nubes. Se tomaron desde marzo hasta mayo del 2021 para la temporada húmeda; y desde septiembre hasta noviembre del 2021 para la temporada seca. Para esto se utilizó el conjunto de datos de probabilidad de nubes de Copernicus, con lo que se calculó el índice de desplazamiento y sombra de las nubes.

Estos cálculos resultaron de la utilización de imágenes satelitales nivel 1C, que refieren reflectancias por encima de la atmósfera (Top of Atmosphere- TOA) de Sentinel 2, de las bandas 7, 8, 8A y 10, para la función creación de máscaras de nubes y sombras permanentes. Por último, se extrajo la presencia de nubes y sombras por enmascaramiento, con lo que se obtuvo un primer mosaico conformado por la mediana de los píxeles discriminados.

**Filtrado de interferencias:** debido a que aún había interferencia de variables atmosféricas como brumas, nubes y sombras temporales; se aplicó el clasificador de bosques aleatorios como filtro para discriminar los píxeles buenos (refiere la menor presencia de interferencias atmosféricas) de los píxeles malos, compuestos en cinco clases de interferencia, como sombra, bruma, nubes, nevados y cuerpos de agua. Así, se generó un segundo mosaico conformado por la media de los píxeles buenos.

**Corrección topográfica:** las zonas de montaña se caracterizan por su relieve pronunciado que, en conjunto con la posición del sol y la orientación del





**Bofedal de Laguna Ancasi (Puno)**  
Foto: Renny Díaz Aguilar

terreno, dan lugar a sombras, así como a distorsiones geométricas en imágenes adquiridas desde ángulos oblicuos en terrenos inclinados<sup>13</sup>. Por tal motivo, se aplicó la corrección topográfica SCS+C<sup>14</sup> para minimizar los efectos topográficos indeseables. Este proceso fue realizado sobre el segundo mosaico producto del filtrado de interferencias, con el uso del mosaico DEM-ALOS PALSAR, redimensionado a 10 metros de tamaño de píxel para los ajustes topográficos, obteniendo el mosaico base final.

Para la aplicación de la corrección topográfica en programas PDI de escritorio, se sugiere utilizar la corrección topográfica de Minnaert<sup>15</sup>.

$$\rho_{\lambda,h,i} = \rho_{\lambda,i} \left( \frac{\cos\theta_s}{\cos\gamma_i} \right)^\kappa$$

donde:

$\rho_{\lambda,h,i}$  = Reflectividad de un píxel en terreno horizontal  
 $\rho_{\lambda,i}$  = Reflectividad de un píxel en terreno en pendiente  
 $\theta_s$  = Ángulo cenital solar  
 $\gamma_i$  = Ángulo de incidencia en un píxel  $i$   
 $\kappa$  = Constante de Minnaert

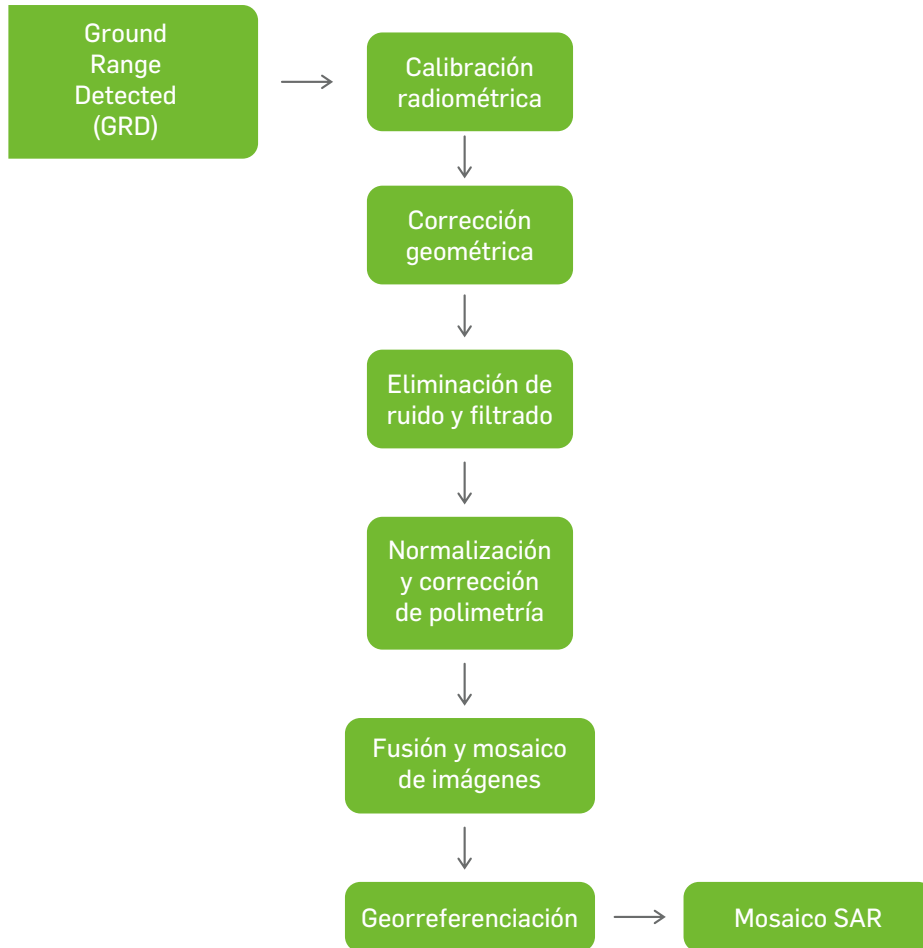
donde:

$\kappa = 0.5$  (por ser zona de elevada pendiente)

## 2. INFORMACIÓN SAR<sup>16</sup>

Se realizaron seis procesos a las imágenes satelitales Sentinel 1, para obtener el mosaico SAR que se muestra en la figura 4.9. tipo Ground Range Detected (GRD),

Figura 4.9: Flujo de preprocesamiento SAR



Fuente: elaboración propia.

**Calibración radiométrica:** proceso de convertir los valores digitales de la imagen SAR en unidades de reflectividad o en coeficientes de retrodispersión. Esto implica corregir las diferencias en la respuesta del sensor y la atenuación del radar en la propagación de la señal.

**Corrección geométrica:** la corrección geométrica es el proceso de corregir las distorsiones geométricas inherentes a las imágenes SAR, como la distorsión del terreno y la distorsión debida a

la geometría del sensor. Esto implica rectificar la imagen para obtener una representación precisa de la superficie terrestre.

**Eliminación de ruido y filtrado:** las imágenes SAR a menudo tienen ruido inherente, debido a la naturaleza de la tecnología SAR. La eliminación de ruido y el filtrado de la imagen son procesos importantes para mejorar la calidad de esta última, y reducir la interferencia del ruido en la interpretación de la misma.

**Normalización y corrección de polarimetría:** las imágenes SAR pueden ser polarimétricas, lo que significa que registran la polarización de la señal de radar en varias orientaciones. La normalización y corrección de polarimetría son procesos que buscan corregir las diferencias en la respuesta polarimétrica de la imagen, con el fin de obtener una representación coherente y consistente de la información polarimétrica.

**Fusión y mosaico de imágenes:** las imágenes SAR pueden cubrir áreas grandes o pequeñas de la superficie terrestre. A menudo es necesario fusionar el mosaico de imágenes SAR individuales, para crear una imagen compuesta o una imagen continua de una región de interés.

### **Georreferenciación:**

La georreferenciación es el proceso de asignar coordenadas geográficas a los píxeles de una imagen. Esto implica vincular la imagen SAR preprocesada a un sistema de coordenadas geográficas, conocido para permitir su análisis y uso en aplicaciones geoespaciales.

Al finalizar esta etapa de preprocesamiento se contó con mosaicos: del producto DEM- ALOS PALSAR, del Sentinel 2 y del Sentinel 1, para la temporada húmeda.



**Bofedal formado en ojo de agua  
al pie de pajonal (Cajamarca)**  
Foto: Raquel Ríos Recra

## 4.3.2. POSPROCESAMIENTO

El posprocesamiento se refiere a las operaciones que se realizan en los datos o resultados obtenidos después de la etapa de preprocesamiento. Esto puede incluir la mejora de la visualización de los datos, la clasificación, la generación de productos derivados, la integración con otros datos o la interpretación para

extraer información o conocimiento relevante. El posprocesamiento permite obtener productos o resultados finales a partir de los datos procesados previamente; y puede implicar análisis, interpretación y presentación de los resultados de manera adecuada.

### 1. CREACIÓN DE MÁSCARAS

Productos generados de la aplicación de las técnicas de teledetección, que responden a los indicadores que describen los bofedales. La

generación de las máscaras son el insumo principal para la aplicación del árbol de decisiones.

**Modelo digital de Elevación (DEM)<sup>17</sup>:** representación espacial de las alturas del suelo con respecto al nivel medio del mar, expresado en metros, usado para identificar las mayores altitudes. Este mosaico ya fue creado en el

preprocesamiento para aplicar la corrección topográfica a las imágenes Sentinel 2, pero también servirá para identificar las altitudes límite de desarrollo de los bofedales.

**Índice de Posición Topográfica (TPI)<sup>18</sup>:** medida topográfica que caracteriza la posición de las celdas del mosaico DEM- ALOS PALSAR en

relación con la vecindad circundante, representando la forma del terreno, aplicado para diferenciar las zonas de cimas (convexas) y valles (cóncavas).

$$TPI_i = z - \left[ \frac{\sum z}{n} - z_{min} \right]$$

donde:

$z$  = elevación de la celda  $e$  interés

$\sum z$  = suma de las elevaciones de todas las celdas dentro de una vecindad determinada alrededor de la celda de interés

$n$  = número de celdas dentro de la vecindad

$z_{min}$  = elevación mínima dentro de la vecindad

**Pendiente (en grados)<sup>19</sup>:** medida de la inclinación del suelo en base al mosaico del DEM ALOS PALSAR,

siendo el desplazamiento vertical entre el horizontal, utilizado para identificar pendientes planas u onduladas.

**Índice de Infrarrojos de Diferencia Normalizada (NDII)<sup>20</sup>:** muestra la variación espacial del contenido de humedad en la cubierta del suelo

para fin de temporada húmeda y seca (tiempo determinado), conocido también como índice de humedad.

$$NDII = \frac{NIR - SWIR}{NIR + SWIR}$$

donde:

*NIR = Infrarojo cercano*

*SWIR = Infrarojo de onda corta*

**Intensidad<sup>21</sup>:** las imágenes SAR generalmente se presentan en unidades de amplitud o intensidad, en lugar de valores de reflectividad. Para aplicar la técnica de intensidad, es necesario: (1) convertir los datos de la imagen a escala de intensidad, utilizando las ecuaciones de calibración radiométrica proporcionadas por COPERNICUS; (2) luego, se realiza la normalización lineal o ajuste de contraste de la intensidad,

para mejorar la visualización e interpretación, llevando los valores de intensidad a un rango específico. La intensidad de la señal, que se produce debido a la aparente rugosidad o suavidad de la superficie por las diferentes pendientes, es útil para discriminar cubiertas de diferentes alturas uniformes de la vegetación en los bofedales aplicado sólo para la macrozona Páramo y Norte.

$$Intensidad = 10 \times \log_{10} \times (Amplitud^2)$$

donde:

*log<sub>10</sub> = logaritmo en base 10*

*Amplitud = valor en la imagen*

**Desmezcla espectral lineal (LSU)<sup>22</sup>:** que las respuestas espectrales de los componentes individuales presentes en la imagen es una combinación lineal. El modelo matemático utilizado en la desmezcla espectral lineal se basa en la siguiente ecuación general:

$$R = \sum_{i=1}^N f_i R_i$$

donde:

*R* = Reflectancia efectiva del píxel mixto

*R<sub>i</sub>* = Reflectancia del *i* –ésimo componente

*f<sub>i</sub>* = Fracción espacial cubierta por el material *i* –ésimo

*N* = Número de componentes en el píxel

## 2. IDENTIFICACIÓN DE UMBRALES PARA CADA INDICADOR

En base al recojo de información realizado el 2021 en seis departamentos, se logró ajustar los umbrales apropiadamente para cada indicador en cada macrozona. En primera instancia se tenían tres macrozonas, incluida la zona de Páramo en la macrozona norte; pero en la aplicación de la metodología en la plataforma GEE se identificó la marcada diferencia en los umbrales de altitud y desmezcla espectral entre las macrozonas Norte y Páramo,

definiendo su separación en dos macrozonas distintas, sustentando la presencia de bofedales en la nueva macrozona Páramo con información espacial y descriptiva de fuentes bibliográficas específicas. En resumen, los umbrales de cada indicador representan las características de desarrollo de los bofedales. Por tal motivo, se detalla los rangos para cada indicador, distribuidos por macrozonas en la tabla 4.5

**Tabla 4.5: Umbrales para cada indicador por macrozona**

Indicadores	Páramo		Norte		Centro		Sur	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Altitud	3000	4000	3600	4750	3900	5500	3900	5500
TPI		0		28		0		5
Pendiente	0	10	1	28	0	20	0	10
NDII	0.2	1	0.2	1	0.4	1	0.2	1
Intensidad	-50	-40	-50	-40				
LSU	0	0.5	0	0.5	0	1	0.5	1

Fuente: elaboración propia.

**Altitud:** los bofedales se desarrollan en rangos altitudinales diferentes, encontrándose la menor altitud en la macrozona páramo desde 3000 m s.n.m., seguido por la macrozona Norte desde 3600; mientras que las macrozonas Centro y Sur presentan un rango similar desde 3900 m s.n.m.

**Índice de Posición Topográfica:** el desarrollo de los bofedales se facilita en las depresiones, que son representadas por todos los valores negativos que indican formas cóncavas. Por tal motivo, éste índice sólo presenta umbrales máximos para todas las macrozonas, siendo sólo los valores positivos que representan formas convexas de 28 y 5 para las macrozonas Norte y Sur, lo que indica bofedales en pie de lomadas (elevaciones de terreno suave y redondeada) o en terrenos con ligeras formas de domos (estructuras geológicas abombadas).

**Pendiente:** el terreno plano y con inclinación suave favorece el desenvolvimiento de los bofedales. Por consiguiente, el umbral mínimo para las planicies de 0°, presente en todas las macrozonas y el umbral máximo que va desde los 10°, representa inclinación suave para las macrozonas de Páramo y Sur, seguido de bofedales en laderas bajas para de 20° y 28° para las macrozonas Centro y Norte. Ésta última presenta bofedales en laderas con mayor inclinación.

**Índice de Humedad:** la presencia de humedad en los bofedales va desde el umbral mínimo de 0.2 en las macrozonas Páramo, Norte y Sur, que representa menor presencia de humedad en la cobertura vegetal; a diferencia de la macrozona Centro, con un umbral mínimo de 0.4, lo que indica bofedales con mayor presencia de humedad en la cobertura vegetal. En el caso de los umbrales máximos en todas las macrozonas, suelen estar cercanos al 1, siendo el valor máximo del índice.

**Intensidad:** la aplicación de este indicador sólo para las macrozonas Páramo y Norte se sustenta por la presencia de plantaciones de porte alto como linderos colindantes con los bofedales, discriminando estos últimos (de porte bajo y medio) de plantaciones forestales (porte alto). El rango de los umbrales es pequeño, que dista en 10 unidades adimensionales en valores negativos que va desde los -50 hasta los -40, que identifica los bofedales.

**Desmezcla espectral lineal:** la diversidad de especies vegetales dominantes en los bofedales se ve reflejada en la mixtura espectral que indica la fracción del píxel, con presencia escasa o abundante de las especies vegetales dominantes. El umbral mínimo de las macrozonas

Páramo, Norte y Centro es de 0, lo que indica escasa presencia; y sólo en la macrozona Sur hay fracciones mínimas de 0.5, lo que indica abundancias mínimas de 50 %. En efecto, los umbrales máximos para las macrozonas Páramo y Norte son fracciones que llegan hasta los 0.5, indicando abundancia de hasta 50 %. Finalmente las macrozonas Centro y Sur presentan la unidad como umbral máximo, lo que indica abundancias cercanas al 100 %. En resumen, la mayor diversidad de especies vegetales dominantes se encuentra en la macrozona Centro, por el amplio rango de sus umbrales; seguido de las macrozonas Páramo y Norte. Por último, la macrozona sur es la de menor diversidad de especies, por tener los umbrales más alejados del 0.



Bofedal de cojines en el Alto Perú (Tacna)  
Foto: Pablo Najarro Cerón

### 3. GENERACIÓN DE CLASIFICADOR ÁRBOL DE DECISIONES:

La metodología supervisada por el "árbol de decisiones" sirvió para identificar los bofedales en cada una de las cuatro macrozonas de manera diferenciada, debido a la heterogeneidad del espacio andino que posibilita la diversidad de vegetación en los bofedales.

Es importante tener condiciones específicas o reglas lógicas: para el INB son los seis indicadores con umbrales, organizados en forma de un árbol, que inicia en un nodo raíz y termina en hojas del árbol que representan las clasificaciones finales que dividen el mosaico Sentinel 2 en diferentes segmentos, basados en la presencia o ausencia de bofedales.

Se presenta los árboles de decisión para cada macrozona, que resume y describe la clasificación binaria en la figura 4.10. Los nodos de decisión se muestran con textos en color negro, que corresponden a los indicadores que segmentan las máscaras para cada indicador, detallados en la tabla 4.2.

Las hojas de decisión intermedias se presentan en color amarillo, verde claro, oscuro y azul, que corresponden a todos los píxeles con información dentro de los umbrales para cada indicador, detallado en la tabla 4.5. Los píxeles con información fuera de los umbrales se presentan en cajas de color blanco. Las hojas de decisión final se presentan en letra blanca cursiva, que representa la delimitación de los bofedales para cada macrozona. La identificación final de los bofedales se obtiene de las hojas que muestran la presencia o ausencia

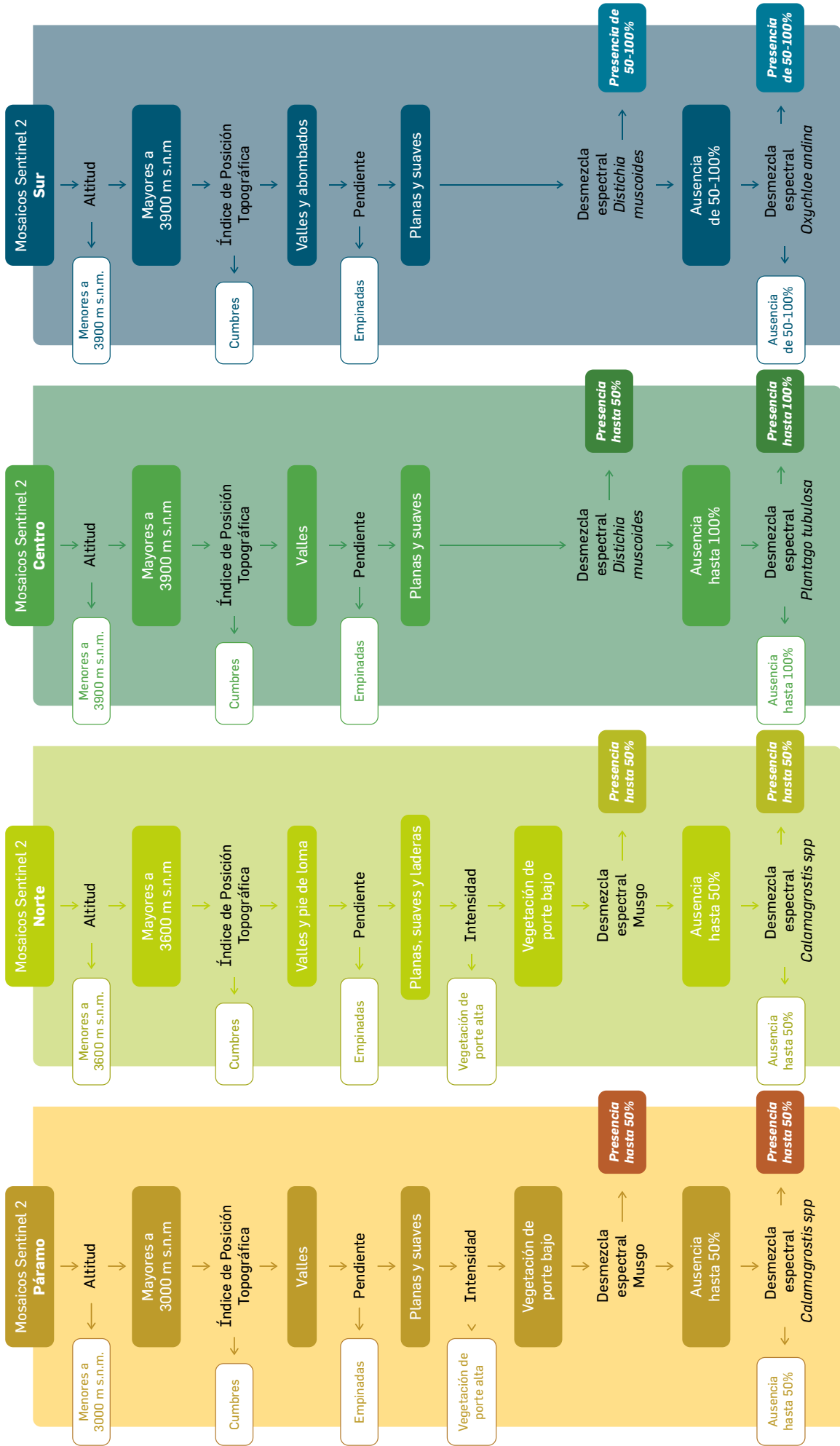
de las especies vegetales dominantes para cada macrozona, conforme se detalla en la tabla 4.3.

Cabe mencionar que en cuanto a la jerarquía utilizada para introducir los indicadores en los árboles de decisiones se tomó en cuenta su importancia relativa, siendo los indicadores topográficos puestos al inicio para reducir la complejidad del modelo; y se finaliza con los indicadores espectrales, para permitir que los nodos finales se centren en características más específicas, con el objetivo de que la representación sea más cercana a la realidad, tratando de mejorar así la precisión de los resultados.



**Bofedal de cojín en Cangallo (Ayacucho)**  
Foto: Raquel Ríos Recra

Figura 4.10: Árbol de decisiones para cada macrozona



Fuente: elaboración propia.

## 4.4. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RESULTADOS

El proceso de validación tiene como objetivo evaluar la confiabilidad del mapa, comparándolo con información de campo que cumple con un estándar de consideraciones mínimas. Asimismo, el proceso de evaluación de la exactitud<sup>23</sup> de los resultados se

divide en tres etapas, que inicia con el diseño de muestreo que se realizó por puntos, seguido del diseño de respuesta que prepara toda la información que identifica bofedales; y finaliza con el análisis de datos, que tiene como propósito valorar el ajuste a la realidad.

### 1. DISEÑO DE MUESTREO

La unidad de muestreo fue realizada por puntos; y el método para el cálculo del tamaño de muestra necesario es

el aleatorio simple en base al tamaño de la población.

$$n = \frac{N \times Z_{\alpha}^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z_{\alpha}^2 \times p \times q}$$

Tabla 4.6: Variables para cálculo del tamaño de muestra

Símbolo	Descripción
$N = 23\ 256\ 886$	Tamaño de población, superficie (ha) de las 4 macrozonas
$Z_{\alpha} = 1.96$	Percentil de distribución normal estándar, para un intervalo de confianza de 95%
$p = 0.5$	Probabilidad de éxito
$q = 1 - p$	Probabilidad de fracaso
$d = 0.025$	Error máximo admisible
$n = 1537$	Tamaño de muestra

Fuente: elaboración propia.

El tamaño de muestra requerido es de 1537 puntos de verificación, para un intervalo de confianza al 95 %.

## 2. DISEÑO DE RESPUESTA

La información de respuesta fue preparada para representar dos clases: la de "bofedal", que indica puntos con presencia de bofedales con un tamaño mayor o igual a 0.09 ha; y la de "no bofedal", que indica puntos con ausencia de estos, representando coberturas como matorrales, pastizales, suelo desnudo, espejos de agua, entre otros. Para obtener esta información, se realizó una amplia búsqueda bibliográfica y

solicitud de información a instituciones técnico científicas y gobiernos regionales de los 19 departamentos con bofedales.

Se definieron criterios mínimos para asegurar que la información compartida sea de calidad sustentada, con cuatro tipos de evidencias necesarias y dos tipos de evidencias deseables (tabla 4.7) que alimenta a la clase "bofedal".

**Tabla 4.7: Criterios estandarizados de información de campo**

Nro.	Evidencia	Descripción	Criterio
1	Ubicación	Coordenadas geográficas/UTM o Mapa de ubicación	Necesario
2	Superficie	Área $\geq$ 0.09 ha	
3	Fotográfica	Imágenes de las especies vegetales y/o panorámicas del bofedal analizado	
4	Vegetación	Información de las principales especies vegetales	Deseable
5	Agua	Medición del pH, nivel de la napa freática	
6	Suelo	Presencia de turba	

Fuente: elaboración propia.



Paisaje de formación bofedal en la cordillera del Barroso (Tacna)  
Foto: Pablo Najarro Cerón

En base a los criterios estandarizados señalados en la tabla 4.7 se recopilaron 61 documentos que alcanzaron el tamaño de muestra requerido de 1537 puntos de investigaciones en campo a nivel nacional (ver figura 4.11), incluyendo el trabajo de campo realizado específicamente para el inventario

nacional de bofedales, siendo el 48.8 % a la clase "bofedal" y el 51.2 % a la clase "no bofedal", distribuidos en 14 de los 19 departamentos con bofedales (ver tabla 4.8). Los departamentos que no poseen información de ninguna de las dos clases son Amazonas, La Libertad, Huánuco, Cerro de Pasco e Ica.

**Tabla 4.8: Puntos de validación departamental**

Departamento	Bofedal	No bofedal	Total
Piura	16	0	16
Cajamarca	45	182	227
San Martín	105	11	116
Ancash	97	26	123
Lima	110	36	146
Junín	23	2	25
Huancavelica	16	8	24
Ayacucho	55	49	104
Cusco	18	36	52
Apurímac	119	102	223
Arequipa	125	98	550
Puno	52	65	117
Moquegua	73	8	81
Tacna	56	4	60
Total	910	627	1537

Fuente: elaboración propia.

### 3. ANÁLISIS DE DATOS

Las técnicas utilizadas para medir la calidad de los resultados fueron la matriz de confusión, para evaluar el rendimiento del modelo; el índice global, para cuantificar la precisión general; y el índice de Kappa, para medir la concordancia de las dos clases de resultado.

La matriz de confusión muestra, en la tabla 4.9, que el usuario ha identificado correctamente el 98.6 % de los píxeles que pertenecen a la clase "bofedal"; mientras que el modelo ha identificado correctamente el 79.9%. El modelo ha cometido un error de comisión del 1.4 % (sobreestimación) y un error de omisión del 20.1% (subestimación) para la clase bofedal. El índice global indica la

precisión en la clasificación del modelo del 87%; y el índice de Kappa, con 0.75, sugiere un alto grado de concordancia. En general, el modelo ha logrado una buena precisión en la clasificación de

la clase "bofedal", aunque hay espacio para mejorar la capacidad del modelo en identificar correctamente y minimizar los errores de comisión y capacidad del modelo omisión.

**Tabla 4.9: Matriz de confusión general**

Clase/fuente	Bofedal	No Bofedal	Total	Exactitud usuario	Error de comisión
Bofedal	<b>727</b>	10	737	98.6%	1.4%
No bofedal	183	<b>617</b>	800	77.1%	22.9%
Total	910	627	<b>1537</b>		
Exactitud productor	79.9%	98.4%			
Error de omisión	20.1%	1.6%			

Fuente: elaboración propia.



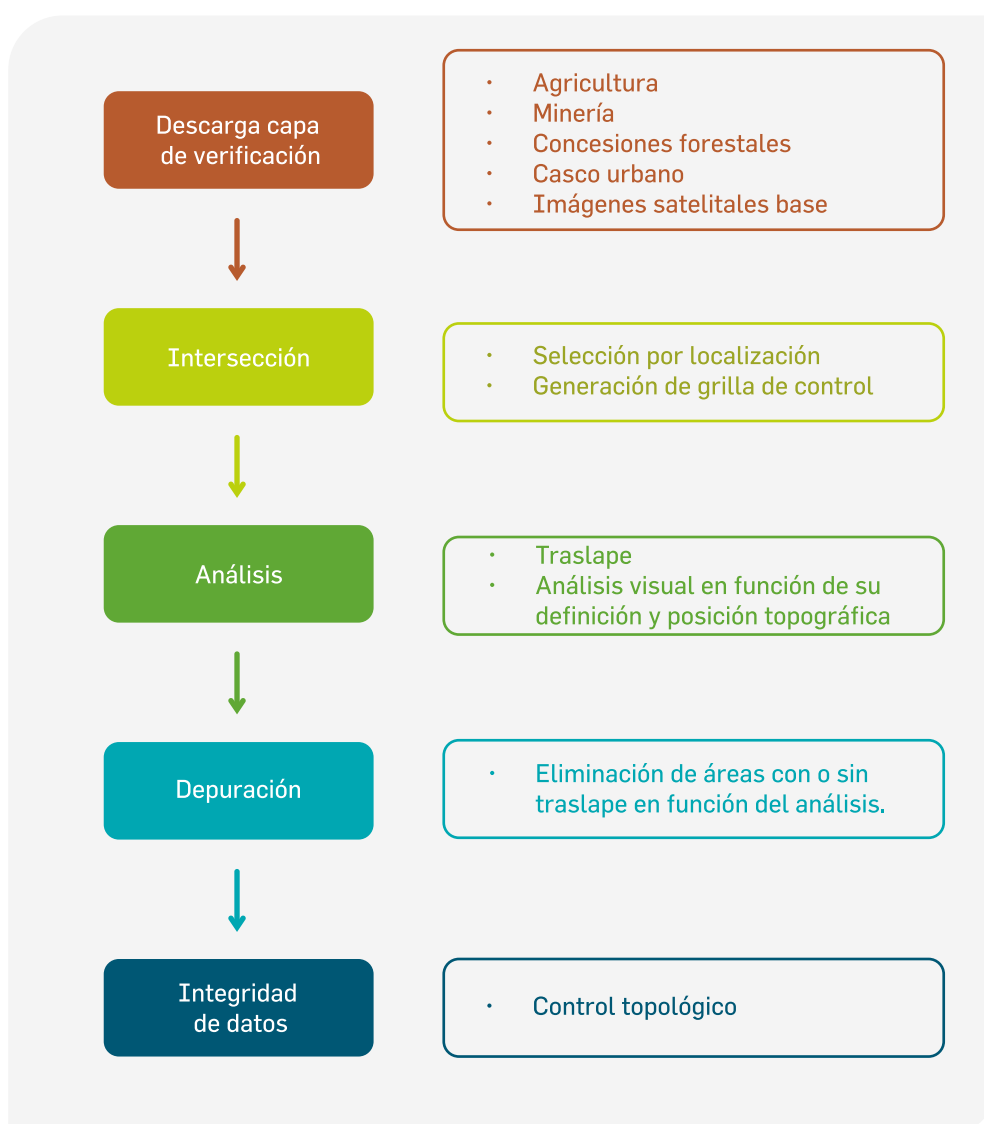
Bofedal cercano al río Mauri, cercano al sector de Challapalca (Tachá)  
Foto: Pablo Najarro Cerón

## CONTROL DE CALIDAD DE LOS RESULTADOS DE LA SEGUNDA EDICIÓN

El proceso de control de calidad de los resultados se basó en la identificación de polígonos falsos positivos clasificados como bofedales, mediante el análisis visual e interpretación de imágenes satelitales de alta resolución (Basemap) de ESRI complementando con la superposición espacial de diversas capas oficiales existentes como superficie agrícola, concesiones forestales, casco urbano y minería (pasivos mineros ambientales, infraestructura minera, relaves y residuos mineros).

metros, con la finalidad de poder tener un mejor control del proceso de análisis espacial en cada cuadrícula. Se superpuso la información cartográfica antes indicada, y se eliminó los falsos positivos, teniendo en cuenta también la posición topográfica y de imágenes de alta resolución a escalas 1:10 000 y 1: 5 000. Finalmente se realizó un proceso de correcciones y control topológico con el fin de garantizar la integridad de los datos geospaciales de dicha capa y mejorar la precisión para los diferentes análisis espaciales.

Para la identificación y corrección se generó una grilla de 5000 \* 5000



## ANÁLISIS DE PRECISIÓN GLOBAL DE CLASIFICACIÓN DE LA SEGUNDA EDICIÓN

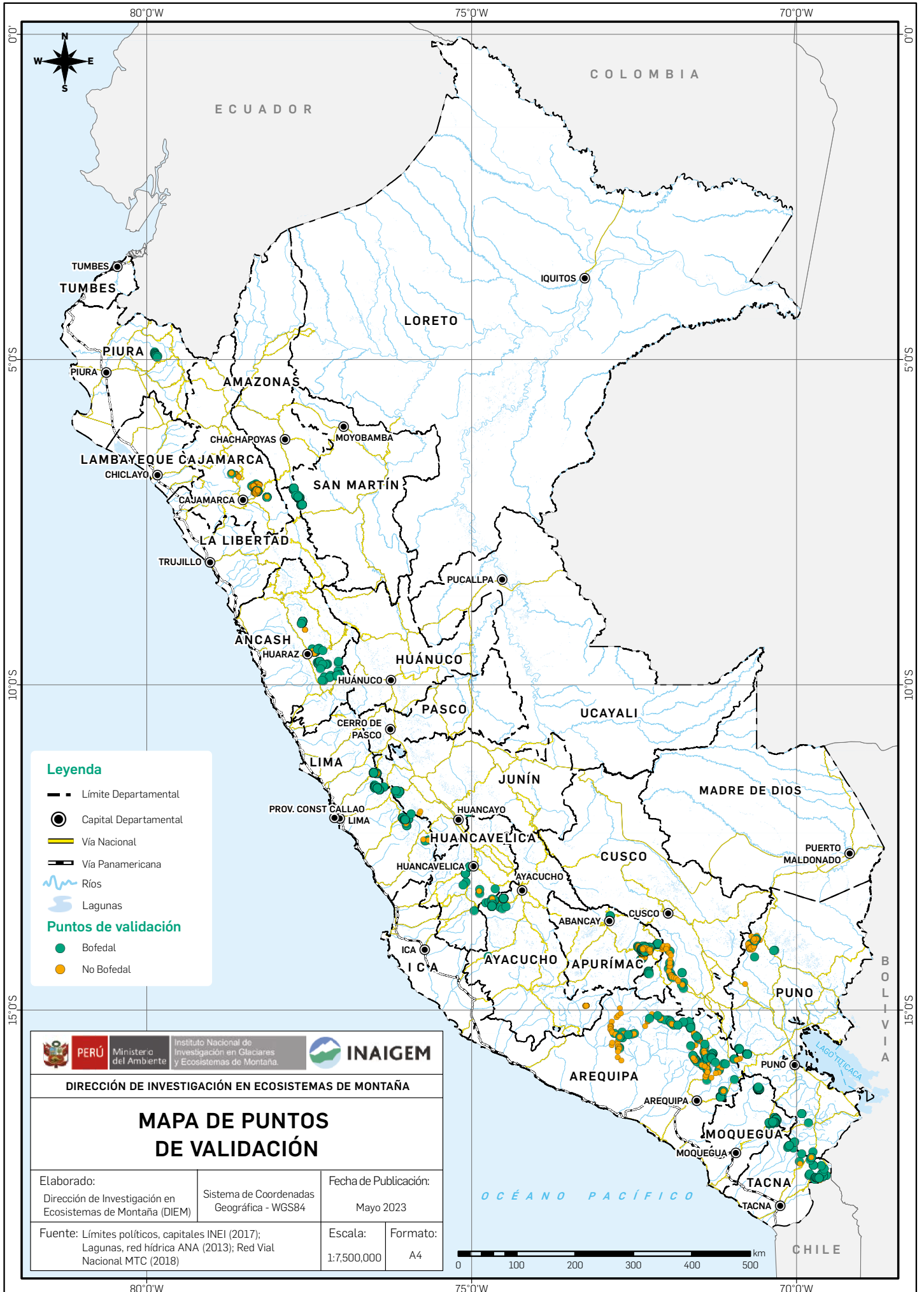
La determinación del índice de Kappa global indica la precisión con la cual la clasificación ha identificado correctamente una clase, es decir que tan preciso se discriminaron los bofedales. En ese sentido, la precisión global resultó 87% con índice de Kappa de 0.75, es decir, la clasificación tiene una buena precisión global y una buena concordancia, y que las clases observadas y las esperadas con la corrección manual suma una mejora a la clasificación automatizada.

Como consecuencia del proceso de análisis visual y corrección se tiene áreas clasificadas como "bofedal" en 98.6%, respecto a lo obtenido solamente con la clasificación automatizada de 96.6 %. El error de comisión, muestra que solo el 1.4% de la clasificación como "bofedal" ha sido incorrectamente clasificado, este valor bajo, indica que con la corrección manual se mejoró la discriminación de la clase, ya que anteriormente se tenía un valor de 3.4%.



Vicuñas en bofedal (Cusco)  
Foto: Renny Díaz Aguilar

Figura 4.11: Mapa de puntos de validación



Fuente: Referencias bibliográficas



CAPÍTULO 5  
**RESULTADOS**

## 5.1. RESULTADOS A NIVEL NACIONAL

La extensión de los bofedales en el Perú se estima en 910 398.2 ha, lo que representa el 0.71% de todo el territorio nacional. Asimismo, están presentes en 19 departamentos, de los cuales Puno, Arequipa y Ayacucho contienen más del 54% de los bofedales, con una

superficie estimada de 493 235.2 ha; mientras que los departamentos de Ica, Amazonas y Piura son los departamentos con menor presencia de superficie bofedal. Los resultados se muestran en la tabla 5.1, ordenados de acuerdo al ranking de mayor superficie bofedal por departamento.

**Tabla 5.1: Superficie de bofedales por departamentos**

Ranking nacional	Departamento	Superficie bofedal		
		Departamental		Nacional
		ha	%	%
1	Puno	260 399.18	3.89	28.60
2	Arequipa	131 942.04	2.08	14.49
3	Ayacucho	100 893.98	2.30	11.08
4	Cusco	100 393.01	1.39	11.03
5	Junín	56 067.59	1.27	6.16
6	Apurímac	46 624.12	2.23	5.12
7	Huancavelica	45 726.62	2.07	5.02
8	Pasco	38 399.82	1.52	4.22
9	Ancash	28 291.23	0.79	3.11
10	Huánuco	22 764.38	0.62	2.50
11	Lima	19 411.69	0.56	2.13
12	Moquegua	19 027.47	1.21	2.09
13	San Martín	13 470.09	0.26	1.48
14	Tacna	10 454.2	0.65	1.15
15	La Libertad	8 600.46	0.34	0.94
16	Cajamarca	4731.19	0.14	0.52
17	Piura	1885.02	0.05	0.21
18	Amazonas	1202.35	0.03	0.13
19	Ica	113.72	0.01	0.01

Fuente: elaboración propia.



Valle Ancasi (Puno)  
Foto: Renny Díaz Aguilar

### 5.1.1. EXTENSIÓN DE BOFEDALES POR MACROZONA

La diversidad del ecosistema de bofedal en el Perú se encuentra marcada por rasgos geográficos, climáticos y composición de especies vegetales dominantes. Basados en estos criterios, se diferenciaron cuatro macrozonas que presentan condiciones para el desarrollo de los bofedales. Del total general, el 0.3% de los bofedales se

encuentra presente en la macrozona de páramo, el 3.1% en la macrozona norte, el 60.3% en la macrozona centro y el 36.4% en la macrozona sur. La tabla 5.2 resume la superficie de bofedales y su representación porcentual.

