



GOBIERNO REGIONAL DE TACNA GERENCIA REGIONAL DE RECURSOS NATURALES Y GESTIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

PROYECTO SNIP N° 233717
“MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE MONITOREO E INFORMACION AMBIENTAL”



CONSULTORÍA:

“Estudio de Biodiversidad de los Bofedales de Huaytire,
Chaullapujo, Livicalani, Japopunco y Surapata en el Centro
Poblado Huaytire”
-- INFORME FINAL --

Consultor: Evaristo L. López Tejeda

B.Igo, Evaristo López Tejeda
C.E.P, Mat, N° 556

TACNA – 2015

Contenido

	Pág.
Resumen Ejecutivo	3
1. Introducción	6
2. Alcances	8
3. Objetivos	9
3.1. Objetivo General	9
3.2. Objetivos específicos	9
4. Antecedentes	10
5. Base legal	14
6. Ubicación y extensión del área	19
7. Métodos y materiales	21
7.1. Materiales y equipos	21
7.2. Inventario de flora silvestre	23
7.3. Caracterización de la vegetación	25
7.4. Inventario de fauna silvestre	28
7.5. Definición de los parámetros ambientales que caracterizan el ecosistema, la distribución de las especies y las redes tróficas del ecosistema de los bofedales de Huaytire	34
7.6. Establecimiento de los lineamientos de gestión y una propuesta de monitoreo.	35
8. Resultados	36
8.1. Ubicación y extensión de los bofedales	36
8.2. Flora y vegetación	43
8.2.1. Flora	43
8.2.2. Estructura de la vegetación	46
8.2.3. Diversidad de especies	48
8.2.4. Rendimiento forrajero, capacidad de carga y soportabilidad	51
8.3. Fauna	52
8.3.1. Mamíferos	52
8.3.2. Aves	59
8.3.3. Anfibios	67
8.3.4. Reptiles	68
8.3.5. Caracterización del ecosistema	68
8.3.6. Conservación de los Bofedales de Huaytire	75
9. Propuesta de monitoreo de los bofedales de Huaytire	77
10. Lineamientos para la gestión y manejo de los bofedales de Huaytire	78
11. Conclusiones	79
12. Recomendaciones	80
13. Bibliografía	81
Anexos	89


 Alonso López : jgca
 C.B.I. Mat. N° 556

Resumen Ejecutivo

“A diferencia de los individuos, los pueblos pueden resucitar.”
(Jorge Basadre)

Huaytire y las áreas adyacenes, constituyen uno de los parajes más impresionantes de la Puna seca. En este punto converge un nutrido conjunto de bofedales y lagunas (Suches y Viscachas), a una altitud de mareo, 4500 m.s.n.m. y gracias al agua que los forma establecen un ecosistema altamente productivo, ecológicamente complejo y que brinda una serie de beneficios para la fauna y para el hombre.

En este estudio se describe un primer alcance de la biodiversidad vegetal y animal (vertebrados terrestres) de cinco bofedales de Huaytire (Huaytire, Chaullapujo, Livicalani, Japopunco y Surapata), que resulta de primer orden para la conservación pues sus valores en un medio tan limitante son de mucho interés. Este estudio reporta la presencia de 15 especies de mamíferos, en la que ya hay un inquilino nuevo e invasor, la Liebre europea. Las aves suman 42 especies y sus comunidades mantienen un ensamble de especies con la mayor parte de las esperadas a estas latitudes y en números que describen sólidas y complejas interacciones biológicas entre sus especies y con las de otros grupos. Una especie de reptil completa la notable gama de especialistas de la altura, el frío inclemente y la disminución del más vital elemento, el agua.

Pero a pesar de la diversidad de los mamíferos, aves y reptiles, esta no está completa, ya que los anfibios al parecer han declinado en esta zona, esperábamos encontrar tres especies, pero ya hace años que nadie los vé.

Ciertamente Huaytire no es la excepción pues la desaparición de anfibios es un tema de magnitud global, cuyos estragos ambientales recién empiezan a ser estudiados. Quizá quede alguna pequeña población y la zona sea repoblada nuevamente, eso lo dirá el tiempo y las facilidades que les demos en el futuro.

Para los criadores altoandinos de camélidos y ovinos, los bofedales son su principal activo, pues son la garantía de alimento todo el año, cuando se acaban las plantas estacionales y los brotes tiernos de la época lluviosa. Nuestros resultados muestran un conjunto de especies de plantas interactuando positivamente para facilitar la presencia de otras especies vegetales y que permiten valores altos de productividad vegetal, que es la moneda ecológica de los hervívoros, inclusive silvestres. No obstante, hemos detectado grandes áreas de bofedales en proceso de desertificación, el balance es simple --se están perdiendo por la falta de agua--. Los glaciares ya se fueron con las calideces del cambio climático y la lluvia tiene ahora toda la responsabilidad de proveer su valiosa agua. Los análisis de la fragmentaria data climática muestra ya un patrón decadal en las precipitaciones y con pocos indicios de haber disminuido notablemente, esto es esperanzador, pero requiere de nuevas formas de gestión de los recursos. Los parámetros físicos como el pH y químicos como el Oxígeno disuelto tienen valores normales, por lo que estarían manteniendo sus condiciones para el resto de la biota.

Cuando preguntamos sobre las razones de esta pérdida, los pobladores y algunos autores indican que el agua es extraída y exportada para otros usos; pero además hemos detectado que hay dos factores adicionales que estarían

afectando este ecosistema, el sobrepastoreo que limita la regeneración vegetal y encamina los ecosistemas hacia la desertificación y el cambio climático, y aunque haya la misma cantidad de agua, la evaporación debe ser mayor por el calentamiento, ya hasta la saciedad comprobado.

Afortunadamente el hombre de nuestros días tiene la capacidad y los medios para evitar y revertir varios procesos adversos, en varias áreas de Arequipa, Puno y Cusco se están llevando a cabo actividades llamadas cosecha de agua que tiene resultados halgueños y de bajo costo para revertir la sequía y adaptarnos al cambio climático. A los empresarios e inversionistas, tampoco les conviene perder el recurso, por ello debieran ser actores principales en la tarea de evitar más pérdidas de Huaytire; aquí el Gobierno Regional de Tacna es el llamado a actuar y de hacerlo va a jugar un papel de mucha trascendencia para el futuro de las aguas de Huaytire y de todos los otros pueblos que baña en su recorrido entre las asambleas de cerros hacia el mar.


Evaristo López Tejeda
C.B.P., Mat. N° 556

1. Introducción

Los bofedales, también llamados oconales o turberas de Puna, corresponden a un tipo particular de comunidad vegetal en el ecosistema de la Puna, donde el agua satura el suelo. Estos se ubican en la zona altoandina de los Andes Centrales (Squeo et al. 2006). Son importantes socioeconómicamente como fuente de alimento para el ganado camélido de la Puna y ecológicamente porque albergan a diferentes especies de vertebrados e invertebrados característicos de la zona, los cuales dependen de los bofedales para alimentarse, reproducirse (Stotz et al. 1996, Squeo et al. 2006, Dangles et al. 2014, Gonzales et al. 2014); mantienen el microclima; y son una fuente importante de agua; además de jugar un papel muy importante en la regulación del ciclo hidrológico.

Los bofedales, si bien se distribuyen parchosamente en la Puna y constituyen superficialmente áreas comparativamente pequeñas, tienen una importancia fundamental en la economía de los pobladores andinos, pues son las áreas de mayor productividad y que permiten el desarrollo de la ganadería y de gran parte de la fauna silvestre. Al tener permanentemente agua la vegetación es siempreverde, por ello mantiene alta productividad, siendo la principal fuente de alimento para ganado todo el año.

No obstante, su función puede verse alterada cuando son sobreusados, por sobrepastoreo; por el uso irracional del agua; o por su disminución por fenómenos ambientales como el cambio climático.



Entre las áreas prioritarias para la conservación del departamento de Tacna tenemos a los bofedales Huaytire, Chaullapujo, Livicalani, Japopunco y Surapata (Cáceres-Musaja 2012), aledaños al Centro Poblado Huaytire que se ubica al noreste del departamento de Tacna, en la provincia de Candarave (Figura 1). Esta zona es prioritaria para la conservación del recurso hídrico y de la biodiversidad. Pese a su importancia, solamente existen cinco trabajos sobre los bofedales de esta zona, tres de ellos en los bofedales de Huaytire, uno de ellos un proyecto (Gobierno Regional de Tacna 2009), dos tesis sobre vegetación (Botello 2012, Alcarado 2012), el de priorización para la conservación (Cáceres 2012) y un artículo científico sobre algas.

Este estudio comprende el estudio de campo y analítico de la biodiversidad de flora y fauna silvestres de los cinco bofedales elegidos para este estudio (Huaytire, Chaullapujo, Livicalani, Japopunco y Surapata), para ellos hemos usado diversas técnicas de muestreo, cuyos resultados nos permiten contar con listados de fauna (mamíferos, reptiles y aves), reportar la ausencia de anfibios; asimismo, el listado de plantas, su composición y estado forrajero.

Miguel
Blaq: Evaristo López Villeda
C.E.P. Mat. N° 556

2. Alcances

El presente estudio está enmarcado dentro del Proyecto de Inversión Pública “Mejoramiento del Servicio de Monitoreo e Información Ambiental de la Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente del Gobierno Regional de Tacna” y permitirá sentar las bases para la conservación y gestión de varias áreas consideradas prioritarias para la conservación.

Se ha requerido el Servicio profesional para la elaboración del “Estudio de Biodiversidad de los Bofedales de Huaytire, Chaullapujo, Livicalani, Japopunco y Surapata en el Centro Poblado Huaytire”, que está especificado en el Componente 2 Organización y Gestión del proyecto y la Actividad 1. Elaboración de diagnóstico para el establecimiento de indicadores ambientales

En estos bofedales se preveé el desarrollo de un inventario de biodiversidad que incluya flora y fauna (mamíferos, aves, reptiles y anfibios), así como sus relaciones tróficas y estado de conservación. Asimismo, busca caracterizar la vegetación de los bofedales citados, incluyendo información sobre la cobertura, abundancia (frecuencia), biomasa, riqueza, soportabilidad y condición.

Con base en esta información se busca contar con lineamientos para el manejo de los bofedales, así como una propuesta para su monitoreo.

3. Objetivos

3.1. Objetivo General

Conocer la biodiversidad de los bofedales de Huaytire, Chaullapujo, Livicalani, Japopunco y Surapata en el Centro Poblado Huaytire.

3.2. Objetivos específicos

- a) Desarrollar un inventario de biodiversidad en los cinco Bofedales de Huaytire (Huaytire, Chaullapujo, Livicalani, Japopunco y Surapata), que incluye flora y fauna (mamíferos, aves, reptiles y anfibios), sus relaciones tróficas y estado de conservación.
- b) Caracterizar la vegetación de los Bofedales de Huaytire citados en el ítem a), que incluya información sobre cobertura, abundancia (frecuencia), biomasa, riqueza, soportabilidad y condición.
- c) Establecer lineamientos y una propuesta para el monitoreo y manejo de los bofedales.

4. Antecedentes

4. Antecedentes

Los sistemas ecológicos hidromórficos en los ecosistemas de la Puna están dados por los cuerpos de agua (lagunas, arroyos y ríos) y por los bofedales, también llamados turberas de Puna u oconales. Los bofedales conforman un tipo de comunidad especial y muy importante que se asienta en suelos saturados por el agua y donde la productividad vegetal es muy alta en comparación con los otros ambientes, lo que les permite acumular gran cantidad de materia orgánica que puede medir hasta varios metros de profundidad (Gould et al. 2013), con una acumulación promedio de turba o materia orgánica de hasta 3 cm por año (Benavides et al. 2013). Están conformados por plantas en cojín de las familias Juncaceae (Squeo et al. 2010) pero también son importantes algunas poaceas. Sobre estos cojines se asientan las otras especies, que es un tipo de facilitación planta-planta muy frecuente en la Puna (Catorci et al. 2011, 2015), en los cojines de *Distichia muscoides* (Juncaceae) crecen especies hidrófitas, mientras que en los de *Oxycloe andina* (Juncaceae) pueden contener especies más adaptadas a la sequedad

Los bofedales son una parte muy importante del ecosistema altoandino, puesto que aportan una substancial parte de la reserva de pastos naturales, que sirven a la fauna herbívora (doméstica y silvestre); son una importante reserva de agua al almacenarla durante todo el año; son un componente importante en el ciclo hidrológico; son fuente de agua para consumo humano y animal; permiten la regulación microclimática; son hábitat único y principal para un notable conjunto de vertebrados e invertebrados; por lo cual son

importantes a nivel ecológico y económico (Stotz et al. 1996, Condori y Choquehuanca 2001, Squeo et al. 2006, Dangles et al. 2014, Naoki et al. 2014).

Entre sus principales amenazas se encuentra el sobrepastoreo, la desecación del agua con otros fines y se espera que el cambio climático tenga efectos negativos sobre la diversidad y productividad de los bofedales, principalmente porque se reduciría la disponibilidad de agua a largo plazo (Baraer et al. 2012).

El Gobierno Regional de Tacna, ha priorizado sus bofedales ante un inminente proceso de aridización por pérdida y disminución de algunas fuentes de agua, Varios de ellos han sido priorizados para la conservación y por su importancia ecológica y la provisión de agua (Cruz 2012, Cáceres-Musaja 2012) y por su diversidad de plantas (Botello 2012), y de algas (Salazar-Torres y Moraes-Huszár 2012). Además se han identificado especies consideradas endémicas y categorizadas bajo amenaza (Cruz 2012)

Entre ellos tenemos los bofedales de Huaytire (Figura 1), ubicados en la Provincia de Candarave y distrito de mismo nombre y su área circundante, que en una extensión de 16,163.94 ha, los protegería, así como a su cuenca y sistemas pastoriles. Uno de sus bofedales, precisamente de nombre Huaytire tendría un área de 86.56 ha y sería un remanente de un bofedal mayor de 2479.16 ha (Botello 2012). Esta área está ubicada al noreste de

Tacna y limita con los departamentos de Moquegua y Puno, manteniendo un problema de límites ante la demanda de Moquegua por estos valiosos ambientes. El informe técnico de Cruz (2012) establece que los bofedales de la zona se encuentran en estado vulnerable y que están ingresando a un proceso de degradación por la sobreexplotación del agua, manifestando inclusive que no existe un uso racional de este recurso. Esto tendría su origen por el uso del agua de la zona por una empresa minera (Cruz 2012), el alto grado de intervención antrópica y el cambio climático; asimismo, el sobrepastoreo también contribuiría al empobrecimiento de la vegetación y la degradación del suelo. Asimismo, se han definido objetivos de conservación (Cruz 2012) para esta priorizada área:

- Mantenimiento de los recursos hídricos (laguna de Suches) de la zona, así como de los ecosistemas asociados a estos.
- Protección de las especies de flora y fauna categorizadas y endémicas presentes.
- Asegurar la continuidad de los procesos biológicos en los ecosistemas presentes en la zona.
- Mejorar las condiciones necesarias para las actividades de ecoturismo, científicas y culturales.