En la macrozona de páramo, los bofedales se desarrollan en altitudes

**Tabla 5.2: Superficie de bofedales por macrozonas**

Macrozona	Superficie	
	ha	%
Páramo	2330.85	0.3
Norte	28 489.24	3.1
Centro	548 550.35	60.3
Sur	331 027.73	36.4

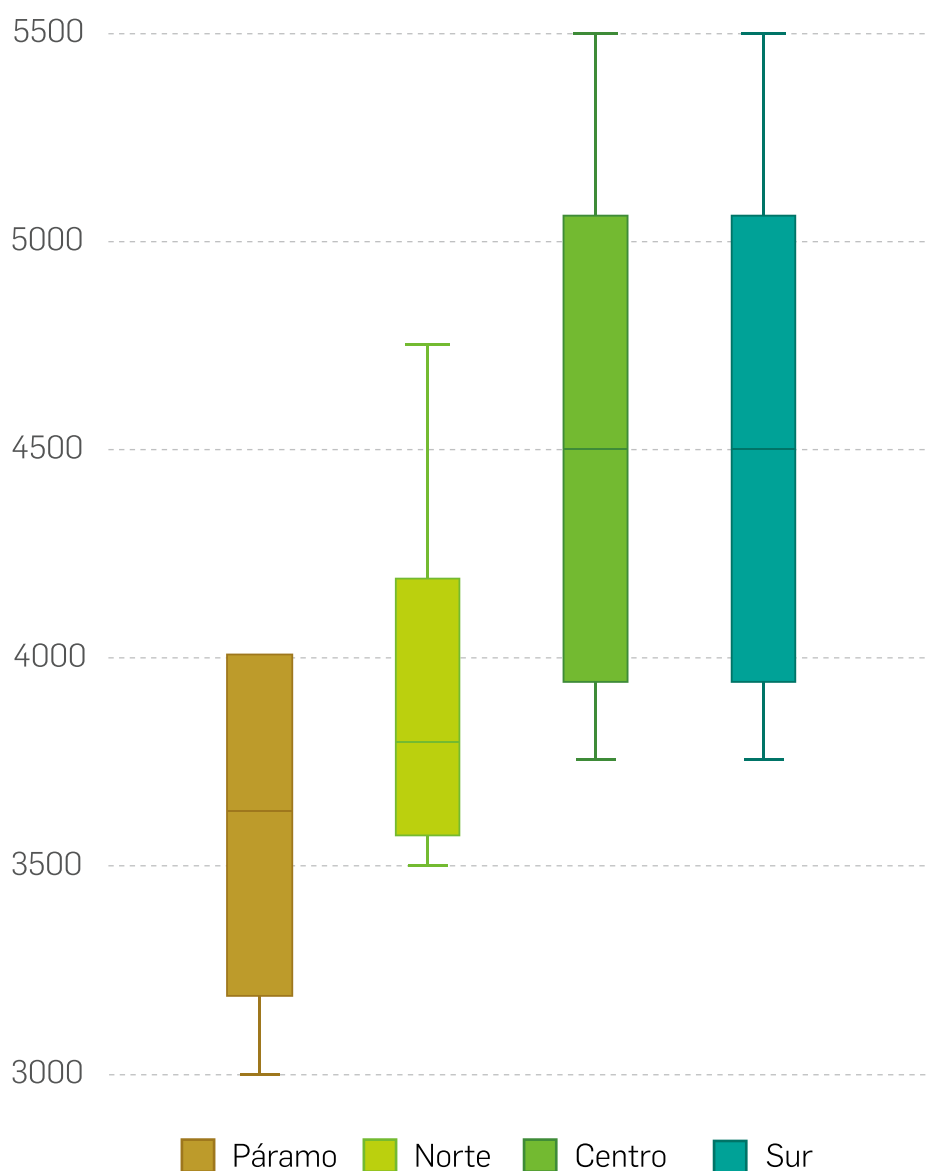
Fuente: elaboración propia.

que van desde los 3000 hasta los 4000 m s.n.m; en la macrozona norte desde los 3500 hasta los 4750 m s.n.m.; y en las macrozonas centro y sur los bofedales se presentan desde los 3750 a 5500 m s.n.m (Figura 5.1).

La estadística descriptiva mostrado en un gráfico de caja y bigotes (figura 5.1), describe la concentración de los bofedales en un gradiente altitudinal diferenciado por macrozonas. Las macrozonas de páramo y norte

presentan los bofedales con menores altitudes. Si bien los bofedales en la macrozona norte presentan un rango altitudinal extenso (aprox. 1250 m), ésta se concentra en un pequeño rango (aprox. 500 m), siendo su rango total desde los 3750 hasta los 4250 m s.n.m. Las macrozonas centro y sur son similares a nivel altitudinal, presentando los bofedales del centro con una mayor concentración en altitudes, que van desde los 4000 hasta los 5000 m s.n.m.

**Figura 5.1: Concentración de bofedales por macrozonas a nivel altitudinal**



Fuente: elaboración propia.

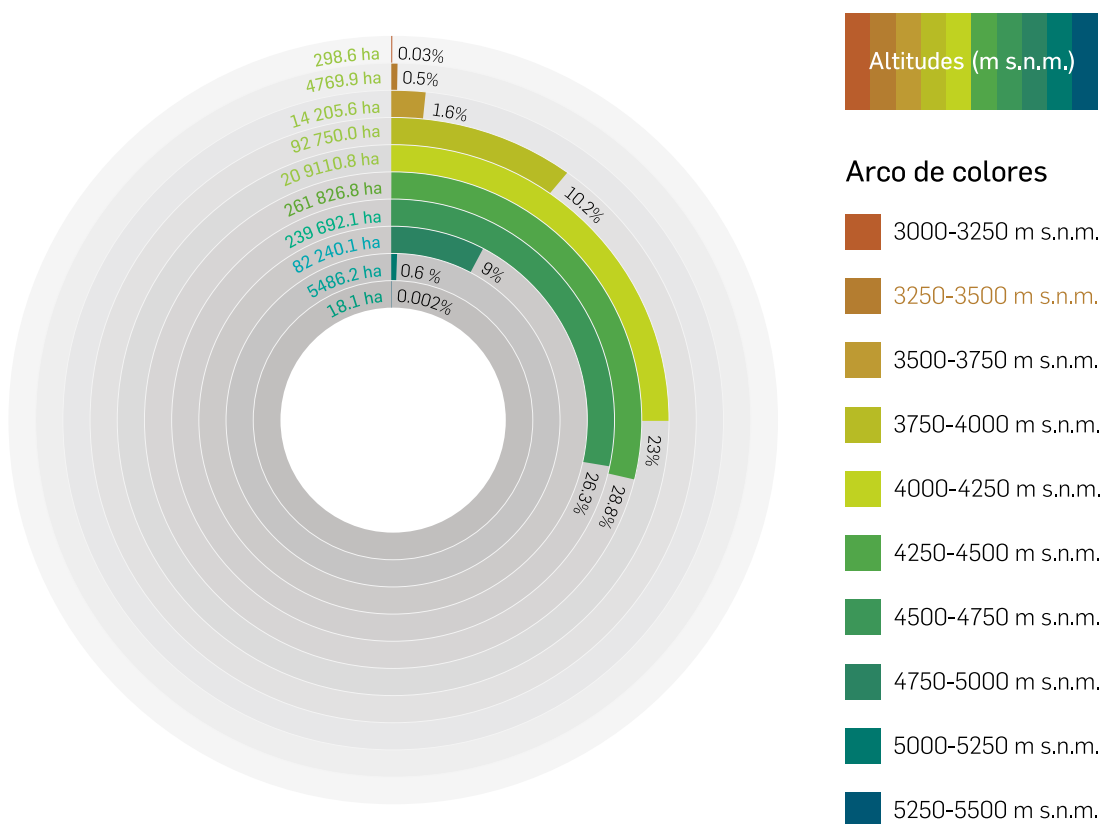
## 5.1.2. DISTRIBUCIÓN EN TÉRMINOS ALTITUDINALES

El desarrollo de los bofedales a nivel altitudinal se encuentra desplegado desde los 3000 hasta los 5500 m.s.n.m. Alrededor del 78 % de los bofedales a nivel nacional están concentrados entre las altitudes que van desde los 4000 hasta los 4750 m.s.n.m. (figura 5.2), siendo los departamentos con mayor aporte Puno con 20 %, Arequipa

con 11 %, Cusco con 8.5 % y Ayacucho con 10 %.

La menor concentración de bofedales se encuentra en las menores altitudes, que van desde 3000 hasta los 3500 m s.n.m. con un 0.6 %; y a mayores altitudes, que van desde los 5000 hasta los 5500 m.s.n.m. con un 0.6 %.

Figura 5.2: Concentración de bofedales por rango altitudinal a nivel nacional



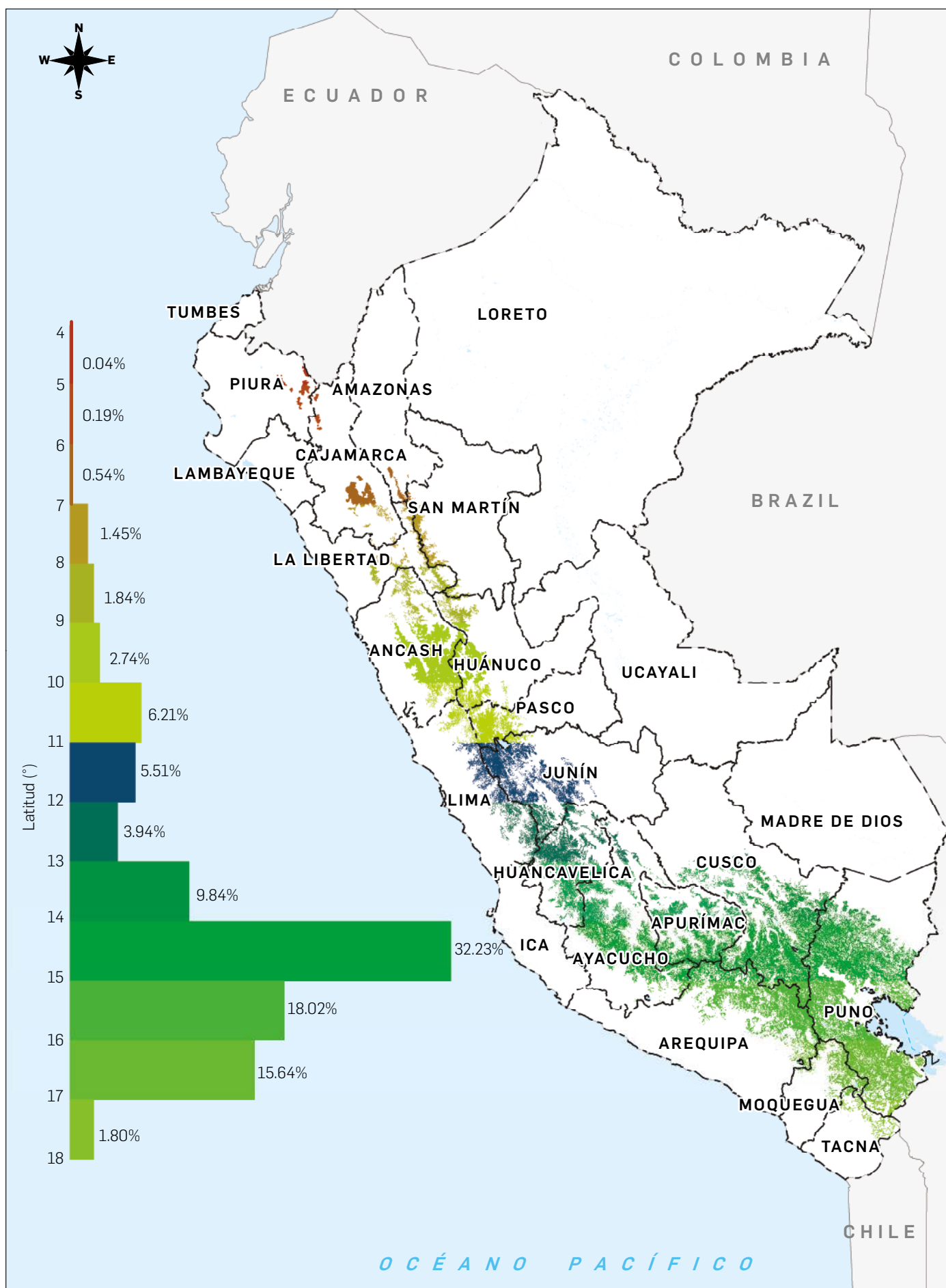
Fuente: elaboración propia.

## 5.1.3. ANÁLISIS LATITUDINAL

Se realizó el cálculo de las áreas diferenciadas por cada grado de latitud, desde los 4° S hasta los 18° S, con la finalidad de identificar la concentración de bofedales, hallándose que la mayor superficie de bofedales se encuentra en la latitud de 14° S a 15° S con más del 30 %, seguido de latitudes mayores (hasta 17° S) que en conjunto pasan

del 50 % del total de bofedales a nivel nacional. En líneas generales, desde los 13° a 17° S, se tiene la mayor superficie de bofedales a nivel nacional, con un acumulado de 75.74 %. Esto puede explicarse en cuanto a que en estas latitudes del territorio peruano existe un ensanchamiento mayor (Figura 5.3) de la cordillera de los andes.

Figura 5.3: Superficie de bofedales a nivel latitudinal



Fuente: elaboración propia.

## 5.1.4. DISTRIBUCIÓN DE LOS BOFEDALES EN ÁREAS DE CONSERVACIÓN

Los bofedales identificados en este inventario están presentes en 17 áreas naturales protegidas (ANP), con una superficie total de 57 020.5 ha; en 11 áreas de conservación regional (ACR), con 13 716.5 ha, y en 23 áreas de conservación privada (ACP), con 2304.8 ha. En total, 7.21% de los bofedales identificados se encuentran bajo alguna figura de protección. Los detalles de superficie de bofedales por tipo de área de conservación se presentan a continuación: tablas 5.3, 5.4 y 5.5

**Tabla 5.3: Superficie de bofedales en Áreas Naturales protegidas (ANP)**

Tipo	Departamento	Código	Categoría	Nombre	Área (ha)
ANP	Arequipa	RP02	Reserva Paisajística	Subcuenca del Cotahuasi	20 824.8
ANP	Arequipa	RN06	Reserva Nacional	de Salinas y Aguada Blanca	10 763.2
ANP	Áncash	PN04	Parque Nacional	Huascarán	6307.2
ANP	Junín	RN02	Reserva Nacional	de Junín	4886.1
ANP	San Martín	PN06	Parque Nacional	del Río Abiseo	4022.0
ANP	Pasco	RN02	Reserva Nacional	de Junín	2831.3
ANP	Junín	RP01	Reserva Paisajística	Nor Yauyos-Cochas	2665.7
ANP	Lima	RP01	Reserva Paisajística	Nor Yauyos-Cochas	2330.3
ANP	Ayacucho	RN01	Reserva Nacional	Pampa Galeras Barbara D' Achille	1234.4
ANP	Pasco	SN01	Santuario Nacional	de Huayllay	435.9
ANP	Junín	SH01	Santuario Histórico	de Chacamarca	307.3
ANP	Junín	BP03	Bosque de Protección	de Pui Pui	96.7
ANP	Cusco	SH03	Santuario Histórico	Machupicchu	94.9
ANP	Moquegua	RN06	Reserva Nacional	de Salinas y Aguada Blanca	85.9
ANP	Cajamarca	CC02	Coto de Caza	Sunchubamba	80.4
ANP	Cajamarca	SN08	Santuario Nacional	Tabaconas-Namballe	51.9
ANP	Apurímac	SN04	Santuario Nacional	de Ampay	2.5

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 5.4: Superficie de bofedales en Áreas de Conservación Regional (ACR)**

Tipo	Departamento	Código	Nombre	Área (ha)
ACR	Cusco	ACR24	Ausangate	5699.2
ACR	Tacna	ACR05	Vilacota Maure	3770.0
ACR	San Martín	ACR21	Bosques de Shunté y Mishollo	1195.0
ACR	Junín	ACR14	Huaytapallana	817.5
ACR	Cusco	ACR18	Tres Cañones - Ámbito Norte	744.8
ACR	Cusco	ACR07	Choquequirao	677.1
ACR	Cusco	ACR18	Tres Cañones - Ámbito Sur	504.9
ACR	Cajamarca	ACR27	Páramos y Bosques Montanos de Jaén y Tabaconas	297.5
ACR	Ayacucho	ACR08	Bosque de <i>Puya Raymondi</i> - Titankayocc	9.6
ACR	Cusco	ACR30	Q'eros Kosñipata	0.7
ACR	Cusco	ACR26	Chuyapi Urusayhua	0.3

Fuente: elaboración propia.



**Bofedal dentro de Área de Conservación Regional- Vilacota Maure (Tacna)**  
Foto: Pablo Najarro Cerón

**Tabla 5.5: Superficie de bofedales en Áreas de Conservación Privada (ACP)**

Tipo	Departamento	Código	Nombre	Área (ha)
ACP	Huánuco	ACP09	Jirishanca	971.7
ACP	Amazonas	ACP86	San Pedro de Chuquibamba	363.4
ACP	Piura	ACP92	Bosques Montanos y Páramos Chicuate - Chinguelas	234.5
ACP	Lima	ACP04	Huayllapa	217.3
ACP	Ancash	ACP03	Pacllón	174.0
ACP	Piura	ACP62	Bosques de Neblina y Páramos de Samanga	107.8
ACP	Amazonas	ACP56	Los Chilchos	93.2
ACP	Ancash	ACP43	Microcuenca de Paria	22.5
ACP	Piura	ACP77	Lagunas y Páramos de Andinos de San José de Tapal	19.4
ACP	Cusco	ACP83	Siete Cataratas - Qanchis Paccha	17.0
ACP	Cajamarca	ACP135	Páramos y Bosques Montanos, Paraíso de la Comunidad Campesina San Felipe	14.1
ACP	Puno	ACP49	Taypipiña	12.9
ACP	Cajamarca	ACP120	Páramos y Bosques Montanos de la Comunidad Campesina San Juan de Sallique	10.1
ACP	Cusco	ACP164	Suttoc y Pacchac	9.9
ACP	Cusco	ACP160	Misquiyaco	7.6
ACP	Piura	ACP100	Bosques Montanos y Páramos de Huaricancha	7.2
ACP	Amazonas	ACP78	Llamapampa - La Jalca	6.9
ACP	Puno	ACP50	Checca	6.2
ACP	Cusco	ACP142	Kuntur Wachana	5.1
ACP	Cusco	ACP14	Hatun Queuña-Quishuarani Ccollana	1.2
ACP	Piura	ACP90	Los Bosques de Dotor, Hualtacal, Pueblo Libre, La Jardina y Chorro Blanco	1.2
ACP	Cusco	ACP42	Japu - Bosque Ukumari Llaqta	0.8
ACP	Cusco	ACP13	Abra Málaga Thastayoc - Royal Cinclodes	0.7

Fuente: elaboración propia.

### 5.1.5. DISTRIBUCIÓN DE BOFEDALES EN COMUNIDADES CAMPESINAS

Como se ha dicho líneas arriba, los bofedales en comunidades campesinas ascienden a 201 012.28 ha, lo que representa un 22.1 % de los bofedales a nivel nacional, siendo los departamentos de Arequipa, Pasco, Puno y Ayacucho en los

que las comunidades campesinas tienen una mayor superficie de bofedales. Asimismo, el único departamento que no presenta bofedales en alguna comunidad campesina es Ica (Tabla 5.6).

**Tabla 5.6: Superficie de bofedales en comunidades campesinas por departamento**

Ranking	Departamento	Superficie bofedal (ha)
1	Arequipa	38 590.8
2	Pasco	28 914.9
3	Puno	28 626.8
4	Ayacucho	20 100.1
5	Cusco	19 082.8
6	Lima	16 171.6
7	Huánuco	9954.9
8	Ancash	8015.8
9	Apurímac	7688.5
10	Junín	7473.1
11	Huancavelica	4329.7
12	Moquegua	2950.8
13	San Martín	2612.3
14	Tacna	2389.8
15	La Libertad	1969.2
16	Amazonas	925.4
17	Cajamarca	658.8
18	Piura	557.2

Fuente: elaboración propia.

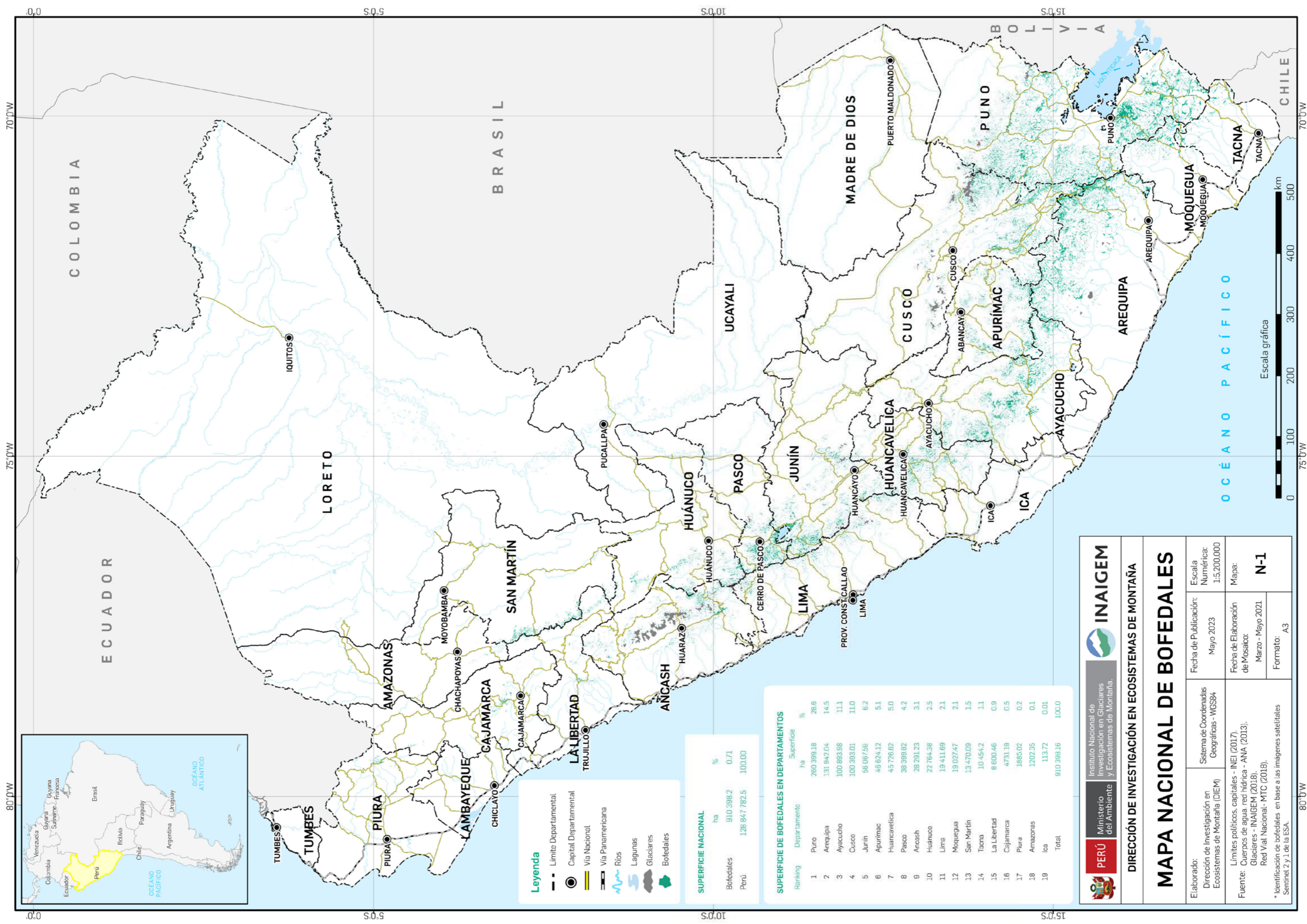
## 5.1.6. BOFEDALES BAJO CONCESIÓN MINERA GENERAL

Los bofedales que se encuentran a nivel nacional. Casi todos dentro de concesiones mineras los bofedales de los departamentos alcanzan una superficie aproximada de Cajamarca (91.3 %) e Ica (89.3%) de 372 928.6 ha, lo que representa se encuentran dentro de alguna el 66.9 % de todos los bofedales concesión minera (Tabla 5.7).

**Tabla 5.7: Superficies de bofedales en concesiones mineras por departamento**

Departamento	Superficie bofedal		
	Departamental		Nacional
	ha	%	%
Cajamarca	4321.2	91.3	0.5
Ica	101.6	89.3	0.0
La Libertad	5401.0	62.8	0.6
Apurímac	27 748.6	59.5	3.0
Moquegua	10 141.1	53.3	1.1
Huancavelica	24 368.0	53.3	2.7
Lima	10 195.1	52.5	1.1
Pasco	18 891.2	49.2	2.1
Amazonas	587.5	48.9	0.1
Ancash	13 178.1	46.6	1.4
Puno	115 518.5	44.4	12.7
Arequipa	51 638.3	39.1	5.7
Ayacucho	32 459.1	32.2	3.6
Junín	18 035.4	32.2	2.0
Cusco	29 975.3	29.9	3.3
Huánuco	6697.4	29.4	0.7
Tacna	2234.0	21.4	0.2
Piura	354.8	18.8	0.0
San Martín	1082.3	8.0	0.1

Fuente: elaboración propia.



- Legenda**
- Límite Departamental
  - Capital Departamental
  - Capital Nacional
  - Vía Nacional
  - Vía Panamericana
  - ~ Ríos
  - ~ Legunas
  - ~ Glaciares
  - Bofedales

**SUPERFICIE NACIONAL**

	ha	%
Bofedales	910 398.2	0.71
Perú	128 847 782.5	100.00

**SUPERFICIE DE BOFEDALES EN DEPARTAMENTOS**

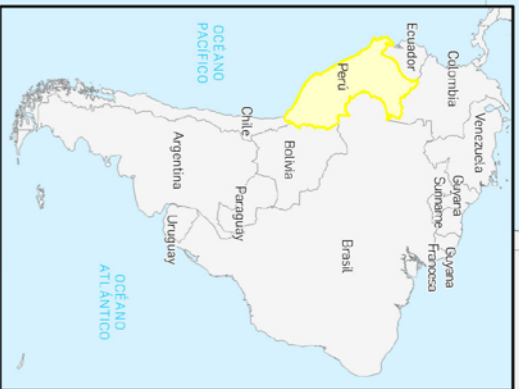
Ranbring	Departamento	Superficie ha	%
1	Puno	260 399.18	28.6
2	Arequipa	131 942.04	14.5
3	Ayacucho	100 883.88	11.1
4	Cusco	100 393.01	11.0
5	Junín	56 087.59	6.2
6	Apurímac	46 624.12	5.1
7	Huancavelica	45 726.62	5.0
8	Pasco	38 399.82	4.2
9	Ancash	28 291.23	3.1
10	Huánuco	22 764.38	2.5
11	Lima	19 411.69	2.1
12	Moquegua	19 027.47	2.1
13	San Martín	13 470.09	1.5
14	Tacna	10 454.2	1.1
15	La Libertad	8 600.46	0.9
16	Cajamarca	4 731.19	0.5
17	Piura	1 885.02	0.2
18	Amazonas	1 202.35	0.1
19	Ica	113.72	0.01
	Total	910 398.16	100.0

**PERÚ** Ministerio del Ambiente y Ecosistemas de Montaña. **INAIGEM** Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña.

**DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ECOSISTEMAS DE MONTAÑA**

**MAPA NACIONAL DE BOFEDALES**

Elaborado:	Ministerio del Ambiente y Ecosistemas de Montaña (DIEM)	Sistema de Coordenadas Geográficas - WGS84	Fecha de Publicación:	Mayo 2023	Escala Numérica:	1:5.200.000
Fuente:	Límites políticos, capitales - INEI (2017). Cuerpos de agua, red hídrica - ANA (2013). Glaciares - INAIGEM (2018). Red Vial Nacional - MTC (2018).		Fecha de Elaboración de Mosaico:	Marzo - Mayo 2021	Mapa:	N-1
	* Identificación de bofedales en base a las imágenes satelitales Sentinel 2 y 1 de la ESA.		Formato:	A3		



**Leyenda**

- Límite Departamental
- Capital Departamental
- Via Nacional
- Via Panamericana
- ~ Ríos
- ~ Lagunas
- ~ Glaciares
- ~ Bofedales

**SUPERFICIE NACIONAL**

Bofedales	ha	%
Bofedales	910 398,2	0,71
Perú	128 847 782,5	100,00

**SUPERFICIE DE BOFEDALES EN MACROZONAS**

Simbología	Macrozona	Superficie (ha)	(%)
■	Paramo	2 330,9	0,3
■	Norte	28 489,2	3,1
■	Centro	548 550,4	60,3
■	Sur	331 027,7	36,4
	<b>Total</b>	<b>910 398,2</b>	<b>100</b>

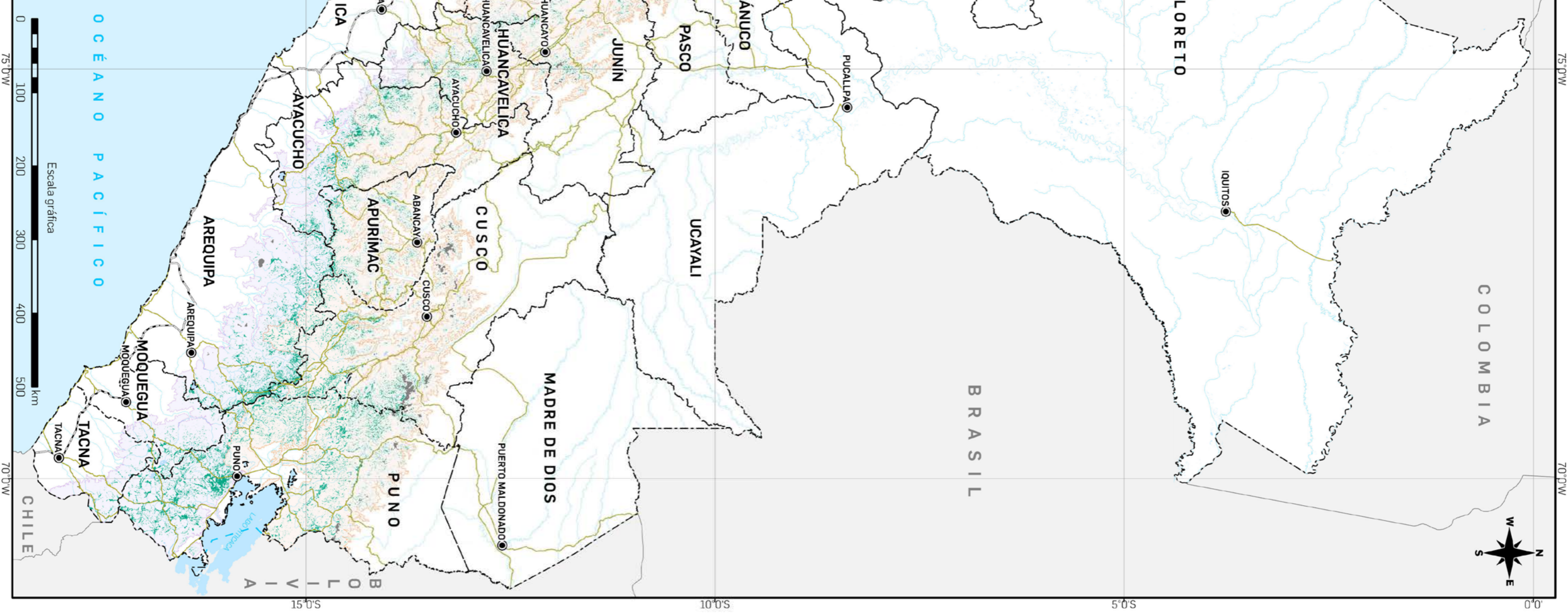
**PERÚ** Ministerio del Ambiente Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña **INAIGEM**

**DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ECOSISTEMAS DE MONTAÑA**

# MAPA NACIONAL DE BOFEDALES POR MACROZONAS

Elaborado:	Fecha de Publicación:	Escala Numérica:
Dirección de Investigación en Ecosistemas de Montaña (DIEM)	Mayo 2023	1:5.200.000
Sistema de Coordenadas Geográficas - WGS84	Fecha de Elaboración de Mosaico:	Mapa:
	Marzo - Mayo 2021	<b>N-2</b>
Formato: A3		

Límites políticos, capitales - INEI (2017).  
 Fuente: Cuencos de agua, red hídrica - ANA (2013).  
 Glaciares - INAIGEM (2018).  
 Red Vial Nacional - MTC (2018).  
 \* Identificación de bofedales en base a las imágenes satelitales Sentinel 2 y 1 de la ESA.



OCEANO PACIFICO

0 100 200 300 400 500 km

Escala gráfica

## 5.2. RESULTADOS A NIVEL DEPARTAMENTAL

En la tabla 5.8 se presenta la superficie de bofedales, por departamento, y el porcentaje que esto representa de la superficie total del departamento. Encontramos que en Puno, los bofedales representan más del 3% de su superficie. Le siguen los departamentos de Apurímac, Ayacucho, Huancavelica y Arequipa, en los que los bofedales representan más del 2% de su extensión. Estas serían las regiones con mayor potencial para promover estrategias de gestión sostenible (conservación y/o recuperación) de estos ecosistemas, debido a la abundancia con la que cuentan. Sin embargo, estos mismos departamentos, excepto Arequipa, son los que presentan la menor proporción de bofedales bajo alguna figura de conservación (ANP, ACR o ACP). En ese sentido queremos destacar el caso de Cusco, que la principal figura de conservación para sus bofedales son Áreas de Conservación Regional (ACR) recientemente creadas.

Mientras que, en 10 de los 19 departamentos con bofedales, su superficie total representa menos del 1% de la extensión departamental. En estos casos, la promoción de la gestión sostenible de estos ecosistemas es más urgente aún, debido a la alta importancia

que tienen estos ecosistemas, y la baja extensión que concentran en sus territorios. Es decir que, la pérdida o degradación de los bofedales en estos departamentos, generará impactos mayores que en zonas que tienen una gran abundancia.

Por otro lado, la unidad mínima cartografiable de los bofedales, es decir, el tamaño mínimo que debe tener un bofedal para ser identificado en este inventario, es de 0.09ha (30x30m). Los bofedales que son muy pequeños son más difíciles de gestionar y conservar. Mientras que bofedales de mayor extensión, generarán mayores beneficios y será más importante asegurar su integridad. Por ello, en la tabla 5.8 también se presenta el dato del bofedal más extenso hallado en cada departamento.

De los cinco bofedales más grandes a nivel nacional, cuatro se encuentran en el departamento de Puno, ubicados en las provincias de Puno y El Collao, con extensiones de 5 063.21 ha y 3393.4 ha respectivamente. El otro está en el departamento de Ayacucho, en la provincia de Lucanas, con 4210.9 ha de extensión.

**Tabla 5.8: Ranking de la superficie de bofedales y su proporción, de acuerdo a la superficie departamental**

Ranking	Departamento	Superficie			
		Departamental	Bofedal		Bofedal de mayor extensión
		ha	ha	%	ha
1	Puno	6 696 368	260 399.2	3.89	5063.2
5	Arequipa	6 334 393	131 942.0	2.08	3449.3
3	Ayacucho	4 381 480	100 894.0	2.30	4210.9
6	Cusco	7 198 650	100 393.0	1.39	945.0
8	Junín	4 419 723	56 067.6	1.27	847.3
2	Apurímac	2 089 579	46 624.1	2.23	944.5
4	Huancavelica	2 213 147	45 726.6	2.07	448.7
7	Pasco	2 531 959	38 399.8	1.52	1336.9
10	Ancash	3 590 258	28 291.2	0.79	804.4
11	Huánuco	3 684 885	22 764.4	0.62	262.1
13	Lima	3 479 686	19 411.7	0.56	187.2
9	Moquegua	1 573 388	19 027.5	1.21	1258.9
15	San Martín	5 125 331	13 470.1	0.26	157.4
12	Tacna	1 607 573	10 454.2	0.65	1123.5
14	La Libertad	2 549 542	8600.5	0.34	146.9
16	Cajamarca	3 331 754	4731.2	0.14	105.0
17	Piura	3 589 117	1885.0	0.05	101.3
18	Amazonas	3 924 913	1202.4	0.03	42.8
19	Ica	2 130 551	113.7	0.01	12.0

Fuente: elaboración propia.



Vicuñas comiendo vegetación  
de bofedal (Cusco)  
Foto: Renny Díaz Aguilar

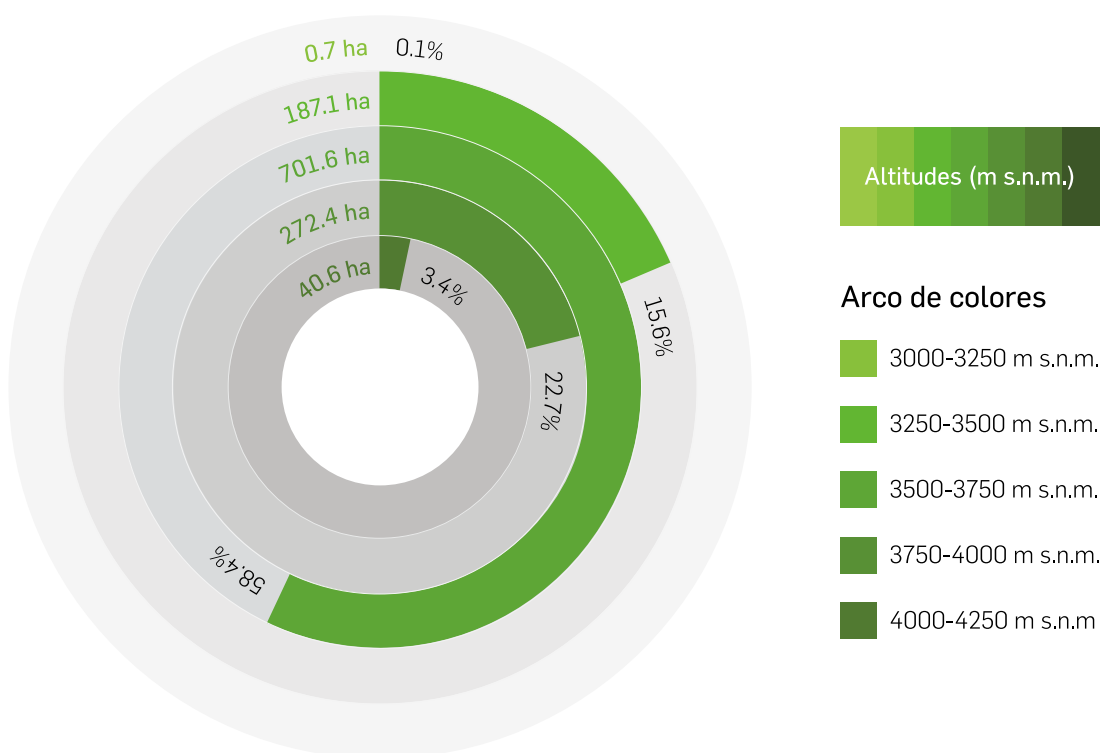
## 5.2.1. DEPARTAMENTO DE AMAZONAS

Los bofedales en el departamento de Amazonas se desarrollan entre las cadenas de montañas central y oriental del norte del Perú. Poseen una extensión aproximada de 1202 ha, lo que representa el 0.03 % del total de su territorio, encontrándose en el puesto 18 de los departamentos con mayor presencia de bofedales de un total de 19 a nivel nacional. El bofedal de mayor extensión presenta una superficie estimada de 42.8 ha, y el bofedal más pequeño presenta una superficie de 0.09 ha.

La presencia de los bofedales está extendida en 12 distritos de tres provincias de la parte sur del departamento, con altitudes que van desde los 3000 a 4250 m s.n.m. Tienen una concentración de más del 50 % en la provincia de Chachapoyas, dentro de la cuenca del Utcubamba.

Se reporta un estimado de 38.55 en ACP y 77 % en comunidades campesinas, según el análisis realizado en el Inventario Nacional de Bofedales

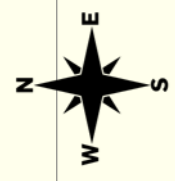
**Figura 5.6: Concentración de bofedales por rango altitudinal en el departamento de Amazonas**



Fuente: elaboración propia.

“La figura muestra la mayor concentración de los bofedales en el departamento de Amazonas, con un aproximado de **58.4%** en la categoría de altitud 3500 - 3750 m s.n.m.”

(Elaboración propia).