La creación de la Provincia de Candarave (Ley No. 24887) establece que Huaytire pertenece a la Región Tacna; asimismo, esto queda establecido en el Libro de Comunidades Campesinas de Tacna, donde están inscrita la Comunidad Campesina de Huaytire (R.D. 337-84) y la inscripción ante la SUNARP (No. 11002520). Esta comunidad campesina abarca los caseríos de Cotapatja, Ninanacata, Livicalani, Callapa, Condorcirca, Tatamaya,

Suches, Surajincho y Huajañani, y también el anexo denominado Japopunc que es de régimen privado. En la zona existen familias de pastores sin tierra que acceden al uso de los pastos a través de la prestación de servicios a los dueños de la tierra (Cruz 2012). Por otro lado, en la zona se han identificado 14 concesiones mineras bajo el régimen de Minería Metálica y no Metálica que abarca 3,185.21 ha (Cruz 2012).

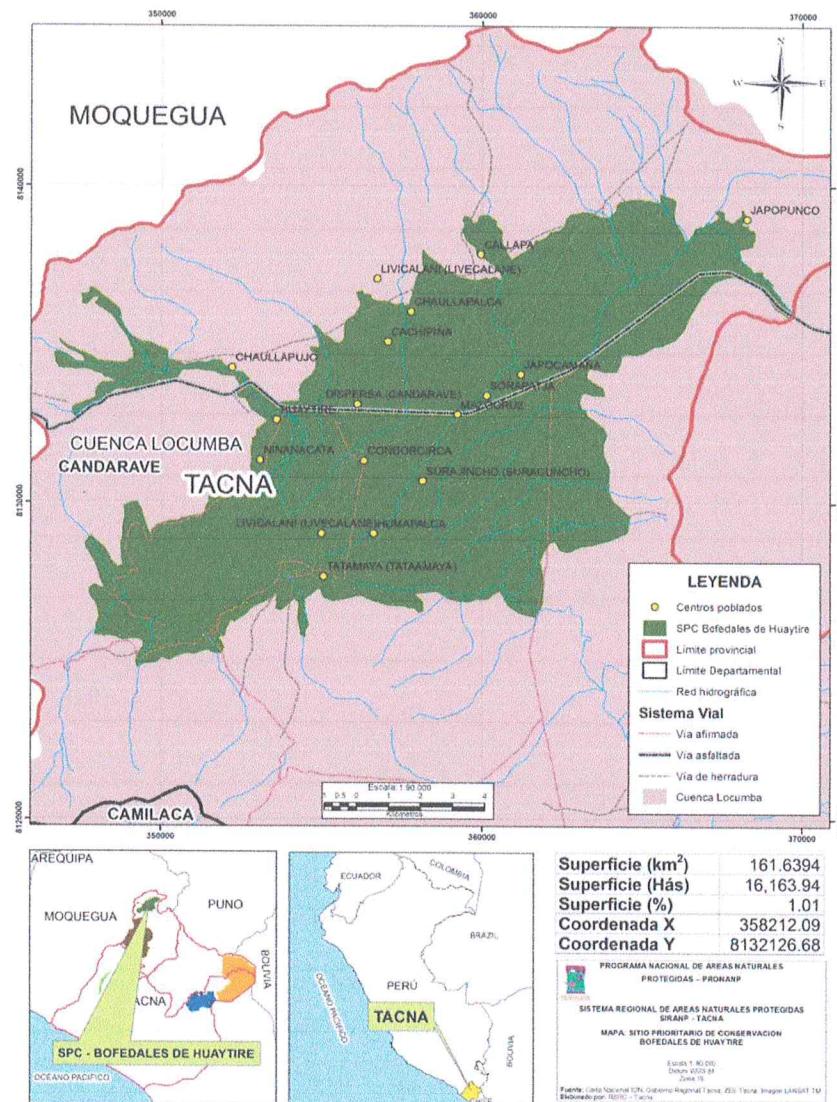


Figura 1. Mapa del área prioritaria de huaytire. Tomado de Cruz (2012). Obsérvese en la imagen la profusa cuenca que conforma.

5. Base legal

La gestión sostenible de los recursos naturales, los ecosistemas y especies, como el caso de los bofedales de Huyatire, se sustentan en los siguientes dispositivos legales:

- **Constitución Política del Perú (31 de octubre de 1993)**

Establece que es el Estado quién determina la política nacional del ambiente y promueve el uso sostenible de los recursos naturales. Asimismo, es el Estado quién está obligado a promover la conservación de la diversidad biológica y de las áreas naturales protegidas.

- **Ley General del Ambiente. Ley No 28611 (15 de octubre de 2005) y Decreto Legislativo No 1055, que modifica la Ley.**

Establece las medidas de gestión y regímenes de aprovechamiento de los recursos naturales y establece el rol del Estado en relación al agua y suelos. El estado promueve el desarrollo sostenible.

- **Ley N° 28245, Ley marco del sistema nacional de gestión ambiental. Publicada el 04 de junio de 2004; y Decreto Supremo N° 008-2005-PCM, Reglamento de la Ley No 28245. Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental. Publicado el 28 de enero de 2005.**

Es la base interinstitucional del sistema público con participación del sector privado y la sociedad civil para mantener las funciones ambientales bajo una única dirección. Su finalidad es orientar, integrar, coordinar, supervisar, evaluar y garantizar la aplicación de las políticas, planes, programas y acciones destinados a la protección del ambiente y contribuir

a la conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales.

- **Estrategia Nacional Sobre la Diversidad Biológica al 2021 y su Plan de Acción 2014-2018. D.S. No 09-2014-MINAM**

La Estrategia Nacional de Diversidad Biológica (ENDB), de acuerdo con la Ley N° 26839, Ley sobre la Conservación y Aprovechamiento sostenible de la Diversidad Biológica, es el principal instrumento para la gestión de la biodiversidad en el Perú.

- **Ley sobre la Conservación y Aprovechamiento Sostenible de la Diversidad Biológica Ley 26839 y Reglamento de la Ley sobre la Conservación y Aprovechamiento Sostenible de la Diversidad Biológica (1997)**

El reglamento en su Artículo 22º se señala que el objetivo de manejo ambiental debe establecer condiciones para el uso del territorio, de acuerdo con las características ecológicas, económicas y culturales del territorio, considerando la fragilidad, vulnerabilidad, endemismo y erosión genética de las especies y de los ecosistemas, con el propósito de obtener el máximo aprovechamiento sin comprometer su calidad y carácter sostenible.

- **Resolución Legislativa N° 26536. Aprueba Convención de las Naciones Unidas de lucha contra la Desertificación y la Sequía.**

Blgo. Evaristo López Tejeda
C.B.P. Mat. N° 556

Compromiso de acción para revertir y enfrentar los procesos de desertificación y sequía en el país.

- **Ley 29763, Ley Forestal y de Fauna Silvestre y sus reglamentos (30 septiembre 2015)**

En su artículo 1 describe su finalidad y objeto de la Ley, e indica que “*la presente Ley tiene la finalidad de promover la conservación, la protección, el incremento y el uso sostenible del patrimonio forestal y de fauna silvestre dentro del territorio nacional, integrando su manejo con el mantenimiento y mejora de los servicios de los ecosistemas forestales y otros ecosistemas de vegetación silvestre, en armonía con el interés social, económico y ambiental de la Nación; así como impulsar el desarrollo forestal, mejorar su competitividad, generar y acrecentar los recursos forestales y de fauna silvestre y su valor para la sociedad. El objeto de la presente Ley es establecer el marco legal para regular, promover y supervisar la actividad forestal y de fauna silvestre para lograr su finalidad*”.

- Decreto Supremo N° 080-2002-RE, Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Publicado el 10 de diciembre de 1997; Decreto Supremo N° 006-2009-MINAM, Precisan denominación de la Comisión Nacional sobre el Cambio Climático y adecúan su funcionamiento a las disposiciones del Decreto Legislativo N° 1013 y a la Ley Orgánica del Poder Ejecutivo (Publicado el 27 de marzo del 2009).

Acciones comprometidas por el país en relación al cambio climático.

- **Ley N° 29338 - Ley de Recursos Hídricos. Publicada el 31 de marzo 2009 y su Reglamento Decreto Supremo N° 001-2010-AG.**
- **Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), Ley N°27446**
Establece un sistema de identificación, prevención, supervisión, control y corrección anticipada de los impactos ambientales negativos. Asimismo, establece que la autoridad competente deberá ceñirse a los criterios de protección de los recursos naturales como agua, suelo, flora y fauna.
Dentro de este sistema tenemos a los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) y a las Declaraciones de Impacto Ambiental (DIA).
- **Ley de Áreas Naturales Protegidas. Ley No 26834 (30 de junio de 1997) y su Reglamento. D. S. No 038-2001-AG (26 de junio del 2001)**
Define a las áreas naturales protegidas como los espacios continentales y/o marinos del territorio nacional, expresamente reconocidos y declarados como tales, incluyendo sus categorías y zonificaciones, para conservar la diversidad biológica y demás valores asociados de interés cultural, paisajístico, científico, así como por su contribución al desarrollo sostenible del país.
- **Estrategia Nacional para las Áreas Naturales Protegidas por el Estado – Plan Director. D. S. No 016-2009-AG. (3 de setiembre de 2009)**

Aprueba el nuevo Plan Director de las Áreas Naturales Protegidas, que es un instrumento de planificación y orientación del desarrollo del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado, que define los lineamientos de política y el planeamiento estratégico de las áreas naturales protegidas.

- **Ley Orgánica de los Gobiernos Regionales. Ley No 27867, 27902 y 28013.**

Ley que establece las funciones específicas de los gobiernos regionales en materia de protección y conservación de los recursos naturales.

- **Ley Orgánica de Municipalidades. Ley No 27972 (27 de febrero del 2003)**

Establece que las funciones específicas municipales que se derivan de las competencias se ejercen con carácter exclusivo o compartido entre las municipalidades provinciales y distritales, en las materias siguientes:

Organización de espacio físico – uso del suelo

Protección y conservación del ambiente.

- **Ordenanza Regional 012-2011-CR/GOB.REG.TACNA (28 diciembre 2011).**

Establece el Sistema Regional de Áreas Protegidas de Tacna.

M. López
B.I.G.O., L.A.U.M. / J.E.L.C.
C.B.P. Mat. N° 550

6. Ubicación y extensión del área

Generamos mapas de la zona y de los bofedales usando herramientas cartográficas que nos permitieran en primer lugar establecer mapas de vegetación que fueran corroborados con el trabajo de campo, para luego de ello poder definir el área de los bofedales y de los otros hábitats y comunidades no especificadas en el estudio.

Para esto usamos imágenes Lansat 8, de fecha septiembre del 2015, obtenidas del EarthExplorer (<http://earthexplorer.usgs.gov>), las que traen entre sus componentes los instrumentos: a) Operational Land Imager (OLI), sensor que capta el espectro visible, infrarrojo cercano (NIR) e infrarrojo de onda corta (SWIR). Tiene una resolución de 15 metros en pancromático y de 30 m en multiespectral; y b) Thermal Infrared Sensor (TIRS), sensor que mide la temperatura de la superficie terrestre mediante dos bandas del infrarrojo térmico (10 y 11). El Lansat 8 dispone de 11 bandas cuya combinación permiten la construcción de algoritmos para fines diversos. Uno de los limitantes es su resolución que es de 30 m.

En nuestro caso elegimos el Índice Diferencial Normalizado de Vegetación (NDVI) que se construye usando las bandas 4 (rojo visible) y 5 (infrarrojo cercano), y permite tener un aproximado de la productividad vegetal. Usamos el algoritmo: $\text{Float}(\text{Banda}_5 - \text{Banda}_4) / \text{Float}(\text{Banda}_5 + \text{Banda}_4)$; y establecimos los siguientes rangos de clasificación: 1, -1 a -0.02745; 2, -0.02745 a 0.04313; 3, 0.04313 a 0.0823; 4, 0.0823 a 0.1215; 5, 0.1225 a 0.2078; y 6, 0.2078 a 1. Que fue el algoritmo y clasificación que

mejor se ajustó a los datos de campo. El raster generado se editó y vectorizó a fin de obtener el área de los bofedales en cada caso.

Los mapas obtenidos, carecen de la resolución adecuada, pero son las imágenes disponibles y más actuales que hemos podido conseguir. No obstante, revelan detalles de mucha importancia para la gestión de estas áreas y nos permiten visualizar los principales problemas, esto aunado a la información de campo y lo indicado por los pobladores, refuerzan la idea de que existen extensas áreas en franco proceso de desertificación por causas antrópicas y que pudieran ser revertidas o mejorada la condición bajo un manejo integral y adecuado por parte de los interesados entre los que figura principalmente el Gobierno Regional, por el tema hídrico y su compromiso con la población.


Bijo. Evaristo López Tejeda 4
C.B.P. Mat. N° 555

7. Materiales y métodos

7.1. Materiales y equipos

Los abundantes materiales usados en este estudio se presentan a continuación y son diferentes ya sea para los estudios botánicos o faunísticos. Estos permiten la correcta y rigurosa toma de datos, así como el cuidado de las muestras y especímenes a ser utilizados y eventualmente transportados para su posterior análisis, limpieza, u otro menester necesario para su estudio.

Para el estudio de las plantas y los bofedales se considera la colecta, evaluación poblacional y comunitaria, mediciones, estimación de la biomasa y análisis en laboratorio y gabinete (Tabla 1). Por ello son importantes los elementos que permitan la medición en campo, la colecta de muestras y su transporte para su determinación taxonómica y estimaciones de biomasa.

Para la fauna básicamente se usan todos aquellos recursos que nos permitan realizar avistamientos, conteos, capturas, así como el registro, medición, pesado y su determinación taxonómica (Tabla 2). Algunos grupos como las aves por su conspicuidad, o los reptiles son de fácil determinación con simples avistamientos, mientras que otras especies como los roedores no pueden verse y requieren de instrumentos de captura. Es muy importante que el material colectado se mantenga en buenas condiciones, para ello se usan una serie de químicos y preparaciones para su transporte y posterior trabajo en laboratorio.

Tabla 1. Materiales y equipos usados en el estudio con plantas en los bofedales de Huaytire

	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
EQUIPOS		
GPS	Unidad	1
Tablet (GPS, Mapas)	Unidad	1
Balanza digital (0.01 g)	Unidad	1
Cinta métrica (60m)	Unidad	1
Pehachímetro digital	Unidad	1
Cámara fotográfica (Profesional)	Unidad	1
BATERÍAS		
Pilas AA y AAA	Unidad	4
FARMACIA Y LABORATORIO		
Alcohol de 96%	Litro	1
Guantes quirúrgicos de latex	Caja	1
Papel toalla	Unidad	3
Kid para análisis de Oxígeno Disuelto (La Motte)	Unidad	1
MATERIAL PLÁSTICO		
Tapers rectangulares herméticos de 20 litros	Unidad	2
Bolsas plástico (x100 unid) 0.5 kg.	Paquete	200
Bolsas ziploc varios tamaños	Paquete	2
Taper grande para transporte de materiales	Unidad	1
Bandejitas planas de 50x30 cm	Unidad	1
LIBRERÍA		
Libreta de campo "rite in the rain"	Unidad	1
Cinta de embalaje gruesa	Unidad	2
Portaminas y minas	Unidad	4
Plumón indeleble grueso	Unidad	2
Borrador blanco	Unidad	1
Plancha de cartón (60x40cm)	Unidad	2
FERRETERÍA		
Tijeras de podar	kilogramo	2
Lampas de jardinería	kilogramo	2
Martillo de geólogo	Unidad	1
Tubo Muestreador 25 x 8.4 cm	Unidad	1
Guantes de cuero de jardinería talla medium	Pares	1
Rejilla de Goodall	Unidad	1

Tabla 2. Materiales y equipos usados en el campo en las evaluaciones de fauna en los bofedales de Huaytire.

	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
EQUIPOS		
Tablet (GPS, Mapas)	Unidad	1
Trampas de golpe	Unidad	106
Trampas Sherman	Unidad	50
Dinamómetros (30g, 50g, 100g, 300g y 1kg)	Unidad	5
Verniers digitales	Unidad	2
Binoculares (10x50 y 7x50)	Unidad	2
Cámara fotográfica (Profesional)	Unidad	1
MATERIAL DE TRAMPEO		
Conservas de pescado tipo Portola (Latas grandes)	Unidad	7
Avena	kilogramo	3
Mantequilla de maní	Unidad	3

Esencia de vainilla	Litro	1
BATERÍAS		
Pilas AA y AAA	Unidad	4
FARMACIA		
Alcohol de 96%	Litro	10
Cloroformo	Litro	0.1
Jeringas de 20 ml y 10 ml y Agujas hipodérmicas N°19	Unidad	20
Hojas de bisturi nº 21	Unidad	20
Algodón de 0.5 kg	Paquete	1
Guantes quirúrgicos de latex	Caja	1
Papel toalla	Unidad	3
MATERIAL PLÁSTICO		
Tapers rectangulares herméticos de 20 litros	Unidad	2
Bolsas plástico (x100 unid) 0.5 kg.	Paquete	200
Bolsas ziploc varios tamaños	Paquete	2
Taper grande para transporte de materiales	Unidad	1
Crío-viales (2 ml)	Unidad	100
Porta - crio-viales	Unidad	1
Cinta marcadora Flaging (roja)	Unidad	3
LIBRERÍA		
Libreta de campo "rite in the rain"	Unidad	1
Cinta ploma Ducktape	Unidad	1
Cinta de embalaje gruesa	Unidad	2
Portaminas	Unidad	4
Minas para portaminas	Unidad	2
Regla metálica 30 cm	Unidad	2
Marcador Artline Nº 0.2 y 0.3	Unidad	4
Plumón indeleble grueso	Unidad	2
Borrador blanco	Unidad	2
Alfileres	Caja	1
Plancha de teckopor (60x40cm)	Unidad	2
Cono hilo cadena Nº 22	Unidad	2
FERRETERÍA		
Alambre galvanizado de metal nº 22	kilogramo	0.25
Alambre galvanizado de metal nº 23	kilogramo	0.25
Costales de rafia grandes	Unidad	2
Guanos de cuero de jardinería talla medium	Pares	1
Aserrín fino	kilogramo	1
Cono de rafia color verde	Unidad	2
Pilas vernier digital	Unidad	2
Pilas linternas frontales AAA (Asistentes locales)	Unidad	12
Bolsas de Tela (35cm x 25 cm)	Unidad	500

7.2. Inventario de flora silvestre

Se desarrolló un inventario de la riqueza florística para ello en cada uno de los cinco bofedales procedimos a una búsqueda intensiva de plantas, estas fueron recogidas, y analizadas para su determinación taxonómica. Las plantas escogidas fueron prensadas y

secadas y transportadas como muestras para su estudio en gabinete y laboratorio. En esta etapa, usamos las descripciones botánicas para determinar las especies, que se obtuvieron en publicaciones científicas, libros especializados y otros (Sagástegui 1973, Soukup 1987, Tovar 1988, 1993, Brako y Zarucchi, 1993, Linares y Benavides 1995, Mostacero et al. 2002, Salvador-Poma 2002, Coaguila et al. 2010). Se adiciona la palatabilidad de las especies siguiendo a Florez (2005).

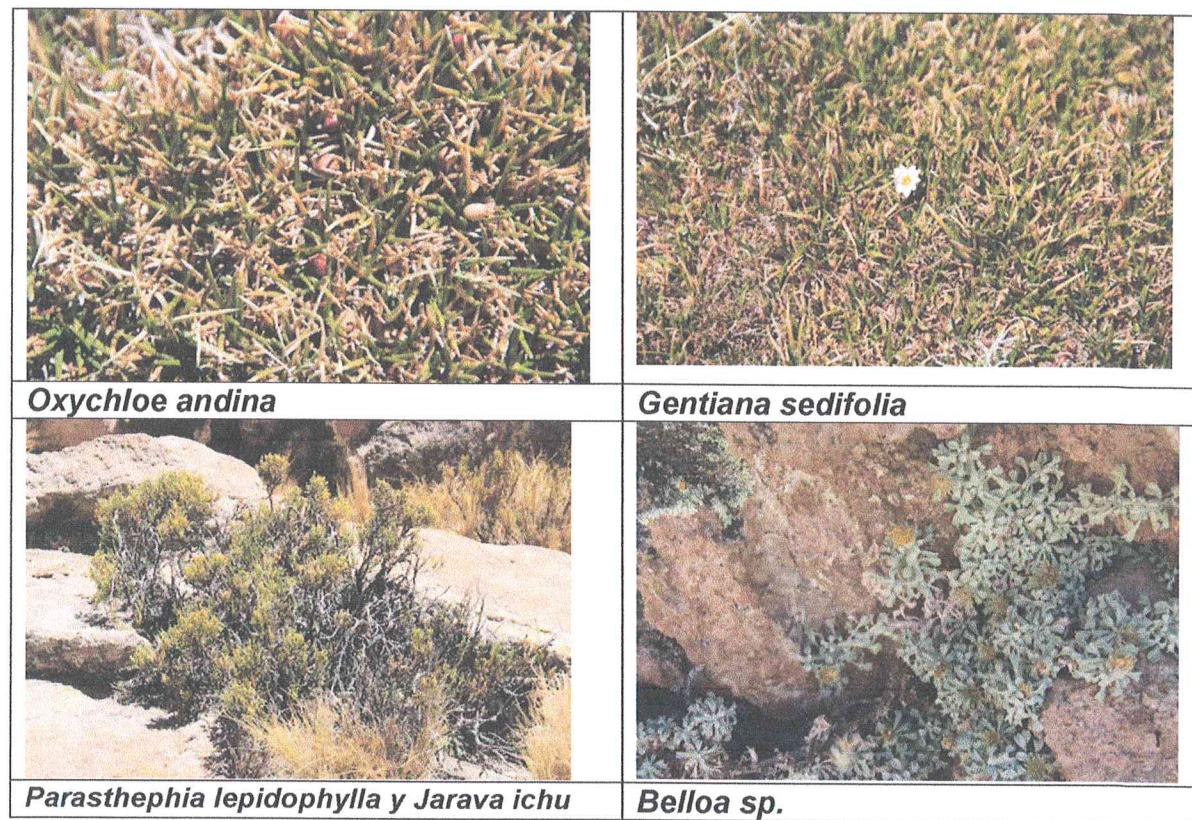


Figura 2. Diferentes modos de vida en plantas de Huaytire. *O. andina* forma cojines densos en los bofedales y es una de las plantas que facilita la presencia de otras especies; *G. sedifolia* crece usando como substrato los cojines de otras especies; *P. lepidophylla* y *J. ichu*, tienen una función similar a la de *O. andina* en las áreas desérticas; *Belloa sp.* es una especie rupícola.

Higinio Lopez Fajeda
C.B.P. Mat. N° 556

7.3. Caracterización de la vegetación

7.3.1. Evaluación de la comunidad

Para estimar la abundancia, frecuencia de ocurrencia y cobertura vegetal, usamos el Método de Goodall (Goodall 1952, Cochi et al. 2014, Meneses et al. 2014), que es una modificación del Método del Transecto al Paso, y consiste en el uso de una rejilla de Goodall (Figura 3) que contiene 10 agujas, separadas 4 cm una de otra y que hacen contacto con la vegetación (u otro elemento) para su cuantificación; habitualmente esta rejilla tiene las agujas móviles, pero en nuestro caso las usamos fijas. Para esto usamos transectos de 50 m (Figura 3) usando la rejilla cada 10 m, por lo que cada transecto tiene seis mediciones (a: 0, 10, 20, 30, 40, y 50 m). Estos resultados nos permiten estimar el Valor de Importancia (VI) de cada especie, que es el grado de influencia de esa especie en la comunidad (Franco-López et al. 1996), Esto se calcula según la siguiente formulación:

$$VI = D.r. + F.r. + Do.r$$

$$D.r. = (n_i / N) * 100$$

$$F.r. = ((n_i / 60) * 100) / (Nt / 60)$$

$$Do.r. = D.r. * (D.t. / 100) * (Do.r.i / A) * 100 / Do.t.$$

Donde: Dominancia relativa: D.r.; Frecuencia relativa: F.r.; Dominancia relativa: Do.r.; n_i : número de individuos en la especie "i"; Número total de individuos: N; Nt: Número total de puntos de

todas las especies; Densidad total: D.t.; Número total de especies: A; Dominancia total: Do.t.

7.3.2. Análisis de la diversidad vegetal

En este caso calculamos diez índices de diversidad usando los valores de registro de las especies en cada bofedal (número de individuos por especie), los cálculos y algoritmos para cada índice está implementado en el programa PAST (Hammer et al. 2001). También caracterizamos la diversidad en base a la distribución rango-abundancia de las plantas encontradas en cada bofedal.

7.3.3. Soportabilidad forrajera

Para estimar la soportabilidad forrajera (o carga ganadera) de los bofedales, estimamos la biomasa vegetal o rendimiento forrajero, que se expresa en kilogramos de materia seca por área (en este caso ha). Para esto muestreamos en el mismo transecto muestras de un área de 55.42 cm^2 con un anillo muestreador (Figura 3) que se introduce en el suelo y se obtiene un testigo de vegetación, se mide el peso húmedo (Figura 3) y seco de cada uno; y simulando el forrajeo de ganado, cortamos a raz el pasto (igualmente pesado). Se estima el peso del pasto seco por área y se extrapolá a una ha. Después procedimos a determinar la capacidad de carga (tamaño máximo de la población que soportaría el forraje) cuyas unidades son la unidad animal por año (UAL/ha/año) y se estima dependiendo de las especies de animales que se requiera.


Biólogo División T. López Tijeda
C.B.P.Mat. N° 556

Se estima con la siguiente fórmula: $\text{Capacidad de carga (CC)} = (\text{rendimiento forrajero / ha}) / \text{Consumo anual por animal}$, que en el caso de alpacas es de 425,9 kg MS/año/UAL (Luna 2001); Donde; Rendimiento forrajero es: Peso seco; UAL: unidades alpaqueras. La soportabilidad (alpaquera) resulta de multiplicar la capacidad de carga con el área; y hay que considerar que el corte es mayor al hecho por los animales, en nuestro caso simulamos sobrepastoreo, para los cálculos usamos un tercio del peso. En cada bofedal diferenciamos partes en buen estado (permanente) y partes degradadas por desecación (deseccados o pobres).



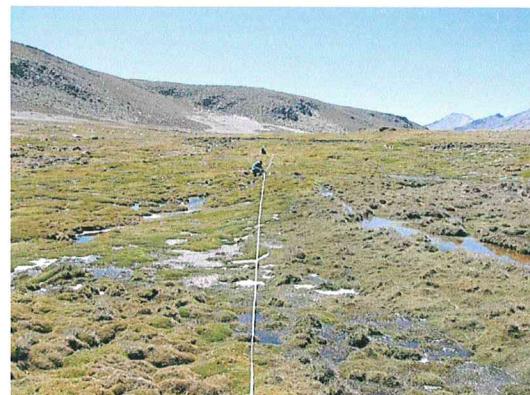
Anillo muestreador (25x8.4 cm)



Rejilla de Goodall modificada



Corte de pasto que simula el pastoreo



Trazado de transecto con cinta métrica

Figura 3. Instrumentos usados en las evaluaciones de campo para el estudio de la vegetación.

7.4. Inventario de fauna silvestre

En cada uno de los bofedales evaluamos la presencia y cantidad de aves; en el área aledaña a los bofedales de Huaytire dispusimos dos líneas de trampas para roedores, con la finalidad de concentrar el mayor esfuerzo posible en una sola área y conocer adecuadamente una muestra de su composición comunitaria. Para los reptiles realizamos avistamientos en transectos. Los anfibios fueron buscados infructuosamente, sin resultados.

7.4.1. Métodos para el registro de mamíferos

Para el registro de los mamíferos, utilizamos diferentes métodos considerando su heterogeneidad de tamaño y hábitos. El total de especies nos permitió construir un listado de especies. Los métodos que se emplearon fueron de dos tipos:

Para roedores:

Para el registro y evaluación de roedores, se instalaron trampas Sherman y de golpe (Figura 4) dispuestas en dos transectos (Voss y Emmons 1996, Tellería 1986, Tirira 1998), que correspondieron a Quimimichi y Ninaccata. El tiempo de permanencia fue de ocho noches en dos transectos; una constó de hasta 102 estaciones dobles y la otra de 50 estaciones dobles. Para determinar el esfuerzo de captura se sumó el total de trampas instaladas por el número de noches que estuvieron activas.

Cada estación en la primera transecta estuvo constituida por ~~dos~~ trampas una Sherman y una de golpe, mientras que en la segunda sólo se usó trampas de golpe, ya que capturabilidad ~~de~~ las trampas Sherman en estos ambientes fue nula. La distancia entre estación y estación fue de 12 a 15 m, y se marcaron con cinta plástica (cinta “flaying” roja). Las trampas fueron revisadas y cebadas todos los días. El cebo constó de una mezcla de avena, esencia de vainilla, conserva de pescado y mantequilla de maní.

Los animales capturados fueron transportados en bolsas de tela hasta el sitio de trabajo y allí fueron despulgados, medidos, pesados y determinada su condición reproductiva en base al estado de sus índices fisiológicos externos. Las medidas tomadas en campo fueron: longitud total, longitud de la cola, longitud de la pata posterior, longitud de la oreja y peso (en gramos). Se preservaron como pieles de estudio y en metanol.

Los datos de captura de roedores fueron analizados y estimada la frecuencia de captura y su abundancia relativa en base al esfuerzo relativo a 100 trampas noche, que es un buen estimador poblacional y comparable (Calhoum & Casby, 1958).

Para el análisis de diversidad, estimamos los valores de diez índices de diversidad (Magurran 1988, Franco-López et al. 1996) cuyos algoritmos y fórmulas están implementados en le

programa PAST (Hammer et al. 2001); asimismo, buscamos estimar el tipo de distribución de la diversidad con curvas rango-abundancia (Magurran 1988, Franco-López et al. 1996) en cada caso y para el total.

También estimamos la curva de acumulación de especies (Colwell y Coddington 1994) la que fue obtenida con los modelos de distribución de Clench, Exponencial y Logarítmico (Soberón y Llorente 1993, Díaz-Francés y Soberón 2005), cuya comparación está implementada en el programa Species Accumulation Function (Centro de Investigación en Matemáticas 2003).