**Leyenda**

- Bofedales
- Lagunas
- Glaciares

**Signos convencionales**

- Capital Departamental
- Capital Provincial
- Límite Departamental
- Límite Provincial
- Vía Nacional
- Vía Panamericana
- Ríos
- Zona Urbana
- Nevados
- Volcanes

**SUPERFICIE DEPARTAMENTAL**

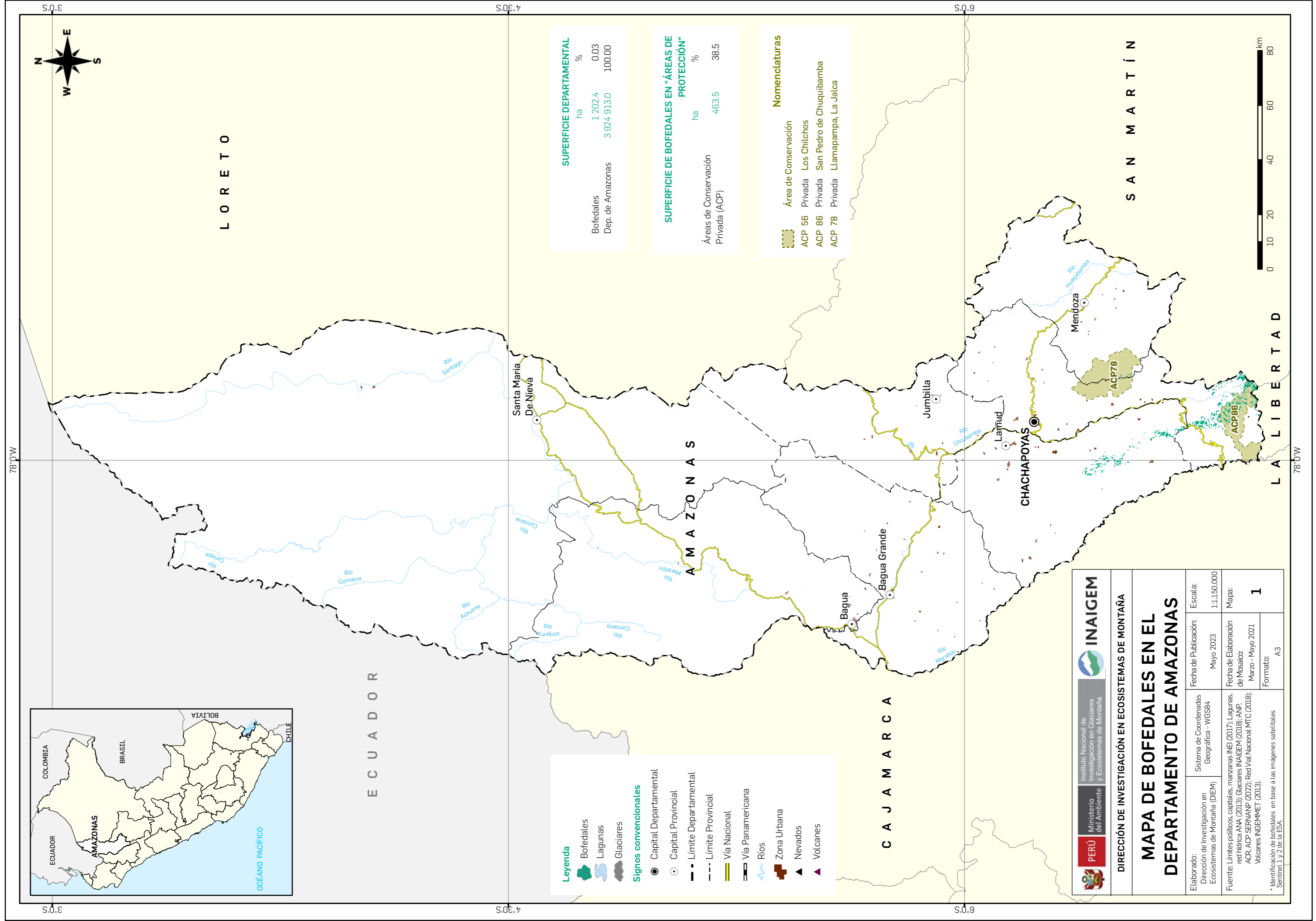
	ha	%
Bofedales	1.202,4	0,03
Dep. de Amazonas	3.924.913,0	100,00

**SUPERFICIE DE BOFEDALES EN "ÁREAS DE PROTECCIÓN"**

	ha	%
Áreas de Conservación Privada (ACP)	463,5	38,5

**Nomenclaturas**

Área de Conservación	Privada	Los Chilchos	San Pedro de Chuquibamba	Llamapampa, La Jalca
ACP 56	ACP 86	ACP 78		



**PERÚ** Ministerio del Ambiente y Ecosistemas de Montaña

**INAIGEM** Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña

**DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ECOSISTEMAS DE MONTAÑA**

### MAPA DE BOFEDALES EN EL DEPARTAMENTO DE AMAZONAS

Elaborado: Dirección de Investigación en Ecosistemas de Montaña (DIEM)	Sistema de Coordenadas Geográficas - WGS84	Fecha de Publicación: Mayo 2023	Escala: 1:1.150.000
	Fuente: Límites políticos, capitales, manzanas INEI (2017); Lagunas, red hídrica ANA (2013); Glaciares INAIGEM (2018); ANP, ACP, ACP-SERNANP (2022); Red Vial Nacional MTC (2018); Volcanes INGEMMET (2013).	Fecha de Elaboración de Mosaic: Marzo - Mayo 2021	Mapa: <b>1</b>
* Identificación de bofedales en base a las imágenes satelitales Sentinel 1 y 2 de la ESA.			Formato: A3

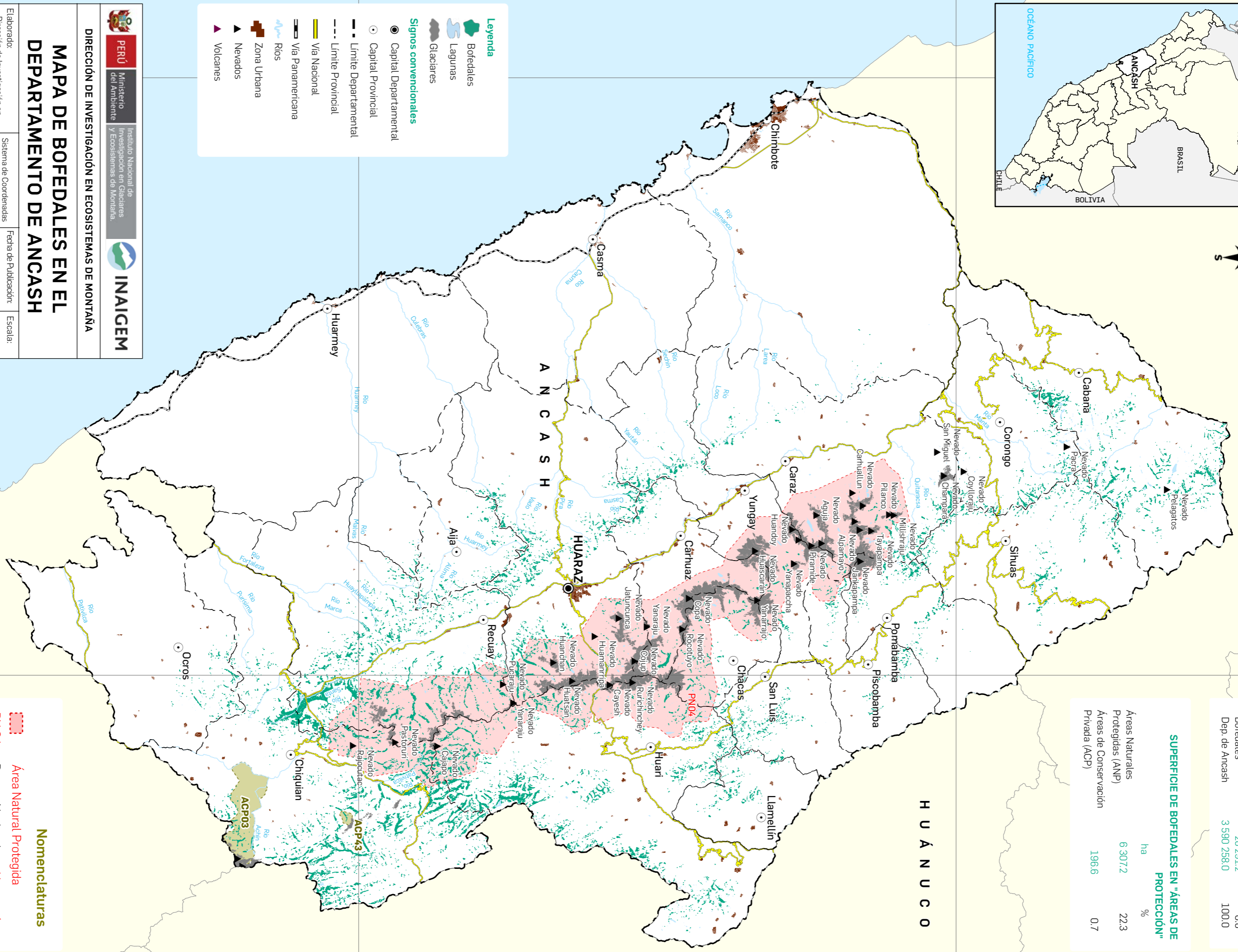


**SUPERFICIE DEPROTECCIÓN\***

Superficie	ha	%
Bofedales	28 291,2	0,8
Dep. de Ancash	3 590 258,0	100,0

**SUPERFICIE DE BOFEDALES EN "ÁREAS DE PROTECCIÓN"**

Superficie	ha	%
Áreas Naturales Protegidas (ANP)	6 307,2	22,3
Áreas de Conservación Privada (ACP)	1 966,6	0,7



**Leyenda**

- Bofedales
- Lagunas
- Glaciares

**Signos convencionales**

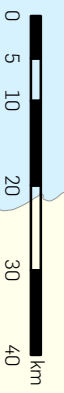
- Capital Departamental
- Capital Provincial
- Limite Departamental
- Limite Provincial
- Via Nacional
- Via Panamericana
- Rios
- Zona Urbana
- Nevarados
- Volcanes

**PERÚ** Ministerio del Ambiente Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña. **INAIGEM**

**MAPA DE BOFEDALES EN EL DEPARTAMENTO DE ANCASH**

**DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ECOSISTEMAS DE MONTAÑA**

Elaborador:	Dirección de Investigación en Ecosistemas de Montaña (DIEM)	Sistema de Coordenadas Geográfica - WGS84	Fecha de Publicación:	Mayo 2023	Escala:	1:850.000
Fuente:	Limites políticos, capitales, manzanas INEI (2017); Lagunas, red hidrogr. ANA (2013); Glaciares INAIGEM (2018); ANP ACP SERNAMP (2022); Red Vial Nacional MTC (2018); Volcanes INGENMET (2013).	Fecha de Elaboración de Mosaico:	Marzo - Mayo 2021	Mapa:	Formato:	A3
* Identificación de bofedales en base a las imágenes satelitales Sentinel 1 y 2 de la ESA.						<b>2</b>



**Nomenclaturas**

PN 04	Área Natural Protegida
ACP 03	Parque Nacional
ACP 43	Huascarán
	Área de Conservación Privada Pacllón
	Privada Microcuenca de Paría

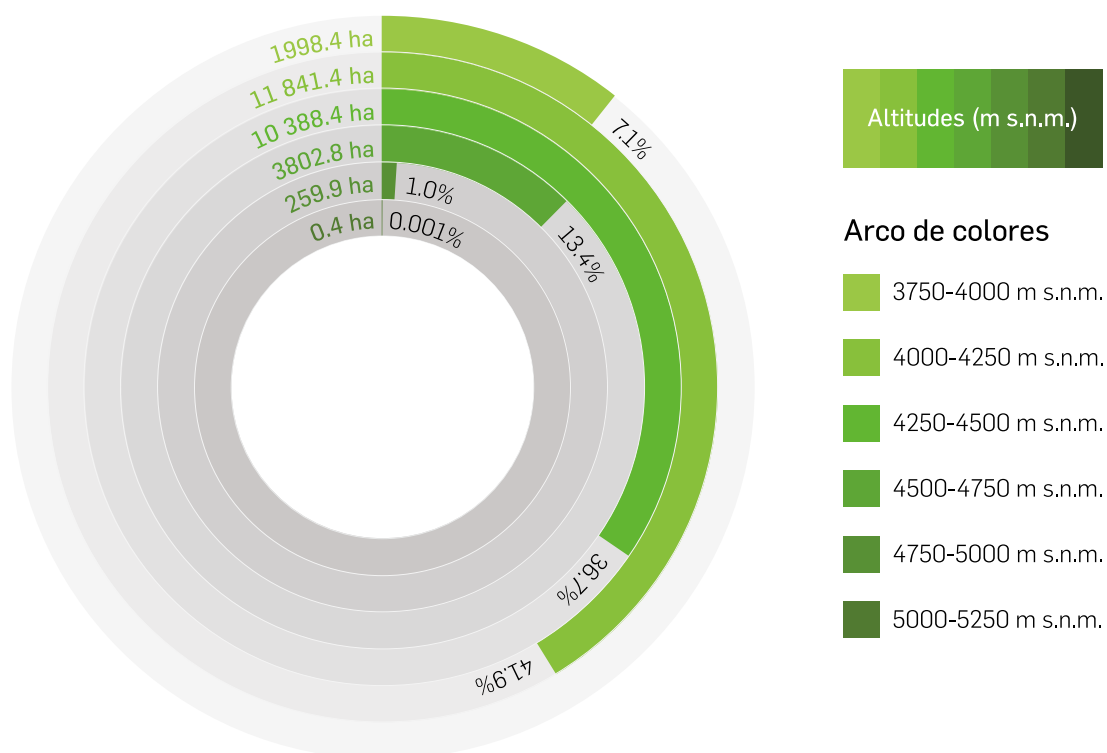
## 5.2.2. DEPARTAMENTO DE ANCASH

Los bofedales en el departamento de Áncash se desarrollan en la cadena de montaña occidental del centro del Perú. Poseen una extensión aproximada de 28 291.2 ha, lo que representa el 0.79 % del total de su territorio, encontrándose en el puesto 9 de los departamentos con mayor presencia de bofedales de un total de 19 a nivel nacional. El bofedal de mayor extensión presenta una superficie estimada de 804.4 ha, y el más pequeño presenta una superficie de 0.09 ha.

La presencia de los bofedales está extendida en 127 distritos de 19 provincias de la parte centro del departamento, con altitudes que van desde los 3750 a 5500 m s.n.m., concentrados en más del 25 % en la provincia de Bolognesi, dentro de la cuenca Pativilca y la intercuenca Alto Marañón V.

Se reporta un estimado de 22.3 % en ANP, 0.7 % en ACP y 28.3 % en comunidades campesinas, según el análisis realizado en el Inventario Nacional de Bofedales.

**Figura 5.7: Concentración de bofedales por rango altitudinal en el departamento de Ancash**



Fuente: elaboración propia.

“La figura muestra la mayor concentración de los bofedales en el departamento de Áncash, con un aproximado de **41.9%** en la categoría de altitud 4000 - 4250 m s.n.m.”

(Elaboración propia).

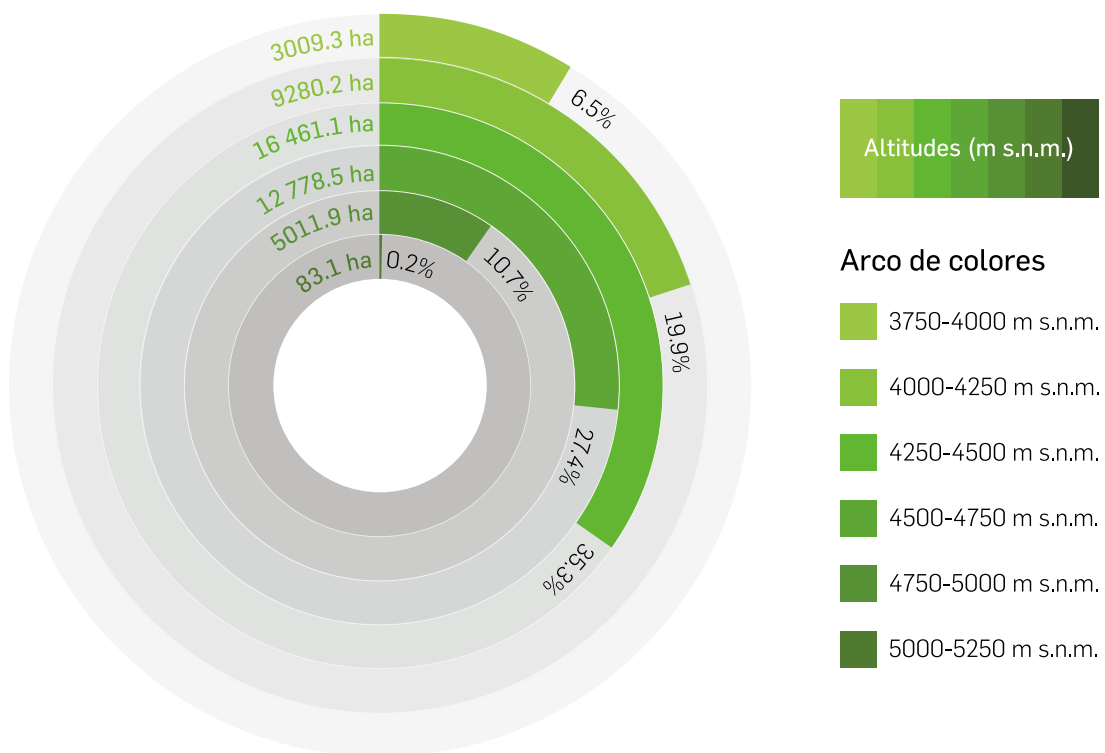
### 5.2.3. DEPARTAMENTO DE APURÍMAC

Los bofedales en el departamento de Apurímac se desarrollan entre las cadenas de montañas central y occidental del sur del Perú. Poseen una extensión aproximada de 46 624.1 ha, lo que representa el 2.23 % del total de su territorio, encontrándose en el puesto 6 de los departamentos con mayor presencia de bofedales de un total de 19 a nivel nacional. El bofedal de mayor extensión presenta una superficie estimada de 944.5 ha, y el bofedal más pequeño presenta una superficie de 0.09 ha.

La presencia de los bofedales está extendida en 80 distritos de siete provincias de la parte centro y sur del departamento, con altitudes que van desde los 3750 a 5250 m s.n.m. Tienen una concentración del 25 % en la provincia de Aymaraes, dentro de la cuenca Alto Apurímac y Ocoña.

Se reporta un estimado de 0.01 % en ANP y 16.5 % en comunidades campesinas, según el análisis realizado en el Inventario Nacional de Bofedales.

**Figura 5.8: Concentración de bofedales por rango altitudinal en el departamento de Apurímac**



Fuente: elaboración propia.

“La figura muestra la mayor concentración de los bofedales en el departamento de Apurímac, con un aproximado de **35.3%** en la categoría de altitud 4250 - 4500 m s.n.m.”

(Elaboración propia).

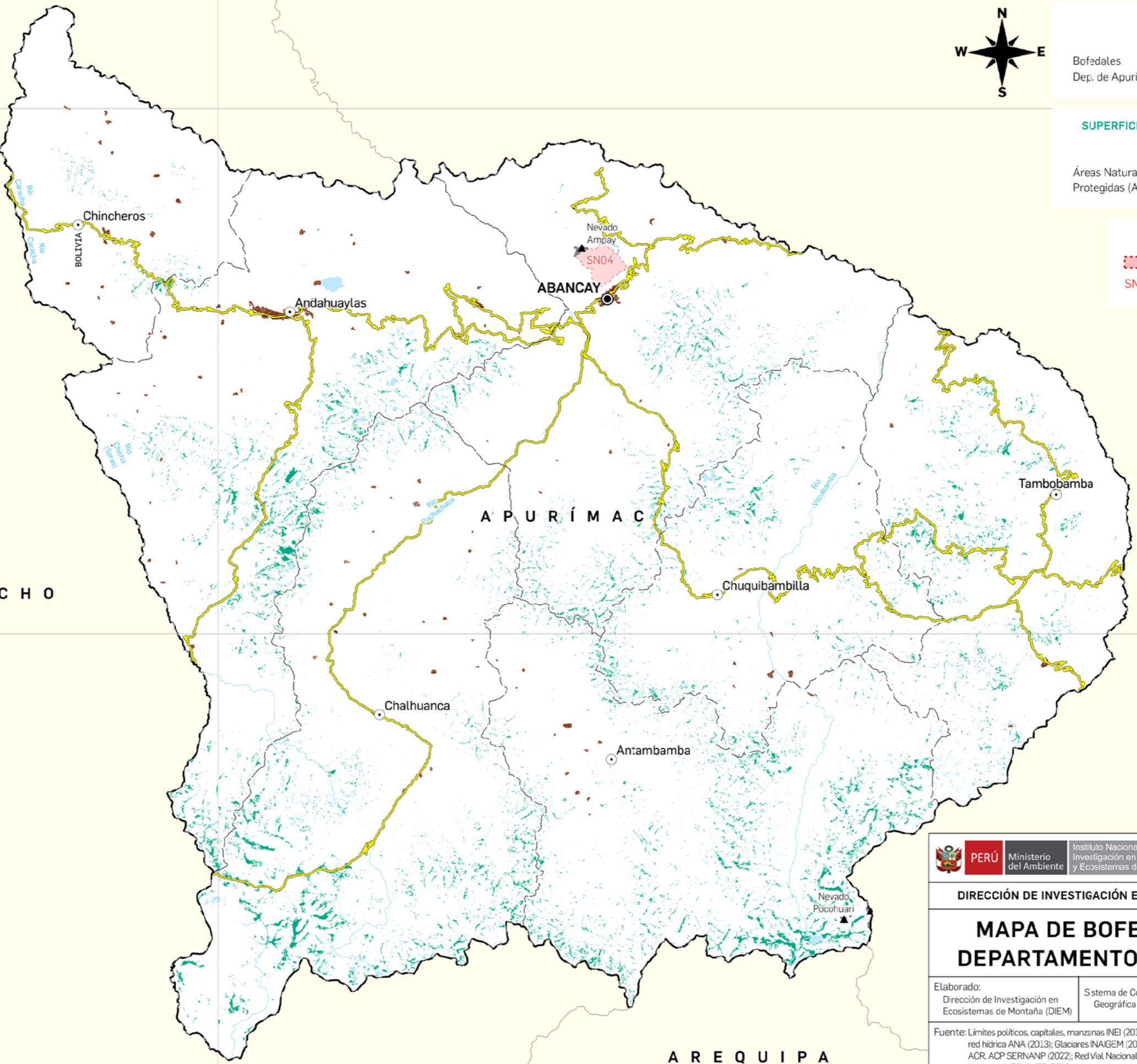
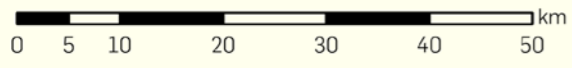


SUPERFICIE DEPARTAMENTAL		
	ha	%
Bofedales	46 624.1	2.2
Dep. de Apurímac	2 089 579.0	100.0

SUPERFICIE DE BOFEDALES EN "ÁREAS DE PROTECCIÓN"		
	ha	%
Áreas Naturales Protegidas (ANP)	2.5	0.01

Nomenclaturas		
	Área Natural Protegida	
SN 04	Santuario Nacional	Ampay

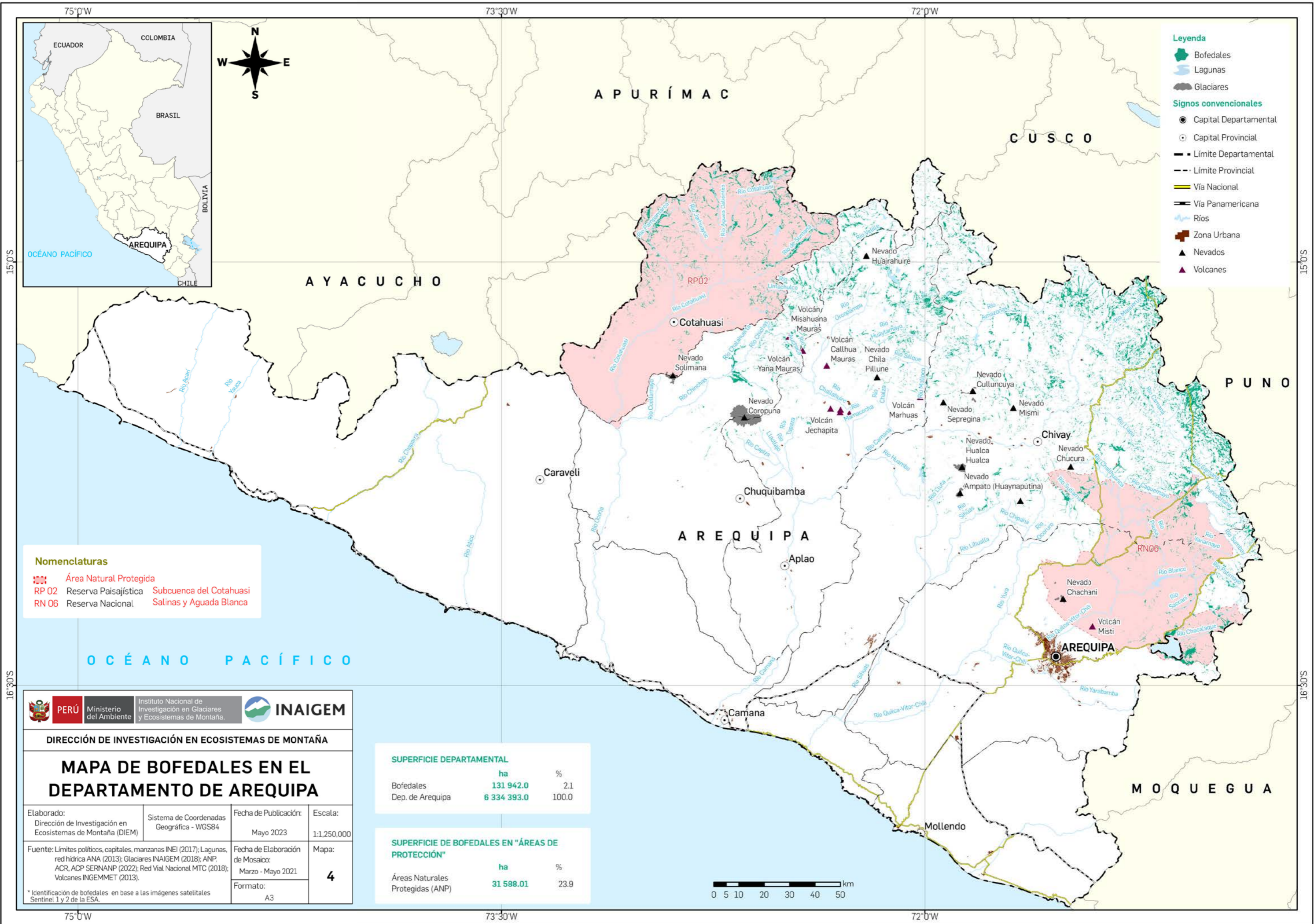
Leyenda	
	Bofedales
	Lagunas
	Glaciares
Signos convencionales	
	Capital Departamental
	Capital Provincial
	Límite Departamental
	Límite Provincial
	Vía Nacional
	Vía Panamericana
	Ríos
	Zona Urbana
	Nevados
	Volcanes



DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ECOSISTEMAS DE MONTAÑA

## MAPA DE BOFEDALES EN EL DEPARTAMENTO DE APURÍMAC

Elaborado: Dirección de Investigación en Ecosistemas de Montaña (DIEM)	Sistema de Coordenadas Geográfica - WGS84	Fecha de Publicación: Mayo 2023	Escala: 1:700,000
Fuente: Límites políticos, capitales, manzanas INEI (2017); Lagunas, red hídrica ANA (2013); Glaciares INAIGEM (2018); ANP, ACR, ACP SERNANP (2022); Red Vial Nacional MTC (2018); Volcanes INGEMMET (2013).		Fecha de Elaboración de Mosaico: Marzo - Mayo 2021	Mapa: <b>3</b>
* Identificación de bofedales en base a las imágenes satelitales Sentinel 1 y 2 de la ESA.		Formato: A3	



- Leyenda**
- Bofedales
  - Lagunas
  - Glaciares
- Signos convencionales**
- Capital Departamental
  - Capital Provincial
  - Límite Departamental
  - - - Límite Provincial
  - Vía Nacional
  - Vía Panamericana
  - Ríos
  - Zona Urbana
  - ▲ Nevados
  - ▲ Volcanes

- Nomenclaturas**
- Área Natural Protegida
  - RP 02 Reserva Paisajística Subcuenca del Cotahuasi
  - RN 06 Reserva Nacional Salinas y Aguada Blanca

**PERÚ** Ministerio del Ambiente Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña.

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ECOSISTEMAS DE MONTAÑA

## MAPA DE BOFEDALES EN EL DEPARTAMENTO DE AREQUIPA

Elaborado: Dirección de Investigación en Ecosistemas de Montaña (DIEM)	Sistema de Coordenadas Geográfica - WGS84	Fecha de Publicación: Mayo 2023	Escala: 1:1.250.000
Fuente: Límites políticos, capitales, manzanas INEI (2017); Lagunas, red hídrica ANA (2013); Glaciares INAIGEM (2018); ANP, ACR, ACP SERNANP (2022); Red Vial Nacional MTC (2018); Volcanes INGEMMET (2013).		Fecha de Elaboración de Mosaico: Marzo - Mayo 2021	Mapa: <b>4</b>
* Identificación de bofedales en base a las imágenes satelitales Sentinel 1 y 2 de la ESA.		Formato: A3	

**SUPERFICIE DEPARTAMENTAL**

	ha	%
Bofedales	131 942.0	2.1
Dep. de Arequipa	6 334 393.0	100.0

**SUPERFICIE DE BOFEDALES EN "ÁREAS DE PROTECCIÓN"**

	ha	%
Áreas Naturales Protegidas (ANP)	31 588.01	23.9



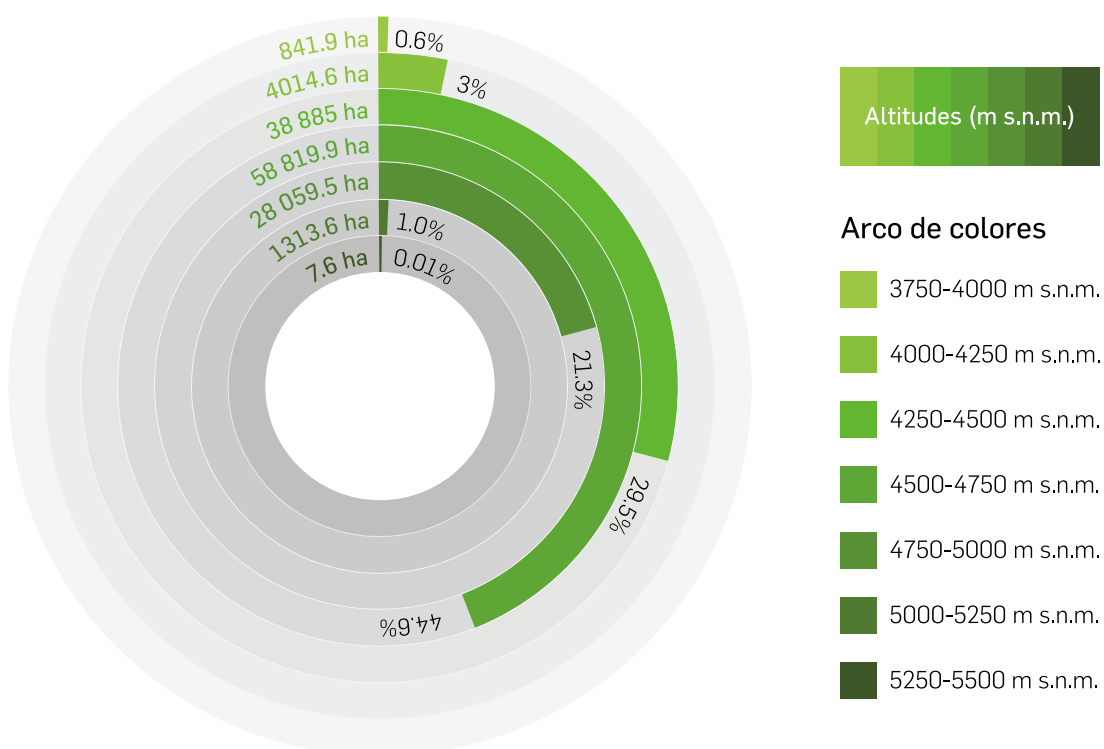
## 5.2.4. DEPARTAMENTO DE AREQUIPA

Los bofedales en el departamento de Arequipa se desarrollan en la cadena de montaña occidental del Perú. Poseen una extensión aproximada de 131 942.0 ha, lo que representa el 2.08 % del total de su territorio, encontrándose en el puesto 2 de los departamentos con mayor presencia de bofedales de un total de 19 a nivel nacional. El bofedal de mayor extensión presenta una superficie estimada de 3449.3 ha, y el bofedal más pequeño presenta una superficie de 0.09 ha.

La presencia de los bofedales está extendida en 49 distritos de 5 provincias de la parte sur y centro del departamento, con altitudes que van desde los 3750 a 5500 m s.n.m. Más del 50 % se concentra en la provincia de Caylloma, en la cuenca de Camaná.

Se reporta un estimado de 23.9 % en ANP y 29.2 % en comunidades campesinas, según el análisis realizado en el Inventario Nacional de Bofedales.

**Figura 5.9: Concentración de bofedales por rango altitudinal en el departamento de Arequipa**



Fuente: elaboración propia.

“La figura muestra la mayor concentración de los bofedales en el departamento de Arequipa, con un aproximado de **44.6%** en la categoría de altitud 4500 - 4750 m s.n.m.”

(Elaboración propia).

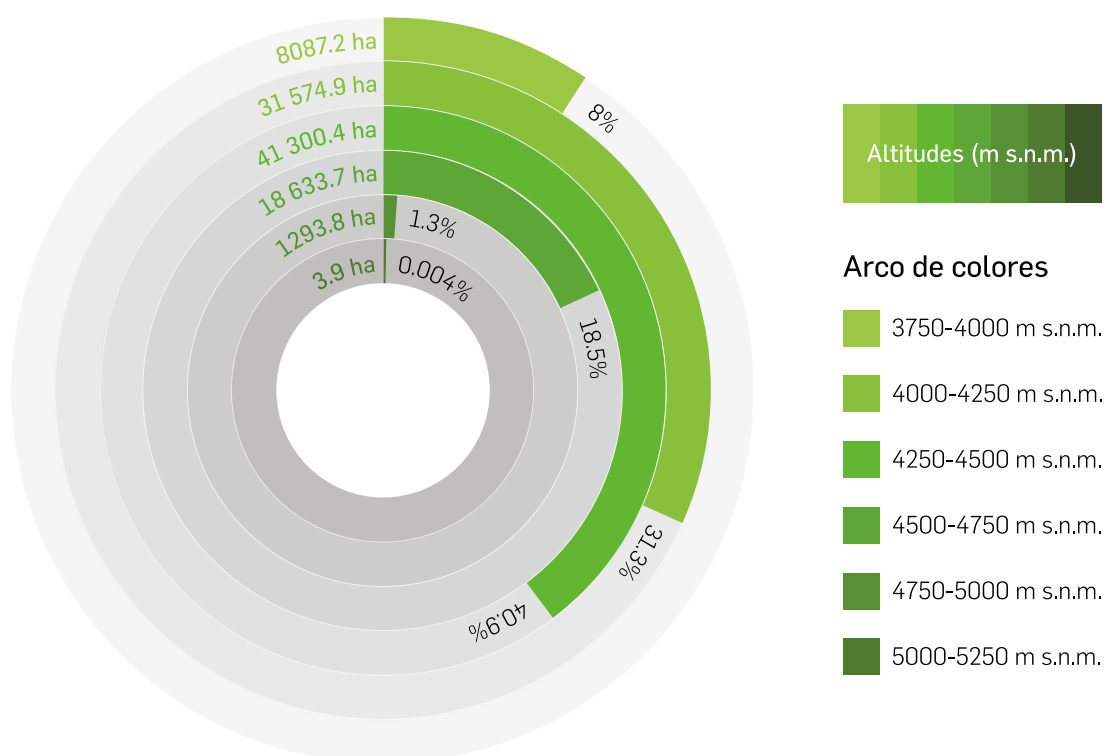
## 5.2.5. DEPARTAMENTO DE AYACUCHO

Los bofedales en el departamento de Ayacucho se desarrollan entre las cadenas de montañas central y occidental del sur del Perú. Poseen una extensión aproximada de 100 894.0 ha, lo que representa el 2.30 % del total de su territorio, encontrándose en el puesto 3 de los departamentos con mayor presencia de bofedales de un total de 19 a nivel nacional. El bofedal de mayor extensión presenta una superficie estimada de 4210.9 ha, y el bofedal más pequeño presenta una superficie de 0.09 ha.

La presencia de los bofedales está extendida en 93 distritos de 11 provincias de la parte centro y sur del departamento, con altitudes que van desde los 3750 a 5250 m s.n.m., que concentra más del 40 % en la provincia de Lucanas, dentro de las cuencas de Acarí y Pampas.

Se reporta un estimado de 1.2 % en ANP, 0.01 % en ACR y 19.9 % en comunidades campesinas, según el análisis realizado en el Inventario Nacional de Bofedales.

**Figura 5.10: Concentración de bofedales por rango altitudinal en el departamento de Ayacucho**



Fuente: elaboración propia.

“La figura muestra la mayor concentración de los bofedales en el departamento de Ayacucho, con un aproximado de **40.9%** en la categoría de altitud 4250 - 4500 m s.n.m.”

(Elaboración propia).

73°30'W

75°0'W

13°30'S

13°30'S

15°0'S

15°0'S

73°30'W

75°0'W



**SUPERFICIE DEPARTAMENTAL**

Bofedales	ha	%
100 894	4 381 480.0	2.3
Dep. de Ayacucho		100.0

**SUPERFICIE DE BOFEDALES EN "ÁREAS DE PROTECCIÓN"**

Áreas Naturales Protegidas (ANP)	ha	%
1234.4	9.6	1.2
Áreas de Conservación Regional (ACR)		0.01

CUSCO

HUANCAVELICA

AYACUCHO

AYACUCHO

APURÍMAC

ICA

AREQUIPA

**Leyenda**

- Bofedales
- Lagunas
- Glaciares

**Signos convencionales**

- Capital Departamental
- Capital Provincial
- Limite Departamental
- Limite Provincial
- Via Nacional
- Via Panamericana
- Rios
- Zona Urbana
- Nevados
- Volcanes

**INAIGEM**  
Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña

**DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ECOSISTEMAS DE MONTAÑA**

### MAPA DE BOFEDALES EN EL DEPARTAMENTO DE AYACUCHO

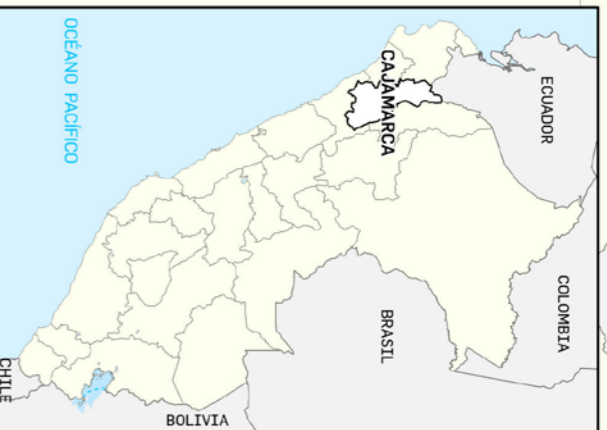
Elaborado: Dirección de Investigación en Ecosistemas de Montaña (DIEM)	Sistema de Coordenadas Geográficas - WGS84	Fecha de Publicación: Mayo 2023	Escala: 1:1,000,000
	Fuente: Límites políticos, capitales, manzanas INEI (2017); Lagunas, red hídrica ANA (2013); Glaciares INAIGEM (2018); ANP, ACR, ACP-SERVANP (2022); Red Vial Nacional MTC (2018); Volcanes INGENMET (2013).	Fecha de Elaboración de Mosaico: Marzo - Mayo 2021	Mapa: <b>5</b>

\* Identificación de bofedales en base a las imágenes satelitales Sentinel 1 y 2 de la ESA.

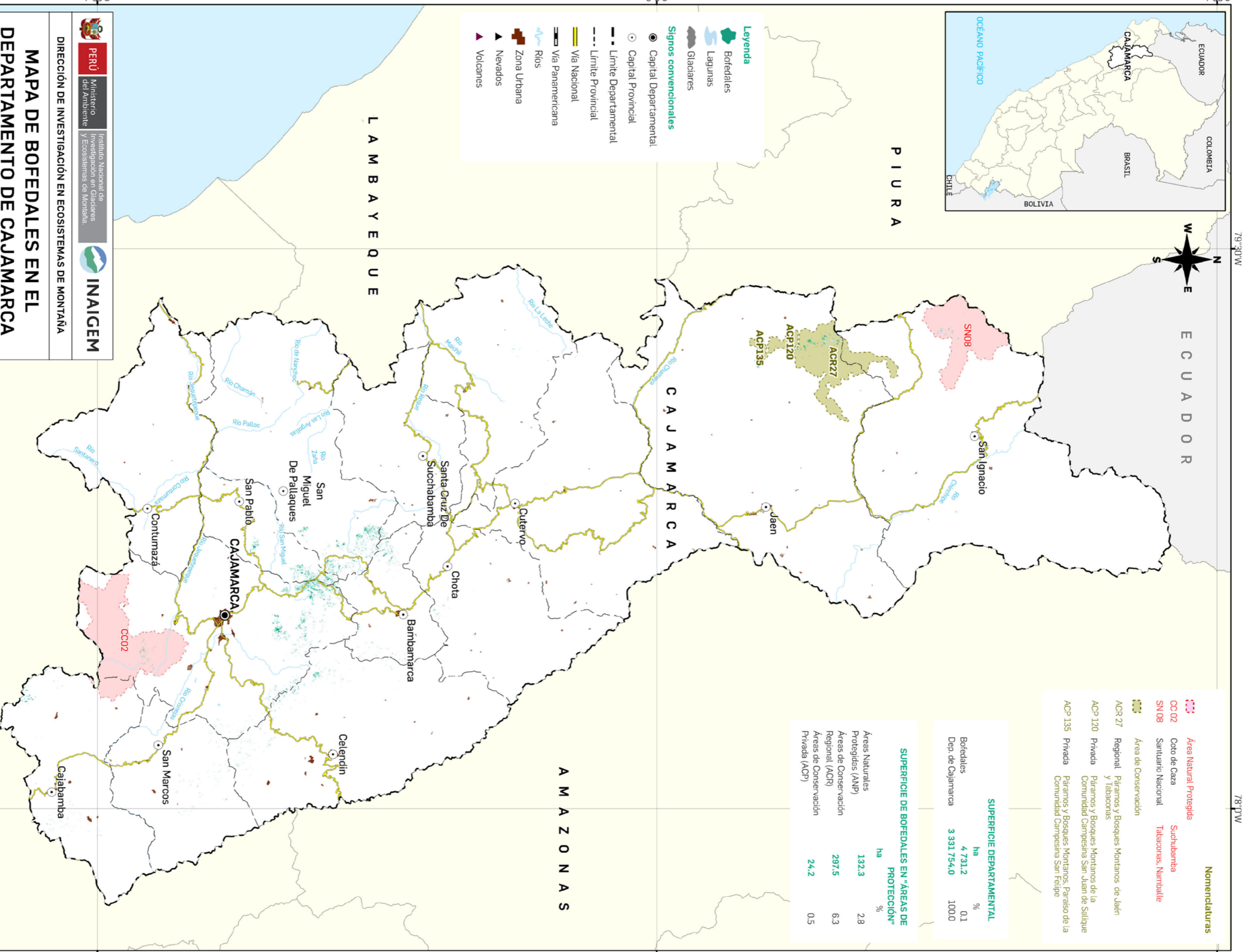
**Nomenclaturas**

Área Natural Protegida	Reserva Nacional	Pampa Galeras Bárbara D'Achille
RN 01	Área de Conservación Regional	ACR 08
	Bosque de Puya de Raymond	Titankeyoc





- Leyenda**
- Bofedales
  - Lagunas
  - Glaciares
- Signos convencionales**
- Capital Departamental
  - Capital Provincial
  - Límite Departamental
  - Límite Provincial
  - Via Nacional
  - Via Panamericana
  - ~ Ríos
  - Zona Urbana
  - ▲ Nevados
  - ▲ Volcanes



**Nomenclaturas**

<span style="color: red;">■</span> Área Natural Protegida	<span style="color: red;">■</span> Suchubamba
<span style="color: red;">■</span> Coto de Caza	<span style="color: red;">■</span> Tabacaras, Namballe
<span style="color: red;">■</span> SN 08	<span style="color: red;">■</span> Santuario Nacional
<span style="color: green;">■</span> Área de Conservación	
ACR 27	Regional
ACR 120	Privada
ACP 135	Privada

Parámetros y Bosques Montanos, Paraiso de la Comunidad Campesina San Felipe  
 Parámetros y Bosques Montanos de Jaén y Tabaconas  
 Parámetros y Bosques Montanos de la Comunidad Campesina San Juan de Salique

**SUPERFICIE DEPTAMENTAL**

Bofedales	ha	%
Bofedales	4 731,2	0,1
Dep. de Cajamarca	3 331 754,0	100,0

**SUPERFICIE DE BOFEDALES EN "ÁREAS DE PROTECCIÓN"**

Áreas Naturales Protegidas (ANP)	ha	%
Áreas de Conservación Regional (ACR)	132,3	2,8
Áreas de Conservación Privada (ACP)	297,5	6,3
Áreas de Conservación Privada (ACP)	24,2	0,5

**PERÚ** Ministerio del Ambiente

Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña

**INAIGEM**

**DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ECOSISTEMAS DE MONTAÑA**

**MAPA DE BOFEDALES EN EL DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA**

Elaborador:	Sistema de Coordenadas Geográficas - WGS84	Fecha de Publicación:	Mayo 2023	Escala:	1:1.000.000
Dirección de Investigación en Ecosistemas de Montaña (DIEM)		Fecha de Elaboración de Mosaico:	Marzo - Mayo 2021	Mapa:	6
Fuente: Límites políticos, capitales, marzanos, INEI (2017); Lagunas, red hídrica ANA (2013); Glaciares INAIGEM (2018); ANP, ACR, ACP SERNAIP (2022); Red Vial Nacional MTC (2018); Volcanes INCEMNET (2013).		Formato:	A3		

\* Identificación de bofedales en base a las imágenes satelitales Sentinel 1 y 2 de la ESA.

79°30'W

78°0'W

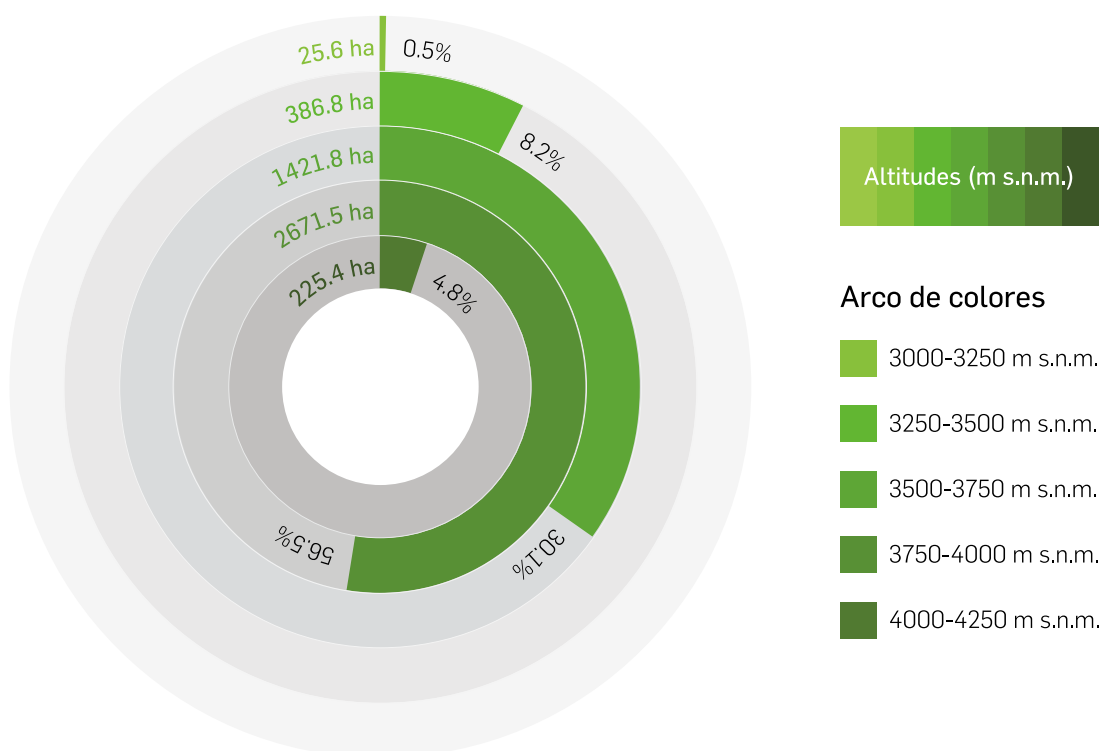


## 5.2.6. DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA

Los bofedales en el departamento de Cajamarca se desarrollan en la cadena de montaña occidental y central del norte del Perú. Poseen una extensión aproximada de 4731.2 ha, lo que representa el 0.14 % del total de su territorio, encontrándose en el puesto 16 de los departamentos con mayor presencia de bofedales de un total de 19 a nivel nacional. El bofedal de mayor extensión presenta una superficie estimada de 105.0 ha, y el bofedal más pequeño presenta una superficie de 0.09 ha.

La presencia de los bofedales está extendida en 41 distritos de 11 provincias de la parte centro y norte del departamento, con altitudes que van desde los 3000 a 4250 m s.n.m., Mas del 35 % de bofedales se concentran en la provincia de Cajamarca. Se reporta un estimado de 2.8 % en ANP, 6.3 % en ACR, 0.5 % en ACP y 13.9 % en comunidades campesinas, según el análisis realizado en el Inventario Nacional de Bofedales.

**Figura 5.11: Concentración de bofedales por rango altitudinal en el departamento de Cajamarca**



Fuente: elaboración propia.

“La figura muestra la mayor concentración de los bofedales en el departamento de Cajamarca, con un aproximado de **56.5%** en la categoría de altitud 3750 - 4000 m s.n.m.”

(Elaboración propia).

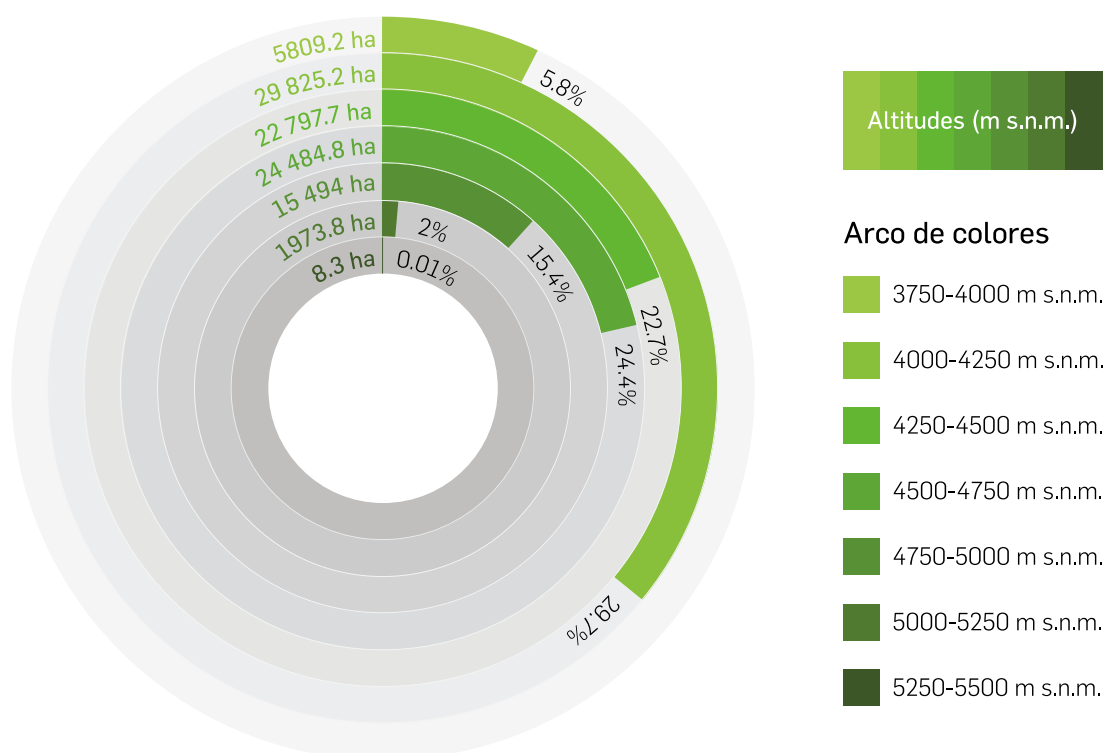
## 5.2.7. DEPARTAMENTO DE CUSCO

Los bofedales en el departamento de Cusco se desarrollan entre las cadenas de montañas oriental y central del Perú. Poseen una extensión aproximada de 100 393.0 ha, lo que representa el 1.39 % del total de su territorio, encontrándose en el puesto 4 de los departamentos con mayor presencia de bofedales de un total de 19 a nivel nacional. El bofedal de mayor extensión presenta una superficie estimada de 944.99 ha, y el bofedal más pequeño presenta una superficie de 0.09 ha.

La presencia de los bofedales está extendida en 99 distritos de 13 provincias de la parte sur y centro del departamento, con altitudes que van desde los 3750 a 5500 m s.n.m. El 30 % está concentrado en la provincia de Espinar, dentro de la intercuenca Alto Apurímac.

Se reporta un estimado de 0.1 % en ANP, 7.6 % en ACR, 0.04 % en ACP y 2.1 % en comunidades campesinas, según el análisis realizado en el Inventario Nacional de Bofedales.

**Figura 5.12: Concentración de bofedales por rango altitudinal en el departamento de Cusco**

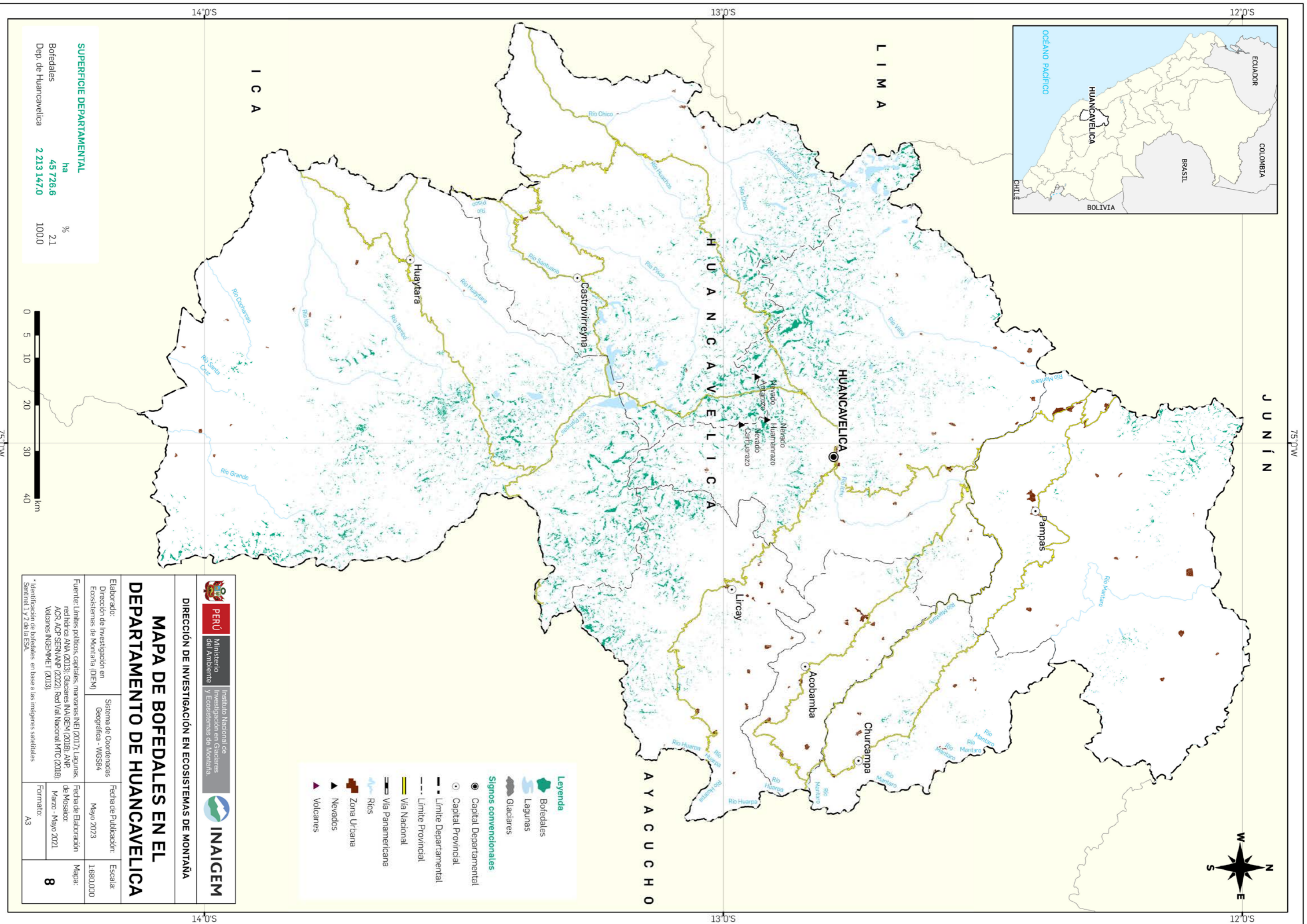


Fuente: elaboración propia.

“La figura muestra la mayor concentración de los bofedales en el departamento de Cusco, con un aproximado de **29.7%** en la categoría de altitud 4000 – 4250 m s.n.m.”

(Elaboración propia).





**SUPERFICIE DEPARTAMENTAL**

Bofedales	45 726,6	2,1
ha		%
Dep. de Huancavelica	2 213 147,0	100,0



**Leyenda**

- Bofedales
- Lagunas
- Glaciares
- Signos convencionales
  - Capital Departamental
  - Capital Provincial
  - Limite Departamental
  - Limite Provincial
  - Via Nacional
  - Via Panamericana
  - Rios
  - Zona Urbana
  - Nevados
  - Volcanes

**DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ECOSISTEMAS DE MONTAÑA**

**MAPA DE BOFEDALES EN EL DEPARTAMENTO DE HUANCABELICA**

Elaborado: Dirección de Investigación en Ecosistemas de Montaña (DIEM)

Sistema de Coordenadas Geográficas - WGS84

Fecha de Publicación: Mayo 2023

Escala: 1:880,000

<p>Fuente: Límites políticos, capitales, manzanas INEI (2017); Lagunas, red hídrica ANA (2013); Glaciares INAIGEM (2018); ANP, AQR, ACP, SERANAP (2022); Red Val Nacional MTC (2018); Volcanes INGENMET (2013).</p> <p>* Identificación de bofedales en base a las imágenes satelitales Sentinel 1 y 2 de la ESA.</p>	<p>Fecha de Elaboración de Mosaic: Marzo - Mayo 2021</p>	<p>Mapa: 8</p>
<p>Formato: A3</p>		



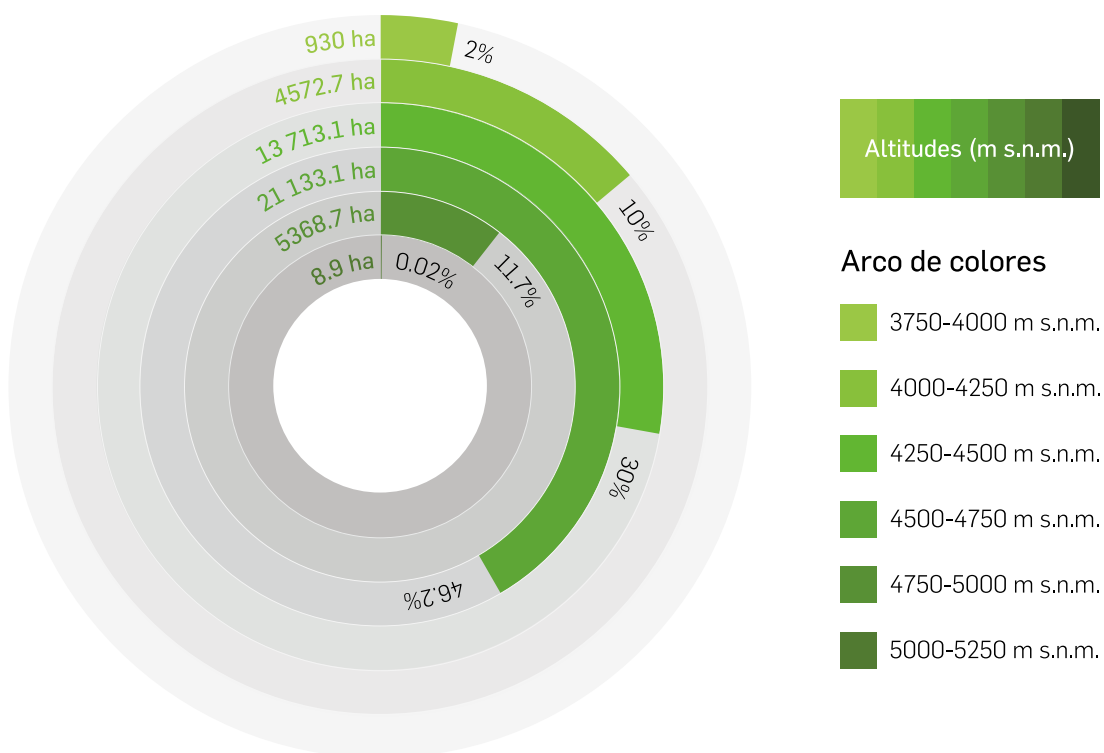
## 5.2.8. DEPARTAMENTO DE HUANCAMELICA

Los bofedales en el departamento de Huancavelica se desarrollan entre las cadenas de montañas central y occidental del centro del Perú. Poseen una extensión aproximada de 45 726.6 ha, lo que representa el 2.07 % del total de su territorio, encontrándose en el puesto 7 de los departamentos con mayor presencia de bofedales de un total de 19 a nivel nacional. El bofedal de mayor extensión presenta una superficie estimada de 448.7 ha, y el bofedal más pequeño presenta una superficie de 0.09 ha.

La presencia de los bofedales está extendida en 80 distritos de siete provincias de la parte centro y sur del departamento, con altitudes que van desde los 3750 a 5000 m s.n.m., con una concentración de 32 % en la provincia de Huaytará, dentro de la cuenca Pampas.

Se reporta un estimado de 9.5 % en comunidades campesinas, según el análisis realizado en el Inventario Nacional de Bofedales.

**Figura 5.13: Concentración de bofedales por rango altitudinal en el departamento de Huancavelica**



Fuente: elaboración propia.

“La figura muestra la mayor concentración de los bofedales en el departamento de Huancavelica, con un aproximado de **46.2%** en la categoría de altitud 4500 - 4750 m s.n.m.”

(Elaboración propia).

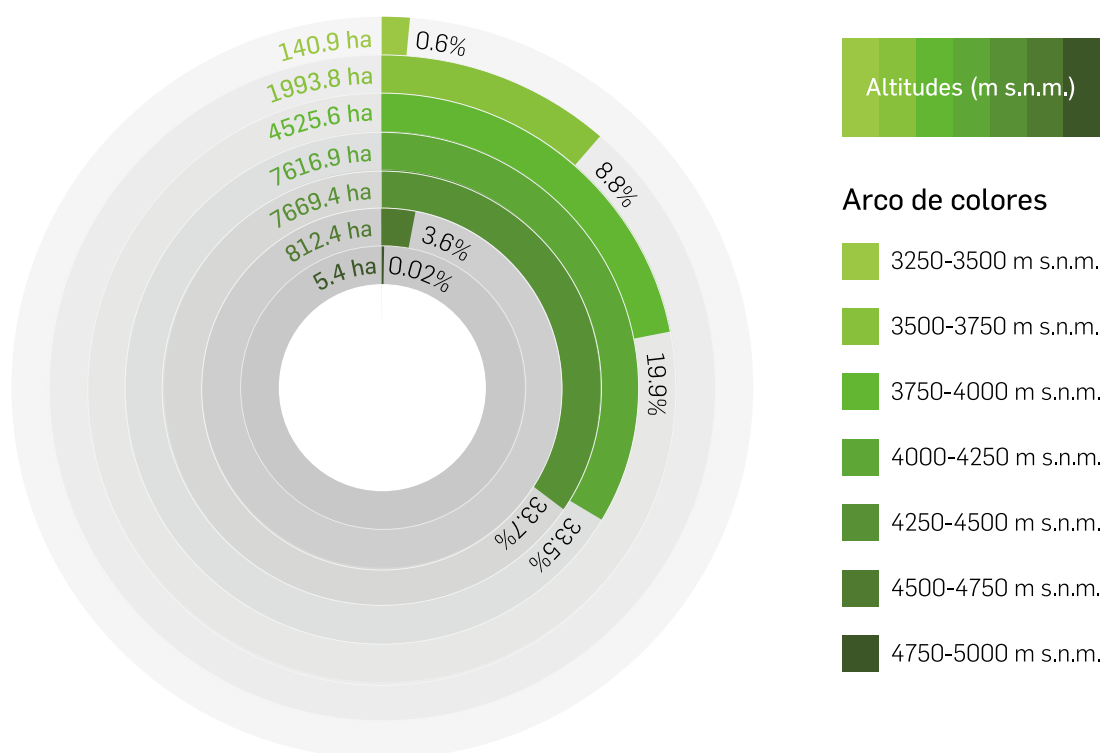
## 5.2.9. DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO

Los bofedales en el departamento de Huánuco se desarrollan en la cadena de montaña central y oriental del centro del Perú. Poseen una extensión aproximada de 22 764.4 ha, lo que representa el 0.62 % del total de su territorio, encontrándose en el puesto 10 de los departamentos con mayor presencia de bofedales de un total de 19 a nivel nacional. El bofedal de mayor extensión presenta una superficie estimada de 262.1 ha, y el bofedal más pequeño presenta una superficie de 0.09 ha.

La presencia de los bofedales está extendida en 56 distritos de nueve provincias de la parte centro y norte del departamento, con altitudes que van desde los 3250 a 5250 m s.n.m. Están concentrados en más del 36 % en la provincia de Lauricocha, dentro de la intercuenca Alto Marañón V.

Se reporta un estimado de 4.3 % en ACP y 43.7 % en comunidades campesinas, según el análisis realizado en el Inventario Nacional de Bofedales.

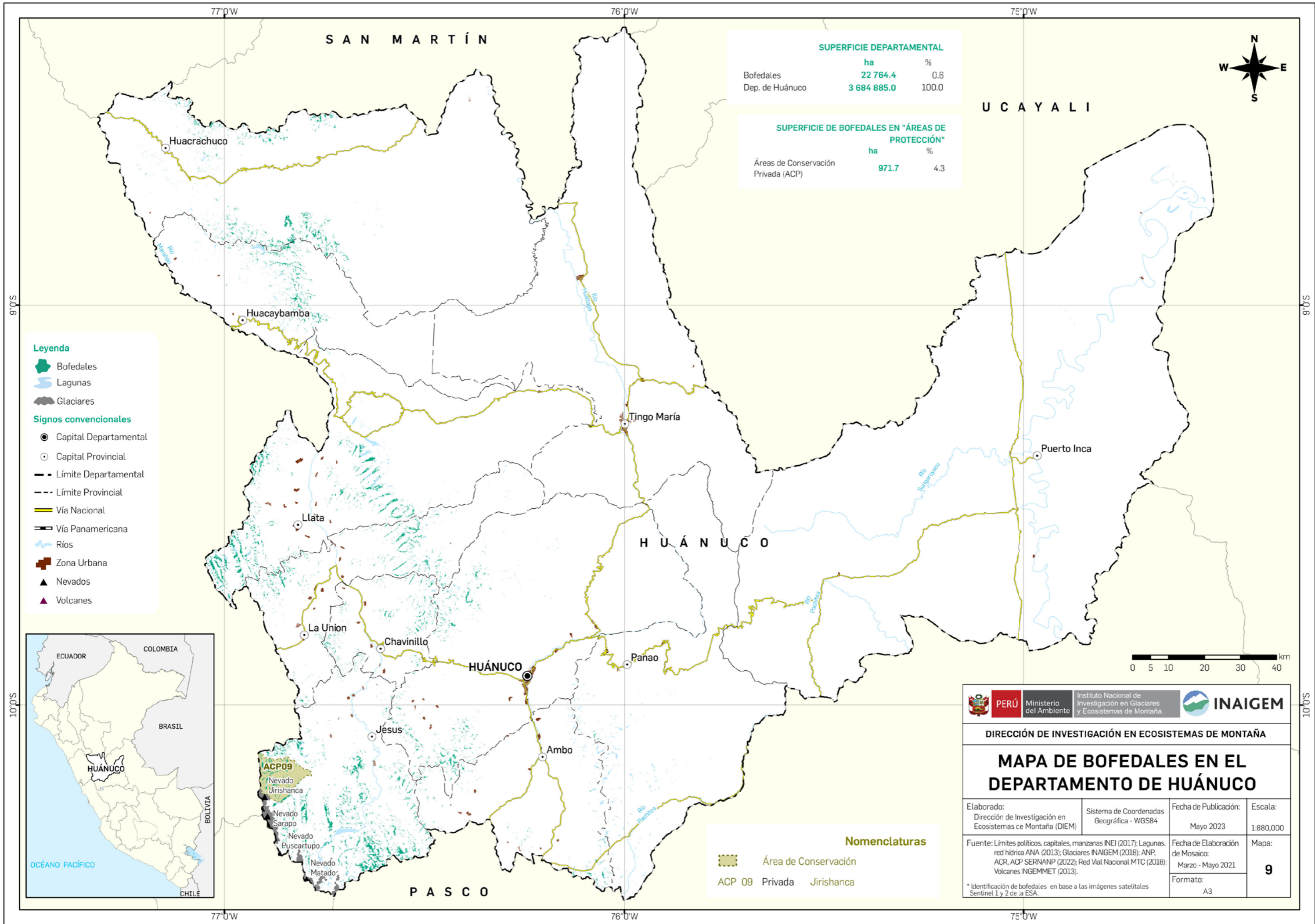
**Figura 5.14: Concentración de bofedales por rango altitudinal en el departamento de Huánuco**



Fuente: elaboración propia.

“La figura muestra la mayor concentración de los bofedales en el departamento de Huánuco, con un aproximado de **67.3%** en la categoría de altitud 4000 - 4500 m s.n.m.”

(Elaboración propia).



SUPERFICIE DEPARTAMENTAL		
	ha	%
Bofedales	22 764.4	0.6
Dep. de Huánuco	3 684 885.0	100.0

SUPERFICIE DE BOFEDALES EN "ÁREAS DE PROTECCIÓN"		
	ha	%
Áreas de Conservación Privada (ACP)	971.7	4.3

- Leyenda**
- Bofedales
  - Lagunas
  - Glaciares
- Signos convencionales**
- Capital Departamental
  - Capital Provincial
  - Límite Departamental
  - Límite Provincial
  - Vía Nacional
  - Vía Panamericana
  - Ríos
  - Zona Urbana
  - Nevados
  - Volcanes



**PERÚ** Ministerio del Ambiente Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña.

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ECOSISTEMAS DE MONTAÑA

## MAPA DE BOFEDALES EN EL DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO

Elaborado: Dirección de Investigación en Ecosistemas de Montaña (DIEM)	Sistema de Coordenadas Geográfica - WGS84	Fecha de Publicación: Mayo 2023	Escala: 1:880,000
Fuente: Límites políticos, capitales, manzanas INEI (2017); Lagunas, red hídrica ANA (2013); Glaciares INAIGEM (2018); ANP, ACP, ACP SERNANP (2022); Red Vial Nacional MTC (2018); Volcanes INGEMMET (2013).		Fecha de Elaboración de Mosaico: Marzo - Mayo 2021	Mapa: <b>9</b>
* Identificación de bofedales en base a las imágenes satelitales Sentinel 1 y 2 de ESA.		Formato: A3	

**Nomenclaturas**

	Área de Conservación
ACP 09 Privada Jirishanca	



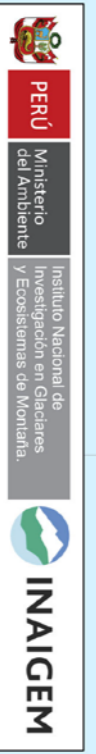
- Leyenda**
- Bofedales
  - Lagunas
  - Glaciares
  - Signos convencionales**
  - Capital Departamental
  - Capital Provincial
  - Limite Provincial
  - Limite Departamental
  - Via Nacional
  - Via Panamericana
  - Rios
  - Zona Urbana
  - Nevados
  - Volcanes

**SUPERFICIE DEPARTAMENTAL**

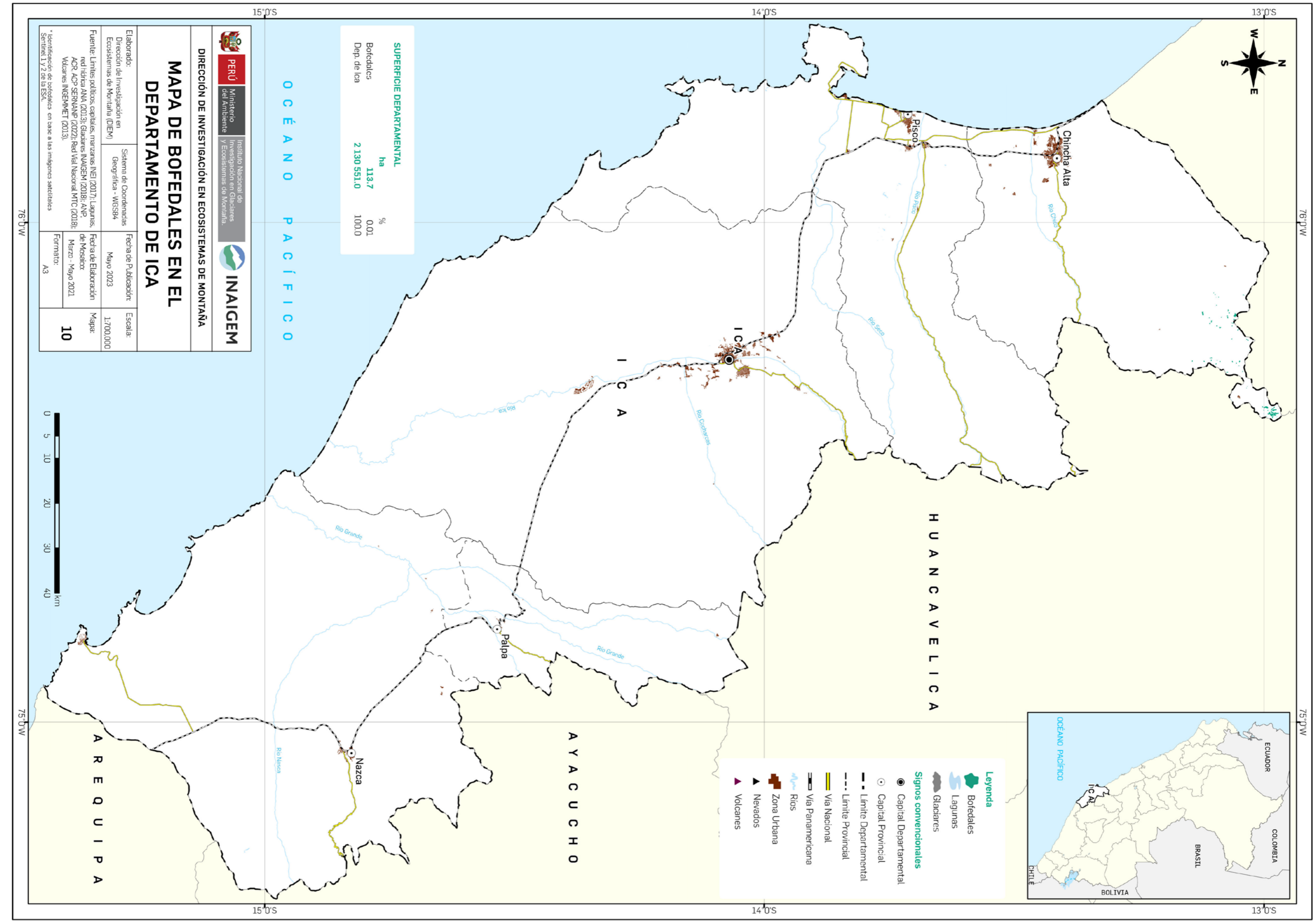
	ha	%
Bofedales	113,7	0,01
Dep. de Ica	2 130 551,0	100,0

# MAPA DE BOFEDALES EN EL DEPARTAMENTO DE ICA

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ECOSISTEMAS DE MONTAÑA



Elaborador: Dirección de Investigación en Ecosistemas de Montaña (DIEM)	Sistema de Coordenadas Geográficas - WGS84	Fecha de Publicación: Mayo 2023	Escala: 1:700.000
Fuente: Límites políticos, capitales, marzanos, INEI (2017); Lagunas, red hídrica ANA (2013); Glaciares INAIGEM (2018); ANP, ACR, AQP, SERMANP (2022); Red Vial Nacional MTC (2018); Volcanes INGEOMET (2013).	Fecha de Elaboración de Mosaico: Marzo - Mayo 2021	Mapa: Formato: A3	Mapa: Escala: 10



15°0'S 14°0'S 13°0'S  
76°0'W 75°0'W

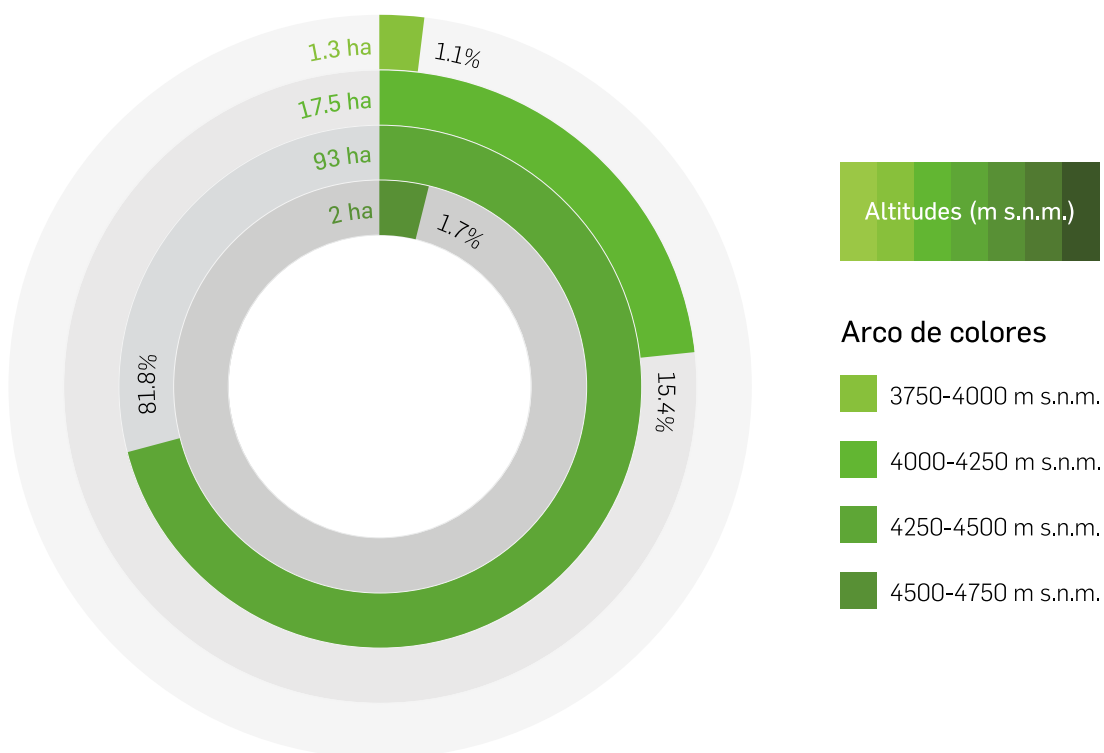
## 5.2.10. DEPARTAMENTO DE ICA

Los bofedales en el departamento de Ica se desarrollan en la cordillera occidental de los Andes del sur del Perú. Poseen una extensión aproximada de 113.7 ha, lo que representa el 0.01 % del total de su territorio, encontrándose en el puesto 19 de los departamentos con mayor presencia de bofedales de un total de 19 a nivel nacional. El bofedal de mayor extensión presenta una superficie estimada

de 12.0 ha, y el bofedal más pequeño presenta una superficie de 0.09 ha.

La presencia de los bofedales está extendida en tres distritos de la provincia de Chincha, con altitudes que van desde los 3 750 a 4 750 m s.n.m., concentrados en su totalidad dentro de las cuencas de San Juan y Topará.

**Figura 5.15: Concentración de bofedales por rango altitudinal en el departamento de Ica**



Fuente: elaboración propia.

“La figura muestra la mayor concentración de los bofedales en el departamento de Ica, con un aproximado de **81.8%** en la categoría de altitud 4250 - 4500 m s.n. m.”

(Elaboración propia).

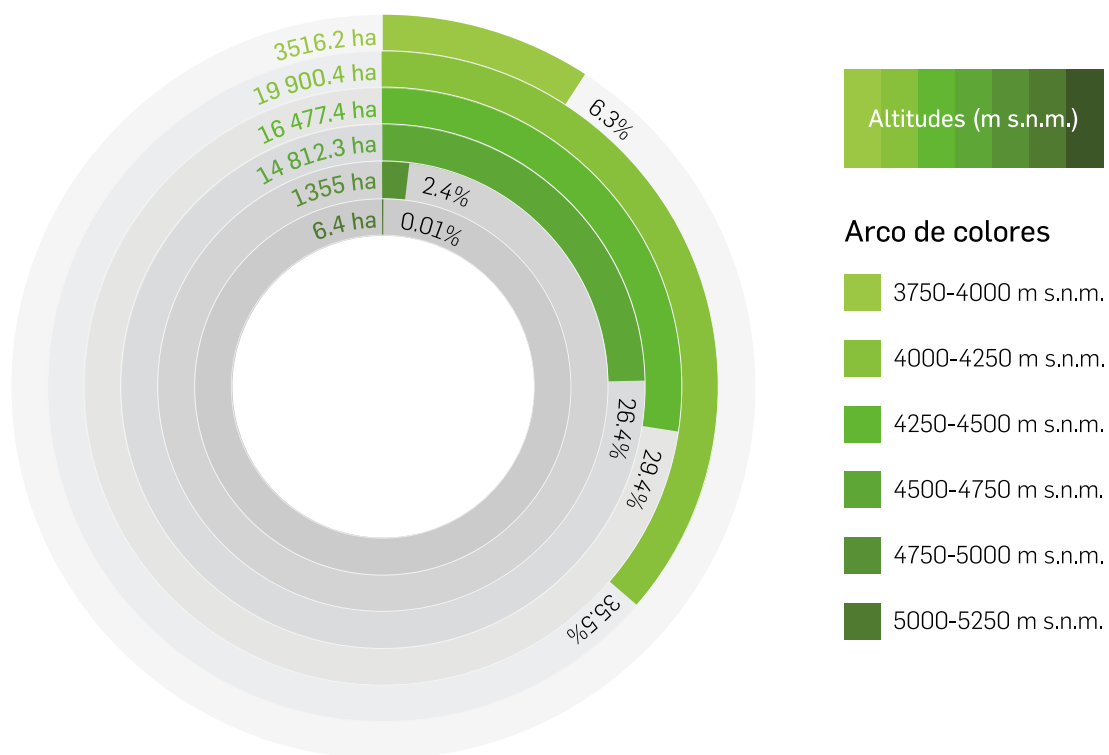
### 5.2.11. DEPARTAMENTO DE JUNÍN

Los bofedales en el departamento de Junín se desarrollan entre las cadenas de montañas central y oriental del centro del Perú. Poseen una extensión aproximada de 56 067.6 ha, que representa el 1.27 % del total de su territorio, encontrándose en el puesto 5 de los departamentos con mayor presencia de bofedales de un total de 19 a nivel nacional. El bofedal de mayor extensión presenta una superficie estimada de 847.3 ha, y el bofedal más pequeño presenta una superficie de 0.09 ha.

La presencia de los bofedales está extendida en 78 distritos de nueve provincias de la parte centro del departamento, con altitudes que van desde los 3750 a 5500 m s.n.m. Más del 30 % se concentra en la provincia de Yauli, dentro de la cuenca del Mantaro.

Se reporta un estimado de 14.2 % en ANP, 1.5 % en ACR y 13.3 % en comunidades campesinas, según el análisis realizado en el Inventario Nacional de Bofedales.