La información adicional referente a su estado de conservación, endemismo, rareza, y otros se consignaron en cada caso.

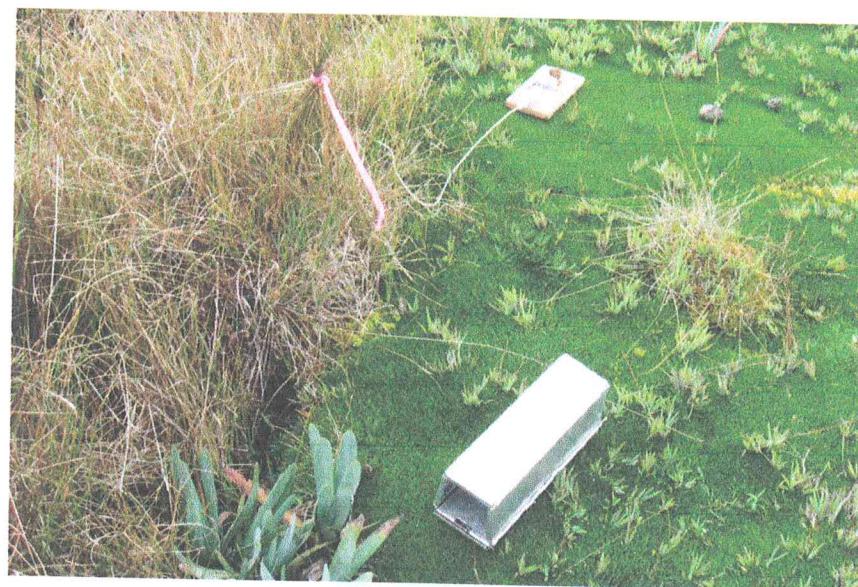


Figura 4. Estación de trámpeo con trampas de golpe y Sherman. Fíjese en la cinta marcadora roja (*Flaying*)

Para mamíferos grandes y medianos:

Para determinar la presencia de mamíferos grandes y medianos se utilizaron técnicas de observación directa (avistamientos); búsqueda de rastros (huellas, excrementos, osamentas, y otros rastros, figura 5); y entrevistas a los pobladores locales (Voss y Emmons 1996, Tellería 1986, Tirira 1998). Dada la baja densidad de estos mamíferos, no se usaron transectos porque no son efectivos en estas condiciones. Realizamos caminatas diurnas para la observación y búsqueda de rastros (huellas, heces, madrigueras, huesos) a lo largo de las áreas visitadas. La información adicional referente a su estado de conservación, endemismo, rareza, y otros se consignaron en cada caso.



Excrementos de Liebre europea



Esqueleto de Alpaca



Heces de zorro andino

Figura 5. Rastros y restos de mamíferos que permiten su identificación indirecta (osamentas, excrementos, huellas rastros, otros).

7.4.2. Métodos para el registro de aves

Realizamos conteos totales de las aves en cada uno de los bofedales, realizados entre las 7:30 a 10:00 am, dependiendo del tamaño del bofedal.

El método consistió en la observación y registro directo de las aves presentes, con ayuda de binoculares y con guías de campo (Schulenberg et al. 2007). Asimismo, realizamos otros avistamientos que estuvieron fuera del tiempo censal y los llamamos ocasionales. Para cada una de las especies se contaron el número de individuos presentes. Ya en gabinete se preparó un listado de especies con información adicional referente a su estado de conservación, endemismo, rareza, y otros se consignaron en cada caso.

Para el análisis de diversidad, estimamos los valores de diez índices de diversidad (Magurran 1988, Franco-López et al. 1996) cuyos algoritmos y fórmulas están implementados en el programa PAST (Hammer et al. 2001); asimismo, buscamos estimar el tipo de distribución de la diversidad con curvas rango-abundancia (Magurran 1988, Franco-López et al. 1996) en cada caso y para el total. Asimismo, estimamos la densidad relativa de cada especie referida al área del bofedal expresada en aves/km². Con estos valores realizamos comparaciones entre bofedales sobre la composición y estructura en cada caso.

7.4.3. Métodos para el registro de Reptiles

Búsqueda por encuentro V (VES)

Para el registro de reptiles se utilizó la técnica de muestreo de “Búsqueda por Encuentro V” o VES (siglas en inglés de V Encounter Survey) usando un transecto lineal de ancho variable (unos 4 m de ancho) por 500 m (Crump y Scott 1994). El VES es una técnica apropiada tanto para estudios de inventario como para muestreos. En la aplicación del VES una persona camina a través de un área o hábitat por un período de tiempo determinado buscando anfibios y reptiles de modo sistemático.

El VES fue empleado para determinar la riqueza de especies de un área, para compilar una lista de especies y para estimar la abundancia relativa de especies dentro de una agrupación de anfibios o reptiles (Crump y Scott 1994). Establecimos transectos diurnos en los diferentes hábitats asociados a cada bofedal.

La ubicación de cada transecto (el punto de inicio y el final) fue georeferenciado mediante el uso de un equipo de posicionamiento global (GPS), y adicionalmente se registró su elevación sobre el nivel del mar. El mayor énfasis se hizo en Huaytire.

7.4.4. Métodos para el registro de Anfibios

Este método consistió en la búsqueda de renacuajos y adultos en varios cuerpos de agua. En los pozos o los en los bordes de los bofedales con agua abundante procedimos a buscarlos manualmente. Dedicamos 10 minutos de tiempo en 25 sitios diferentes, para la observación de cuerpos de agua con la finalidad de avistar adultos y/o renacuajos. En áreas aledañas junto al bofedal movimos piedras en su búsqueda.

7.5. Definición de los parámetros ambientales que caracterizan el ecosistema, la distribución de las especies y las redes tróficas del ecosistema de los bofedales de Huaytire

Analizamos la data climática proporcionada por el Gobierno Regional de Tacna, de tres estaciones ubicadas en áreas cercanas a Huaytire y al mismo nivel altitudinal, que son: Vilacota (4400 m, 17° 7' 6" S y 70° 3' 3" W), Titijones (4609 m, 16° 52' 30" y 70° 25' 24.8") y Paucarani (4556 m, 17° 31' 30" S y 69° 46' 46" W). Con estos datos caracterizamos el clima, establecimos la tendencia de precipitaciones y comparamos la precipitación con la temperatura mediante diagramas ombrotérmicos (humedad y temperatura).

Tomamos muestras de agua en estos bofedales para caracterizar los parámetros físicos. Estimamos el pH con un peachímetro de campo, Marca RoHS, modelo PH-009(III) y la cantidad de Oxígeno disuelto con un kit para su análisis marca La Motte, con código 5860 (Figura 6).



Reactivos y frascos utilizados



Preparando el orden de uso de los reactivos



El cambio de color (azul), muestra parte del proceso



Titulando la muestra para medir la concentración de Oxígeno disuelto

Figura 6. Medición del oxígeno disuelto en campo, usamos el equipo portátil de la marca Lamotte.

7.6. Establecimiento de los lineamientos de gestión y una propuesta de monitoreo.

En base a la detección de las amenazas directas e indirectas y la información obtenida en este estudio y la que esté disponible en otros estudios, definimos el estado de conservación del ecosistema, con la finalidad de proponer un método de monitoreo y manejo de los bofedales. Es necesario indicar que en todo este proceso se sigue la normatividad nacional y los convenios internacionales, así como la normatividad local.

8. Resultados

8.1. Ubicación y extensión de los bofedales

Los bofedales de Huaytire conforman un complejo de bofedales grandes y pequeños. De acuerdo con el requerimientos del GRT se evaluaron los bofedales de: Huaytire, Chaullapujo, Livicalani, Japopunco y Surapata (Figuras 7, 8, 9, 10, 11, 12).

Los resultados de los análisis cartográficos y de la composición de especies nos muestran que todos los bofedales evaluados ocupan una superficie aproximada de 1613.33 ha (Tabla 3), siendo el más grande el de Huaytire, seguido por el de Japopunco. Asimismo, basados en el análisis geoespacial usando las imágenes de satélite (septiembre 2015), con el Índice Normalizado de Vegetación (NDVI) encontramos dos tipos de bofedales (Figura 7, 8, 9, 10, 11, 12 y 13), uno al que llamamos “permanente”, porque es siempre verde y contiene suelos inundados y otro al que llamamos “desecado” porque solo mantiene su condición productiva en la época de lluvias y que según los pobladores en el pasado estos bofedales eran de buen estado. Más que una clasificación es una forma práctica de establecer su estado de productividad y calidad actual para el manejo. Además hay áreas aledañas conformadas por Césped de Puna, un tipo de pastizal muy productivo (Figura 7), que han sido confundidas con bofedales por otros autores. Es notable la presencia de extensas áreas de bofedales que se han perdido en la zona, definitivamente una de las razones

debe estar asociada a la pérdida total de la cobertura de nieve de los antiguos nevados, según refieren los pobladores. Por observaciones realizadas por nosotros mismos, constatamos que la laguna Vizcachas está prácticamente desecada y que la laguna de Suches habría perdido gran parte de su espejo. Los pobladores refieren estos hechos al uso del agua con fines mineros, ya que esta es bombeada para ser usada en esta actividad. Este es un tema crucial en el manejo de este ecosistema que debiera ser evaluado a fin de establecer las medidas más adecuadas para recuperar, mantener o mejorar la productividad vegetal. Los pobladores, afirman que en el pasado los bofedales eran más extensos y productivos, que los césped de puna eran notables, con temporadas de anegamiento que permitían su irrigación y con ello un mayor y mejor desarrollo vegetal. El panorama hoy por hoy es desolador, por el avance de la desertificación varios pobladores se han ido de la zona, y persiste un rechazo hacia lo foráneo, que debe ser canalizado por las autoridades a fin de dar viabilidad al desarrollo de estos bofedales, que además son considerados de prioritarios para la conservación (Cruz 2012, Cáceres-Musaja 2012) y la conservación del recurso hídrico.

Tabla 3 Características físicas de los bofedales de Huaytire, Chaullapujo, Livicalani, Japopunco y Surapata.

Bofedal	Altitud	Área (ha)		
		Permanente	deseccado	Total
Huaytire		113.51	726.67	840.18
Chaullapujo		143.67	137.72	281.39
Livicalani		98.73	36.98	135.70
Japopunco		244.77	104.64	349.41
Surapata		3.57	3.09	6.65
TOTAL		604.25	1009.10	1613.33

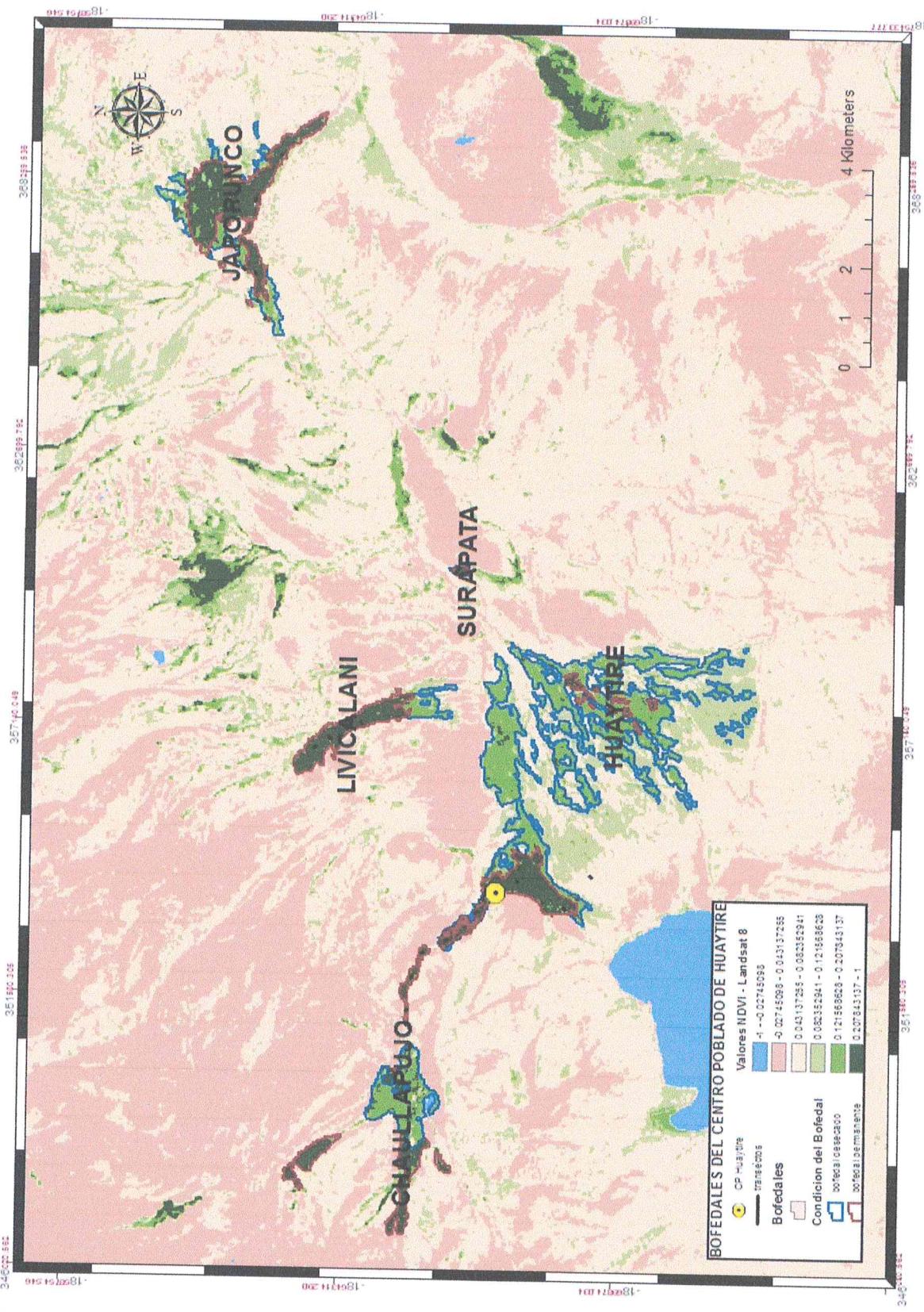


Figura 7. Mapa de ubicación de los bofedales de Huaytire, Chaullapujo, Livilaní, Japopunco y Surapata, aledaños al Centro Poblado de Huaytire, Distrito de Candarave, Provincia de Candarave, departamento de Tacna.