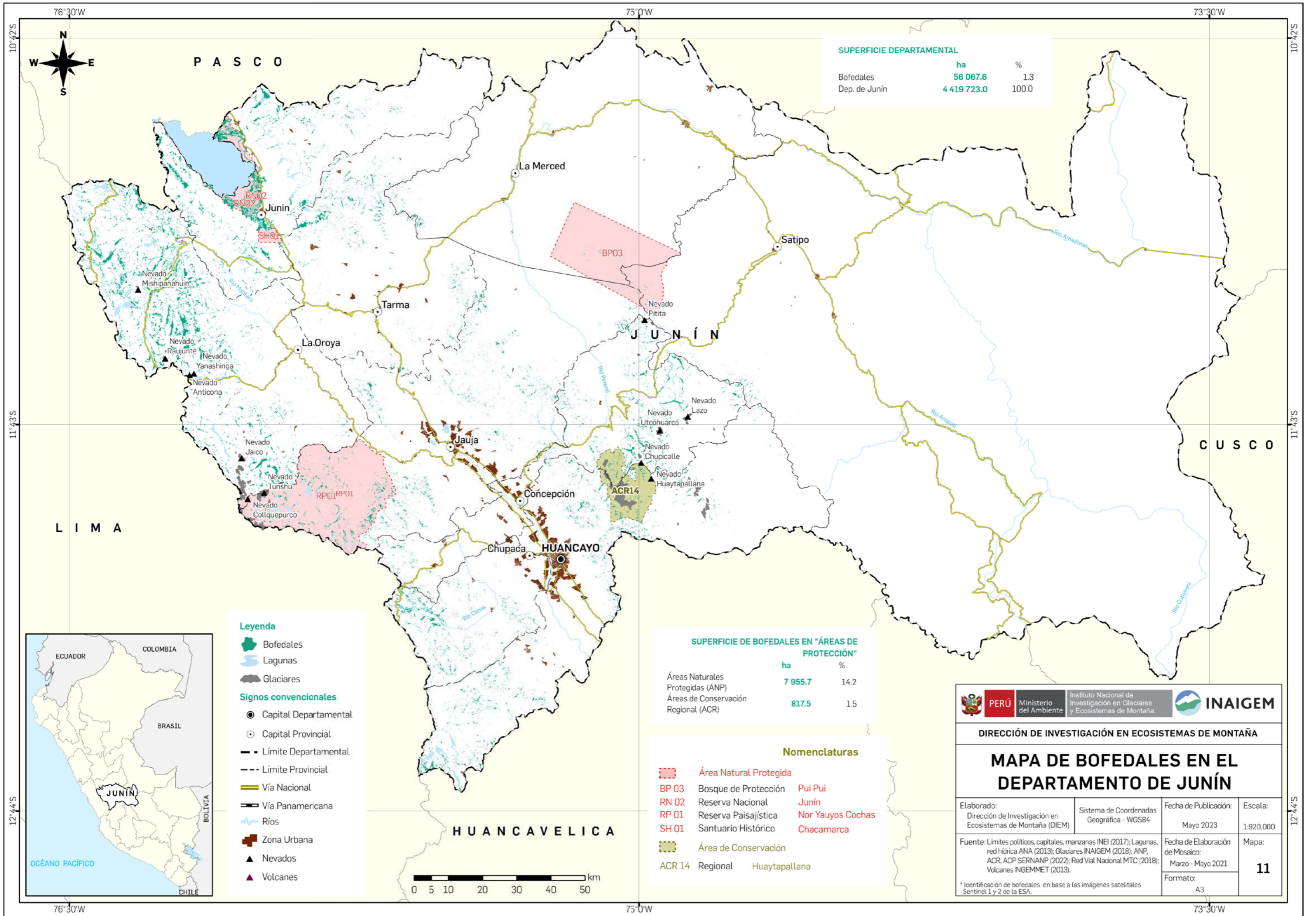
**Figura 5.16: Concentración de bofedales por rango altitudinal en el departamento de Junín**



Fuente: elaboración propia.

“La figura muestra la mayor concentración de los bofedales en el departamento de Junín, con un aproximado de **35.5%** en la categoría de altitud 4000 - 4250 m s.n.m.”

(Elaboración propia).



**SUPERFICIE DEPARTAMENTAL**

	ha	%
Bofedales	56 067.6	1.3
Dep. de Junín	4 419 723.0	100.0

**SUPERFICIE DE BOFEDALES EN "ÁREAS DE PROTECCIÓN"**

	ha	%
Áreas Naturales Protegidas (ANP)	7 955.7	14.2
Áreas de Conservación Regional (ACR)	817.5	1.5

**Nomenclaturas**

	Área Natural Protegida	
BP 03	Bosque de Protección	Pui Pui
RN 02	Reserva Nacional	Junín
RP 01	Reserva Paisajística	Nor Yauyos Cochas
SH 01	Santuario Histórico	Chacamarca
	Área de Conservación	
ACR 14	Regional	Huaytapallana



- Leyenda**
- Bofedales
  - Lagunas
  - Glaciares
- Signos convencionales**
- Capital Departamental
  - Capital Provincial
  - Límite Departamental
  - Límite Provincial
  - Vía Nacional
  - Vía Panamericana
  - Ríos
  - Zona Urbana
  - Nevados
  - Volcanes

**DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ECOSISTEMAS DE MONTAÑA**

**MAPA DE BOFEDALES EN EL DEPARTAMENTO DE JUNÍN**

Elaborado: Dirección de Investigación en Ecosistemas de Montaña (DIEM)	Sistema de Coordenadas Geográfica - WGS84	Fecha de Publicación: Mayo 2023	Escala: 1:920.000
Fuente: Límites políticos, capitales, manzanas INEI (2017); Lagunas, red hídrica ANA (2013); Glaciares INAIGEM (2018); ANP, ACR, ACP SERNANP (2022); Red Vial Nacional MTC (2018); Volcanes INGENMET (2013).		Fecha de Elaboración de Mosaico: Marzo - Mayo 2021	Mapa: <b>11</b>
* Identificación de bofedales en base a las imágenes satelitales Sentinel 1 y 2 de la ESA.		Formato: A3	




**PERÚ** Ministerio del Ambiente  
 Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña.  **INAIGEM**

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ECOSISTEMAS DE MONTAÑA

## MAPA DE BOFEDALES EN EL DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD

Elaborado: Dirección de Investigación en Ecosistemas de Montaña (DIEM)	Sistema de Coordenadas Geográfica - WGS84	Fecha de Publicación: Mayo 2023	Escala: 1:820,000
Fuente: Límites políticos, capitales, manzanas INEI (2017); Lagunas, red hídrica ANA (2013); Glaciares INAIGEM (2018); ANP, ACR, ACP SERNANP (2022); Red Vial Nacional MTC (2018); Volcanes INGEMMET (2013).	Fecha de Elaboración de Mosaico: Marzo - Mayo 2021	Mapa: <b>12</b>	Formato: A3

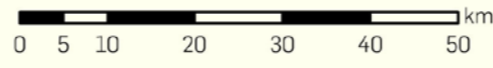
\* Identificación de bofedales en base a las imágenes satelitales Sentinel 1 y 2 de la ESA.

**Leyenda**

-  Bofedales
-  Lagunas
-  Glaciares

**Signos convencionales**

-  Capital Departamental
-  Capital Provincial
-  Límite Departamental
-  Límite Provincial
-  Vía Nacional
-  Vía Panamericana
-  Ríos
-  Zona Urbana
-  Nevados
-  Volcanes



**SUPERFICIE DEPARTAMENTAL**

	ha	%
Bofedales	8600.5	0.3
Dep. de La Libertad	2 549 542.0	100.0

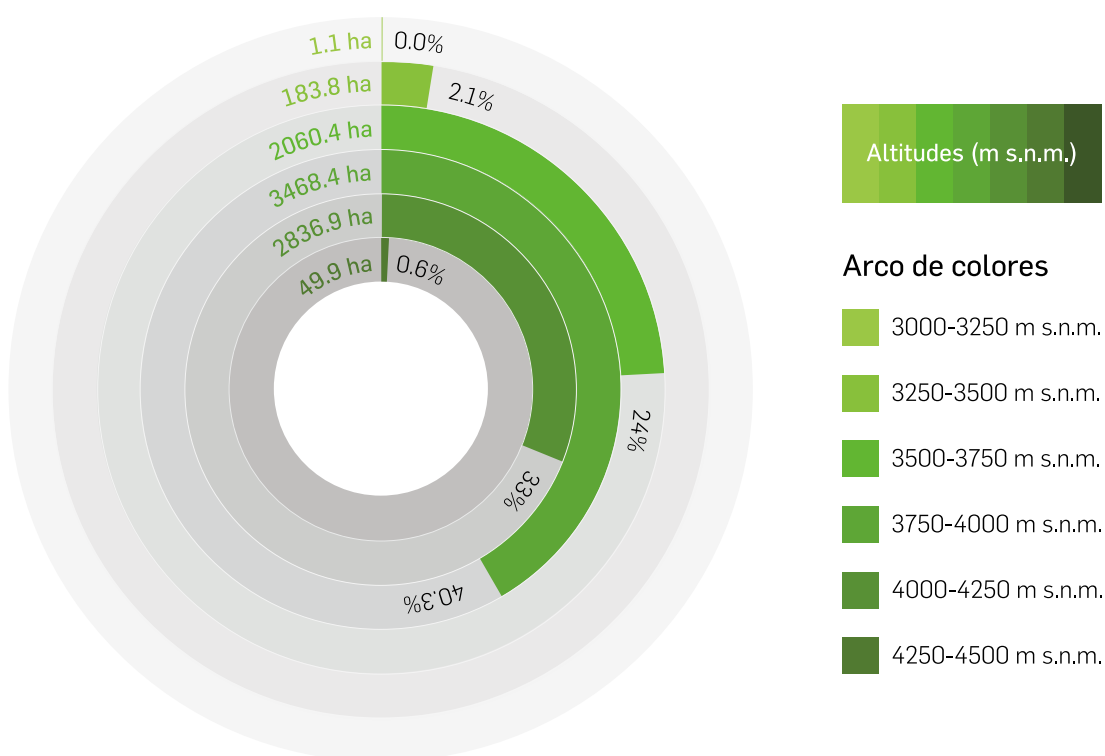
## 5.2.12. DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD

Los bofedales en el departamento de La Libertad se desarrollan en la cadena de montaña occidental y central del norte del Perú. Poseen una extensión aproximada de 8 600.5 ha, lo que representa el 0.34 % del total de su territorio, encontrándose en el puesto 15 de los departamentos con mayor presencia de bofedales de un total de 19 a nivel nacional. El bofedal de mayor extensión presenta una superficie estimada de 146.9 ha, y el bofedal más pequeño presenta una superficie de 0.09 ha.

La presencia de los bofedales está extendida en 38 distritos de seis provincias de la parte centro y norte del departamento, con altitudes que van desde los 3000 a 4500 m s.n.m. Están concentrados en más del 41 % en la provincia de Pataz, dentro de las intercuenas Alto Marañón V y Alto Huallaga.

Se reporta un estimado de 22.9 % en comunidades campesinas, según el análisis realizado en el Inventario Nacional de Bofedales.

**Figura 5.17: Concentración de bofedales por rango altitudinal en el departamento de La Libertad.**



Fuente: elaboración propia.

“La figura muestra la mayor concentración de los bofedales en el departamento de La Libertad, con un aproximado de **40.3%** en la categoría de altitud 3750 - 4000 m s.n.m.”

(Elaboración propia).

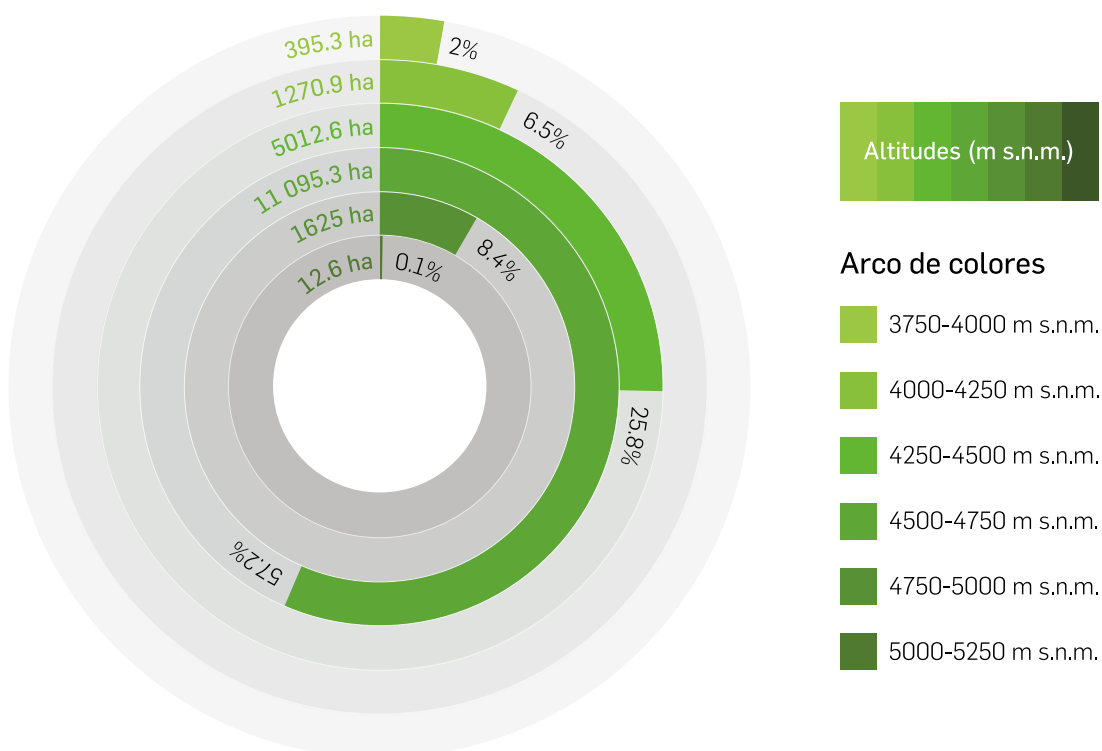
### 5.2.13. DEPARTAMENTO DE LIMA

Los bofedales en el departamento de Lima se desarrollan en la cadena de montaña occidental del centro del Perú. Poseen una extensión aproximada de 19 411.7 ha, lo que representa el 0.56 % del total de su territorio, encontrándose en el puesto 11 de los departamentos con mayor presencia de bofedales de un total de 19 a nivel nacional. El bofedal de mayor extensión presenta una superficie estimada de 187.2 ha, y el bofedal más pequeño presenta una superficie de 0.09 ha.

La presencia de los bofedales está extendida en 84 distritos de siete provincias de la parte centro del departamento, con altitudes que van desde los 3750 a 5250 m s.n.m., concentrados en más del 37 % en la provincia de Yauyos, dentro de la cuenca de Cañete.

Se reporta un estimado de 12 % en ANP, 1.1 % en ACP y 83.3 % en comunidades campesinas, según el análisis realizado en el Inventario Nacional de Bofedales.

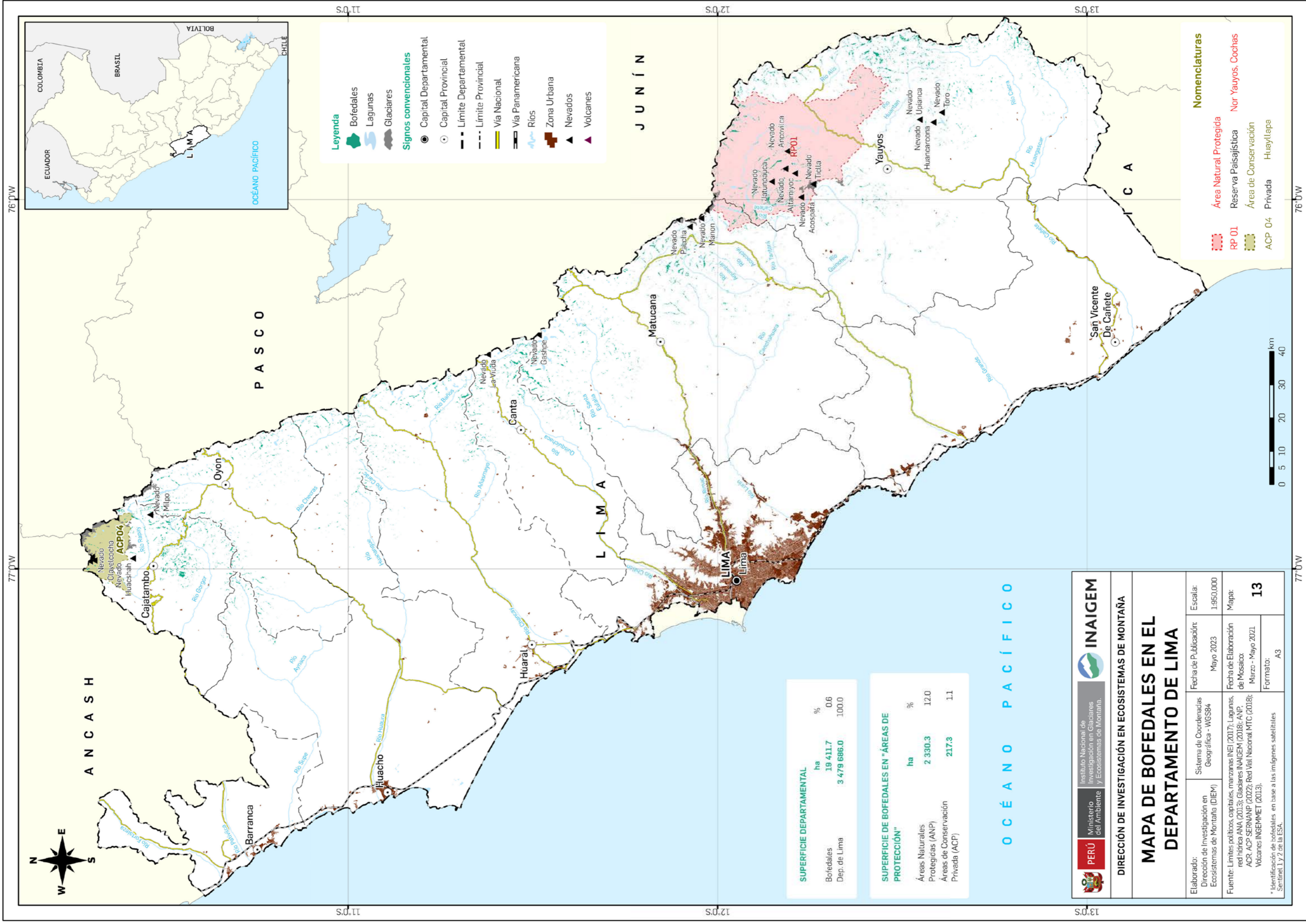
**Figura 5.18: Concentración de bofedales por rango altitudinal en el departamento de Lima**



Fuente: elaboración propia.

“La figura muestra la mayor concentración de los bofedales en el departamento de Lima, con un aproximado de **57.2%** en la categoría de altitud 4500 - 4750 m s.n.m.”

(Elaboración propia).



**SUPERFICIE DEPARTAMENTAL**

	ha	%
Bofedales	19 411.7	0.6
Dep. de Lima	3 479 686.0	100.0

**SUPERFICIE DE BOFEDALES EN "ÁREAS DE PROTECCIÓN"**

	ha	%
Áreas Naturales Protegidas (ANP)	2 330.3	12.0
Áreas de Conservación Privada (ACP)	217.3	1.1

**PERÚ** **INAIGEM**  
 Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña.

**DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ECOSISTEMAS DE MONTAÑA**

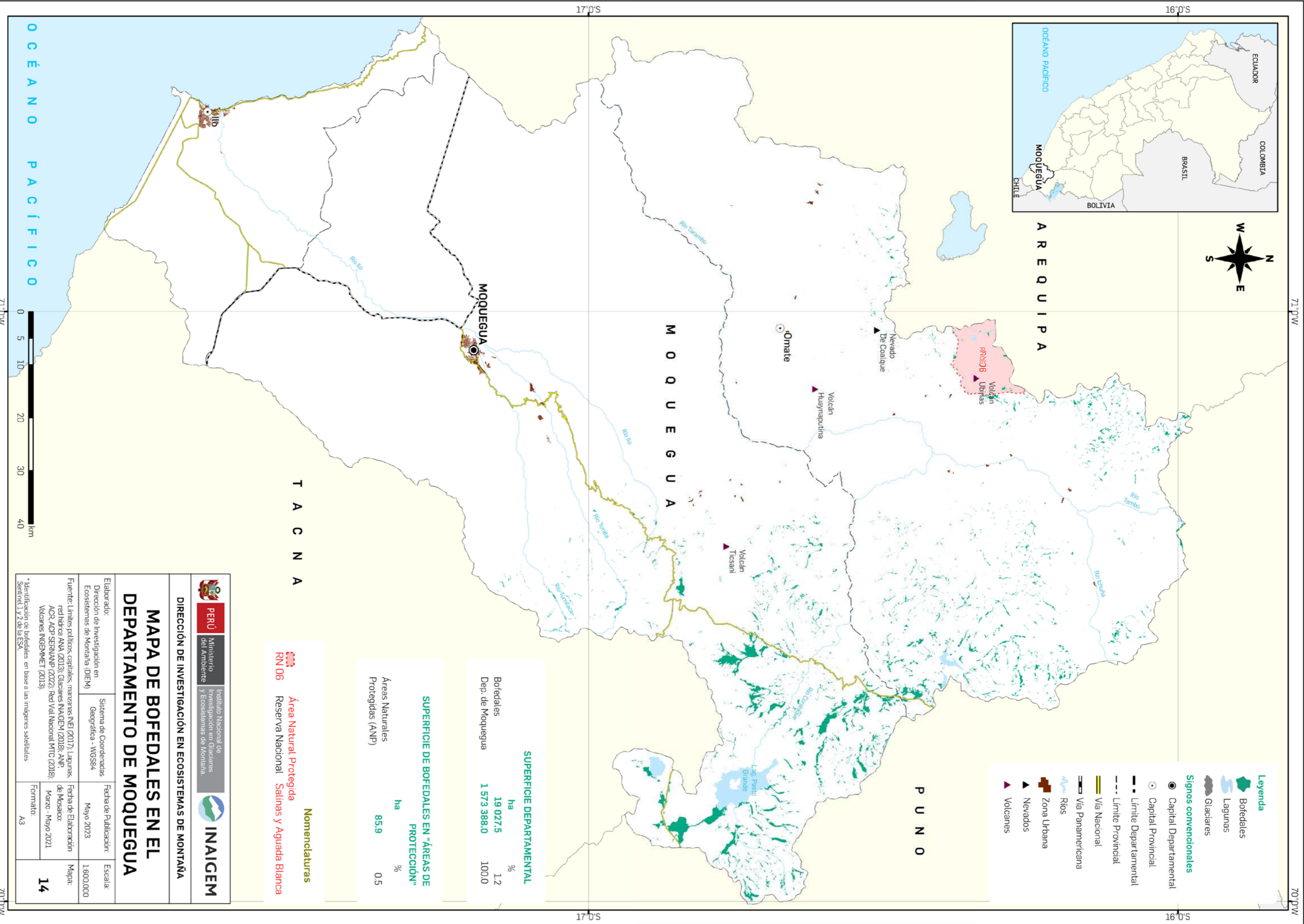
**MAPA DE BOFEDALES EN EL DEPARTAMENTO DE LIMA**

Elaborado: Dirección de Investigación en Ecosistemas de Montaña (DIEM)	Sistema de Coordenadas Geográfica - WGS84	Fecha de Publicación: Mayo 2023	Escala: 1:950,000
	Fuente: Límites políticos, capitales, manzanas INEI (2017); Lagunas, red hídrica ANA (2013); Glaciares INAIGEM (2018); ANP, ACP, ACERANMP (2022); Red Vial Nacional MTC (2018); Volcanes INGENMET (2013).	Fecha de Elaboración de Mosaico: Marzo - Mayo 2021	Mapa: 13
* Identificación de bofedales en base a las imágenes satelitales Sentinel 1 y 2 de la ESA.		Formato: A3	

- Leyenda**
- Bofedales
  - Lagunas
  - Glaciares
  - Signos convencionales
  - Capital Departamental
  - Capital Provincial
  - Límite Departamental
  - Límite Provincial
  - Vía Nacional
  - Vía Panamericana
  - Ríos
  - Zona Urbana
  - Nevados
  - Volcanes

- Nomenclaturas**
- Área Natural Protegida
  - Reserva Paisajística RP 01
  - Área de Conservación Privada ACP 04
  - Nor Yauyos, Cochabambas
  - Huayllapa





**Leyenda**

- Bofedales
- Lagunas
- Glaciares

**Signos convencionales**

- Capital Departamental
- Capital Provincial
- Limite Departamental
- Limite Provincial
- Via Nacional
- Via Panamericana
- Rios
- Zona Urbana
- Nevaros
- Volcanes

**SUPERFICIE DEPARTAMENTAL**

	ha	%
Bofedales	19 027.5	1.2
Dep. de Moquegua	1 573 388.0	100.0

**SUPERFICIE DE BOFEDALES EN "ÁREAS DE PROTECCIÓN"**

Áreas Naturales Protegidas (ANP)	ha	%
	85.9	0.5

**Nomenclaturas**

**Área Natural Protegida**  
**Reserva Nacional Salinas y Aguada Blanca**

**PERÚ** Ministerio del Ambiente Instituto Nacional de Investigación y Ecosistemas de Montaña **INAIGEM**

**DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ECOSISTEMAS DE MONTAÑA**

**MAPA DE BOFEDALES EN EL DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA**

Elaborado:	Sistema de Coordenadas Geográfica - WGS84	Fecha de Publicación:	Mayo 2023	Escala:	1:600,000
Director de Investigación en Ecosistemas de Montaña (DIEM)		Fecha de Elaboración de Mosaic:	Marzo - Mayo 2021	Mapa:	<b>14</b>

Fuente: Límites políticos, capitales, manzanas INEI (2017); Lagunas, red hídrica ANA (2013); Glaciares INAIGEM (2018); ANP, ACP, ACP-SERNANP (2022); Red Val Nacional MTC (2018); Volcanes INGENMET (2013).

\* Identificación de bofedales en base a las imágenes satelitales Sentinel 1 y 2 de la ESA.



T A C N A

M O Q U E G U A

P U N O

O C E A N O P A C Í F I C O

71°0'W

70°0'W

17°0'S

17°0'S

16°0'S

16°0'S

A R E Q U I P A

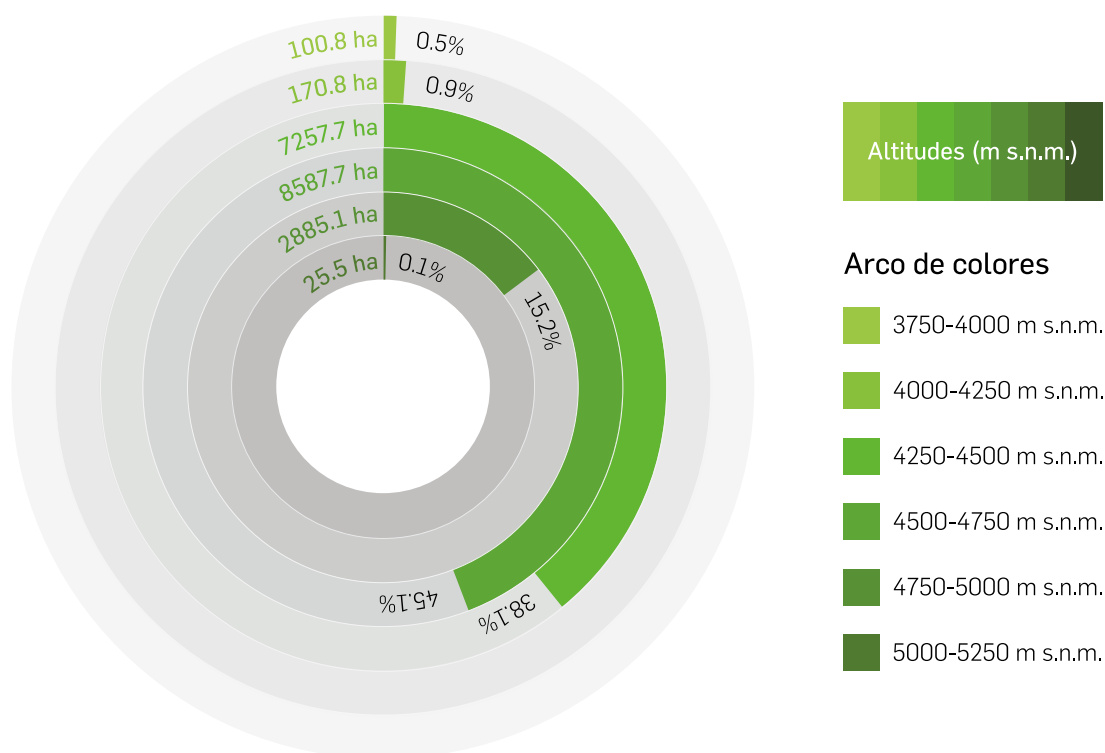
## 5.2.14. DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Los bofedales en el departamento de Moquegua se desarrollan en la cadena de montaña occidental del sur del Perú. Poseen una extensión aproximada de 19 027.5 ha, lo que representa el 1.21 % del total de su territorio, encontrándose en el puesto 12 de los departamentos con mayor presencia de bofedales de un total de 19 a nivel nacional. El bofedal de mayor extensión presenta una superficie estimada de 1258.9 ha, y el bofedal más pequeño presenta una superficie de 0.09 ha.

La presencia de los bofedales está extendida en 13 distritos de dos provincias de la parte sur del departamento, con altitudes que van desde los 3750 a 5250 m s.n.m. Tienen una concentración de más del 65 % en la provincia de Mariscal Nieto, dentro de la cuenca del Tambo.

Se reporta un estimado de 0.5 % en ANP y 15.5 % en comunidades campesinas, según el análisis realizado en el Inventario Nacional de Bofedales.

**Figura 5.19: Concentración de bofedales por rango altitudinal en el departamento de Moquegua**



Fuente: elaboración propia.

“La figura muestra la mayor concentración de los bofedales en el departamento de Moquegua, con un aproximado de **45.1%** en la categoría de altitud 4500 - 4750 m s.n.m.”

(Elaboración propia).

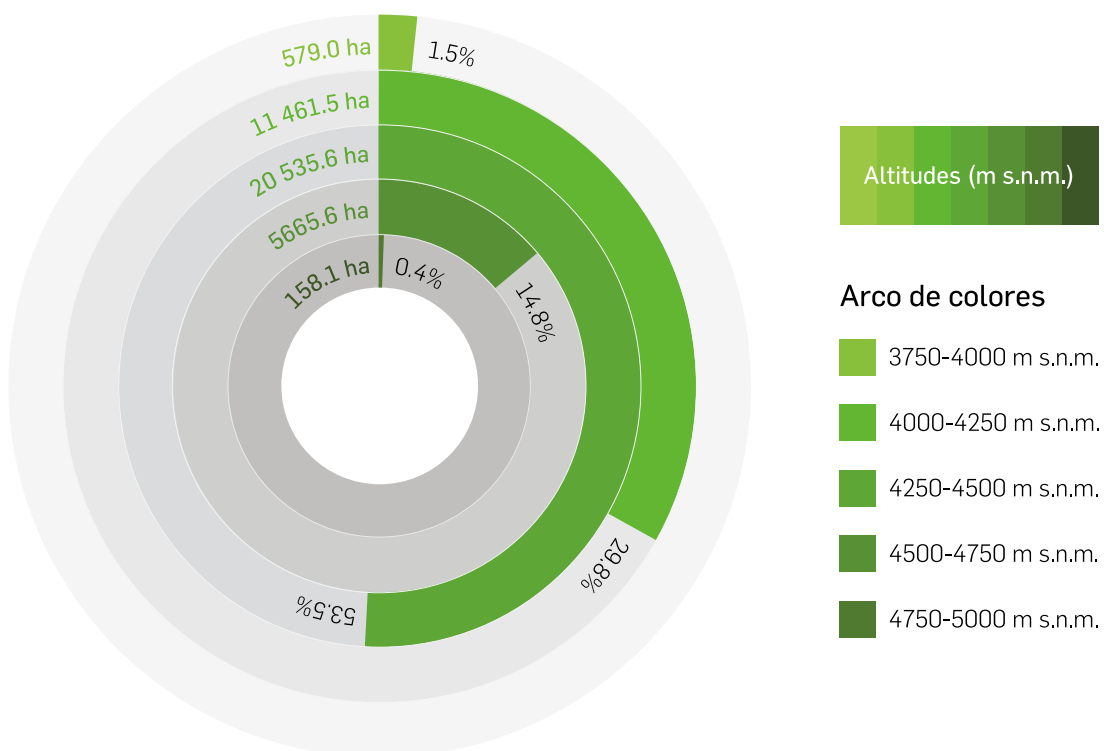
## 5.2.15. DEPARTAMENTO DE PASCO

Los bofedales en el departamento de Pasco se desarrollan entre las cadenas de montañas central y oriental del centro del Perú. Poseen una extensión aproximada de 38 399.8 ha, lo que representa el 1.5 % del total de su territorio, encontrándose en el puesto 8 de los departamentos con mayor presencia de bofedales de un total de 19 a nivel nacional. El bofedal de mayor extensión presenta una superficie estimada de 1336.9 ha, y el más pequeño presenta una superficie de 0.09 ha.

La presencia de los bofedales está extendida en 21 distritos de dos provincias de la parte centro del departamento, con altitudes que van desde los 3750 a 5000 m s.n.m., concentrando cerca del 80 % en la provincia de Pasco, dentro de la cuenca del Mantaro.

Se reporta un estimado de 8.5 % en ANP y 75.3 % en comunidades campesinas, según el análisis realizado en el Inventario Nacional de Bofedales.

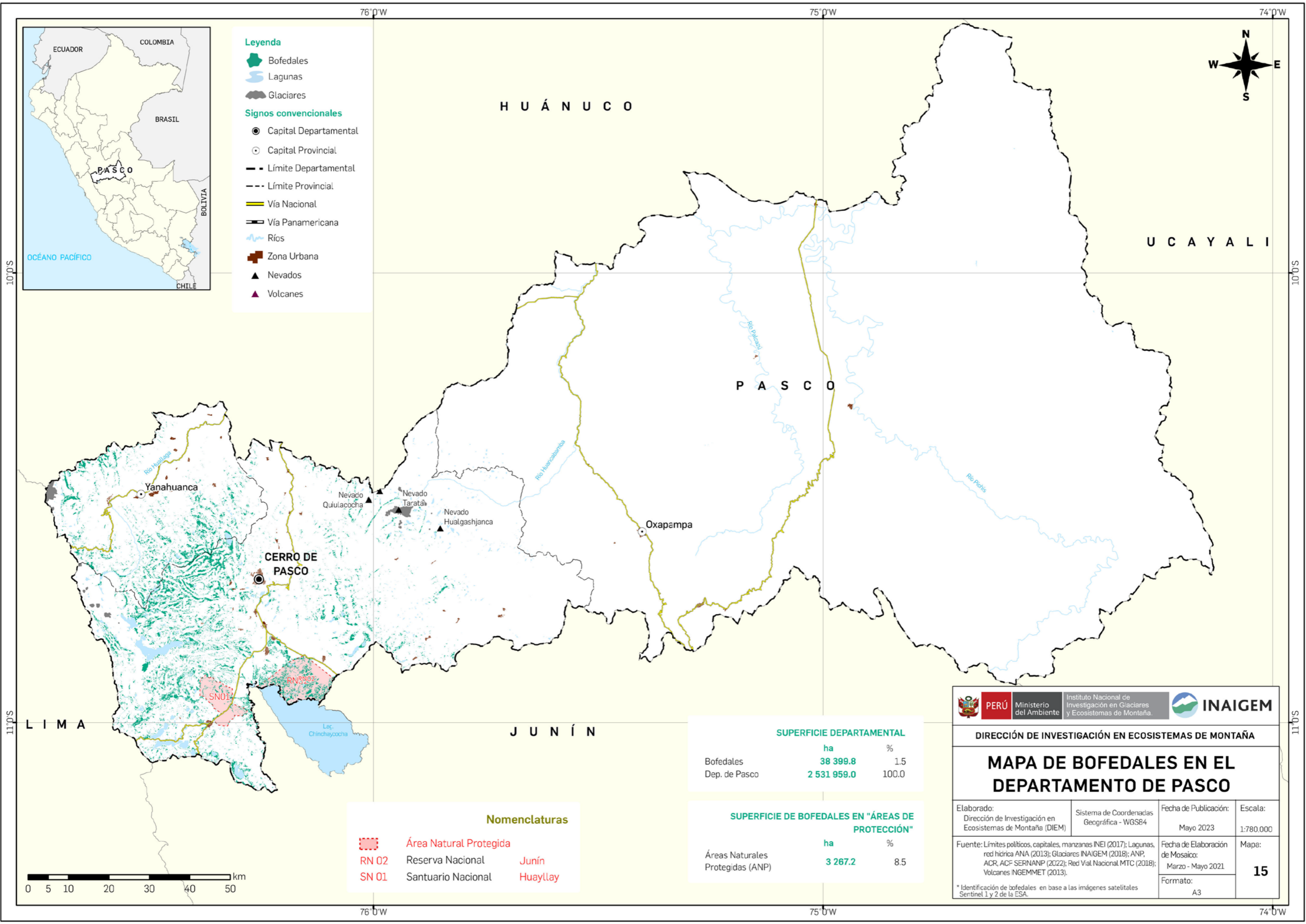
**Figura 5.20: Concentración de bofedales por rango altitudinal en el departamento de Pasco**



Fuente: elaboración propia.

“La figura muestra la mayor concentración de los bofedales en el departamento de Pasco, con un aproximado de **53.5%** en la categoría de altitud 4250 - 4500 m s.n.m.”

(Elaboración propia).

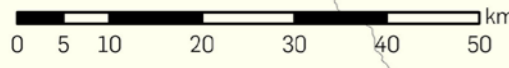


**Leyenda**

- Bofedales
- Lagunas
- Glaciares

**Signos convencionales**

- Capital Departamental
- Capital Provincial
- Límite Departamental
- Límite Provincial
- Vía Nacional
- Vía Panamericana
- Ríos
- Zona Urbana
- Nevados
- Volcanes



**Nomenclaturas**

- Área Natural Protegida
- RN 02 Reserva Nacional Junín
- SN 01 Santuario Nacional Huayllay

SUPERFICIE DEPARTAMENTAL		
	ha	%
Bofedales	38 399.8	1.5
Dep. de Pasco	2 531 959.0	100.0

SUPERFICIE DE BOFEDALES EN "ÁREAS DE PROTECCIÓN"		
	ha	%
Áreas Naturales Protegidas (ANP)	3 267.2	8.5

PERÚ Ministerio del Ambiente
Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña.

**DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ECOSISTEMAS DE MONTAÑA**

## MAPA DE BOFEDALES EN EL DEPARTAMENTO DE PASCO

Elaborado: Dirección de Investigación en Ecosistemas de Montaña (DIEM)	Sistema de Coordenadas Geográfica - WGS84	Fecha de Publicación: Mayo 2023	Escala: 1:780.000
Fuente: Límites políticos, capitales, manzanas INEI (2017); Lagunas, red hídrica ANA (2013); Glaciares INAIGEM (2018); ANP, ACR, ACF SERNANP (2022); Red Vial Nacional MTC (2018); Volcanes INGEMMET (2013).		Fecha de Elaboración de Mosaico: Marzo - Mayo 2021	Mapa: <b>15</b>
* Identificación de bofedales en base a las imágenes satelitales Sentinel 1 y 2 de la ESA.		Formato: A3	



81°0'W

79°30'W

6°0'S

4°30'S

6°0'S

4°30'S



DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ECOSISTEMAS DE MONTAÑA

# MAPA DE BOFEDALES EN EL DEPARTAMENTO DE PIURA

Elaborador: Dirección de Investigación en Ecosistemas de Montaña (DIEM)	Sistema de Coordenadas Geográficas - WGS84	Fecha de Publicación: Mayo 2023	Escala: 1:900,000
Fuente: Límites políticos, capitales, manzanas INEI (2017); Lagunas, red hídrica ANA (2013); Glaciares INAIGEM (2018); ANP, ACP, ACP SERMAP (2022); Red Vial Nacional MTC (2018); Volcanes INGENMET (2013).	Fecha de Elaboración de Mosaic: Marzo - Mayo 2021	Formato: A3	Mapa: <b>16</b>

**Leyenda**

- Bofedales
- Lagunas
- Glaciares
- Signos convencionales
  - Capital Departamental
  - Capital Provincial
  - Límite Departamental
  - Límite Provincial
  - Via Nacional
  - Via Panamericana
  - Ríos
  - Zona Urbana
  - Nevados
  - Volcanes

**Áreas de Conservación**

ACP 62 Privada	Bosques de Nebliña y Páramos de Samanga
ACP 77 Privada	Lagunas y Páramos de Andinos de San José de Tapal
ACP 90 Privada	Los Bosques de Doctor Huaitacal, Pueblo Libre, La Jardina y Chorro Blanco
ACP 92 Privada	Bosques Montanos y Páramos Chiculate, Chinguelas
ACP 100 Privada	Bosques Montanos y Páramos de Huaricancha

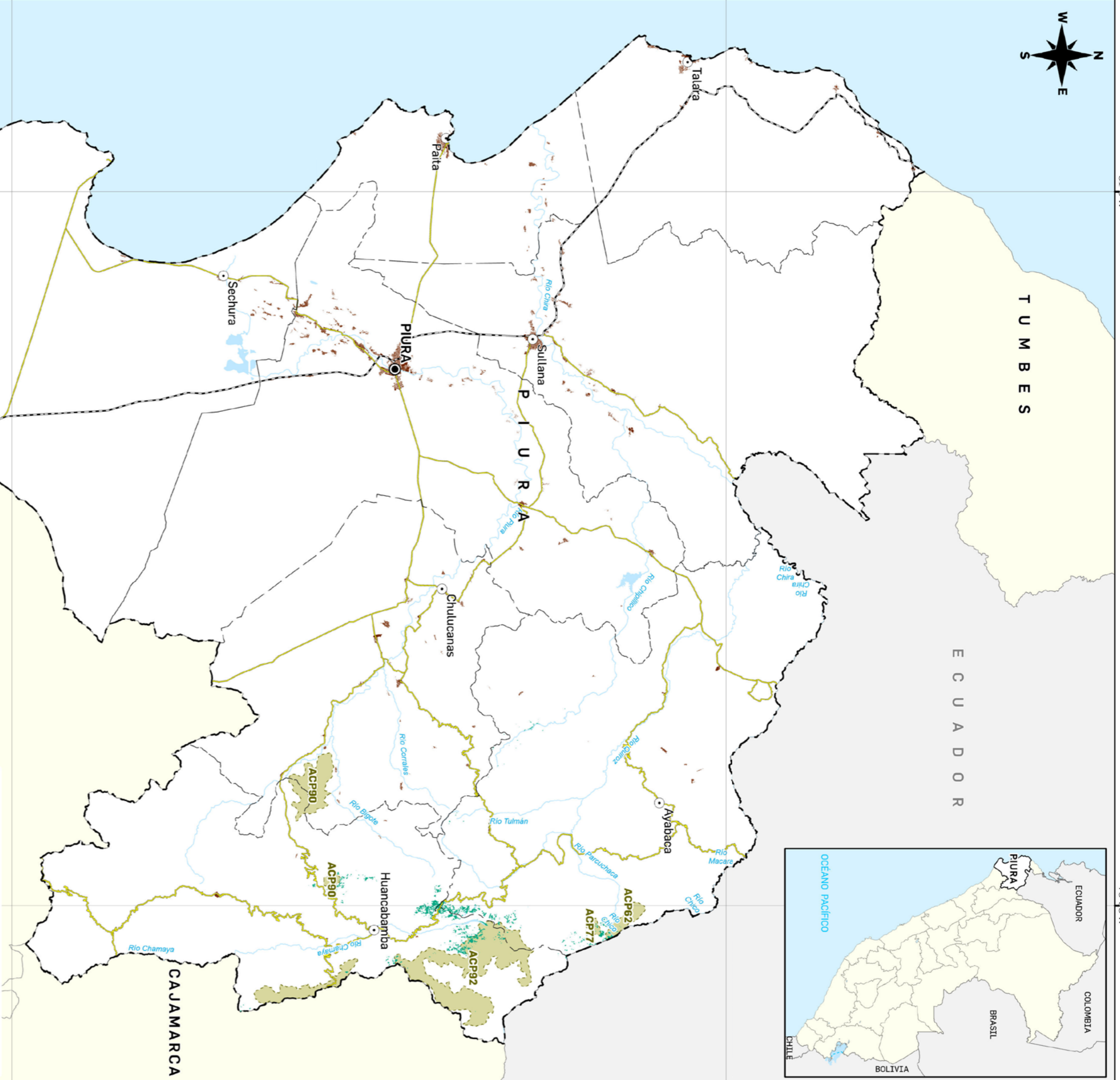
**SUPERFICIE DE BOFEDALES EN "ÁREAS DE PROTECCIÓN"**

Áreas de Conservación Privada (ACP)	ha	%
Privada (ACP)	370.1	19.6

**SUPERFICIE DEPARTAMENTAL**

Bofedales	ha	%
Bofedales	1 885.0	0.1
Dep. de Piura	3 589 117.0	100.0

**Nomenclaturas**



81°0'W

79°30'W



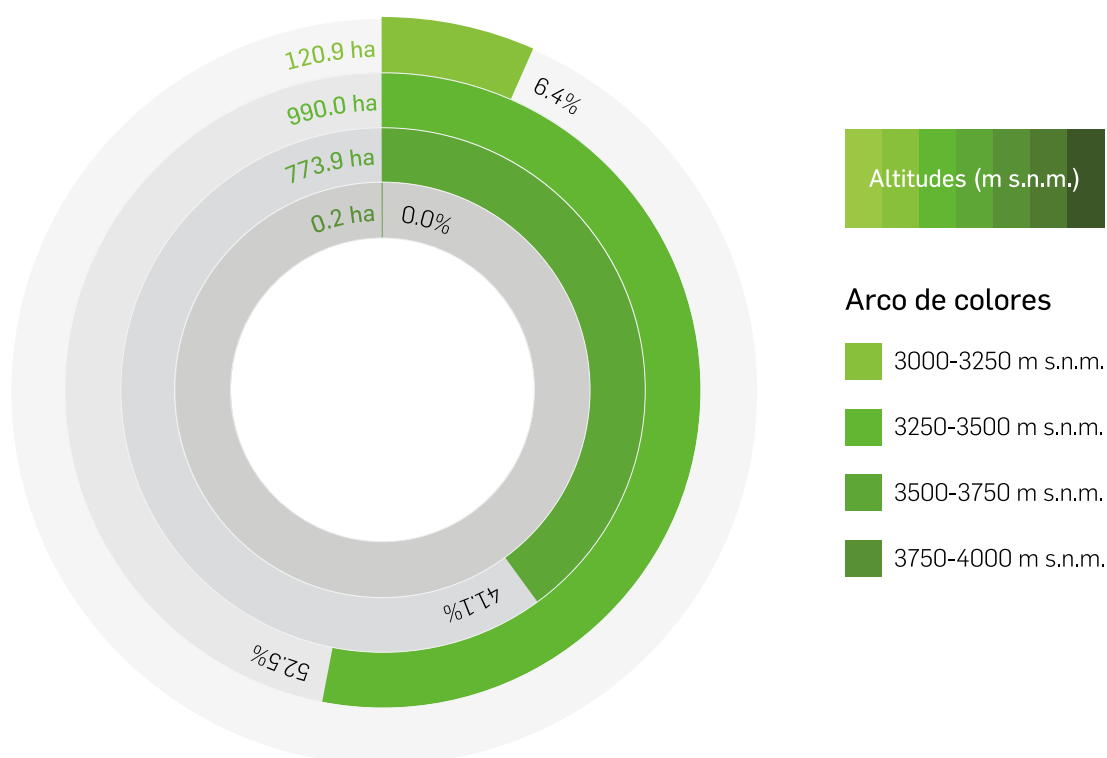
## 5.2.16. DEPARTAMENTO DE PIURA

Los bofedales en el departamento de Piura se desarrollan en la cadena de montaña occidental del norte del Perú. Poseen una extensión aproximada de 1885.0 ha, lo que representa el 0.05 % del total de su territorio, encontrándose en el puesto 17 de los departamentos con mayor presencia de bofedales de un total de 19 a nivel nacional. El bofedal de mayor extensión presenta una superficie estimada de 101.3 ha, y el bofedal más pequeño presenta una superficie de 0.09 ha.

La presencia de los bofedales está extendida en 10 distritos de tres provincias de la parte norte del departamento, con altitudes que van desde los 3000 a 4000 m s.n.m. Tienen una concentración de más del 50 % en la provincia de Huancabamba, dentro de la cuenca de Chamaya.

Se reporta un estimado de 19.6 % en ACP y 29.6 % en comunidades campesinas, según el análisis realizado en el Inventario Nacional de Bofedales.

**Figura 5.21: Concentración de bofedales por rango altitudinal en el departamento de Piura**



Fuente: elaboración propia.

“La figura muestra la mayor concentración de los bofedales en el departamento de Piura, con un aproximado de **52.5%** en la categoría de altitud 3250 - 3500 m s.n.m.”

(Elaboración propia).

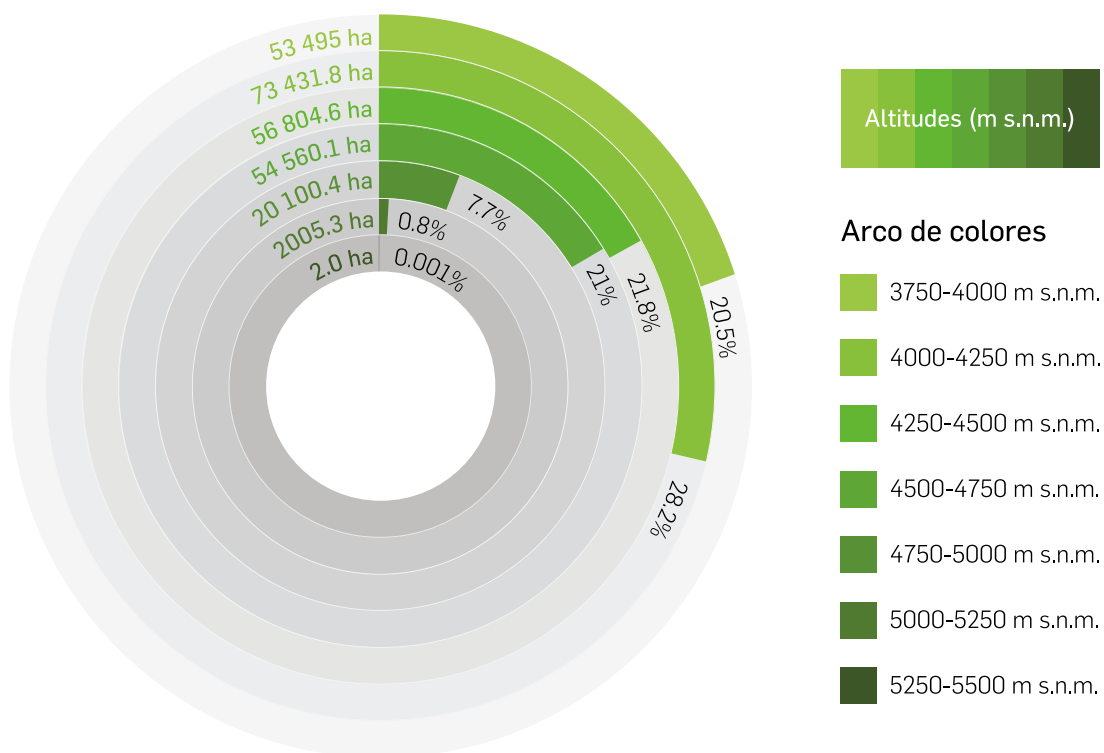
## 5.2.17. DEPARTAMENTO DE PUNO

Los bofedales en el departamento de Puno se desarrollan en la cadena de montaña oriental del Perú. Poseen una extensión aproximada de 260 399.2 ha, lo que representa el 3.89 % del total de su territorio, encontrándose en el puesto 1 de los departamentos con mayor presencia de bofedales de un total de 19 a nivel nacional. El bofedal de mayor extensión presenta una superficie estimada de 5063.2 ha; y el tamaño del bofedal más pequeño es de 0.09 ha.

La presencia de los bofedales está extendida en 94 distritos de 13 provincias de la parte sur y centro del departamento, con altitudes que van desde los 3 750 a 5 500 m s.n.m. Un 24 % está concentrado en la provincia de Puno, dentro de la cuenca de Ilave.

Se reporta un estimado de 0.01 % en ACP y 11 % en comunidades campesinas, según el análisis realizado en el Inventario Nacional de Bofedales.

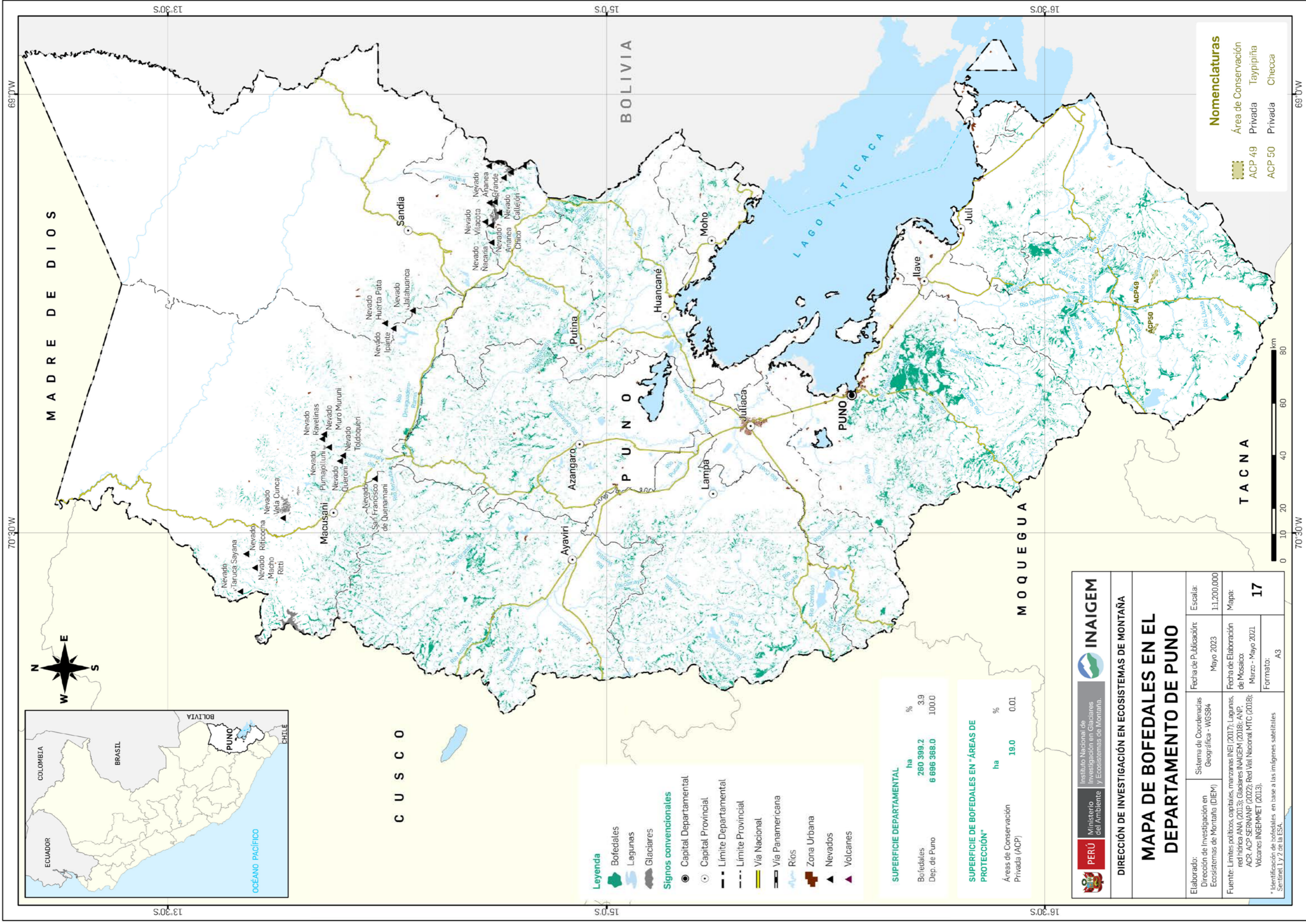
**Figura 5.22: Concentración de bofedales por rango altitudinal en el departamento de Puno**



Fuente: elaboración propia.

“La figura muestra la mayor concentración de los bofedales en el departamento de Puno, con un aproximado de **28.2%** en la categoría de altitud 4000 - 4250 m s.n.m.”

(Elaboración propia).



**Nomenclaturas**

	Área de Conservación
ACP 49	Privada
ACP 50	Privada
	Taypipiña
	Checca

- Leyenda**
- Bofedales
  - Lagunas
  - Glaciares
- Signos convencionales**
- Capital Departamental
  - Capital Provincial
  - Límite Departamental
  - Límite Provincial
  - Vía Nacional
  - Vía Panamericana
  - Ríos
  - Zona Urbana
  - Nevados
  - Volcanes

**SUPERFICIE DEPARTAMENTAL**

ha	%
260 399.2	3.9
6 696 368.0	100.0

**SUPERFICIE DE BOFEDALES EN "ÁREAS DE PROTECCIÓN"**

ha	%
19.0	0.01

Áreas de Conservación Privada (ACP)

**PERÚ** Ministerio del Ambiente y Ecosistemas de Montaña

**INAIGEM** Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña

**DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ECOSISTEMAS DE MONTAÑA**

**MAPA DE BOFEDALES EN EL DEPARTAMENTO DE PUNO**

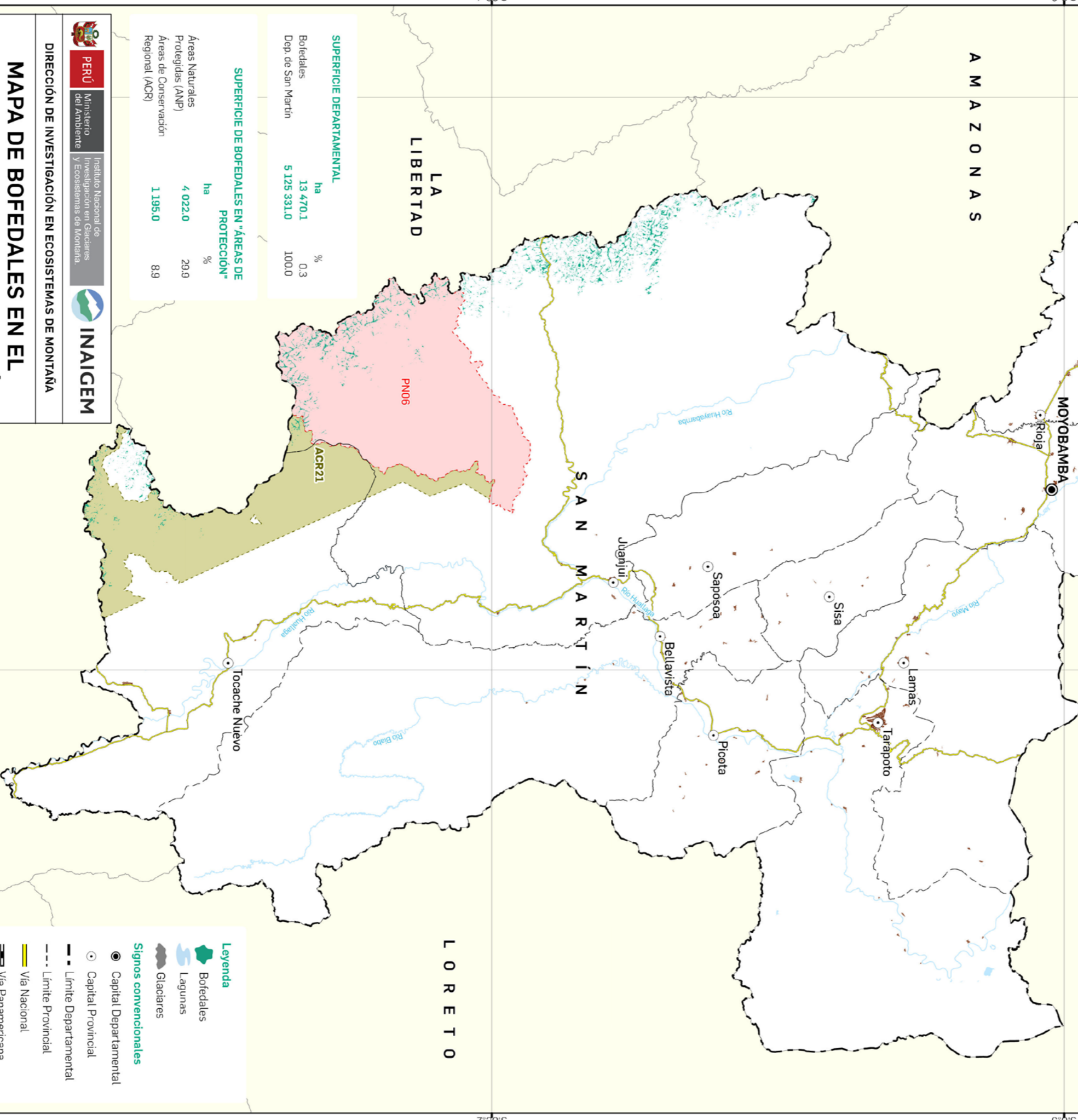
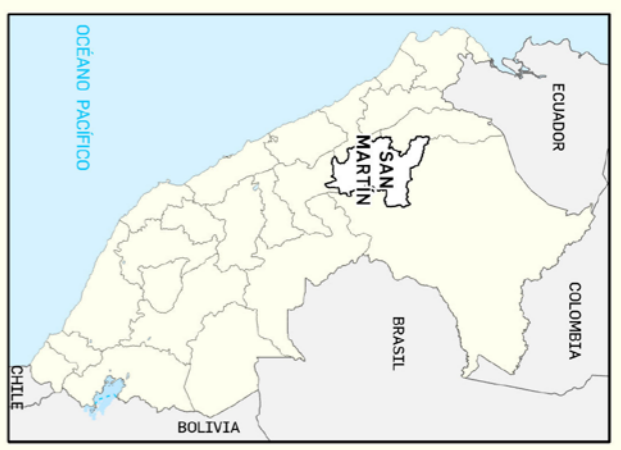
Elaborado: Dirección de Investigación en Ecosistemas de Montaña (DIEM)	Sistema de Coordinadas Geográficas - WGS84	Fecha de Publicación: Mayo 2023	Escala: 1:1,200,000
Fuente: Límites políticos, capitales, manzanas INEI (2017); Lagunas, red hídrica ANA (2013); Glaciares INAIGEM (2018); ANP, ACR, ACP, SERNAMP (2022); Red Vial Nacional MTC (2018); Volcanes INGENMET (2013).	Fecha de Elaboración de Mosaico: Marzo - Mayo 2021	Mapa: 17	Formato: A3

\* Identificación de bofedales en base a las imágenes satelitales Sentinel 1 y 2 de la ESA.



**Nomenclaturas**

	Área Natural Protegida
	PN 06 Parque Nacional Río Abiseo
	Área de Conservación
	ACR 21 Regional Bosques de Shunté y Mishollo



**SUPERFICIE DEPARTAMENTAL**

Botedales	ha	%
13 470,1		0,3
Dep. de San Martín	5 125 331,0	100,0

**SUPERFICIE DE BOFEDALES EN "ÁREAS DE PROTECCIÓN"**

Áreas Naturales Protegidas (ANP)	ha	%
4 022,0		29,9
Áreas de Conservación Regional (ACR)	ha	%
1 195,0		8,9

**PERÚ** Ministerio del Ambiente Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña **INAIGEM**

**DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ECOSISTEMAS DE MONTAÑA**

## MAPA DE BOFEDALES EN EL DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN

Elaborador: Dirección de Investigación en Ecosistemas de Montaña (DIEM)	Sistema de Coordenadas Geográfica - WGS84	Fecha de Publicación: Mayo 2023	Escala: 1:1.150.000
Fuente: Límites políticos, capitales, manzanas INEI (2017); Lagunas, red hídrica ANA (2013); Glaciares INAIGEM (2018); ANP, ACR, ACP, SERANAP (2022); Red Vial Nacional MTC (2018); Volcanes INGENMET (2013).	Fecha de Elaboración de Mosaico: Marzo - Mayo 2021	Mapa: <b>18</b>	
* Identificación de botedales en base a las imágenes satelitales Sentinel 1 y 2 de la ESA.		Formato: A3	

**Leyenda**

	Botedales
	Lagunas
	Glaciares
	Signos convencionales
	Capital Departamental
	Capital Provincial
	Límite Departamental
	Límite Provincial
	Vía Nacional
	Vía Panamericana
	Ríos
	Zona Urbana
	Nevados
	Volcanes



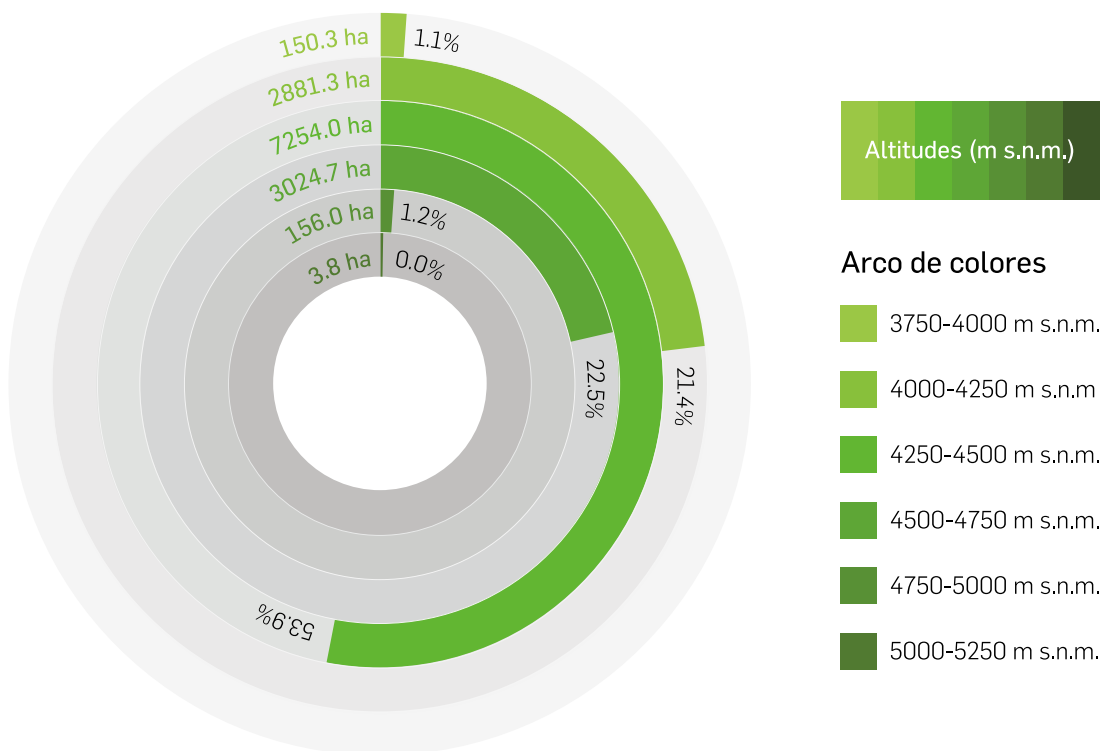
## 5.2.18. DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN

Los bofedales en el departamento de San Martín se desarrollan en la cadena de montaña oriental y central del norte del Perú. Poseen una extensión aproximada de 13 470.1 ha, lo que representa el 0.26 % del total de su territorio, encontrándose en el puesto 13 de los departamentos con mayor presencia de bofedales de un total de 19 a nivel nacional. El bofedal de mayor extensión presenta una superficie estimada de 157.4 ha, y el bofedal más pequeño presenta una superficie de 0.09 ha.

La presencia de los bofedales está extendida en cuatro distritos de dos provincias de la parte norte del departamento, con altitudes que van desde los 3000 a 4500 m s.n.m. Tienen una concentración de más del 86 % en la provincia de Mariscal Cáceres, dentro de la cuenca del Huayabamba.

Se reporta un estimado de 29.9 % en ANP, 8.9 % en ACR y 38.7 % en comunidades campesinas, según el análisis realizado en el Inventario Nacional de Bofedales.

**Figura 5.23: Concentración de bofedales por rango altitudinal en el departamento de San Martín**



Fuente: elaboración propia.

“La figura muestra la mayor concentración de los bofedales en el departamento de San Martín, con un aproximado de **53.9%** en la categoría de altitud 3500 - 3750 m s.n.m.”

(Elaboración propia).

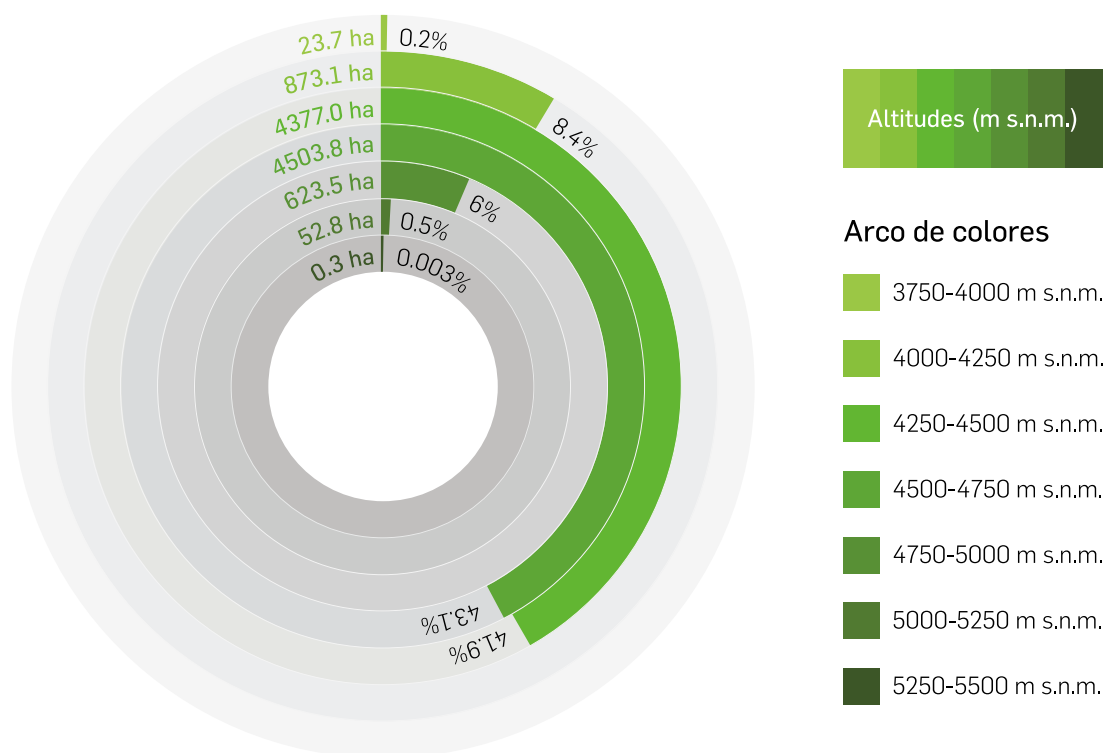
## 5.2.19. DEPARTAMENTO DE TACNA

Los bofedales en el departamento de Tacna se desarrollan en la cadena de montaña occidental del sur del Perú. Poseen una extensión aproximada de 10 454.2 ha, lo que representa el 0.65 % del total de su territorio, encontrándose en el puesto 14 de los departamentos con mayor presencia de bofedales de un total de 19 a nivel nacional. El bofedal de mayor extensión presenta una superficie estimada de 1123.5 ha, y el bofedal más pequeño presenta una superficie de 0.09 ha.

La presencia de los bofedales está extendida en 13 distritos de cuatro provincias de la parte sur del departamento, con altitudes que van desde los 3750 a 5500 m s.n.m., concentrados con más del 38 % en la provincia de Tarata, dentro de las cuencas de Mauri y Sama.

Se reporta un estimado de 36.1 % en ACR y 22.9 % en comunidades campesinas, según el análisis realizado en el Inventario Nacional de Bofedales.

**Figura 5.24: Concentración de bofedales por rango altitudinal en el departamento de Tacna**



Fuente: elaboración propia.

“La figura muestra la mayor concentración de los bofedales en el departamento de Tacna, con un aproximado de **85.0%** en la categoría de altitud 4250 - 4750 m s.n.m.”

(Elaboración propia).



SUPERFICIE DEPARTAMENTAL		
	ha	%
Bofedales	10 454.2	0.7
Dep. de Tacna	1 607 573.0	100.0

SUPERFICIE DE BOFEDALES EN "ÁREAS DE PROTECCIÓN"		
	ha	%
Áreas de Conservación Regional (ACR)	3 770	36.1

**Leyenda**

- Bofedales
- Lagunas
- Glaciares

**Signos convencionales**

- Capital Departamental
- Capital Provincial
- Límite Departamental
- Límite Provincial
- Vía Nacional
- Vía Panamericana
- Ríos
- Zona Urbana
- Nevados
- Volcanes

**Nomenclaturas**

Área de Conservación	
ACR 05 Regional Vilacota Maure	



PERÚ Ministerio del Ambiente  
 Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña.

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ECOSISTEMAS DE MONTAÑA

## MAPA DE BOFEDALES EN EL DEPARTAMENTO DE TACNA

Elaborado: Dirección de Investigación en Ecosistemas de Montaña (DIEM)	Sistema de Coordenadas Geográfica - WGS84	Fecha de Publicación: Mayo 2023	Escala: 1:650,000
Fuente: Límites políticos, capitales, manzanas INEI (2017); Lagunas, red hídrica ANA (2013); Glaciares INAIGEM (2018); ANP, ACR, ACP SERNANP (2022); Red Vial Nacional MTC (2018); Volcanes INGEMMET (2013).		Fecha de Elaboración de Mosaico: Marzo - Mayo 2021	Mapa: <b>19</b>
* Identificación de bofedales en base a las imágenes satelitales Sentinel 1 y 2 de la ESA.		Formato: A3	



A photograph of a vicuña grazing in a boggy landscape. The vicuña is a small, brown, woolly animal with long legs, standing on a rocky, moss-covered ground. It is leaning its head down to eat the vegetation. The background is a vast, open landscape with similar vegetation and a hazy sky. A dark green horizontal bar is overlaid on the image, containing the word 'AGRADECIMIENTOS' in white, bold, uppercase letters.

# AGRADECIMIENTOS

Vicuña comiendo vegetación  
de bofedal (Cusco)  
Foto: Renny Díaz Aguilar

Queremos reconocer y agradecer el apoyo de diversas personas e instituciones que ayudaron en el proceso de elaboración de este primer Inventario Nacional de

Bofedales, iniciado en julio del 2020. Este proceso ha sido dividido en tres grandes etapas, y queremos reconocer a cada uno de los involucrados en ellas.

## ETAPA I: PROPUESTA METODOLÓGICA

La primera etapa tuvo como objetivo identificar la propuesta metodológica para la elaboración del primer Inventario Nacional de Bofedales. Este trabajo fue realizado gracias al financiamiento obtenido en el marco del “Documento de Proyecto que implementa el Plan de trabajo a mediano plazo relativo al Memorando de entendimiento de Cooperación en el campo de la Vulnerabilidad, Evaluación de Riesgos, Adaptación y Mitigación al Cambio Climático entre el Ministerio Italiano de Medio Ambiente, Tierra y Mar (IMELS) y el Ministerio del Ambiente del Perú (Minam)”, coordinado desde la Dirección General

de Cambio Climático y Desertificación (DGCCD).

Para ello, invitamos a una serie de instituciones públicas y privadas para que designaran especialistas en teledetección, con experiencia en la aplicación en ecosistemas naturales, para que nos brindaran su opinión experta y que esto ayudara a sustentar la elección de insumos (sensores satelitales), técnicas de identificación/clasificación y plataformas de procesamiento a usarse en el Inventario. Queremos agradecerles por este apoyo a las siguientes entidades y a sus representantes:

**Tabla: Instituciones y representantes del proceso de consulta en teledetección**

Institución	Representantes
ANA	García Gonzales, Erick
CONDESAN	Peralvo, Manuel
CONIDA	Pasapera Gonzales, José Quintana Ortiz, Jesús Villón Reinoso, Carmen
IGP	Príncipe Aguirre, Romel
IIAP	Del Águila Pasquel, Jhon
INGEMMET	Casas Malpartida, Juan Gonzales Zúñiga, Katherine Rodríguez Aycho, Flor Zárate Chaparro, Hugo
MINAM	Coral Calvo, Janet Marchand Laynes, German Vivanco Vicencio, Rolando

OEFA	Miranda Valiente, Marco Tupayachi Trujillo, Raúl
OSINFOR	Candi Dipaz, Carlos
PNUD	Miyasiro López, María
RS-Geoimage	Vargas Gonzáles, Christian
SENAMHI	Sabino Rojas, Evelin
SERFOR	Cárdenas Baquerizo, Elvis
UNMSM	Eche Llenque, José Fashe Raymundo, Octavio Guillen Guevara, Arnulfo Nole Medina, Jorge Rojas Acuña, Joel

Fuente: elaboración propia

A partir de este trabajo, se vio la necesidad de aplicar la propuesta metodológica en algunas zonas piloto, para las que se tuviera información previa, y de campo. Este proceso no habría podido desarrollarse sin el Patronato de la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochabamba, la Asociación para la Conservación y Estudio de Montañas Andinas-Amazónicas (ACEMAA), quienes generosamente compartieron con nosotros información generada en campo. Gracias a Mónica Maldonado, Eduardo Oyague y Carmela Landeo por la información brinda de la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochabamba; a Jan Baiker por la información de Abancay.

Para cerrar esta etapa, contamos con el apoyo del Proyecto Infraestructura Natural para la Seguridad Hídrica - CONDESAN, quienes financiaron la contratación de la Geog. Daniella Vargas-Machuca Crespo, quien con un gran compromiso elaboró las propuestas de macrozonas y de tipos de vegetación de bofedales, usadas de base para el desarrollo del presente inventario.

Asimismo, agradecemos a todos los expertos que participaron en el taller de validación de los tipos de vegetación de bofedales, por compartir su experiencia y conocimiento en temas de botánica.

**Tabla: Instituciones y representantes del proceso de consulta en vegetación de bofedales**

Institución	Representantes
Corbidi	Walter Martín Leyva Molina
Corbidi	Mónica Maldonado Fonkén
Condesan	Natalia Aste
Condesan	José Cuadros
Condesan	Victor Alarcón
Condesan	Peggy Stern

Condesan	Javier Antiporta
Condesan	Vivien Bonnesoeur
Inaigem	Angela Mendoza
Inaigem	Sandra Arroyo
Ucsur	Dámaso W. Ramírez Huaroto
UNSAAC	Cristhian Álvarez
UNSAAC	Lucely Vilca
UNSAAC	Jhon Quispe

Fuente: elaboración propia

## ETAPA II: VALIDACIÓN DE PROPUESTA METODOLÓGICA

La segunda etapa tuvo como objetivo la validación de la metodología propuesta en la primera etapa, usando como base información recogida en campo, en zonas que fueran representativas de las tres macrozonas identificadas: Norte, Centro y Sur. Al igual que la primera etapa, esta fue financiada por proyecto IMELS y liderada por el Inaigem. Para la selección de los sitios de trabajo en campo, se desarrollaron reuniones de coordinación con diversos actores, para conocer la calidad y cantidad de información de campo con la que contaban. Les agradecemos al Centro de Competencias del Agua, a Cindesan, al Gobierno Regional de Cajamarca, a OEFA (Dirección de Evaluación Ambiental), al Patronato de la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cocha y a la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann por compartir su información de campo y ayudarnos a priorizar los sitios de validación.

Después de revisada la información los sitios para la validación en campo

priorizados fueron: la zona de Jalca y sus alrededores (Cajamarca), la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochas (Lima-Junín), la cuenca del río Cachi y sus alrededores (Ayacucho-Huancavelica) y el Área de Conservación Regional Vilacota Maure (Tacna). En esta etapa fue fundamental el apoyo e información de la Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente del Gore Cajamarca (José Huamán Mantilla y Edwin Gonzáles Cotrado) y a sus Municipalidades Distritales de Hualgayoc, Cajamarca, Catilluc, Tumbaden, Sorochuco, La Encañada, Huasmin, Oxamarca y Namora; la RP Nor Yauyos Cochas (Abdías Villoslada), al Centro de Competencias del Agua- CCA (W. Martín Leyva Molina), Centro de Desarrollo Agropecuario (Cedap) y a la Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente y al ACR Vilacota Maure del Gore Tacna (Marco Navarro).

Para el recojo de la información en campo, se contó con un destacado equipo de especialistas, quienes

realizaron la tarea con mucho compromiso y profesionalismo, un agradecimiento especial al biólogo Pablo Najarro Cerón, al ingeniero agrónomo Fernando Quinto Cuba, al ingeniero ambiental Kevin Adrian Ccaico Rios, y al físico Jorge Nole Medina. Y a Melissa Aranda Depaz, quien realizó todo el procesamiento de las muestras de suelo para el análisis de contenido de materia orgánica, en los laboratorios del INAIGEM.

Los equipos utilizados para el recojo de información en campo fueron facilitados por: la Dirección de Ecosistemas de Montaña (DIEM) del Inaigem, el grupo de investigación Ciencias de la Tierra, clima y medio ambiente (Ctclima) de la Facultad de Ciencias Físicas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos y

Daniella Vargas-Machuca Crespo, y les expresamos nuestro agradecimiento.

También queremos reconocer el apoyo del personal designado por las entidades locales que acompañaron al recojo de información en campo. En Cajamarca al especialista Percy Rodriguez López del Gore Cajamarca, en el ANP- RPNYC al especialista Hulfer Lázaro Reyes y en el ACR Vilacota Maure al Guardaparques Francisco Capacuti Ordoñez.

Y finalmente un agradecimiento al personal Programa Nacional – PAIS, quienes nos dieron acceso a la infraestructura de los Tambos, para facilitar nuestra estadía en las zonas más alejadas, facilitando el acceso a los puntos de trabajo. Agradecemos a cada uno de los gestores.