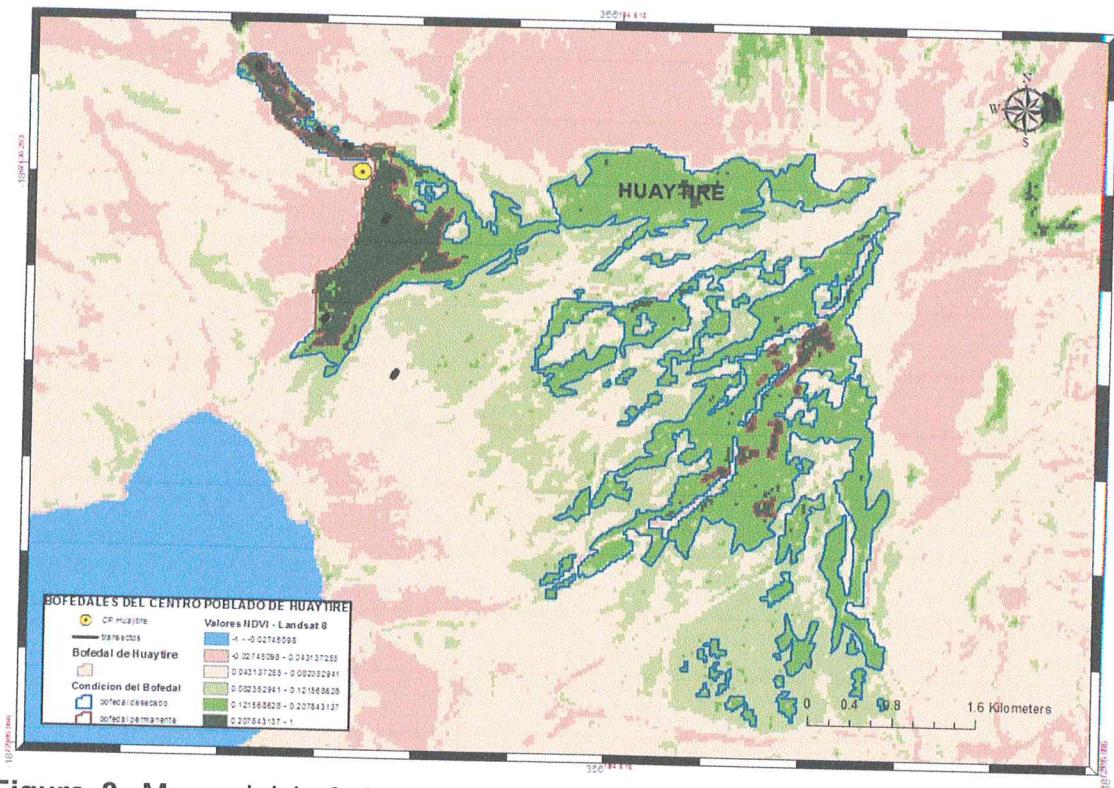


Figura 8. Mapa del bofedal de Huaytire. Bofedal permanente (verde oscuro), Bofedal desecado o pobre (verde), Césped de Puna (verde claro).

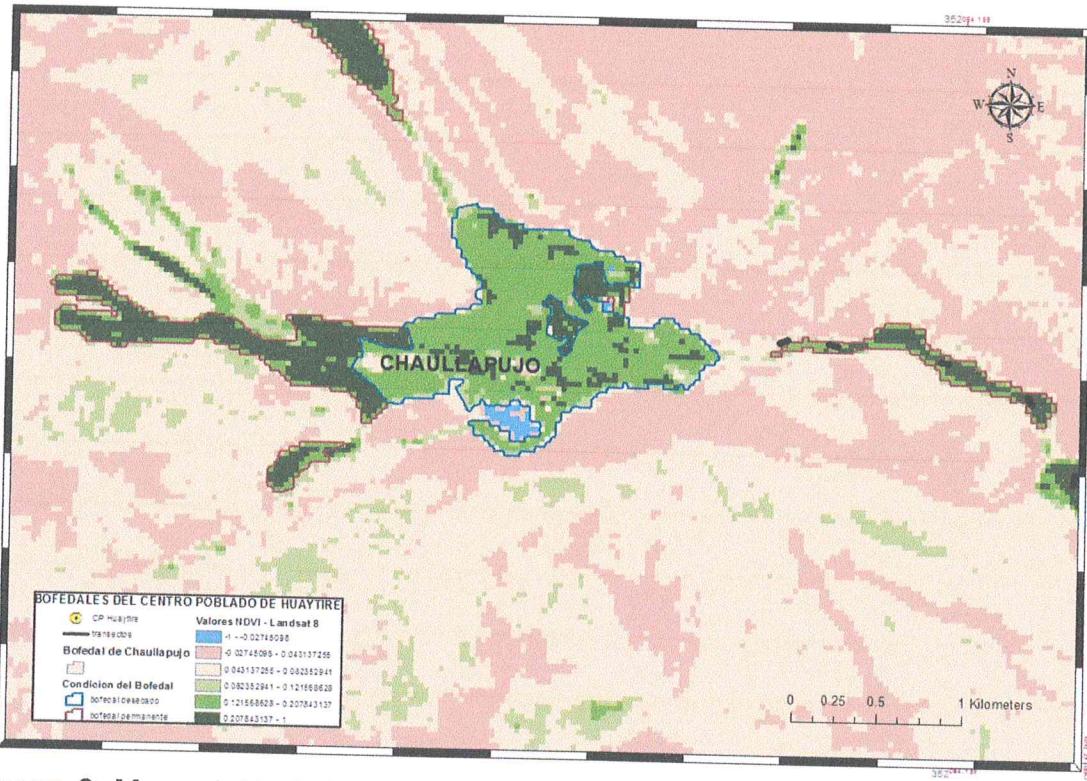


Figura 9. Mapa del bofedal de Chaullapujo. Bofedal permanente (verde oscuro), Bofedal desecado o pobre (verde), Césped de Puna (verde claro).

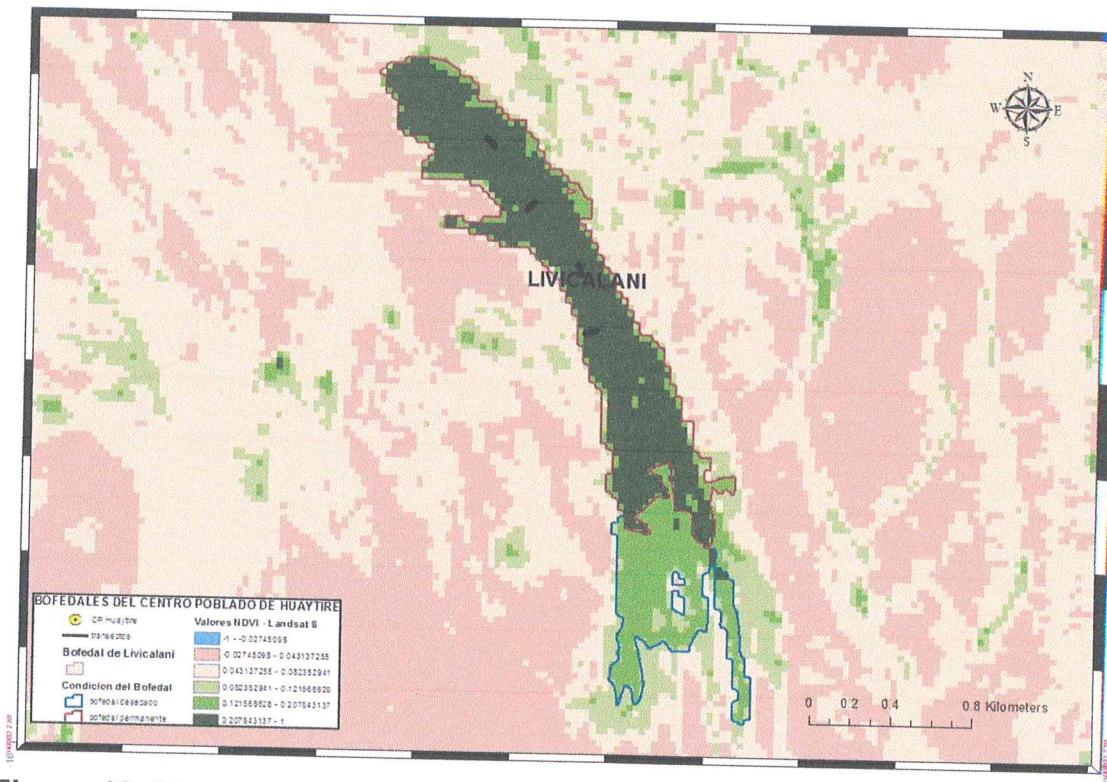


Figura 10. Mapa del bofedal de Livicalani. Bofedal permanente (verde oscuro), Bofedal desecado o pobre (verde), Césped de Puna (verde claro).

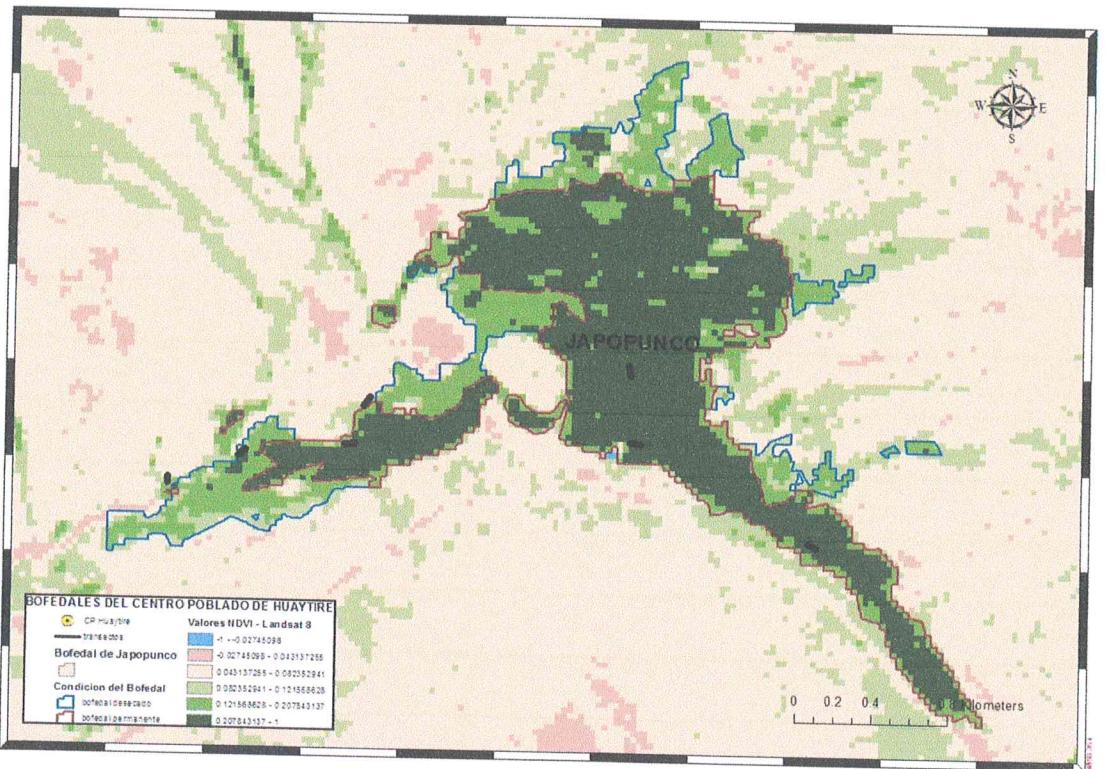


Figura 11. Mapa del bofedal de Japopunco. Bofedal permanente (verde oscuro), Bofedal desecado o pobre (verde), Césped de Puna (verde claro).

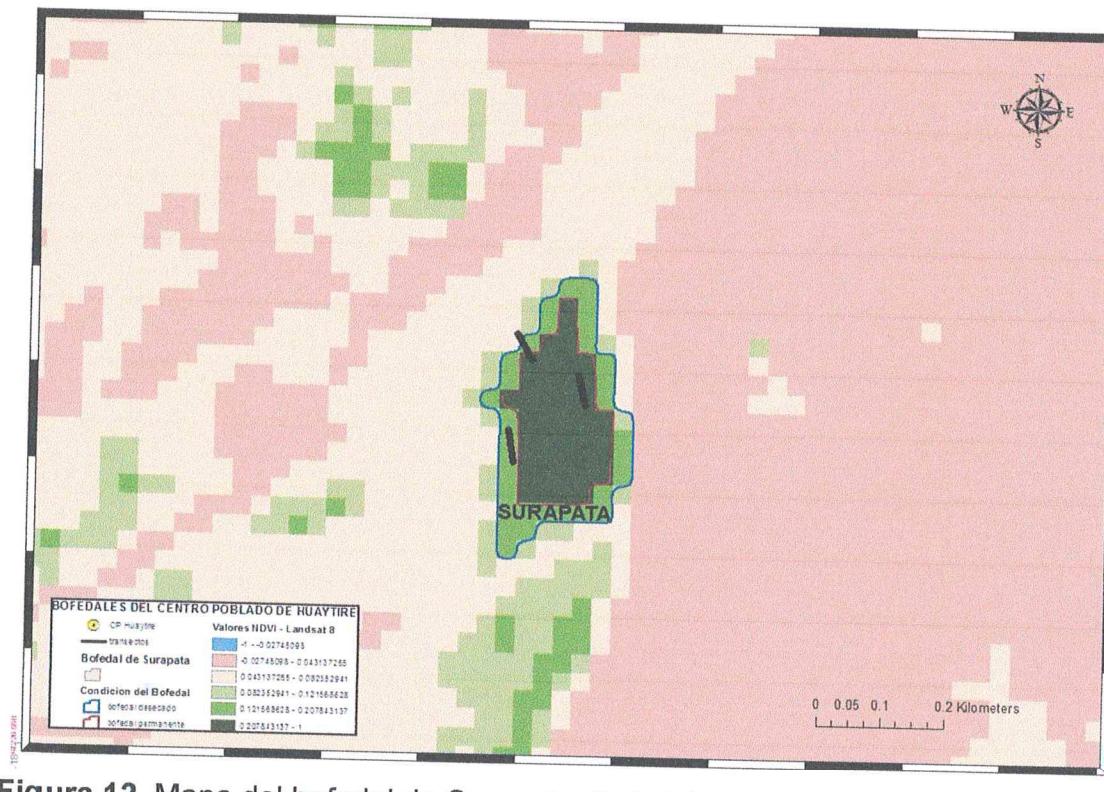
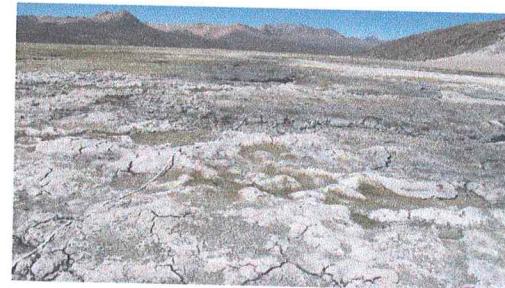


Figura 12. Mapa del bofedal de Surapata. Bofedal permanente (verde oscuro), Bofedal desecado o pobre (verde), Césped de Puna (verde claro).

Blgo. Evaristo López : jeda
C.P. Mat. N° 556



Huaytire, buen estado



Huaytire, bofedal desecado



Chaullapujo, buen estado



Chaullapujo, con agua congelada



Livicalan, buen estado



Livicalani, estrés hídrico



Japopunco, Buen estado



Japopunco, desecado



Surapata, con estrés hídrico



Surapata, predominio de gramíneas

Figura 13. Fotos de los bofedales de Huaytire, se presenta varios estados para comparación

8.2. Flora y vegetación

8.2.1. Flora

La flora de los bofedales de Huaytire en este estudio presenta un total de 22 especies de plantas, agrupadas en tres divisiones, 12 familias y 18 géneros; y un hongo de la familia Agaricaceae (Tabla 4). La mayoría de estas especies son hidrófitas, mientras que otras son facultativas en cuanto a sus requerimientos de agua. Pero ninguna es de condición xerofítica. Las poaceas son las que contienen más especies, cinco; mientras que las Juncaceas y Asteraceas muestran tres especies cada una. No todas las plantas están en todos los bofedales.

El bofedal de Japopunco es el de mayor riqueza (doce especies); seguido por el de Huaytire (diez especies); los de Livicalani y Surapata tienen nueve especies cada uno; y el menos rico es el de Chaullapujo con seis especies.

Un grupo adicional de plantas que no son de bofedal se encuentran en inmediata continuidad con estos (Tabla 5), aunque son especies de ambientes áridos su presencia es recurrente en los bordes de los bofedales y más raramente dentro, lo que posiblemente haya estado posibilitado por algunas condiciones edáficas particulares o por el proceso de desertificación que están sufriendo estos humedales.

Tabla 4. Plantas encontradas en los bofedales de Huaytire, se indica su presencia en cada uno de los bofedales estudiados con una "x". Se indica el tipo de palatabilidad* (Deseable = D, Poco deseable = PD, Indeseable = I, No determinado = ND). Se incluyen especies no registradas en los transectos.

Nº	División	Familia	Especie	Nombre Común	Huaytire	Chaulapajo	Livilcani	Japopunco	Surapata	Palatabilidad
1	Angiospermae	Juncaceae	<i>Distichia muscoides</i>	"Kuli"	x	x	x	x	x	D
2		Juncaceae	<i>Oxichloe andina</i>	"Tiña"	x	x	x	x	x	PD
3		Juncaceae	<i>Luzula parvula</i>			x				D
4	Magnoliophyta	Poaceae	<i>Calamagrostis mínima</i>	"champa"	x	x		x	x	PD
5		Poaceae	<i>Calamagrostis ovata</i>	"sura"				x	x	PD
6		Poaceae	<i>Calamagrostis curvula</i>				x		x	PD
7		Poaceae	<i>Aciachne pulvinata</i>		x	x	x			I
8		Poaceae	<i>Muhlenbergia peruviana</i>	"llapa"	x		x			D
9		Asteraceae	<i>Werneria pygmaea</i>		x	x	x	x	x	ND
10		Asteraceae	<i>Werneria pinnatifida</i>		x	x	x	x		ND
11		Asteraceae	<i>Hypochoeris taraxacoides</i>			x				D
12		Rosacea	<i>Lachemilla diplophylla</i>	"libro libro"	x	x	x	x	x	D
13		Apiaceae	<i>Lilaeopsis andina</i>		x	x	x	x		ND
14		Haloragaceae	<i>Myriophyllum elatinoides</i>	"llacho"	x	x	x	x		ND
15		Gentianaceae	<i>Gentiana sedifolia</i>		x	x	x	x		PD
16		Plantaginaceae	<i>Plantago</i> sp.				x		x	PD
17		Boraginaceae	<i>Plagiobothrys</i> sp.		x	x	x	x		ND
18		Boraginaceae	<i>Castilleja</i> sp.	"lantín"			x			PD
19		Valerianaceae	<i>Phyllactis pulvinata</i>			x				ND
20	Bryophyta	Bartramiaceae	<i>Breutelia</i> sp.				x			I
21		Bartramiaceae	<i>Bryum capillare</i>				x			I
22	Fungi	Agaricacee	Ticte, hongo	"ticte"			x			I

* Palatabilidad: de palatable o deseable por el ganado

Tabla 5. Especies de plantas no hidrófitas encontradas en los bordes de los bofedales de Huaytire, se indica su presencia en cada uno de los bofedales estudiados con una "x"

Nº	Familia	Especie	Nombre Común	Huaytire	Chaulapajo	Livilcani	Japopunco	Surapata
23	Apiaceae	<i>Azorela compacta</i>	"yareta"		x	x		
24	Asteraceae	<i>Baccharis</i> sp.	"tola"	x		x	x	
25	Asteraceae	<i>Diplostephium</i> sp.		X	x	x	x	x
26	Brassicaceae	<i>Eudema</i> sp.						
27	Poaceae	<i>Festuca dolichophylla</i>	"chilligua"	X	x	x	x	x
28	Poaceae	<i>Jarava ichu</i>	"ichu"				x	
29	Fabaceae	<i>Astragalus arequipensis</i>		x	x			

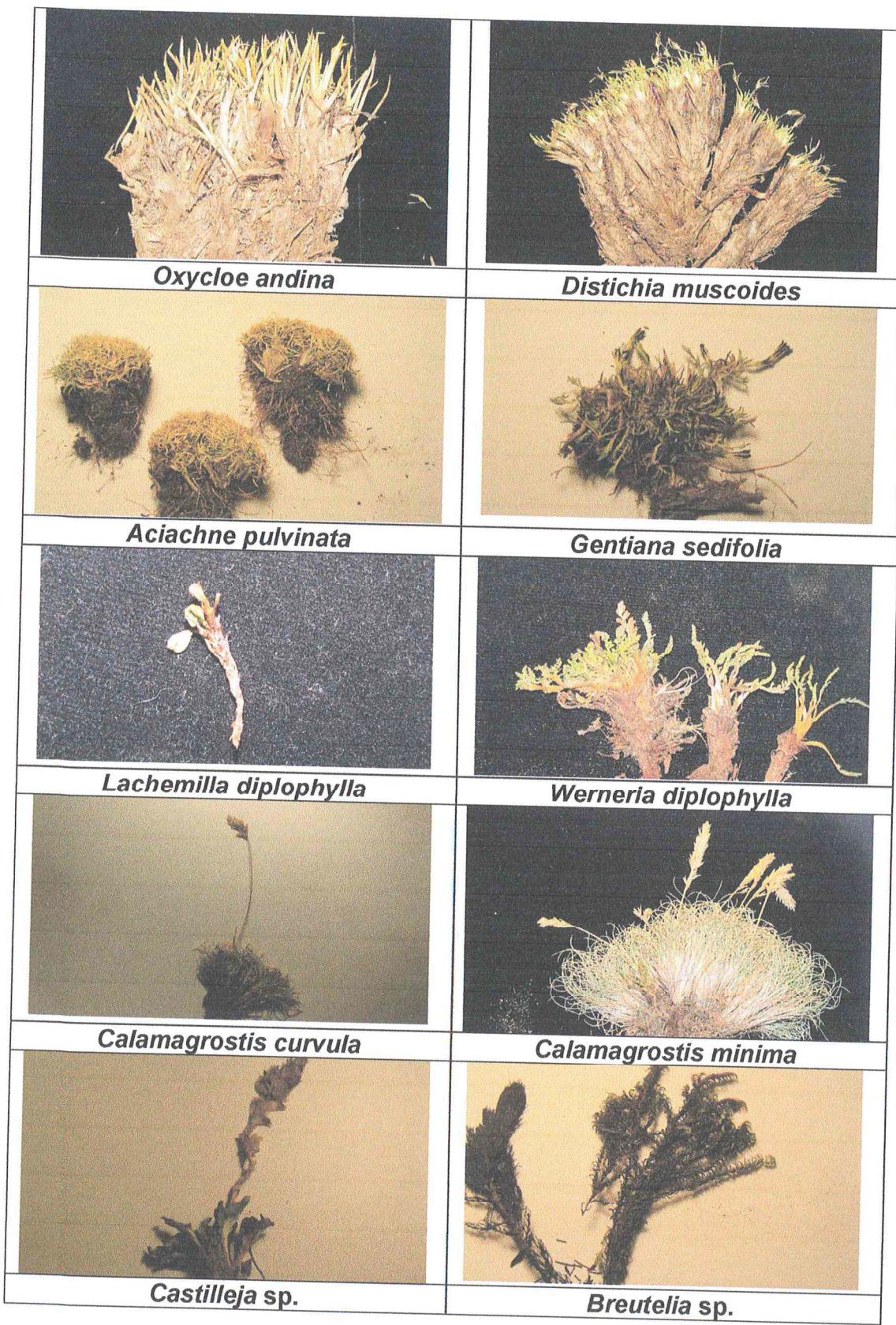


Figura 14. Fotos de algunas especies de plantas de bofedal en las que se aprecian algunos detalles estructurales.

8.2.2. Estructura de la vegetación

Los bofedales de Huaytire, como la mayoría de bofedales del sur del Perú, presentan una predominancia notable de *Distichia muscoides* o de *Oxichloe andina*, que en el caso de Livicalani es la predominante (Tabla 6). *D. Muscoides*, junto a *Lachemilla diplophylla* están presentes en todas las unidades muestrales analizadas. Otra especie importante es *Aciachne pulvinata* por su presencia aunque no por su calidad forajera. Es notable que algunas especies típicas no estén en el bofedal de Surapata, pero es posible que esto se deba a su reducida superficie.

Tabla 6. Registro de especies vegetales y su presencia (número de individuos) en cinco bofedales de Huaytire, Tacna. Los registros fueron obtenidos usando el Método Goodall.

Nº	ESPECIE	Huaytire	Chauillapujo	Livilcalani	Japopuncu	Surapata
1	<i>Hypochoeris taraxacoides</i>	4	4		4	
2	<i>Gentiana sedifolia</i>			2	3	
3	<i>Distichia muscoides</i>	69	69	78	136	38
4	<i>Werneria pinnatifida</i>	4		2	28	
5	<i>Werneria pygmaea</i>	19	38	18		73
6	<i>Oxichloe andina</i>	34	52	95	44	
7	<i>Calamagrostis minima</i>	16			9	2
8	<i>Lachemilla diplophylla</i>	24	13	6	23	16
9	<i>Aciachne pulvinata</i>	35	34	16	24	
10	<i>Muhlenbergia peruviana</i>	4			5	
11	<i>Lilaeopsis andina</i>				6	
12	<i>Myriophyllum elatinoides</i>				2	1
13	<i>Bryum capillare</i>				2	2
14	<i>Plantago</i> sp.					1
15	<i>Calamagrostis ovate</i>					6
16	<i>Calamagrostis curvula</i>					3
17	<i>Breutelia</i> sp.				5	
18	<i>Plagiobothrys</i> sp.	5		6		
19	Agua (M. elatinoides)	40				
20	Suelo desnudo	101	30	11	117	38
21	Agua	5		1	17	
	TOTAL	360	240	240	420	180



 Blas López : jeda
 C.P. Mat. N° 556

Tabla 7. Caracterización de las comunidades vegetales de cinco bofedales de Huaytire, Tacna. Densidad relativa (D.r.), Frecuencia relativa (F.r.), Dominancia relativa (Do.r), y Valor de Importancia (VI).

ESPECIE	HUAYTIRE					CHAULLAPUJO					LIMICALANI					JAPOPUNCO					SURAPATA						
	D.r.	F.r.	Do.r	VI	D.r.	F.r.	Do.r	VI	D.r.	F.r.	Do.r	VI	D.r.	F.r.	Do.r	VI	D.r.	F.r.	Do.r	VI	D.r.	F.r.	Do.r	VI	D.r.		
<i>H. taraxacoides</i>	1.11	1.87	0.31	3.29	1.67	1.90	0.69	4.27					0.83	0.88	0.35	2.06	0.95	1.40	0.23	2.58							
<i>G. sedifolia</i>																											
<i>D. muscoidea</i>	19.17	32.24	5.32	56.73	28.75	32.86	11.98	73.59	32.50	34.21	13.54	80.25	32.38	47.55	7.71	87.64	21.11	25.00	11.73	57.84							
<i>W. pinnatifida</i>	1.11	1.87	0.31	3.29									0.83	0.88	0.35	2.06	0.67	9.79	1.59	18.04							
<i>W. pygmaea</i>	5.28	8.88	1.47	15.62	15.83	18.10	6.60	40.53	7.50	7.89	3.13	18.52															
<i>O. andina</i>	9.44	15.89	2.62	27.96	21.67	24.76	9.03	55.46	39.58	41.67	16.49	97.74	10.48	15.38	2.49	28.35											
<i>C. minima</i>	4.44	7.48	1.23	13.16																							
<i>L. diplophylla</i>	6.67	11.21	1.85	19.73	5.42	6.19	2.26	13.86	2.50	2.63	1.04	6.17	2.14	3.15	0.51	5.80	1.11	1.32	0.62	3.04							
<i>A. pulvinata</i>	9.72	16.36	2.70	28.78	14.17	16.19	5.90	36.26	6.67	7.02	2.78	16.46	5.71	8.39	1.36	15.47											
<i>M. peruviana</i>	1.11	1.87	0.31	3.29																							
<i>L. andina</i>																	1.19	1.75	0.28	3.22							
<i>M. elatinoides</i>																	1.43	2.10	0.34	3.87							
<i>B. capillare</i>																	0.48	0.70	0.11	1.29							
<i>Plantago sp.</i>																	0.48	0.70	0.11	1.29	1.11	1.32	0.62	3.04			
<i>C. ovata</i>																					0.56	0.66	0.31	1.52			
<i>C. curvula</i>																					3.33	3.95	1.85	9.13			
<i>Breutelia sp.</i>																					1.67	1.97	0.93	4.57			
<i>Plagiobothrys sp.</i>	1.39	2.34	0.39	4.11									2.08	2.19	0.87	5.14											
<i>Aqua (M. elatinoides)</i>	11.11	18.69	3.09	32.89									2.50	2.63	1.04	6.17											
<i>Suelo desnudo</i>	28.06	47.20	7.79	83.05	12.50	14.29	5.21	31.99	4.58	4.82	1.91	11.32	27.86	40.91	6.63	75.40	21.11	25.00	11.73	57.84							
<i>Aqua</i>	1.39	2.34	0.39	4.11									0.42	0.44	0.17	1.03	4.05	5.94	0.96	10.96							

En general todos los bofedales evaluados conforman comunidades similares, con excepción de Surapata que por su reducido tamaño no tendría su ensamble de especies completo. Entre los bofedales grandes destaca el de Japopunco por su mayor riqueza. Los bofedales de Huaytire, Chaullapujo y Japopunco, presentan una composición similar y con un mayor influencia en la comunidad dada por *D. muscoides*, y seguida por *O. andina*, *A. pulvinata*.

El bofedal de Livicalani, tiene algunas particularidades, estaría más influenciado por la presencia mayoritaria de *O. andina* y *D. muscoides* y comparativamente una baja influencia de *A. pulvinata*. Esto es notable ya que la comunidad estaría dominada por una especie poco palatable, lo que estaría indicando una mayor presión de pastoreo.

8.2.3. Diversidad de especies

Los índices de diversidad (Tabla 8) en general expresan una alta similitud por la escueta variación entre los valores estimados para cada uno de los bofedales de Huaytire. En el caso de los índices de dominancia, se muestran valores congruentes con la presencia diferencial de algunas especies, especialmente por las más abundantes que dominarían la comunidad. Los dos índices de riqueza son congruentes con la

riqueza en general, no obstante en Chaullapujo con menor riqueza, se presentan valores similares a los mostrados por el bofedal de mayor riqueza, Japopunco. Los índices de equidad (abundancia proporcional) nos muestran valores más altos en los bofedales de Huaytire y Chaullapujo, mientras que solo el índice de Fisher-alfa se sesga de este patrón por la riqueza.