**Tabla: Instituciones y representantes del proceso de consulta en vegetación de bofedales**

Nro.	Tambo	Departamento	Gestor
1	Alto Perú	Tacna	Mollinedo, Ernesto
2	Occollo	Ayacucho	Marquina, Godofredo
3	Jerez	Cajamarca	Vilela, Víctor
4	SJD de Lircay	Huancavelica	Taipe, Edgar

Fuente: elaboración propia

## ETAPA III: AUTOMATIZACIÓN DE LA METODOLOGÍA

La tercera etapa consistió en la automatización de la metodología de bofedales en la plataforma GEE (Google Earth Engine). Es decir que, los procesos definidos para la metodología del inventario, fueron trabajados en lenguaje de programación para su procesamiento de manera automática. El trabajo fue desarrollado por el físico Jorge Nole Medina y financiado por el proyecto "Infraestructura Natural para la Seguridad Hídrica" a través de Condesan, a quien le agradecemos la implementación eficiente en el GEE de la metodología del primer inventario nacional de bofedales, optimizando significativamente la recopilación y procesamiento de

los datos, proporcionando así una valiosa herramienta, con flexibilidad de uso para identificación de datos actualizados de manera recurrente.

Para la validación de los resultados finales de bofedales a nivel nacional, se contó con el aporte de información del Ingemmet, OEFA y los Gores de Arequipa, Ayacucho, Cusco, Huancavelica, Junín y Tacna. Les agradecemos por compartir su valiosa información generada en campo.

Y el agradecimiento principal es a Beatriz Fuentealba Durand y Raquel Rios Recra, quienes lideraron y desarrollaron el trabajo durante estos años.



Equipo de trabajo acompañado por profesionales del Sernanp y el patronato de Nor Yauyos-Cochas (Lima)  
Foto: Raquel Rios Recra



# REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bofedal Qori Kalis,  
al fondo el glaciar Quelccaya (Cusco)  
Foto: Renny Díaz Aguilar

## BOFEDALES Y SU IMPORTANCIA

- Alvis Ccoropuna, T. (2018\*). Almacenamiento de carbono en los humedales altoandinos del centro poblado Chalhuanca, Caylloma–Arequipa, 2017. Tesis de grado. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Alvis-Ccoropuna, T; Villasante-Benavides, JF; Pauca-Tanco, GA; Quispe-Turpo, J del P; Luque-Fernández, CR. (2021). Cálculo y valoración del almacenamiento de carbono del humedal altoandino de Chalhuanca, Arequipa (Perú). *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research* 23(3):139-148.
- Argote Quispe, G. S. (2018\*). Implicaciones ecológicas y económicas del uso de bofedales altoandinos para el pastoreo. Tesis de maestría. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Baied, C. A., and Wheeler, J. C. (1993). Evolution of high Andean puna ecosystems: environment, climate, and culture change over the last 12,000 years in the Central Andes. *Mountain Research and Development*, 145-156.
- Baldoxeda Cajahuanca, I. A. (2020\*). Análisis de la humedad de suelo de los bofedales Huachipampa y Tambo Real, en la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochas. Tesis de grado. Universidad Católica Sedes Sapientiae.
- Baldoxeda, Á., Maldonado, M., & Alcántara, F. (2021\*). Análisis del porcentaje de humedad, materia orgánica y porosidad del suelo de dos tipos de bofedales. *Ciencia y Desarrollo*, 20(2), 17-28.
- Belizario Quispe, N. (2012\*). Microorganismos eficaces (EM) en la descomposición del estiércol de alpaca para el abonamiento de los Bofedales Altoandinos. Tesis de maestría. Universidad Nacional Del Altiplano
- 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.
- Biancalani, R., and Avagyan, A. (2014). Towards climate-responsible peatlands management. *Mitigation of Climate Change in Agriculture Series (MICCA)*, (9).
- Chimner, R. A., and Ewel, K. C. (2004). Differences in carbon fluxes between forested and cultivated Micronesian tropical peatlands. *Wetlands Ecology and Management*, 12, 419-427.
- Chimner, R. A., and Karberg, J. M. (2008). Long-term carbon accumulation in two tropical mountain peatlands, Andes Mountains, Ecuador. *Mires and Peat*, 3.
- Chimner, R. A., Bourgeau-Chavez, L., Grelik, S., Hribljan, J. A., Clarke, A. M. P., Polk, M. H., ... and Fuentealba, B. (2019). Mapping mountain peatlands and wet meadows using multi-date, multi-sensor remote sensing in the Cordillera Blanca, Peru. *Wetlands*, 39, 1057-1067.

- Chimner, R. A., Boone, R., Bowser, G., Bourgeau-Chavez, L. L., Fuentealba, B. D., Gilbert, J., ... and Zarria-Samanamud, M. (2020). Andes, Bofedales, and the Communities of Huascarán National Park, Peru. *Wetland Science and Practice*, 37 (4): 246-254
- Cochi Machaca, N; Condori, B; Rojas Pardo, A; Anthelme, F; Meneses, RI; Weeda, CE; Perotto-Baldivieso, HL. 2018. Effects of grazing pressure on plant species composition and water presence on bofedales in the Andes mountain range of Bolivia. *Mires and Peat* 21(15):1-15.
- Cooper, D. J., Wolf, E. C., Colson, C., Vering, W., Granda, A., and Meyer, M. (2010). Alpine peatlands of the Andes, Cajamarca, Peru. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 42(1), 19-33.
- Cooper, D. J., Kaczynski, K., Slayback, D., and Yager, K. (2015). Growth and organic carbon production in peatlands dominated by *Distichia muscoides*, Bolivia, South America. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 47(3), 505-510.
- Cooper, D. J., Sueltenfuss, J., Oyague, E., Yager, K., Slayback, D., Caballero, E. M. C., ... and Mark, B. G. (2019). Drivers of peatland water table dynamics in the central Andes, Bolivia and Peru. *Hydrological Processes*, 33(13), 1913-1925.
- Dangles, O., Rabatel, A., Kraemer, M., Zeballos, G., Soruco, A., Jacobsen, D., and 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), e0175814.
- Enriquez, A. S., Chimner, R. A., Cremona, M. V., Diehl, P., and Bonvissuto, G. L. (2015). Grazing intensity levels influence C reservoirs of wet and mesic meadows along a precipitation gradient in Northern Patagonia. *Wetlands Ecology and Management*, 23, 439-451.
- Franco León, P. J. (2017\*). Bofedales alto andinos de la Provincia de Candarave-Tacna y su caracterización trófica empleando organismos bioindicadores como herramienta ambiental. Tesis de grado. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann
- Fuentealba, B., y Mejía, M. (2016\*). Caracterización ecológica y social de humedales altoandinos del Parque Nacional Huascarán. *Aporte Santiaguino*, 9: 303-316.
- Gandarillas R., V; Jiang, Y; Irvine, K. (2016). Assessing the services of high mountain wetlands in tropical Andes: A case study of Caripe wetlands at Bolivian Altiplano. *Ecosystem Services* 19:51-64.
- García Celadita, I. M., y Peralta Landa, C. C. (2021\*). Estado de conservación del agua y de la vegetación de bofedal en la subcuenca del Valle de Santa Eulalia-Cuenca Rímac Huarochirí, Lima. Tesis de grado. Universidad Peruana Unión.
- Gonzales Huamán, L. Y. (2018\*). Evaluación de la condición ecológica de tres bofedales en la comunidad campesina cordillera blanca, distrito y provincia de Recuay, Ancash-2017. Tesis de grado. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.

- Hribljan, J., Cooper, D., Sueltenfuss, J., Wolf, E. C., Heckman, K., Lilleskov, E., and Chimner, R. (2015). Carbon storage and long-term rate of accumulation in high-altitude Andean peatlands of Bolivia. *Mires and Peat* 15(12) 1-14
- Hribljan, J. A., Suárez, E., Heckman, K. A., Lilleskov, E. A., and Chimner, R. A. (2016). Peatland carbon stocks and accumulation rates in the Ecuadorian páramo. *Wetlands Ecology and Management*, 24, 113-127.
- Hribljan, J. A., Suarez, E., Bourgeau-Chavez, L., Endres, S., Lilleskov, E. A., Chimbolema, S., ... and Chimner, R. A. (2017). Multidate, multisensor remote sensing reveals high density of carbon-rich mountain peatlands in the páramo of Ecuador. *Global Change Biology*, 23(12), 5412-5425.
- Lane, K. (2009). Engineered highlands: The social organization of water in the ancient north-central Andes (AD 1000–1480). *World Archaeology*, 41(1), 169-190.
- León Tinoco, A. Y. (2016\*). Reserva de carbono en bofedales y su relación con la florística y condición del pastizal. Tesis de maestría. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Machuca Peña, E. H., & Uzquiano Céspedes, F. J. (2021\*). Evaluación del estado de salud de bofedales mediante teledetección en la microcuenca de Acocancha-Lima 2021. Tesis de grado. Universidad César Vallejo.
- Maldonado-Fonkén M. (2014). An introduction to the bofedales of the Peruvian High Andes. *Mires and Peat*, 15(5), 1-13.
- Maldonado Fonkén, M. S. (2018\*). Dinámica espacio temporal de la flora de bofedales en Ayacucho y Huancavelica 2010-2012. Tesis de grado. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- MINAM (2018) Mapa nacional de ecosistemas del Perú: memoria descriptiva. Lima, Perú.
- MINAM (2019) Guía de evaluación del estado del Ecosistema de bofedal. Lima, Perú
- Medina, CE; Medina, YK; Bocardo, EF. (2020). Valoración económica del secuestro y almacenamiento de carbono en la puna seca del suroeste del Perú. *Bosque (Valdivia)* 41(2):165-172.
- Mitchell WP, Guillet D, editors. (1994). *Irrigation at High Altitudes: The Social Organization of Water Control Systems in the Andes*. Society for Latin American Anthropology Volume 12. Washington DC, USA
- Molinillo, M., and Monasterio, M. (1997). Pastoralism in paramo environments: practices, forage, and impact on vegetation in the cordillera of Merida, Venezuela. *Mountain Research and Development*, 197-211.
- Monge-Salazar, M. J., Tovar, C., Cuadros-Adriazola, J., Baiker, J. R., Montesinos-Tubée, D. B., Bonnesoeur, V., ... and Buytaert, W. (2022). Ecohydrology and ecosystem services of a natural and an artificial bofedal wetland in the central Andes. *Science of the Total Environment*, 838, 155968.
- OEFA. (2018\*). Evaluación ambiental temprana en el área de influencia del proyecto minero Corani de Bear Creek Mining S.A.C., en el distrito de Corani, provincia de Carabaya, departamento de Puno, durante el 2017 y 2018.

- OEFA. (2018\*). Evaluación ambiental temprana en el área de influencia del proyecto minero Quellaveco de Anglo American Quellaveco S.A., en los distritos de Torata, Moquegua y Carumas, provincia de Mariscal Nieto, departamento de Moquegua, durante el 2017 y 2018
- OEFA. (2018\*). Evaluación ambiental en el área de influencia de la unidad minera Toromocho operada por Minera Chinalco Perú S.A. – 2018
- OEFA. (2018\*). Evaluación ambiental temprana en el área de influencia del proyecto minero Utunsa de Anabi S.A.C. durante el 2017 y 2018.
- OEFA. (2019\*). Evaluación en el marco de la fiscalización ambiental en el Corredor vial Apurímac–Cusco en el ámbito de la provincia Chumbivilcas, departamento Cusco en el 2019.
- Oropeza Abregú, Y. E. (2019). Flora de los bofedales aledaños a la Laguna Milloc y su relación con el agua subterránea. Distrito de Carampoma, Huarochirí. Tesis de grado. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Planas-Clarke, A. M. (2018). The Effect of Water Table Levels and Short-term Ditch Restoration on Mountain Peatland Carbon Cycling in the Cordillera Blanca, Peru (Doctoral dissertation, Michigan Technological University).
- Polk, M. H., Young, K. R., Baraer, M., Mark, B. G., McKenzie, J. M., Bury, J., and Carey, M. (2017). Exploring hydrologic connections between tropical mountain wetlands and glacier recession in Peru's Cordillera Blanca. *Applied Geography*, 78, 94-103.
- Polk, M. H., Young, K. R., Cano, A., and León, B. (2019\*). Vegetation of Andean wetlands (bofedales) in Huascarán National Park, Peru. *Mires and Peat*, 24.
- Portal Quicaña, E. (2019\*). Influencia de la Napa freática sobre la vegetación y capacidad de carga animal en bofedales altoandinos. Tesis para el grado de doctor. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Postigo, J. C., Young, K. R., and Crews, K. A. (2008). Change and continuity in a pastoralist community in the high Peruvian Andes. *Human Ecology*, 36, 535-551.
- Quispe, L. S., León, P. F., & Passuni, E. O. (2017\*). Caracterización trófica de dos bofedales de la provincia de Candarave, Región Tacna. *Ciencia y Desarrollo*, (21), 37-49.
- Rubio, MC; Rubio, C; Salomón, MA; Abraham, E. (2017) Conservación de servicios ecosistémicos en humedales altoandinos: la participación social en la creación de un área natural protegida. *Ecología Austral* 27(1bis):177-192.
- Rydin H and JK Jeglum (2013). *The biology of peatlands*. Oxford University Press.
- Salvador, F., Monerri, J., and Rochefort, L. (2014\*). Peatlands of the Peruvian Puna ecoregion: types, characteristics and disturbance. *Mires and Peat*, 15(3), 1-17.
- Sánchez Salas, S. (2021\*). Valor ecológico del bofedal en la zona de amortiguamiento del Santuario Nacional de Ampay, sector Ccorhuani del distrito Tamburco, Abancay–Apurímac, 2021. Tesis de grado. Universidad César Vallejo.

- Seimon, T. A., Seimon, A., Yager, K., Reider, K., Delgado, A., Sowell, P., ... and Halloy, S. (2017). Long-term monitoring of tropical alpine habitat change, Andean anurans, and chytrid fungus in the Cordillera Vilcanota, Peru: Results from a decade of study. *Ecology and Evolution*, 7(5), 1527-1540.
- Sequeiros Abarca, D. A. (2020\*). Evaluación del servicio ambiental de captura de carbono de los bofedales del Centro Poblado Alto Perú, Tacna. Tesis de grado. Universidad Privada de Tacna.
- Suárez, E., Chimbolema, S., Chimner, R., and Lilleskov, E. A. (2021). Root biomass and production by two cushion plant species of tropical high-elevation peatlands in the Andean páramo. *Mires and Peat*, 27.
- Suárez E., Chimbolema S. y R. Jaramillo. (2022). Turberas de páramo en el Ecuador: Notas sobre la ecología, conservación, y restauración de un ecosistema estratégico. Imprenta Don Bosco, Quito 124 pp
- Urbina, J. C., and Benavides, J. C. (2015). Simulated small scale disturbances increase decomposition rates and facilitates invasive species encroachment in a high elevation tropical Andean peatland. *Biotropica*, 47(2), 143-151.
- Vargas-Machuca, D. (2017). Efectos de la extracción de turba en un sistema socio-ecológico altoandino: bofedales de Carampoma-Lima. Tesis de grado. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Verzijl, A., and Quispe, S. G. (2013). The system nobody sees: Irrigated wetland management and alpaca herding in the Peruvian Andes. *Mountain Research and Development*, 33(3), 280-293.
- Yager, K. (2015). Satellite imagery and community perceptions of climate change impacts and landscape change. *Climate cultures: Anthropological perspectives on climate change*, 146.
- Yager, K., Prieto, M., and Meneses, R. I. (2021). Reframing Pastoral Practices of Bofedal Management to Increase the Resilience of Andean Water Towers. *Mountain Research and Development*, 41(4), A1-A9.
- Zea Mamani, R. (2015\*). Determinación experimental de las necesidades hídricas del bofedal en puna seca y húmeda en el departamento de Puno. Tesis de grado. Universidad Nacional Del Altiplano
- (\*) Indica las publicaciones usadas para extraer información analizada en el capítulo 2

## INVENTARIO NACIONAL DE BOFEDALES

- Murthy, S. (1998). Automatic construction of decision trees from data: A multi-disciplinary survey. *Data Mining and Knowledge Discovery*, 2 (4), 345-389
- Shimada, M., y Ono, M. (2009). Advanced land observing satellite phased array type L-band synthetic aperture radar (ALOS PALSAR). *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 47(12), 3872-3882.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. (2021). Mapa de clasificación climática nacional.
- Autoridad Nacional del Agua. (1970). Mapa hidrográfico del Perú.
- Ministerio del Ambiente. (2018). Definiciones conceptuales de los ecosistemas del Perú.
- European Space Agency. (2015). Sentinel-2 user handbook.
- European Space Agency. (2007). ASAR Product Handbook.
- Sims, D.A., y Gamon, J.A. (2002). Relationships between leaf pigment content and spectral reflectance across a wide range of species, leaf structures and developmental stages. *Remote Sensing of Environment*, 81(2-3), 337-354.
- Mobley, C.D. (1999). *Light and Water: Radiative Transfer in Natural Waters*. Academic Press.
- Salvador, R., Verhoef, W., Bach, H., y Moreno, J. (2008). Field spectroscopy in the SWIR and NIR spectral regions: application to mineral and organic materials. *Journal of Near Infrared Spectroscopy*, 16(5), 305-313.
- Smith, M. O., y Milton, E. J. (1999). The use of the derivative in the analysis of reflectance spectra. *Remote sensing of environment*, 68(2), 135-150.
- Lillesand, T., Kiefer, R. W., y Chipman, J. (2014). *Remote Sensing and Image Interpretation*. John Wiley & Sons.
- Reuter, D.C., y Nelson, R.F. (1989). Topographic normalization of Landsat Thematic Mapper digital imagery. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 55(4), 539-546.
- Soenen, S. A., Peddle, D. R., y Coburn, C. A. (2005). SCS+ C: A modified sun-canopy-sensor topographic correction in forested terrain. *IEEE Transactions on geoscience and remote sensing*, 43(9), 2148-2159.
- Minnaert, M. (1941). The reciprocity principle in lunar photometry. *Astrophysical Journal*, 93, 403-410.
- Richards, J. A., y Jia, X. (2006). *Remote sensing digital image analysis: An introduction*. Springer Science & Business Media.
- Weibel, R. y Heller, M. (1991). *Digital Terrain Modelling Geographical Information Systems: Principles and Applications*. John Wiley & sons, 269-297.

- Weiss, A. (2001). Topographic position and landforms analysis. Poster session presented at the ESRI International User Conference, San Diego, CA.
- García, A, Rosique M, Segado, F. (1996). Topografía básica para ingenieros. Universidad de Murcia.
- Hunt, E., y Rock, B. N. (1989). Detection of changes in leaf water content using near- and middle-infrared reflectances. *Remote Sensing of Environment*, 30(1), 43–54.
- Small, D. (2011). Sentinel-1 Toolbox: The Sentinel-1 SAR Toolbox for ESA SNAP. *IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium*, 2903-2906.
- Kruse, F., Lefkoff, A., Boardman, J., Heidebrecht, K., Shapiro, A., Barloon, P., y Goetz, A. (1993). The spectral image processing system (sips) interactive visualization and analysis of imaging spectrometer data [Airbone Imaging Spectrometry]. *Remote Sensing of Environment*, 44(2), 145–163.
- Cochran, W. G. (1977). *Sampling techniques*. John Wiley & Sons.

## INVESTIGACIONES RECOPIADAS PARA VALIDACIÓN

- Alvis Ccoropuna, T. (2017). Almacenamiento de carbono en los humedales altoandinos del centro poblado Chalhuanca, Caylloma – Arequipa (Tesis de grado). Universidad Nacional San Agustín de Arequipa.
- Argote Quispe, G. S. (2018). Implicaciones ecológicas y económicas del uso de bofedales altoandinos para el pastoreo.
- Baldoceda Cajahuanca, I. A. (2020). Análisis de la humedad de suelo de los bofedales Huachipampa y Tambo Real, en la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochabamba (Tesis de grado). Universidad Católica Sedes Sapientiae.
- Baldoceda, Ángela, Maldonado, M., & Alcántara, F. (2022). Análisis del porcentaje de humedad, materia orgánica y porosidad del suelo de dos tipos de bofedales. *Ciencia & Desarrollo*, 20(2), 17–28.
- Belizario Quispe, N. (2012). Microorganismos eficaces (EM) en la descomposición del estiércol de alpaca para el abonamiento de los Bofedales Altoandinos (Tesis de maestría). Universidad Nacional Del Altiplano.
- Cabanillas-Trujillo, E. F., Morales-Bravo, A. D., & Madrid-Ibarra, F. d. M. (2021). Inventory of birds present of the "Laguna Punrun", department Pasco, Perú.
- Calvo Gómez, V. (2016). Marco conceptual y metodológico para estimar el estado de salud de bofedales de alta montaña (Tesis de grado). Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Chapilliquen Celis, V. R. (2017). Caracterización Geotécnica del suelo y roca para el diseño de pozas sedimentadoras en la zona de Ciénaga Norte - Tantauatay, Cajamarca (Tesis de grado). Universidad Nacional de Cajamarca.
- Chimner, R.A., Bourgeau-Chavez, L., Grelik, S. et al. Mapping Mountain Peatlands and Wet Meadows Using Multi-Date, Multi-Sensor Remote Sensing in the Cordillera Blanca, Peru. *Wetlands* 39, 1057–1067 (2019).
- Crispin Cunya, M., & Jimenez Diaz, L. A. (2019). Valoración económica ambiental de los bofedales del distrito de Pilpichaca, Huancavelica, Perú. *Natura@economía*, 4(1), 1–13.
- Crispin Perez, A. V. (2019). Evaluación espacio temporal de la diversidad florística, productividad primaria y soportabilidad al pastoreo de bofedales en la subcuenca del río Shullcas (Tesis de grado). Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Cuellar Canales, A. E. & Huaman Quispe, W. (2018). Caracterización de los estados fenológicos de especies dominantes en los bofedales durante la época seca en el centro de investigación y desarrollo de camélidos sudamericanos - Lachocc (Tesis de grado). Universidad Nacional de Huancavelica.
- FLACSOANDES. (2005). Turberas altoandinas.
- Franco León, P. J. (2017). Bofedales alto andinos de la Provincia de Candarave-Tacna y su caracterización trófica empleando organismos bioindicadores como herramienta ambiental (Informe técnico). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.

- García Celadita, I. M. & Peralta Landa, C. C. (2021). Estado de conservación del agua y de la vegetación de bofedal en la subcuenca del Valle de Santa Eulalia - Cuenca Rímac Huarochirí, Lima (Tesis de grado). Universidad Peruana Unión.
- García Dulanto, J. L. (2018). Implementación de una metodología para la identificación de bofedales usando datos imágenes satelitales Landsat - caso estudio: bofedal Chunal, cuenca alta del río Chillón (Tesis de maestría). Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- García-Díaz, J. E. (2012). Caracterización del estado de conservación de las especies presentes en los principales humedales altoandinos de la concesión para Conservación Alto Huayabamba (CCAH). Tesis para optar el grado de Ingeniero Ambiental. Facultad de Ecología, Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú.
- Gómez Portal, S. (2016). Hidrogeología en bofedales alto andinos con fines de aprovechamiento hídrico en la comunidad Rosaspata Vinchos - Ayacucho (Tesis de grado). Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga.
- Guevara Cervera, V. E. (2013). Identificación de unidades hidrogeológicas mediante pruebas hidráulicas en el proyecto Cerro Corona, Cajamarca, Perú (Tesis de grado). Universidad Nacional de Cajamarca.
- Huamantupa, Isau. (2010). Vegetación de los bofedales de Lacunco, Pati, Salinas, Tocra y remanentes menores en la Reserva Nacional de Salinas y Aguada Blanca.
- Hurtado Quispe, C., & Cruz Anchapuri, C. (2019). Evaluación y soportabilidad de los bofedales de la cuenca del Uchusuma zona altoandina de Tacna - 2006. *Ciencia & Desarrollo*, (10), 103–106.
- León Tinoco, A. Y. (2016). Reserva de carbono en bofedales y su relación con la florística y condición del pastizal (Tesis de maestría). Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Lino Leyva, K. K. (2020). Evaluación de la condición de dos bofedales en el sector de Piticocha, dentro de la Reserva Paisajística Nor Yauyos (Tesis de grado). Universidad Católica Sedes Sapientiae.
- Llanos López, R. (2021). Estudio paleoambiental de Turberas tropicales altoandinas en la cabecera de Cuenca Cachi, Ayacucho, y su importancia como sumideros de carbono.
- Lozano Izquierdo, A. (2017). Evaluación Geoestructural e Hidrogeológica de la parte inferior de la subcuenca Chirimayo-Sorochocho-Cajamarca (Tesis de grado). Universidad Nacional de Cajamarca.
- Machuca Crespo, D. V. (2017). Efectos de la extracción de turba en un sistema socio-ecológico altoandino: Bofedales de Carampoma - Lima.
- Machuca Peña, E. H., & Uzquiano Céspedes, F. J. (2021). Evaluación del estado de salud de bofedales mediante teledetección en la microcuenca de Acocancha-Lima (Tesis de grado). Universidad Cesar Vallejo.
- Maldonado, M. S. (2018). Dinámica espacio temporal de la flora de bofedales en Ayacucho y Huancavelica 2010-2012. Tesis pregrado. Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima- Perú

Maldonado Fonkén, M. S. (2016). Comportamiento de la vegetación de los bofedales influenciados por las actividades antrópicas. Pontificia Universidad Católica del Perú (Peru).

Mercado Laguna, A. M. (2019). Evaluación Agrostológica de la Microcuenca Ocrabamba - Apurímac (Tesis de grado). Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.

Minga, J. C. (2014). Traslado y adaptabilidad de bofedales para la viabilidad ambiental del proyecto minero Inmaculada ubicado en el distrito de Oyolo, provincia de Paucar del Sara Sara - Región de Ayacucho (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Ingeniería.

Monge-Salazar, María & Tovar Ingar, Carolina & Cuadros Adriazola, Jose Elias & Baiker, Jan R. & Montesinos-Tubée, Daniel B. & Bonnesoeur, Vivien & Antiporta, Erick & Román-Dañobeytia, Francisco & Fuentealba, Beatriz & Ochoa-Tocachi, Boris & Buytaert, Wouter. (2022). Ecohydrology and ecosystem services of a natural and an artificial bofedal wetland in the central Andes. *Science of The Total Environment*. 838. 155968. 10.1016/j.scitotenv.2022.155968.

Navarro, A. (2012). Caracterización físico – química de los principales humedales de Jalca de la concesión para conservación Alto Huayabamba [Tesis, Universidad Nacional de San Martín].

Ñahui Martínez, E. (2021). Comportamiento y estrategias de conservación del recurso hídrico de bofedales en Callqui Chico, Huancavelica (Tesis de grado). Universidad Nacional de Huancavelica.

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA). (2017). Evaluación ambiental temprana en el área de influencia del proyecto de exploración minera Corani de Fission Energy Perú S.A.C., en el distrito de Corani, provincia de Carabaya, departamento de Puno, durante 2017 y 2018. Evaluación ambiental temprana.

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA). (2017). Evaluación ambiental temprana en el área de influencia del proyecto minero Corani de Bear Creek Mining S.A.C., en el distrito de Corani, provincia de Carabaya, departamento de Puno, durante el 2017 y 2018. Evaluación ambiental temprana.

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA). (2017). Evaluación ambiental temprana en el área de influencia del proyecto minero Quellaveco de Anglo American Quellaveco S.A., en los distritos de Torata, Moquegua y Carumas, provincia de Mariscal Nieto, departamento de Moquegua, durante el 2017 y 2018. Evaluación ambiental temprana.

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA). (2017). Evaluación ambiental temprana en el área de influencia del proyecto minero San Gabriel de la Compañía de minas Buenaventura S.A.A. Evaluación ambiental temprana.

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA). (2017). Evaluación ambiental temprana en el área de influencia del proyecto minero Utunsa de Anabi S.A.C. durante el 2017 y 2018. Evaluación ambiental temprana.

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA). (2018). Evaluación ambiental en el área de influencia de la unidad minera Toromocho operada por Minera Chinalco Perú S.A. Evaluación ambiental temprana.

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA). (2018). Evaluación ambiental temprana (preliminar) en el área de influencia del proyecto de exploración minera Michiquillay, de Southern Perú Copper Corporation - Sucursal del Perú, en el distrito La Encañada, provincia y departamento de Cajamarca, durante el 2018. Evaluación ambiental temprana.

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA). (2018). Evaluación ambiental temprana en el área de influencia del proyecto El Galeno de Lumina Copper S.A.C., durante el 2017 y 2018. Evaluación ambiental temprana.

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA). (2018). Evaluación ambiental temprana en el área de influencia del proyecto minero Michiquillay de Southern Perú Copper Corporation sucursal del Perú, durante el 2018 y 2019. Evaluación ambiental temprana.

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA). (2019). Evaluación ambiental temprana en el área de influencia de la exploración Haqira de Minera Antares Perú SAC, distritos de Challhuahuacho y Progreso, provincias de Cotabambas y Grau, departamento de Apurímac. Evaluación ambiental temprana.

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA). (2019). Evaluación en el marco de la fiscalización ambiental en el Corredor vial Apurímac-Cusco en el ámbito de la provincia Chumbivilcas, departamento Cusco en el 2019. Evaluación en el marco de la fiscalización ambiental.

Oropeza Abregú, Y. E. (2019). Flora de los bofedales aledaños a la Laguna Milloc y su relación con el agua subterránea. Distrito de Carampoma, Huarochirí.

Ortiz Nuñez, N. (2016). Diversidad y biomasa de flora silvestre en el Bofedal La Moya - Ayaviri (Tesis de grado). Universidad Nacional Del Altiplano.

Oyague Passuni, Eduardo & Maldonado Fonkén, Monica Sofia. (2015). Relationships between aquatic invertebrates, water quality and vegetation in an Andean peatland system. *Mires and Peat*. Volume 15 (2014 / 2015). 1-21.

Polk, M. H., Young, K. R., Cano, A., & León, B. (2019). Vegetation of andean wetlands (bofedales) in huascarán national park, Peru. *Mires and Peat*, 24.

Portal Quicaña, E. (2019). Influencia de la Napa freática sobre la vegetación y capacidad de carga animal en bofedales altoandinos (Tesis de doctorado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Quinto Cuba, F. (2018). Evaluación agrostofológica en tres altitudes y sitios de pastizal en la microcuenca de Paras en época lluviosa, Ayacucho (Tesis de grado). Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga.

Rondoy, Luciano & León, José & De La Cruz Castillo, Anthony. (2020). Physical-chemical and phytoplankton characteristics of high Andean wetlands and their relationship with the presence of *Lymnaea* Spp. in Frías, Piura, Peru. *Manglar*. 17. 13-19. 10.17268/manglar.2020.003.

Sanchez Salas, S. (2021). Valor ecológico del bofedal en la zona de amortiguamiento del Santuario Nacional de Ampay, sector Ccorhuani del distrito Tamburco, Abancay – Apurímac (Tesis de grado). Universidad César Vallejo.

Schittek, Karsten & Forbriger, Markus & Berg, Dominik & Hense, Jonathan & Schäbitz, Frank & Eitel, Bernhard. (2018). Last millennial environmental dynamics in the western Peruvian Andes inferred from the development of a cushion-plant peat hillock. *Perspectives in Plant Ecology Evolution and Systematics*. 30. 115-124. 10.1016/j.ppees.2017.09.002.

Seminario Cunya, A. (2016). Potencial de la flora medicinal silvestre con fines de conservación en el distrito La Encañada- Cajamarca 2010-2012 (Tesis de doctorado). Universidad Nacional de Cajamarca.

Sequeiros Abarca, D. A. (2020). Evaluación del servicio ambiental de captura de carbono de los bofedales del centro poblado Alto Perú, Tacna (Tesis de grado). Universidad Privada de Tacna.

Sulca Quispe, L., Franco León, P., & Oyague Passuni, E. (2019). Caracterización trófica de dos bofedales de la provincia de Candarave, región Tacna. *Ciencia & Desarrollo*, (21), 37–49.

Zea, R. (2015). Determinación experimental de las necesidades hídricas del bofedal en puna seca y húmeda en el departamento de Puno [Tesis, Universidad Nacional del Altiplano].



# ANEXOS

Valle Huancane, al fondo el  
glaciar Quelccaya (Puno)  
Foto: Renny Diaz

## PRECISIÓN DE CLASIFICACIÓN POR MACROZONA

Se detallan la precisión de la realizadas a nivel de macrozonas clasificación de los resultados (Páramo-Norte, Centro y Sur) mediante las matrices de confusión

**PÁRAMO Y NORTE:** Precisión global de 66 % e índice de kappa de 0.34

**Tabla: Matriz de confusión Macrozona Páramo y Norte**

Clases	Bofedal	No bofedal	Total
Bofedal	60	1	61
No bofedal	106	151	257
Total	166	152	318

Fuente: elaboración propia.

**CENTRO:** Precisión global de 92 % e índice de kappa de 0.84

**Tabla: Matriz de confusión Macrozona Centro**

Clases	Bofedal	No bofedal	Total
Bofedal	441	7	448
No bofedal	55	286	341
Total	496	293	789

Fuente: elaboración propia.

**SUR:** Precisión global de 94 % e índice de kappa de 0.87

**Tabla: Matriz de confusión Macrozona Sur**

Clases	Bofedal	No bofedal	Total
Bofedal	226	2	228
No bofedal	22	134	156
Total	248	136	384

Fuente: elaboración propia.

# RESULTADOS PROVINCIALES Y DISTRITALES

## DEPARTAMENTO DE AMAZONAS

PROVINCIAS	ÁREA DE BOFEDAL		DISTRITO	ÁREA DE BOFEDAL	
	ha	%		ha	%
Chachapoyas	840.00	69.9	Leimebamba	707.98	58.9
			Chuquibamba	95.02	7.9
			Balsas	36.76	3.1
			La Jalca	0.16	0.01
			Mariscal Castilla	0.09	0.01
Luya	355.65	29.6	San Francisco Del Yeso	157.44	13.1
			Pisuquia	80.93	6.7
			María	48.25	4.0
			Longuita	44.91	3.7
			Santo Tomas	17.20	1.4
			Cocabamba	6.91	0.6
Rodriguez De Mendoza	6.70	0.6	Limabamba	6.70	0.6
<b>TOTAL</b>				<b>1202.35</b>	<b>100.0</b>

## DEPARTAMENTO DE ANCASH

PROVINCIA	ÁREA DE BOFEDAL		DISTRITO	ÁREA DE BOFEDAL	
	ha	%		ha	%
Bolognesi	7194.0	25.4	Huallanca	3334.4	11.8
			Aquia	1896.7	6.7
			Chiquian	745.3	2.6
			Huasta	685.6	2.4
			Pacllon	260.1	0.9
			Cajacay	93.3	0.3
			Mangas	76.6	0.3
			Ticlos	49.4	0.2
			Huayllacayan	36.5	0.1
			La Primavera	13.2	0.05
			San Miguel De Corpanqui	2.1	0.01
			Canis	0.8	0.003
			Huari	5415.3	19.1
Chavin De Huantar	1147.7	4.1			
Huari	430.8	1.5			
Cajay	290.5	1.0			
San Pedro De Chana	199.3	0.7			
Ponto	173.4	0.6			
Huachis	162.1	0.6			
Huacachi	140.5	0.5			
Paucas	98.8	0.3			
Huacchis	97.6	0.3			
Huantar	68.3	0.2			
Masin	59.8	0.2			
Rapayan	42.6	0.2			
Anra	17.5	0.1			
Uco	1.1	0.004			

PROVINCIA	ÁREA DE BOFEDAL		DISTRITO	ÁREA DE BOFEDAL	
	ha	%		ha	%
Recuay	5476.9	19.4	Catac	4478.2	15.8
			Pampas Chico	241.3	0.9
			Ticapampa	208.8	0.7
			Cotaparaco	170.7	0.6
			Marca	158.5	0.6
			Recuay	142.1	0.5
			Tapacocha	45.0	0.2
			Huayllapampa	32.5	0.1
Huaraz	2420.5	8.6	Olleros	882.4	3.1
			Huaraz	732.9	2.6
			La Libertad	195.8	0.7
			Pariacoto	169.1	0.6
			Pira	154.1	0.5
			Independencia	105.1	0.4
			Huanchay	82.5	0.3
			Tarica	68.2	0.2
			Jangas	28.4	0.1
			Cochabamba	1.6	0.01
			Pampas Grande	0.5	0.002
Pallasca	1897.8	6.7	Conchucos	822.1	2.9
			Pampas	520.7	1.8
			Tauca	264.1	0.9
			Cabana	203.3	0.7
			Huandoval	49.0	0.2
			Lacabamba	29.8	0.1
			Llapo	6.9	0.02
			Pallasca	1.3	0.005
Huaylas	894.3	3.2	Llapo	0.4	0.002
			Yuracmarca	676.1	2.4
			Pamparomas	103.2	0.4
			Santa Cruz	86.2	0.3
			Huata	11.9	0.04
			Pueblo Libre	10.3	0.04
			Santo Toribio	5.8	0.02
			Mato	0.5	0.002
			Huaylas	0.3	0.001
Caraz	0.1	0.0005			

PROVINCIA	ÁREA DE BOFEDAL		DISTRITO	ÁREA DE BOFEDAL	
	ha	%		ha	%
Yungay	654.2	2.3	Yanama	213.2	0.8
			Shupluy	197.3	0.7
			Cascapara	191.8	0.7
			Quillo	39.0	0.1
			Yungay	12.9	0.05
Sihuas	681.3	2.4	Sicsibamba	6.9	0.02
			Cashapampa	17.8	0.1
			Quiches	20.2	0.1
			Acobamba	38.5	0.1
			Alfonso Ugarte	44.1	0.2
			Chingalpo	106.5	0.4
			San Juan	135.5	0.5
			Ragash	140.0	0.5
			Huayllabamba	171.7	0.6
Carhuaz	548.4	1.9	Carhuaz	204.0	0.7
			Marcara	136.0	0.5
			San Miguel De Aco	109.9	0.4
			Shilla	32.8	0.1
			Yungar	32.3	0.1
			Anta	21.3	0.1
Asuncion	507.6	1.8	Ataquero	12.1	0.04
			Chacas	454.8	1.6
Corongo	538.9	1.9	Acochaca	52.8	0.2
			Cusca	412.7	1.5
			Corongo	102.9	0.4
			Aco	16.7	0.1
			La Pampa	2.0	0.01
			Yanac	2.0	0.01
			Bambas	1.6	0.01
			Bambas	1.0	0.003
Pomabamba	458.5	1.6	Pomabamba	346.1	1.2
			Huayllan	95.7	0.3
			Quinuabamba	11.6	0.04
			Parobamba	5.1	0.02

PROVINCIA	ÁREA DE BOFEDAL		DISTRITO	ÁREA DE BOFEDAL	
	ha	%		ha	%
Aija	373.1	1.3	La Merced	145.3	0.5
			Aija	142.6	0.5
			Coris	65.6	0.2
			Succha	16.4	0.1
			Huacllan	3.2	0.01
Carlos Fermin Fitzcarrald	355.2	1.3	San Luis	166.0	0.6
			Yauya	102.5	0.4
			San Nicolas	86.8	0.3
Antonio Raymondi	291.1	1.0	Mirgas	182.5	0.6
			San Juan De Rontoy	72.6	0.3
			Llamellin	26.0	0.1
			Chingas	9.9	0.04
Mariscal Luzuriaga	288.0	1.0	Casca	81.4	0.3
			Llumpa	68.7	0.2
			Fidel Olivas Escudero	52.1	0.2
			Lucma	40.4	0.1
			Eleazar Guzman Barron	24.9	0.1
			Musga	11.7	0.04
			Llama	4.7	0.02
			Piscobamba	4.2	0.01
Ocros	240.0	0.8	Ocros	127.5	0.5
			Cajamarquilla	67.8	0.2
			Congas	38.3	0.1
			Santiago De Chilcas	4.0	0.01
			Acas	1.8	0.01
			Llipa	0.7	0.002
Huarmey	39.8	0.1	Malvas	39.8	0.1
Santa	16.3	0.1	Caceres Del Peru	13.8	0.05
			Macate	2.5	0.01
<b>TOTAL</b>				<b>28 291.2</b>	<b>100.0</b>

## DEPARTAMENTO DE APURIMAC

PROVINCIA	ÁREA DE BOFEDAL		DISTRITO	ÁREA DE BOFEDAL	
	ha	%		ha	%
Aymaraes	11 863.9	25.4	Cotaruse	9148.3	19.6
			Sañayca	897.8	1.9
			Toraya	380.7	0.8
			Caraybamba	262.1	0.6
			San Juan De Chacña	225.1	0.5
			Chalhuanca	172.7	0.4
			Lucre	158.8	0.3
			Tintay	135.6	0.3
			Colcabamba	130.0	0.3
			Chapimarca	124.7	0.3
			Tapairihua	94.0	0.2
			Capaya	74.5	0.2
			Yanaca	27.7	0.1
			Pocohuanca	24.3	0.1
			Justo Apu Sahuaraura	4.2	0.01
Huayllo	2.2	0.005			
Soraya	1.4	0.003			
Antabamba	12 789.5	27.4	Oropesa	7053.5	15.1
			Antabamba	2153.6	4.6
			Juan Espinoza Medrano	2076.6	4.5
			Huaquirca	885.7	1.9
			Pachaconas	373.6	0.8
			Sabaino	168.3	0.4
			El Oro	78.1	0.2