Tabla 8. Índices de Diversidad Vegetal estimados para cinco bofedales de Huaytire, Tacna

Taxa_S	Huaytire	Chaullapujo	Livilcalani	Japopunco	Surapata
Individuals	10	6	9	12	9
	214	210	228	286	142
Índices de Dominancia (Basados en las especies dominantes)					
Dominancia_D	0.1836	0.2324	0.3038	0.2750	0.3513
Simpson_1-D	0.8164	0.7676	0.6962	0.7250	0.6487
Berger-Parker	0.3224	0.3286	0.4167	0.4755	0.5141
Brillouin	1.8310	1.5080	1.4100	1.6420	1.2570
Índices de Riqueza (Basados en el número de especies)					
Mehnhnick	0.6836	0.4140	0.5960	0.7096	0.7553
Margalef	1.6770	0.9351	1.4730	1.9450	1.6140
Índices basados en abundancia proporcional (Basados en la equidad)					
Shannon_H	1.9190	1.5630	1.4770	1.7170	1.3460
Equidad_e^H/S	0.6811	0.7956	0.4866	0.4641	0.4268
Equitabilidad_J	0.8332	0.8724	0.6722	0.6910	0.6125
Fisher_alpha	2.1740	1.1510	1.8710	2.5340	2.1370

Por su parte, la distribución rango abundancia muestra la composición de la biodiversidad en cada ensamble comunitario (especies en la comunidad), todas las curvas son de la serie normal logarítmica (Figura 15). Este tipo de distribución debe ser la expresión estadística de un gran número de factores influyendo en la comunidad (Magurran 1988) o más precisamente de fuertes factores ecológicos, es el caso de la escases de agua o su abundancia, estacionalidad marcada, del

intenso frío y la gran radiación que reciben las plantas; asimismo del pastoreo continuo.

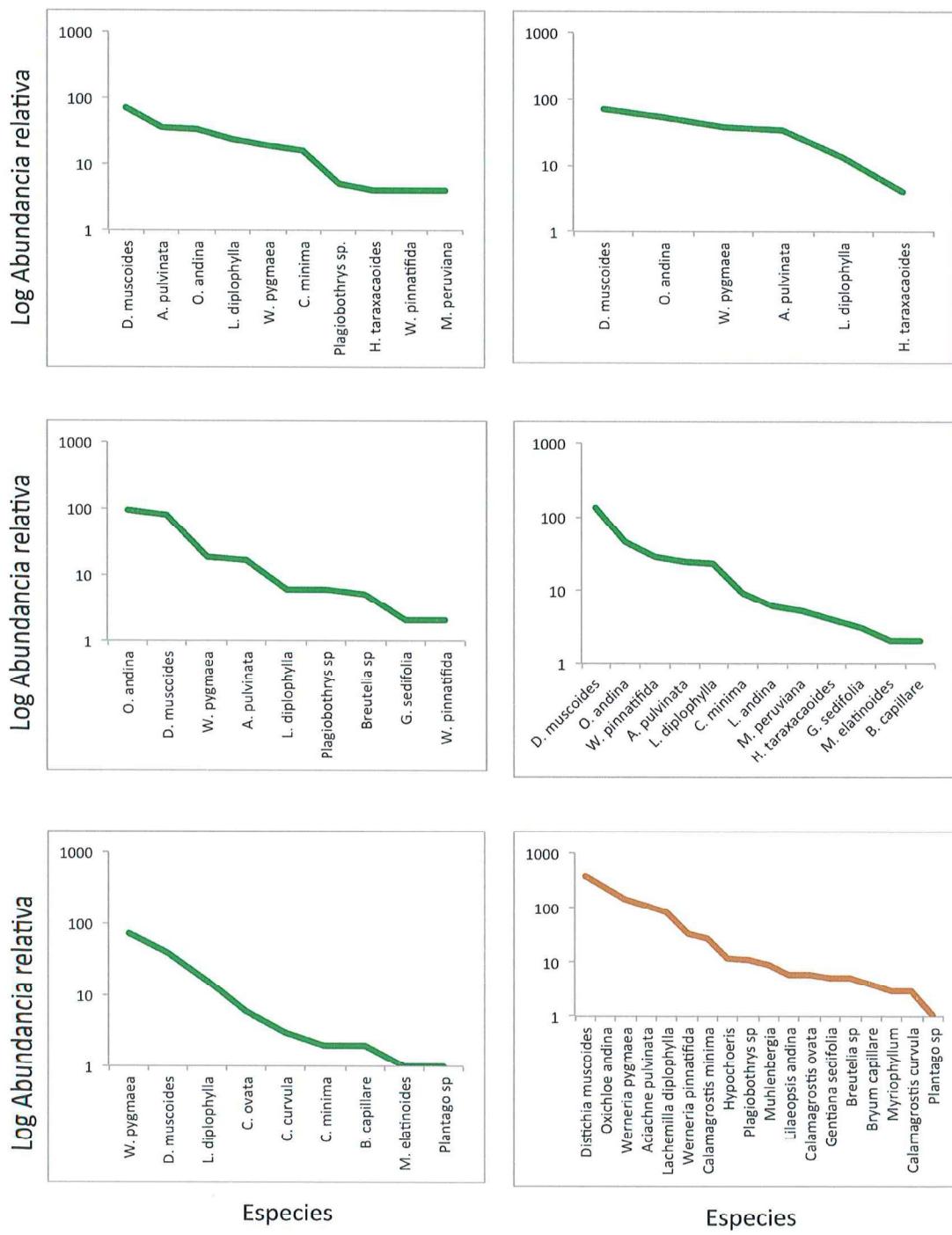


Figura 15. Distribución rango abundancia de plantas en los bofedales de Huaytire (arriba izquierda), Chaullapujo (arriba derecha), Livicalani (centro izquierda), Japopunco (centro derecha), Surapata (abajo izquierda), y del total (abajo derecha).

N. López
Begoña Dívar-St. López Tejeda
C.S.I.N. Inst. No 556

8.2.4. Rendimiento forrajero, capacidad de carga y soportabilidad

Los estimados de soportabilidad nos muestra que están en función del tamaño del bofedal, la calidad forrajera de este y el grado de desecación que presentan.

Algunas disimilitudes con otros estudios (Botello 2012, Alvarado 2012), son metodológicas y se deben a diferencias en la aproximación cartográfica y la época de muestreo. Alvarado (2012) ha incluido áreas que corresponden a Césped de Puna, mientras que Botello (2012) ha restringido sus evaluaciones a las porciones del bofedal en buen estado y no a los que están en proceso de desertificación.

La capacidad de carga establece que la condición está en el rango de regular a excelente (1 a 2.7 alpacas/ha), destacando aquí el bofedal de Livicalani y Chaullapujo. Huaytire tiene una condición buena, pero se debe a que mantiene en parte áreas con bofedal conservado -que hemos llamado permanente-. Los bofedales de Surapata y Japopunco tienen condición regular.

En cada bofedal hemos diferenciado áreas con bofedales permanentes y partes con bofedales desecados o pobres, al compararlos la diferencia es notable y por supuesto que esperable. Pero debe ser un llamado a prestar atención en la gestión de este territorio y sus recursos de forma sostenible.

Luis Evaristo López -yeda
C.B.P. Mat. N° 556

Existen muchas alternativas actualmente para desarrollar actividades para la gestión del agua, de hecho las empresas en la zona han apoyado la actividad alpaquera y sería de su conveniencia invertir en mejorar la productividad primaria de la zona.

Tabla 9. Rendimiento forrajero, capacidad de carga y soportabilidad, se presenta por bofedal y para las áreas de todos los bofedales de condición desecado a pobre y Permanente. CC = Capacidad de Carga, MS = Peso de materia seca; Soportab. = soportabilidad; X = promedio.

	kg MS ha		Alpacas			Llamas		
	Rango	Promedio	Rango CC	X CC	Soportab.	Rango CC	X CC	Soportab.
Huaytire	1.8 - 6225.45	1077.77	0.001 - 4.51	2.46	2067	0.001 - 3.34	1.74	1459
Chaulapujo	987.05 - 5611.93	1246.89	0.75 - 4.27	2.85	801	0.53 - 3.01	2.01	565
Livicalani	3314.22 - 5335.30	1321.28	2.52 - 4.06	3.02	409	1.78 - 2.87	2.13	289
Japopuncó	1.80 - 3888.65	550.92	0.05 - 2.96	1.26	439	0.001 - 2.09	0.89	310
Surapata	960.88 - 3951.81	767.74	0.73 - 3.01	1.75	12	0.52 - 2.12	1.24	8.2
Desecado-Pobre	1.8 - 2264.62	551.93	0.43 - 2.59	1.26	1271.59	0.001 - 1.82	0.359	362.01
Permanente	2267.63 - 6225.45	2175.15	2.59 - 7.11	4.97	3000.76	1.83 - 5.02	2.444	1477.04

8.3. Fauna

8.3.1. Mamíferos

Registramos un total de 14 especies de mamíferos nativos, de 13 géneros, ocho familias y tres órdenes (Tabla 10); dos de ellos son domésticos (llama y alpaca) y una introducida. El orden de los roedores tuvo más especies (Figura 16), seis; los otros dos órdenes tienen cuatro especies cada uno. Los roedores de la familia Cricetidae, son de la subfamilia Sigmodontinae y están representados por dos tribus y una sin asignación tribal. Las cuatro especies de carnívoros son bien conocidos, pero parecen ser raros. Hemos encontrado huellas y excretas abundantes de

zorros y varios huecos excavados por zorrinos. Los pobladores conocen y describen bien al gato andino y refieren que el puma es habitante de las partes más altas.

Tabla 10. Lista de especies de mamíferos de los bofedales de Huaytire. Especie introducida (*).

Orden	Familia	Tribu	Especie	Nombre castellano
Rodentia	Cricetidae	Abrotrichini	<i>Abrothrix andina</i>	Ratón andino
		Phyllotini	<i>Chroemomys jelskii</i>	Ratón de Jelski
		<i>Incertae sedis</i>	<i>Phyllotis chilensis</i>	Ratón orejón chileno
	Ctenomyidae		<i>Chinchillula sahamae</i>	Rata chinchilla de Sajama
			<i>Ctenomys opimus</i>	Toccoro, Sartenejo
	Chinchillidae		<i>Lagidium viscacia</i>	Vizcacha
Lagomorpha	Leporidae		<i>Lepus europaeus</i> *	Liebre europea
Carnivora	Canidae		<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro andino
			<i>Puma concolor</i>	Puma
	Felidae		<i>Leopardus jacobitus</i>	Gato andino
			<i>Conepatus chinga</i>	Zorrino, Añas
Artiodactyla	Camelidae		<i>Vicugna vicugna</i>	Vicuña, Huari
			<i>Lama glama</i>	Llama
			<i>Vicugna pacos</i>	Alpaca
	Cervidae		<i>Hippocamelus antisensis</i>	Taruca

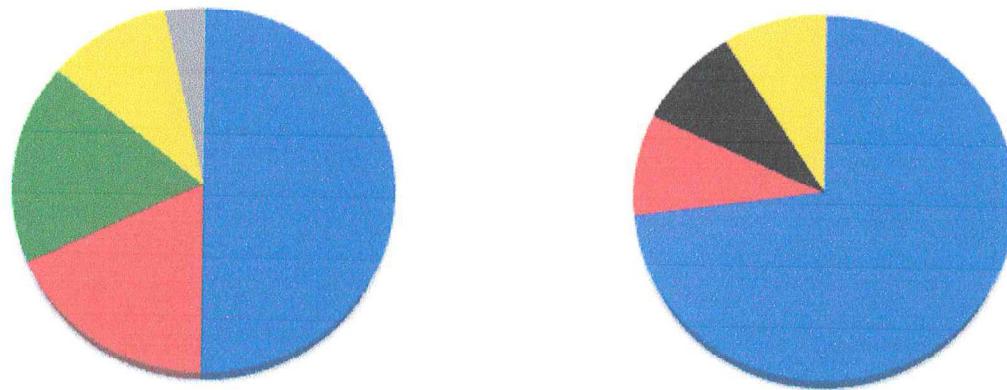


Figura 16. Proporción de las especies de pequeños mamíferos no voladores en las localidades de cerro Quimimichi (izquierda) y Ninaccata (derecha). *Phyllotis chilensis* (azul); *Abrothrix andina* (rojo); *Chroemomys jelskii* (verde); *Chinchillula sahamae* (amarillo), *Ctenomys opimus* (gris oscuro); y *Lagidium viscacia* (negro).

Los roedores están representados por seis especies, entre ellos la especie más abundante está constituida por el Ratón orejón Chileno (*Phyllotis chilensis*) que tiene más de la mitad del total de capturas de todas las especies y una abundancia relativa total mayor a todos (Tabla 11). Las ratas del género *Chinchillula*, presentan una abundancia moderada (Tabla 11). Por su parte los caviomorfos, están representados por una única captura de dos especies, si bien su presencia es conspicua su escases en las muestras se debe a su baja capturabilidad.

Tabla 11. Registro de abundancia de los pequeños mamíferos no voladores en las áreas aledañas a los bofedales de Huaytire. N = número de individuos capturados, f = frecuencia, y a.r. = abundancia relativa a 100 trampas noche.

	Cerro Quimimichi			Ninaccata			TOTAL		
	N	f	a.r.	N	F	a.r.	N	f	a.r.
<i>Abrothrix andina</i>	5	0.18	0.89	1	0.09	0.18	6	0.15	1.07
<i>Chroemys jelskii</i>	5	0.18	0.89	0	0.00	0.00	5	0.13	0.89
<i>Phyllotis chilensis</i>	14	0.50	2.50	8	0.73	1.43	22	0.56	3.93
<i>Chinchillula sahamae</i>	3	0.11	0.54	1	0.09	0.18	4	0.10	0.71
<i>Ctenomys</i> sp.	1	0.04	0.18	0	0.00	0.00	1	0.03	0.18
<i>Lagidium viscacia</i>	0	0.00	0.00	1	0.09	0.18	1	0.03	0.18
Suma	28	1.00	5.00	11	1.00	1.96	39	1.00	6.96

Los roedores fueron capturados en dos líneas de captura, y muestran en la práctica las mismas especies, pero es en Ninaccata el que presenta menos especies y animales, pero cuando observamos los índices relacionados a la dominancia (Tabla 12) el resultado es aparentemente contradictorio, pues con el índice de Dominancia y Berger Parker se percibe en ambos casos el sesgo por la dominancia de *P. chilensis*; mientras que los índices de Simpson y Brillouin muestra mayor diversidad en el cerro Quimimichi. Con respecto a los índices de

riqueza, son poco indicativos por sus valores muy similares. En cuanto a los índices de diversidad basados en la abundancia proporcional, los tres primeros (Shannon, Equidad y Equitabilidad) basados en la equidad y la riqueza muestran una clara diferencia entre los muestreos, exponiendo una mayor diversidad en el cerro Quimimichi.

En el caso del índice de Shannon no se observa sobreposición de los valores extremos (Tabla 12). Con estos resultados podemos establecer que la zona del cerro Quimimichi tiene una mayor diversidad en términos de la equidad y su abundancia relativa pero menor dominancia.