PROVINCIA	ÁREA DE BOFEDAL		DISTRITO	ÁREA DE BOFEDAL	
	ha	%		ha	%
Andahuaylas	8576.2	18.4	Tumay Huaraca	3091.3	6.6
			Pampachiri	1796.8	3.9
			Jose Maria Arguedas	985.1	2.1
			Pomacocha	613.0	1.3
			Kishuara	573.4	1.2
			San Jeronimo	507.7	1.1
			Chiara	356.2	0.8
			Santa Maria De Chicmo	218.7	0.5
			Andahuaylas	153.3	0.3
			Huayana	138.2	0.3
			Turpo	32.4	0.1
			San Antonio De Cachi	31.5	0.1
			Huancaray	31.0	0.1
			San Miguel De Chaccrampa	24.9	0.1
Huancarama	22.6	0.05			
Cotabambas	4864.5	10.4	Tambobamba	1634.9	3.5
			Coyllurqui	1189.0	2.6
			Challhuahuacho	949.3	2.0
			Haquira	695.0	1.5
			Cotabambas	318.1	0.7
			Mara	78.2	0.2
Abancay	4424.8	9.5	Circa	1485.9	3.2
			Curahuasi	948.5	2.0
			Lambrama	876.6	1.9
			Pichirhua	409.3	0.9
			Chacoche	353.7	0.8
			Abancay	306.4	0.7
			Tamburco	24.2	0.1
			Huanipaca	17.3	0.04
San Pedro De Cachora	3.0	0.01			

PROVINCIA	ÁREA DE BOFEDAL		DISTRITO	ÁREA DE BOFEDAL	
	ha	%		ha	%
Grau	3663.1	7.9	Curpahuasi	1095.3	2.3
			Chuquibambilla	636.1	1.4
			Pataypampa	468.6	1.0
			Progreso	461.5	1.0
			Virundo	348.2	0.7
			Gamarra	276.0	0.6
			Micaela Bastidas	171.3	0.4
			Curasco	77.7	0.2
			Huayllati	56.1	0.1
			Mamara	36.9	0.1
			Turpay	21.7	0.05
			Santa Rosa	10.9	0.02
			San Antonio	3.0	0.01
			Chincheros	442.1	0.9
Uranmarca	78.8	0.2			
Ongoy	76.3	0.2			
Ocobamba	68.6	0.1			
Huaccana	59.6	0.1			
Anco_Huallo	25.6	0.1			
El Porvenir	11.8	0.03			
Chincheros	11.2	0.02			
Los Chankas	10.7	0.02			
Rocchacc	9.8	0.02			
Ahuayro	0.3	0.001			
<b>TOTAL</b>			<b>46 624.1</b>	<b>100.0</b>	

## DEPARTAMENTO DE AREQUIPA

PROVINCIA	ÁREA DE BOFEDAL		DISTRITO	ÁREA DE BOFEDAL	
	ha	%		ha	%
Caylloma	73 847.2	56.0	Tisco	17 768.7	13.5
			Callalli	16 634.6	12.6
			San Antonio De Chuca	13 484.6	10.2
			Caylloma	9927.8	7.5
			Yanque	6196.2	4.7
			Sibayo	1687.2	1.3
			Lari	1603.1	1.2
			Tapay	1589.9	1.2
			Tuti	1435.6	1.1
			Lluta	748.9	0.6
			Achoma	706.5	0.5
			Chivay	508.3	0.4
			Cabanaconde	655.3	0.5
			Coporaque	211.2	0.2
			Maca	188.3	0.1
			Ichupampa	186.7	0.1
			Huanca	146.5	0.1
			Madrigal	142.1	0.1
			Huambo	23.9	0.02
Lluta	1.9	0.001			
La Union	20 993.1	15.9	Puyca	10 880.2	8.2
			Pampamarca	5121.0	3.9
			Huaynacotas	4504.3	3.4
			Cotahuasi	190.0	0.1
			Charcana	120.4	0.1
			Tomepampa	60.9	0.05
			Quechualla	32.0	0.02
			Alca	29.9	0.02
			Tauria	28.9	0.02
			Toro	24.9	0.02
			Sayla	0.6	0.0005

PROVINCIA	ÁREA DE BOFEDAL		DISTRITO	ÁREA DE BOFEDAL	
	ha	%		ha	%
Castilla	14 596.6	11.1	Choco	3816.6	2.9
			Chachas	6196.2	4.7
			Orcopampa	3894.1	3.0
			Andagua	248.4	0.2
			Pampacolca	160.3	0.1
			Machaguay	155.5	0.1
			Chilcaymarca	86.0	0.1
			Viraco	38.0	0.03
			Uñon	1.5	0.001
Condesuyos	13 250.8	10.0	Cayarani	9488.5	7.2
			Salamanca	3605.5	2.7
			Andaray	140.3	0.1
			Chuquibamba	12.8	0.01
			Yanaquihua	2.3	0.002
			Chichas	1.3	0.001
Arequipa	9254.3	7.0	San Juan De Tarucani	8812.3	6.7
			Yura	441.1	0.3
			Characato	0.7	0.001
			Chiguata	0.3	0.0002
<b>TOTAL</b>			<b>13 1942.1</b>	<b>100.0</b>	

## DEPARTAMENTO DE AYACUCHO

PROVINCIA	ÁREA DE BOFEDAL		DISTRITO	ÁREA DE BOFEDAL	
	ha	%		ha	%
Lucanas	42 448.2	42.1	Lucanas	12 063.2	12.0
			Chipao	7580.9	7.5
			Puquio	5320.9	5.3
			Aucara	4668.5	4.6
			Cabana	2929.9	2.9
			San Pedro De Palco	2552.2	2.5
			Carmen Salcedo	1767.1	1.8
			Laramate	1651.6	1.6
			San Cristobal	1373.3	1.4
			Llauta	630.8	0.6
			Otoca	441.9	0.4
			Leoncio Prado	426.0	0.4
			San Pedro	345.5	0.3
			Ocaña	274.4	0.3
			Chaviña	228.6	0.2
			Sancos	125.8	0.1
			San Juan	29.6	0.03
			Santa Lucia	16.4	0.02
			Saisa	15.3	0.02
			Huac-Huas	6.3	0.01
Parinacochas	17 691.5	17.5	Coracora	9615.5	9.5
			Coronel Castañeda	5335.1	5.3
			Upahuacho	2304.3	2.3
			Chumpi	192.6	0.2
			Pacapausa	113.9	0.1
			Puyusca	80.5	0.1
			San Francisco De Ravacayco	42.9	0.04
			Pullo	6.7	0.01
Huanca Sancos	17 992.3	17.8	Sancos	11 200.8	11.1
			Santiago De Lucanamarca	3500.2	3.5
			Sacsamarca	3219.8	3.2
			Carapo	71.4	0.1

PROVINCIA	ÁREA DE BOFEDAL		DISTRITO	ÁREA DE BOFEDAL	
	ha	%		ha	%
Paucar Del Sara Sara	6866.7	6.8	Oyolo	6668.6	6.6
			Colta	95.8	0.1
			Lampa	78.1	0.1
			San Javier De Alpabamba	10.3	0.01
			Corculla	6.0	0.01
			Marcabamba	4.2	0.004
			San Jose De Ushua	3.6	0.004
Cangallo	4129.1	4.1	Paras	2500.5	2.5
			Chuschi	1478.2	1.5
			Maria Parado De Bellido	121.7	0.1
			Totos	28.4	0.03
			Los Morochucos	0.4	0.0004
Huamanga	3481.9	3.5	Vinchos	2167.7	2.1
			Chiara	749.0	0.7
			Acocro	427.1	0.4
			Socos	50.8	0.1
			Acos Vinchos	40.7	0.04
			Ocros	24.3	0.02
			Quinua	20.0	0.02
			San Jose De Ticllas	2.5	0.002
Sucre	3034.4	3.0	Soras	1011.1	1.0
			San Pedro De Larcay	736.0	0.7
			Morcolla	726.0	0.7
			Huacaña	343.5	0.3
			Querobamba	181.6	0.2
			San Salvador De Quije	18.6	0.02
			Santiago De Paucaray	12.1	0.01
			Paico	5.6	0.01

PROVINCIA	ÁREA DE BOFEDAL		DISTRITO	ÁREA DE BOFEDAL	
	ha	%		ha	%
Victor Fajardo	2837.5	2.8	Vilcanchos	1205.6	1.2
			Sarhua	600.7	0.6
			Canaria	412.4	0.4
			Apongo	272.6	0.3
			Huancaraylla	196.1	0.2
			Huancapi	113.9	0.1
			Huaya	33.8	0.03
			Alcamenca	0.9	0.001
			Huamanquiquia	0.8	0.001
			Asquipata	0.7	0.001
Huanta	1292.9	1.3	Ayahuanco	618.6	0.6
			Pucacolpa	153.1	0.2
			Chaca	138.8	0.1
			Huanta	136.1	0.1
			Uchuraccay	90.2	0.1
			Santillana	81.1	0.1
			Huamanguilla	56.9	0.1
			Iguain	12.1	0.01
			Luricocha	4.8	0.005
			Llochegua	1.2	0.001
La Mar	953.2	0.9	Tambo	389.8	0.4
			San Miguel	347.2	0.3
			Anco	86.4	0.1
			Luis Carranza	42.9	0.04
			Ninabamba	36.8	0.04
			Chungui	30.9	0.03
			Patibamba	14.2	0.01
			Chilcas	2.7	0.003
Oroncco	2.2	0.002			
Vilcas Huaman	166.3	0.2	Vischongo	71.6	0.1
			Concepcion	57.9	0.1
			Vilcas Huaman	19.2	0.02
			Huambalpa	17.6	0.02
<b>TOTAL</b>			<b>100 894.0</b>	<b>100.0</b>	

## DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA

PROVINCIA	ÁREA DE BOFEDAL		DISTRITO	ÁREA DE BOFEDAL	
	ha	%		ha	%
Cajamarca	1779.3	37.6	Encañada	750.3	15.9
			Cajamarca	635.8	13.4
			Los Baños Del Inca	293.6	6.2
			Asuncion	67.7	1.4
			Jesus	15.9	0.3
			Namora	9.9	0.2
			Magdalena	3.3	0.1
			Chetilla	2.8	0.1
			Cospan	0.1	0.002
San Miguel	963.3	20.4	Catilluc	570.9	12.1
			San Silvestre De Cochán	258.4	5.5
			Llapa	133.9	2.8
			Tongod	0.1	0.003
San Pablo	653.1	13.8	Tumbaden	534.6	11.3
			San Pablo	118.4	2.5
Jaen	378.3	8.0	Sallique	208.6	4.4
			Chontali	126.6	2.7
			Pomahuaca	28.9	0.6
			San Felipe	14.1	0.3
Hualgayoc	267.3	5.6	Chugur	171.0	3.6
			Bambamarca	51.2	1.1
			Hualgayoc	45.1	1.0
Celendin	304.4	6.4	Sorochocho	169.1	3.6
			Sucre	58.9	1.2
			Huasmin	46.7	1.0
			Oxamarca	29.8	0.6
Cajabamba	141.8	3.0	Cachachi	106.8	2.3
			Sitacocha	19.4	0.4
			Cajabamba	14.7	0.3
			Condebamba	0.9	0.02
San Marcos	64.2	1.4	Jose Sabogal	33.8	0.7
			Gregorio Pita	19.7	0.4
			Jose Sabogal	6.9	0.1
			Pedro Galvez	3.7	0.1
			Jose Manuel Quiroz	0.1	0.003
San Ignacio	67.6	1.4	Tabaconas	47.8	1.0
			Namballe	19.8	0.4
Chota	34.3	0.7	Chalamarca	27.0	0.6
			Conchan	7.1	0.2
			Chota	0.1	0.003
Santa Cruz	77.8	1.6	Ninabamba	77.8	1.6
<b>TOTAL</b>				<b>4731.2</b>	<b>100.0</b>

## DEPARTAMENTO DE CUSCO

PROVINCIA	ÁREA DE BOFEDAL		DISTRITO	ÁREA DE BOFEDAL	
	ha	%		ha	%
Espinar	30 109.1	29.8	Condorama	7521.2	7.4
			Pallpata	6998.2	6.9
			Coporaque	6081.7	6.0
			Espinar	2419.4	2.4
			Alto Pichigua	2378.7	2.4
			Ocoruro	1789.0	1.8
			Suyckutambo	1689.2	1.7
			Pichigua	1231.8	1.2
Chumbivilcas	21 670.4	21.5	Santo Tomas	6210.8	6.2
			Velille	4118.9	4.1
			Chamaca	3682.2	3.6
			Livitaca	3649.2	3.6
			Colquemarca	2284.1	2.3
			Capacmarca	1222.1	1.2
			Llusco	339.3	0.3
			Quiñota	163.9	0.2
Canchis	20 705.3	20.5	Checacupe	6402.2	6.3
			Pitumarca	6321.9	6.3
			Sicuni	4103.1	4.1
			San Pablo	2402.2	2.4
			Marangani	1423.6	1.4
			Combapata	33.3	0.03
			San Pedro	18.3	0.02
			Tinta	0.8	0.001
Canas	9160.7	9.1	Kunturkanki	3522.9	3.5
			Layo	2272.2	2.3
			Checca	1842.6	1.8
			Yanaoca	538.2	0.5
			Quehue	519.6	0.5
			Langui	267.0	0.3
			Tupac Amaru	198.3	0.2

PROVINCIA	ÁREA DE BOFEDAL		DISTRITO	ÁREA DE BOFEDAL	
	ha	%		ha	%
Quispicanchi	9400.4	9.3	Ocongate	4510.3	4.5
			Marcapata	2449.4	2.4
			Camanti	617.8	0.6
			Quiquijana	507.3	0.5
			Cusipata	457.8	0.5
			Ccarhuayo	432.3	0.4
			Huaro	203.3	0.2
			Ccatca	170.6	0.2
			Oropesa	34.3	0.03
			Lucre	8.5	0.01
			Urcos	5.6	0.01
La Convencion	2435.0	2.4	Andahuaylillas	3.2	0.003
			Vilcabamba	1008.4	1.0
			Santa Teresa	867.5	0.9
			Inkawasi	282.9	0.3
			Ocobamba	260.7	0.3
			Huayopata	14.3	0.01
Paucartambo	1903.2	1.9	Echarate	1.2	0.001
			Colquepata	545.7	0.5
			Challabamba	459.3	0.5
			Paucartambo	456.2	0.5
			Kosñipata	280.2	0.3
			Huancarani	91.1	0.1
Calca	2200.6	2.2	Caicay	70.8	0.1
			Lares	1711.7	1.7
			Calca	214.4	0.2
			Yanatile	110.1	0.1
			Lamay	80.5	0.1
			Pisac	39.2	0.04
			San Salvador	30.9	0.03
			Coya	12.4	0.01
Taray	1.4	0.001			

PROVINCIA	ÁREA DE BOFEDAL		DISTRITO	ÁREA DE BOFEDAL	
	ha	%		ha	%
Paruro	947.0	0.9	Omachaca	589.0	0.6
			Huanoquite	114.2	0.1
			Accha	107.2	0.1
			Paruro	43.5	0.04
			Ccapi	33.7	0.03
			Yaurisque	32.1	0.03
			Paccaritambo	13.7	0.01
			Ccapi	12.9	0.01
			Pillpinto	0.8	0.001
Anta	1033.0	1.0	Limatambo	347.3	0.3
			Chinchaypujio	211.6	0.2
			Ancahuasi	211.1	0.2
			Huarocondo	202.4	0.2
			Mollepata	33.1	0.03
			Zurite	25.2	0.02
			Anta	2.2	0.002
Acomayo	509.0	0.5	Pomacanchi	190.8	0.2
			Rondocan	177.3	0.2
			Acomayo	69.6	0.1
			Acos	50.8	0.1
			Sangarara	18.8	0.02
			Mosoc Llacta	1.7	0.002
Urubamba	708.8	0.7	Ollantaytambo	660.4	0.7
			Machupicchu	25.3	0.03
			Urubamba	16.6	0.02
			Yucay	4.0	0.004
			Chincheru	2.4	0.002
			Huayllabamba	0.2	0.0002
Cusco	195.8	0.2	Ccorca	148.2	0.1
			San Jeronimo	16.7	0.02
			Cusco	11.3	0.01
			Cusco	8.6	0.01
			Santiago	6.1	0.01
			Saylla	2.8	0.003
			Poroy	1.2	0.001
			Santiago	1.0	0.001
<b>TOTAL</b>			<b>100 978.3</b>	<b>100.0</b>	

## DEPARTAMENTO DE HUANCAMELICA

PROVINCIA	ÁREA DE BOFEDAL		DISTRITO	ÁREA DE BOFEDAL	
	ha	%		ha	%
Huaytara	15 305.5	33.5	Pilpichaca	10 398.0	22.7
			Querco	1699.3	3.7
			Santo Domingo De Capillas	753.6	1.6
			Tambo	690.9	1.5
			Santiago De Chocorvos	633.9	1.4
			San Francisco De Sangayaico	486.1	1.1
			Santiago De Quirahuara	296.3	0.6
			Ayavi	116.5	0.3
			San Isidro	85.4	0.2
			Laramarca	79.6	0.2
			San Antonio De Cusicancha	28.4	0.1
			Huaytara	20.8	0.05
			Cordova	14.3	0.03
			Quito-Arma	2.7	0.01
Huancavelica	12 759.7	27.9	Ascension	3473.1	7.6
			Huancavelica	2753.8	6.0
			Acobambilla	2519.3	5.5
			Huachocolpa	1340.5	2.9
			Nuevo Occoro	938.6	2.1
			Yauli	416.4	0.9
			Acoria	331.1	0.7
			Huando	309.7	0.7
			Vilca	274.7	0.6
			Manta	213.3	0.5
			Laria	81.1	0.2
			Palca	53.1	0.1
			Moya	38.7	0.1
			Huayllahuara	6.8	0.01
			Pilchaca	5.6	0.01
			Cuenca	2.4	0.01
Conayca	1.4	0.003			

PROVINCIA	ÁREA DE BOFEDAL		DISTRITO	ÁREA DE BOFEDAL	
	ha	%		ha	%
Castrovirreyna	10 162.6	22.2	Santa Ana	4322.0	9.5
			Castrovirreyna	2929.3	6.4
			Chupamarca	1345.0	2.9
			Aurahua	1222.4	2.7
			Arma	143.4	0.3
			Huachos	142.7	0.3
			Mollepampa	23.3	0.1
			Capillas	13.9	0.03
			Huamatambo	7.5	0.02
			Tantara	5.7	0.01
			Ticrapo	4.1	0.01
			Cocas	3.4	0.01
Angaraes	5127.0	11.2	Lircay	4335.5	9.5
			Secclla	325.2	0.7
			Santo Tomas De Pata	314.5	0.7
			Congalla	59.7	0.1
			Huanca-Huanca	47.4	0.1
			Cochaccasa	38.3	0.1
			Huayllay Grande	5.4	0.01
			Anchonga	1.1	0.002
Tayacaja	1834.4	4.0	San Marcos De Rocchac	756.1	1.7
			Pazos	528.6	1.2
			Pichos	182.0	0.4
			Surcubamba	69.4	0.2
			Huaribamba	60.5	0.1
			Ahuaycha	43.0	0.1
			Salcabamba	29.6	0.1
			Colcabamba	29.5	0.1
			Acraquia	28.9	0.1
			Cochabamba	24.8	0.1
			Quichuas	21.0	0.05
			Andaymarca	17.7	0.04
			Roble	14.6	0.03
			Acostambo	12.5	0.03
			Tintay Puncu	11.2	0.02
Santiago De Tucuma	2.7	0.01			
Daniel Hernandez	1.7	0.004			
Pampas	0.7	0.001			

PROVINCIA	ÁREA DE BOFEDAL		DISTRITO	ÁREA DE BOFEDAL	
	ha	%		ha	%
Churcampa	374.5	0.8	Locroja	111.1	0.2
			Churcampa	62.8	0.1
			Anco	55.6	0.1
			El Carmen	38.0	0.1
			Paucarbamba	37.4	0.1
			Cosme	30.2	0.1
			Pachamarca	27.3	0.1
			Chinchihuasi	7.9	0.02
			San Pedro De Coris	4.3	0.01
Acobamba	162.8	0.4	Paucara	162.2	0.4
			Andabamba	0.6	0.001
<b>TOTAL</b>			<b>45 726.6</b>	<b>100.0</b>	

## DEPARTAMENTO DE HUANUCO

PROVINCIA	ÁREA DE BOFEDAL		DISTRITO	ÁREA DE BOFEDAL	
	ha	%		ha	%
Lauricocha	8258.7	36.3	San Miguel De Cauri	4582.0	20.1
			Jesus	1844.4	8.1
			Queropalca	1055.7	4.6
			Baños	645.5	2.8
			Rondos	71.4	0.3
			Jivia	41.7	0.2
			San Francisco De Asis	18.0	0.1
Huamalies	4853.6	21.3	Llata	2300.3	10.1
			Tantamayo	907.9	4.0
			Jacas Grande	667.4	2.9
			Miraflores	396.6	1.7
			Monzon	221.3	1.0
			Puños	158.4	0.7
			Singa	140.2	0.6
			Chavin De Pariarca	40.6	0.2
			Arancay	12.0	0.1
			Punchao	8.9	0.04
Marañon	2887.1	12.7	Cholon	2539.2	11.2
			Huacrachuco	292.7	1.3
			Santa Rosa De Alto Yanajanca	52.6	0.2
			San Buenaventura	2.6	0.01
Dos De Mayo	1915.6	8.4	Marias	1008.4	4.4
			Pachas	556.8	2.4
			Chuquis	209.9	0.9
			La Union	74.7	0.3
			Sillapata	39.1	0.2
			Quivilla	19.8	0.1
			Yanas	3.6	0.02
			Ripan	3.1	0.01
Shunqui	0.2	0.001			

PROVINCIA	ÁREA DE BOFEDAL		DISTRITO	ÁREA DE BOFEDAL	
	ha	%		ha	%
Huanuco	1698.2	7.5	San Pedro De Chaulan	671.3	2.9
			Santa Maria Del Valle	424.9	1.9
			Margos	361.5	1.6
			Quisqui (Kichki)	118.0	0.5
			Churubamba	104.5	0.5
			Yacus	15.3	0.1
			San Francisco De Cayran	2.8	0.01
Huacaybamba	1669.7	7.3	Huacaybamba	1152.6	5.1
			Cochabamba	312.2	1.4
			Pinra	189.4	0.8
			Canchabamba	15.5	0.1
Ambo	491.3	2.2	San Rafael	265.4	1.2
			Colpas	138.0	0.6
			Cayna	56.7	0.2
			San Francisco	19.5	0.1
			Ambo	10.1	0.04
			Huacar	1.6	0.01
Yarowilca	940.2	4.1	Chavinillo	378.4	1.7
			Aparicio Pomares	218.1	1.0
			Obas	151.4	0.7
			Pampamarca	97.3	0.4
			Jacas Chico	72.3	0.3
			Cahuac	11.6	0.1
			Choras	11.0	0.05
			Chacabamba	0.2	0.001
Pachitea	50.0	0.2	Molino	50.0	0.2
<b>TOTAL</b>			<b>22 764.4</b>	<b>100.0</b>	

## DEPARTAMENTO DE ICA

PROVINCIA	ÁREA DE BOFEDAL		DISTRITO	ÁREA DE BOFEDAL	
	ha	%		ha	%
Chincha	113.7	100.0	San Pedro De Huacarpana	85.0	74.8
			Chavin	21.6	19.0
			San Juan De Yanac	7.1	6.2
<b>TOTAL</b>				<b>113.7</b>	<b>100.0</b>

## DEPARTAMENTO DE JUNIN

PROVINCIA	ÁREA DE BOFEDAL		DISTRITO	ÁREA DE BOFEDAL	
	ha	%		ha	%
Yauli	20 430.0	36.4	Marcapomacocha	9883.6	17.6
			Santa Barbara De Carhuacayan	5223.3	9.3
			Suitucancho	1772.1	3.2
			Morococha	1701.5	3.0
			Yauli	928.7	1.7
			Huay-Huay	595.7	1.1
			Paccha	175.2	0.3
			Chacapalpa	82.0	0.1
			La Oroya	45.7	0.1
			Santa Rosa De Sacco	22.1	0.04
Junin	12 607.0	22.5	Junin	6076.8	10.8
			Ondores	2862.2	5.1
			Carhuamayo	2631.0	4.7
			Ulcumayo	1037.0	1.8

PROVINCIA	ÁREA DE BOFEDAL		DISTRITO	ÁREA DE BOFEDAL	
	ha	%		ha	%
Jauja	5796.5	10.3	Canchayllo	3102.6	5.5
			Pomacancha	465.7	0.8
			Apata	425.7	0.8
			Monobamba	424.5	0.8
			Ricran	289.7	0.5
			Molinos	272.8	0.5
			Sincos	221.2	0.4
			Paccha	211.5	0.4
			Llollapampa	188.7	0.3
			Masma Chicche	66.0	0.1
			Yauli	60.8	0.1
			Acolla	47.9	0.1
			Huamali	8.7	0.02
			Janjaillo	5.7	0.01
			Julcan	1.6	0.003
			Curicaca	1.4	0.003
			Paca	1.3	0.002
			San Lorenzo	0.4	0.001
Huancayo	5369.6	9.6	Chongos Alto	2033.0	3.6
			Huancayo	821.9	1.5
			Pariahuanca	806.4	1.4
			El Tambo	539.5	1.0
			Quilcas	321.3	0.6
			Sapallanga	164.6	0.3
			Pucara	163.9	0.3
			Chacapampa	163.4	0.3
			Santo Domingo De Acobamba	150.7	0.3
			Ingenio	77.8	0.1
			Quichuay	60.0	0.1
			Chicche	31.5	0.1
			Chilca	13.7	0.02
			Huasicancha	12.9	0.02
			Colca	7.5	0.01
			Chupuro	0.8	0.001
			Cullhuas	0.7	0.001
			Saño	0.1	0.0002

PROVINCIA	ÁREA DE BOFEDAL		DISTRITO	ÁREA DE BOFEDAL	
	ha	%		ha	%
Concepcion	5048.6	9.0	Comas	3326.4	5.9
			Andamarca	1253.1	2.2
			San Jose De Quero	419.4	0.7
			Cochas	44.2	0.1
			Heroinas Toledo	4.6	0.01
			Chambara	0.7	0.001
			Aco	0.2	0.0003
Tarma	3333.8	5.9	San Pedro De Cajas	1543.7	2.8
			Huasahuasi	866.9	1.5
			Palca	423.6	0.8
			Huaricolca	185.2	0.3
			Tapo	135.4	0.2
			Palcamayo	92.7	0.2
			Tarma	58.6	0.1
			La Union	26.1	0.05
			Acobamba	1.5	0.003
Chupaca	2911.1	5.2	Yanacancha	2642.8	4.7
			Chongos Bajo	158.7	0.3
			San Juan De Jarpa	104.5	0.2
			Ahuac	5.1	0.0
Satipo	333.8	0.6	Pampa Hermosa	176.5	0.3
			Pangoa	123.6	0.2
			Llaylla	33.8	0.1
Chanchamayo	237.3	0.4	San Ramon	196.3	0.4
			Vitoc	21.7	0.04
			Chanchamayo	17.6	0.03
			Pichanaqui	1.5	0.003
			Perene	0.1	0.0002
<b>TOTAL</b>			<b>56 067.6</b>	<b>100.0</b>	

## DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD

PROVINCIA	ÁREA DE BOFEDAL		DISTRITO	ÁREA DE BOFEDAL	
	ha	%		ha	%
Pataz	3572.2	41.6	Ongon	1924.8	22.4
			Pias	548.7	6.4
			Buldibuyo	255.6	3.0
			Huaylillas	197.5	2.3
			Parcoy	145.3	1.7
			Pataz	144.1	1.7
			Tayabamba	138.8	1.6
			Huancaspata	126.5	1.5
			Chillia	77.7	0.9
			Urpay	7.6	0.1
			Huayo	3.3	0.04
			Taurija	2.0	0.02
Santiago De Challas	0.3	0.003			
Santiago De Chuco	2525.5	29.4	Quiruvilca	1578.4	18.4
			Sitabamba	398.8	4.6
			Santiago De Chuco	350.7	4.1
			Cachicadan	181.8	2.1
			Mollebamba	9.3	0.1
			Mollepata	6.4	0.1
Bolivar	1453.1	16.9	Bolivar	943.6	11.0
			Condormarca	366.2	4.3
			Uchumarca	85.5	1.0
			Bambamarca	47.5	0.6
			Ucuncha	9.8	0.1
			Longotea	0.5	0.01
Sanchez Carrion	539.1	6.3	Chugay	212.4	2.5
			Sarin	143.7	1.7
			Huamachuco	129.7	1.5
			Marcabal	21.8	0.3
			Sanagoran	20.0	0.2
			Cochorco	11.5	0.1
Julcan	505.7	5.9	Calamarca	298.8	3.5
			Huaso	170.4	2.0
			Julcan	8.3	0.1
Otuzco	28.2	0.3	Otuzco	9.0	0.1
			Sinsicap	8.4	0.1
			Agallpampa	6.9	0.1
			Usquil	3.8	0.04
TOTAL			8595.6	100.0	

## DEPARTAMENTO DE LIMA

PROVINCIA	ÁREA DE BOFEDAL		DISTRITO	ÁREA DE BOFEDAL	
	ha	%		ha	%
Yauyos	7393.3	38.1	Laraos	1382.5	7.1
			Huantan	1252.5	6.5
			Tanta	1051.0	5.4
			Tomas	579.0	3.0
			Lincha	479.4	2.5
			Tupe	364.5	1.9
			Huancaya	358.2	1.8
			Miraflores	315.5	1.6
			Colonia	253.7	1.3
			Vitis	237.4	1.2
			Yauyos	215.9	1.1
			Madean	146.5	0.8
			Cacra	103.3	0.5
			Ayaviri	97.3	0.5
			Viñac	92.2	0.5
			Alis	90.1	0.5
			Allauca	75.5	0.4
			Omas	48.4	0.2
			Quinchés	47.6	0.2
			Hongos	46.7	0.2
			Tauripampa	32.7	0.2
			San Pedro De Pilas	30.8	0.2
			Azangaro	26.2	0.1
			Carania	17.9	0.1
			Catahuasi	17.8	0.1
			Huañec	11.1	0.1
			Huampara	9.1	0.05
San Joaquin	8.5	0.04			
Putinza	2.0	0.01			
Huangascar	0.2	0.001			

PROVINCIA	ÁREA DE BOFEDAL		DISTRITO	ÁREA DE BOFEDAL	
	ha	%		ha	%
Huarochiri	4017.8	20.7	San Mateo	827.6	4.3
			Huanza	546.5	2.8
			San Lorenzo De Quinti	392.3	2.0
			San Juan De Tantaranche	358.1	1.8
			Huarochiri	357.9	1.8
			Carampoma	356.0	1.8
			Laraos	278.5	1.4
			Chicla	273.5	1.4
			San Damian	271.6	1.4
			San Juan De Iris	143.7	0.7
			Santiago De Anchucaya	100.1	0.5
			Matucana	30.7	0.2
			Huachupampa	25.0	0.1
			San Pedro De Casta	23.3	0.1
			San Mateo De Otao	10.1	0.1
			San Andres De Tupicocha	7.9	0.04
			San Pedro De Huancayre	5.2	0.03
			San Antonio	3.0	0.02
			Surco	1.9	0.01
			Mariatana	1.9	0.01
Sangallaya	1.1	0.01			
Langa	1.1	0.01			
Lahuaytambo	0.9	0.005			
Cajatambo	2779.7	14.3	Cajatambo	2019.9	10.4
			Gorgor	654.4	3.4
			Copa	85.7	0.4
			Huancapon	10.7	0.1
			Manas	9.1	0.05
Oyon	1373.0	7.1	Oyon	1057.5	5.4
			Navan	99.2	0.5
			Caujul	96.7	0.5
			Cocharmarca	63.0	0.3
			Andajes	28.8	0.1
			Pachangara	27.7	0.1

PROVINCIA	ÁREA DE BOFEDAL		DISTRITO	ÁREA DE BOFEDAL	
	ha	%		ha	%
Huaral	1402.2	7.2	Atavillos Alto	594.5	3.1
			Pacaraos	327.1	1.7
			Santa Cruz De Andamarca	291.0	1.5
			Atavillos Bajo	83.2	0.4
			Veintisiete De Noviembre	70.5	0.4
			Ihuari	20.9	0.1
			San Miguel De Acos	13.4	0.1
			Sumbilca	1.6	0.01
			Lampian	0.1	0.001
Canta	1383.7	7.1	Huaros	990.3	5.1
			Canta	152.3	0.8
			Lachaqui	99.7	0.5
			Arahuay	79.2	0.4
			San Buenaventura	55.6	0.3
			Huamantanga	6.8	0.03
Huaura	1062.0	5.5	Santa Leonor	689.9	3.6
			Ambar	245.8	1.3
			Leoncio Prado	83.4	0.4
			Checras	24.2	0.1
			Paccho	18.7	0.1
<b>TOTAL</b>			<b>19 411.7</b>	<b>100.0</b>	

## DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

PROVINCIA	ÁREA DE BOFEDAL		DISTRITO	ÁREA DE BOFEDAL	
	ha	%		ha	%
Mariscal Nieto	12 936.9	68.0	Carumas	11 879.4	62.4
			Torata	544.5	2.9
			San Cristobal	507.9	2.7
			Cuchumbaya	5.0	0.03
General Sanchez Cerro	6090.6	32.0	Ichuña	2190.0	11.5
			Chojata	1829.2	9.6
			Ubinas	1427.3	7.5
			Lloque	258.1	1.4
			Puquina	138.2	0.7
			Coalaque	91.0	0.5
			Matalaque	85.1	0.4
			Yunga	65.8	0.3
			Omate	6.0	0.03
			<b>TOTAL</b>		

## DEPARTAMENTO DE PASCO

PROVINCIA	ÁREA DE BOFEDAL		DISTRITO	ÁREA DE BOFEDAL	
	ha	%		ha	%
Pasco	29 390.4	76.5	Simon Bolivar	10 813.7	28.2
			Huayllay	9296.1	24.2
			Ninacaca	3798.6	9.9
			Vicco	2142.6	5.6
			Ticlacayan	1616.4	4.2
			Paucartambo	720.2	1.9
			Tinyahuarco	284.6	0.7
			Huachon	249.0	0.6
			Yanacancha	132.2	0.3
			Huariaca	115.1	0.3
			San Francisco De Asis De Yarusyacan	90.0	0.2
			Pallanchacra	75.1	0.2
			Chaupimarca	56.6	0.1

PROVINCIA	ÁREA DE BOFEDAL		DISTRITO	ÁREA DE BOFEDAL	
	ha	%		ha	%
Daniel Alcides Carrion	9009.5	23.5	Yanahuanca	5573.1	14.5
			Chacayan	1381.6	3.6
			Santa Ana De Tusi	1173.3	3.1
			San Pedro De Pillao	399.6	1.0
			Vilcabamba	267.1	0.7
			Goyllarisquizga	158.0	0.4
			Paucar	54.5	0.1
			Tapuc	2.4	0.01
<b>TOTAL</b>			<b>38 399.8</b>	<b>100.0</b>	

## DEPARTAMENTO DE PIURA

PROVINCIA	ÁREA DE BOFEDAL		DISTRITO	ÁREA DE BOFEDAL	
	ha	%		ha	%
Huancabamba	1117.5	59.3	El Carmen De La Frontera	705.5	37.4
			Huancabamba	318.0	16.9
			Sondorillo	50.0	2.7
			San Miguel De El Faique	16.8	0.9
			Sondor	15.4	0.8
			Canchaque	11.8	0.6
Ayabaca	767.4	40.7	Pacaipampa	409.9	21.7
			Ayabaca	326.9	17.3
			Frias	30.6	1.6
Morropon	0.2	0.01	Santo Domingo	0.2	0.01
<b>TOTAL</b>			<b>1885.0</b>	<b>100.0</b>	

## DEPARTAMENTO DE PUNO

PROVINCIA	ÁREA DE BOFEDAL		DISTRITO	ÁREA DE BOFEDAL	
	ha	%		ha	%
Puno	62 325.8	23.9	Pichacani	23 973.8	9.2
			Acora	17 678.0	6.8
			Plateria	6167.1	2.4
			Puno	5836.4	2.2
			San Antonio	4191.5	1.6
			Tiquillaca	2280.4	0.9
			Mañazo	1303.9	0.5
			Chucuito	769.5	0.3
			Vilque	98.2	0.04
			Paucarcolla	21.7	0.01
			Coata	3.6	0.001
			Atuncolla	1.7	0.001
Melgar	40 997.6	15.7	Nuñoa	18 567.5	7.1
			Santa Rosa	6855.4	2.6
			Macari	4067.9	1.6
			Ayaviri	3987.7	1.5
			Antauta	2824.1	1.1
			Orurillo	2037.3	0.8
			Llalli	1230.1	0.5
			Cupi	969.9	0.4
El Collao	42 062.3	16.2	Umachiri	457.8	0.2
			Santa Rosa	22 291.4	8.6
			Conduriri	10 749.2	4.1
			Capazo	7140.1	2.7
Chucuito	15 963.1	6.1	Ilave	1881.5	0.7
			Pisacoma	6909.6	2.7
			Juli	4767.7	1.8
			Huacullani	2661.6	1.0
			Zepita	713.9	0.3
			Pomata	486.6	0.2
			Kelluyo	375.1	0.1
Desaguadero	48.7	0.02			

PROVINCIA	ÁREA DE BOFEDAL		DISTRITO	ÁREA DE BOFEDAL	
	ha	%		ha	%
Lampa	29 212.9	11.2	Santa Lucia	12 572.1	4.8
			Ocuviri	6178.1	2.4
			Paratia	3987.4	1.5
			Pucara	2238.3	0.9
			Palca	1608.3	0.6
			Lampa	1355.5	0.5
			Vilavila	935.9	0.4
			Cabanilla	264.0	0.1
			Calapuja	73.3	0.03
Azangaro	20 033.7	7.7	Muñani	4481.0	1.7
			San Jose	3633.1	1.4
			Azangaro	3431.0	1.3
			Potoni	3317.4	1.3
			Asillo	2124.8	0.8
			San Anton	2036.3	0.8
			Santiago De Pupuja	411.4	0.2
			Tirapata	229.6	0.1
			Arapa	176.0	0.1
			San Juan De Salinas	129.1	0.05
			Jose Domingo Choquehuanca	59.0	0.02
			Achaya	3.3	0.001
			Chupa	1.3	0.001
			Saman	0.4	0.0002
			Carabaya	18 591.7	7.1
Corani	4193.6	1.6			
Crucero	2128.4	0.8			
Ajoyani	1528.5	0.6			
Ituata	1417.2	0.5			
Ollachea	1095.5	0.4			
Coasa	940.8	0.4			
Usicayos	932.7	0.4			
Ayapata	792.2	0.3			
San Gaban	208.7	0.1			

PROVINCIA	ÁREA DE BOFEDAL		DISTRITO	ÁREA DE BOFEDAL	
	ha	%		ha	%
San Antonio De Putina	11 174.3	4.3	Putina	4750.6	1.8
			Ananea	3987.9	1.5
			Quilcapuncu	1359.2	0.5
			Pedro Vilca Apaza	645.7	0.2
			Sina	430.9	0.2
Huancane	7870.2	3.0	Cojata	4514.0	1.7
			Inchupalla	1284.4	0.5
			Vilque Chico	965.2	0.4
			Rosaspata	865.3	0.3
			Huatasani	151.2	0.1
			Huancane	89.7	0.03
			Pusi	0.4	0.0001
San Roman	6250.9	2.4	Cabanillas	6189.1	2.4
			Juliaca	53.7	0.02
			Cabana	7.8	0.003
			San Miguel	0.3	0.0001
Moho	2759.0	1.1	Moho	1454.3	0.6
			Huayrapata	1183.6	0.5
			Conima	85.2	0.03
			Tilali	35.9	0.01
Sandia	2924.5	1.1	Cuyocuyo	1129.2	0.4
			Patambuco	741.8	0.3
			Limbani	487.8	0.2
			Quiaca	276.8	0.1
			Sandia	159.4	0.1
			Phara	129.6	0.05
Yunguyo	233.1	0.1	Copani	149.5	0.1
			Yunguyo	81.4	0.03
			Cuturapi	2.2	0.001
<b>TOTAL</b>			<b>260 399.2</b>	<b>100.0</b>	

## DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN

PROVINCIA	ÁREA DE BOFEDAL		DISTRITO	ÁREA DE BOFEDAL	
	ha	%		ha	%
Mariscal Caceres	11 781.2	87.5	Huicungo	11 781.2	87.5
			Shunte	1653.1	12.3
Tocache	1688.9	12.5	Polvora	34.0	0.3
			Uchiza	1.8	0.0
<b>TOTAL</b>				<b>13 470.1</b>	<b>100.0</b>

## DEPARTAMENTO DE TACNA

PROVINCIA	ÁREA DE BOFEDAL		DISTRITO	ÁREA DE BOFEDAL	
	ha	%		ha	%
Tarata	4113.5	39.3	Tarata	2150.2	20.6
			Susapaya	1112.8	10.6
			Ticaco	817.8	7.8
			Estique	26.1	0.2
			Tarucachi	5.3	0.1
			Sitajara	1.3	0.01
Candarave	3995.0	38.2	Candarave	3430.1	32.8
			Camilaca	373.7	3.6
			Cairani	190.8	1.8
			Huanuara	0.3	0.003
Tacna	2345.5	22.4	Palca	2335.8	22.3
			Pachia	9.7	0.1
Jorge Basadre	0.2	0.002	Ilabaya	0.2	0.002
<b>TOTAL</b>				<b>10 454.2</b>	<b>100.0</b>

CON EL APOYO DE:



Proyecto de cooperación entre  
Perú e Italia para la adaptación y  
mitigación del cambio climático



*Al servizio  
de las personas  
y las naciones*