Tabla 12. Índices de diversidad estimados en base a las capturas de pequeños mamíferos no voladores en las áreas adyacentes a los bofedales de Huaytire. Cerro Quimimichi (A) y Ninaccata (B).

Taxa_S	Cerro Quimimichi			Ninaccata		
	X	Rango		X	Rango	
		Inferior	Superior		Inferior	Superior
Índices de Dominancia						
Dominancia_D	0.33	0.24	0.47	0.55	0.29	0.55
Simpson_1-D	0.67	0.53	0.76	0.45	0.45	0.71
Berger-Parker	0.50	0.32	0.64	0.73	0.36	0.73
Brillouin	1.12	0.87	1.28	0.63	0.63	0.98
Índices de Riqueza						
Mehhinick	0.94	0.94	0.94	1.21	1.21	1.21
Margalef	1.20	1.20	1.20	1.25	1.25	1.25
Índices basados en abundancia proporcional						
Shannon_H	1.32	1.05	1.50	0.89	0.89	1.30
Equidad_e^H/S	0.75	0.57	0.90	0.61	0.61	0.91
Equitabilidad_J	0.82	0.65	0.93	0.64	0.64	0.93
Fisher_alpha	1.77	1.77	1.77	2.26	2.26	2.26

La distribución rango abundancia de roedores nos muestra dos escenarios, en el caso del cerro Quimimichi (Figura 17) la distribución es de tipo log-normal, de la serie logarítmica; y describe un escenario complejo en factores ambientales, mayormente de carácter físico (aridez, temperaturas extremas, escaso alimento) que permite una ocupación diferencial de cada especie en el ambiente, lo mismo sucede cuando mostramos el total de especies. Sin embargo en el muestreo de Ninaccata, se presenta una distribución geométrica, que describe la predominancia de una o pocas especies, la ausencia de otros elementos del ensamble (o menos representación en la comunidad). Además de los factores ambientales adversos, en Quimimichi, hay una mayor cantidad de refugios (roqueríos) y vegetación más variada, y mayor cercanía relativa a los bofedales, por lo que sostiene una población mayor, ecológicamente más compleja y con una mayor biodiversidad.

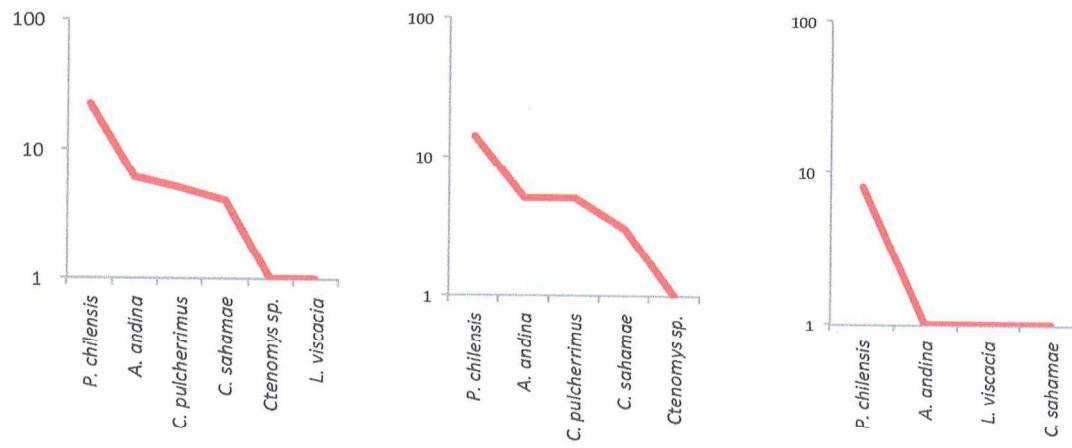


Figura 17. Distribución rango-abundancia de pequeños mamíferos no voladores de Huaytire, Izquierda, todos; Centro, Cerro Quimimichi; derecha, Ninaccata.

Curva de acumulación de especies

El número de especies de roedores esperado de acuerdo con la curva acumulada de especies sería de siete especies (Figura 18, Tabla 13), nosotros hemos encontrado seis (Tabla 10). De acuerdo con esto el modelo que mejor se ajusta a los datos empíricos sería el modelo exponencial y luego el Modelo de Clench, ambos son coincidentes en sus resultados. En la zona podrían habitar al menos dos especies más, pero están en su límite distribucional y por ellos subrepresentados, una de ellas sería *Calomys lepidus* que vive hasta 4500 m.s.n.m. y *Punomys lemminus* cuya distribución se inicia a 4400 m.s.n.m.

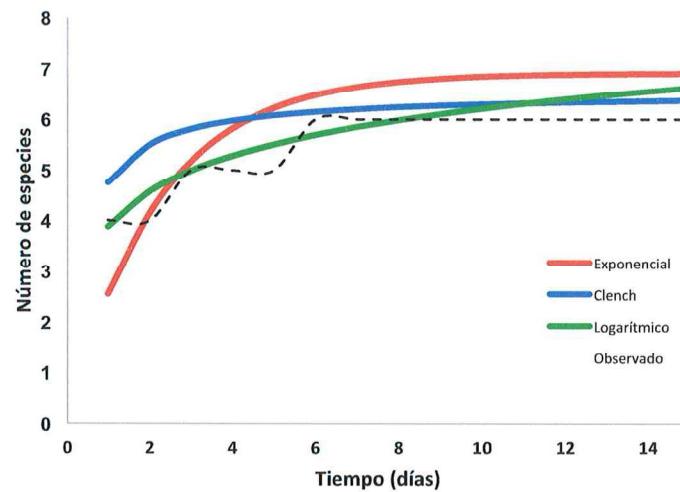


Figura 18. Estimado del número de especies esperada según tres modelos (Exponencial, Logarítmico y Clench) basado en la curva acumulada de especies de roedores capturados en Huaytire.

Tabla 13. Resultados del análisis de acumulación de especies para los roedores de los bofedales de los alrededores de Huaytire. TNS = predicción del número de especies; LR = significancia.

Modelo	a	B	Rho	TNS	Log L	LR	1/LR
Logarítmico	44.588	3.806	0	---	3.885	1	1.00E+00
Clench	17.302	2.645	0.876	7	1.683	0.111	9.04E+00
Exponencial	3.178	0.459	0.711	7	-1.323	0.005	1.83E+02

Comentarios sobre las especies de mamíferos

- **Puma concolor.** Sería una especie ocasional en Huaytire, los pobladores no describen conflictos e indican que vive en las alturas.
- **Lycalopex culpaeus.** El más común de los carnívoros, hemos encontrado abundantes rastros de esta especie, es repudiado por el ataque al ganado. Causa daño a los animales.
- **Conepatus chinga.** Tampoco es común en la zona.
- **Leopardus jacobitus.** Este gato, el más raro de América, es bien conocido en la zona, no se reportan conflictos con los pobladores.
- **Vicugna vicugna.** La vicuña es rara en la zona. La llama (Lama glama) es uno de los animales mejor adaptados a estas condiciones, mientras que la alpaca (Vicugna pacos) prefiere los bofedales.
- **Hippocamelus antisensis.** La Taruca habita en áreas montañosas. Entre los caviomorfos
- **Ctenomys opimus.** Conocido localmente como Tococoro o Sartenejo, es bien conocido y conspicuo por su hábito de cavar en suelos arenosos.
- **Lagidium viscacia.** La vizcacha, también es una especie conspicua pero restringida a los roqueríos.



Figura 19. Fotos de algunos mamíferos de Huaytire.

8.3.2. Aves

Los bofedales de Huaytire (Figura 19) albergan un ensamble de 42 especies de aves (Tabla 14) que pertenecen a 32 géneros de 22 familias. Las familias con más especies son Thraupidae con seis especies, Tyrannidae y Furnariidae con cinco cada una y Anatidae con cuatro. Los géneros con más especies son *Phrygilus* y *Muscisaxicola* con cuatro cada una. De las 42 especies que reportamos en este trabajo 36 han sido registradas por observación directa en los censos.

De todas las especies reportadas 21 son consideradas aves acuáticas, pues dependen de los humedales en gran medida, aunque algunas pueden anidar en otros hábitats, como el Pato Sutro o la Huallata que anidan en cavidades de roqueríos elevados. Mientras que algunas especies anidan directamente en los bofedales, como patos, leque leques, entre otros. No se ha registrado la recolecta de huevos por parte de los pobladores.

La mayoría de las especies medianas y grandes son bien conocidas por los pobladores y tienen nombre propio (Tabla 14), es posible que algunas de estas sean usadas eventualmente como alimento o en otras actividades.

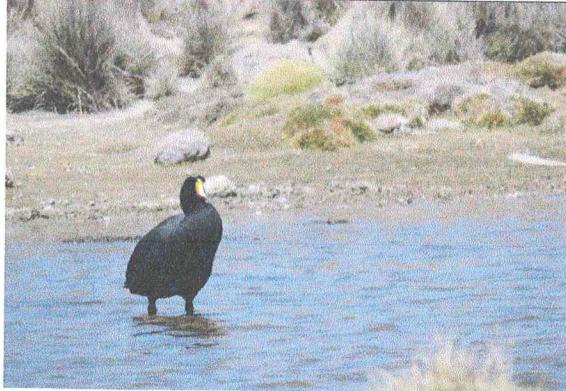
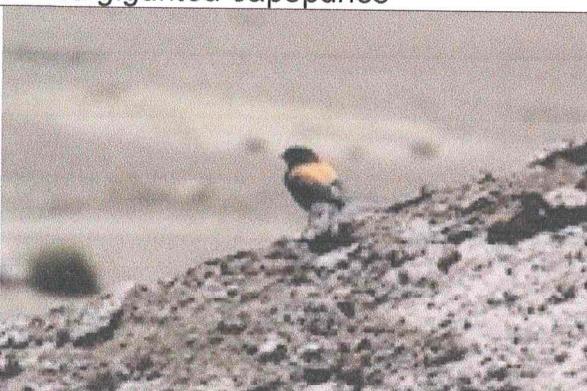
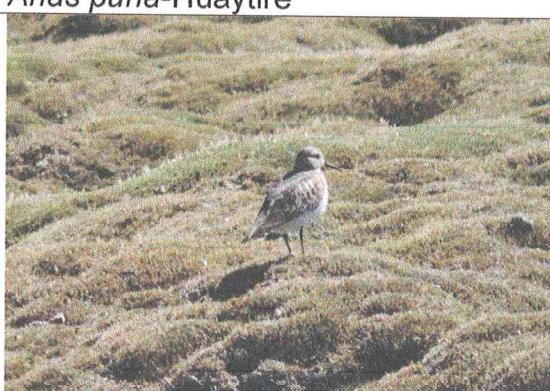
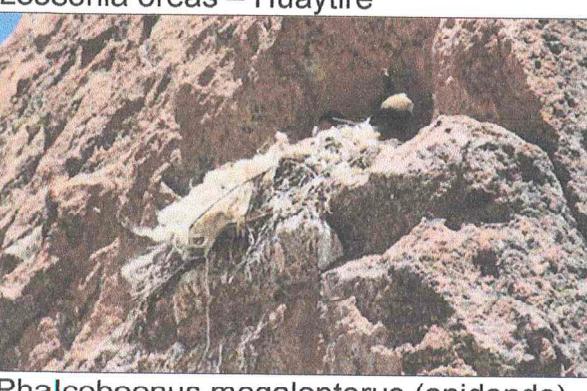
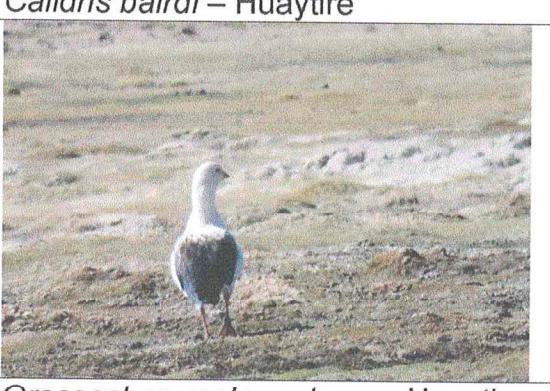
	
<i>Fulica gigantea</i> -Japopuncó	<i>Anas puna</i> -Huaytire
	
<i>Lessonia oreas</i> – Huaytire	<i>Calidris bairdi</i> – Huaytire
	
<i>Phalacrocopterus megalopterus</i> (anidando)	<i>Orossochen melanopterus</i> - Huaytire
	
<i>Cinclodes atacamensis</i>	<i>Asthenes modesta</i> - Chaullapujo

Figura 19. Fotos de aves de Huaytire.



Plegadis ridwayi – Japopunco



Phaeornis mitcheli - Japopunco



Diuca speculifera – Japopunco



Muscisaxicola flavinucha-Huaytire



Orochelidon andecola – Huaytire



Muscisaxicola juninensis–
Chaullapujo



Upucerthia validirostris-Chaullapujo.



Geositta cunicularia-Chaullapujo

Figura 19. Continua... Fotos de aves de Huaytire

Tabla 14. Lista de aves registradas en los bofedales de Huaytire, octubre del 2015. El tipo de registro indica CP = Consulta a pobladores; OD = Observación directa; V = Vocalizaciones; H = Huellas.

FAMILIA	N. científico	N. Castellano	N. local	Registro
RHEIDAE	<i>Rhea pennata</i>	Suri	Suri	CP, H
TINAMIDAE	<i>Tinamotis pentlandii</i>	Perdiz de la Puna	Perdiz	CP
	<i>Lophonetta specularoides</i>	Pato crestón		OD
ANATIDAE	<i>Anas flavirostris</i>	Pato barcillo	Cancana	OD
	<i>Anas puna</i>	Pato de la puna	Panapato	OD
	<i>Oressochen melanopterus</i>	Huallata		OD
THRESKIORNITHIDAE	<i>Plegadis ridgwayi</i>	Ibis de la Puna		OD
PHOENICOPTERIDAE	<i>Phoenicopsterus chilensis</i>	Pariguana común		OD
ARDEIDAE	<i>Ardea alba</i>	Garza grande		OD
CATHARTIDAE	<i>Vultur gryphus</i>	Cóndor andino	Condor	CP
ACCIPITRIDAE	<i>Geranoaetus polyosoma</i>	Aguilucho Variable		OD
CHARADRIIDAE	<i>Vanellus resplendens</i>	Avefría andina	Leke Leke	OD
	<i>Phegornis mitchellii</i>	Chorlo Cordillerano		OD
THINOCORIDAE	<i>Thinocorus orbignyianus</i>	Agachona de Pecho Gris		OD
SCOLOPACIDAE	<i>Calidris bairdii</i>	Playerito de bairdi		OD
	<i>Gallinago andina</i>	Becasina de la Puna		OD, V
LARIDAE	<i>Chroicocephalus serranus</i>	Gaviota andina	Queulla	OD, V
RALLIDAE	<i>Fulica gigantean</i>	Gallareta Gigante		OD
	<i>Fulica ardesiaca</i>	Gallareta Andina		OD
FALCONIDAE	<i>Phalcoboenus megalopterus</i>	Caracara cordillerano		OD
COLUMBIDAE	<i>Metriopelia ayrama</i>	Tortolita de Puntos Dorados	Culcutilla	OD
	<i>Metriopelia melanoptera</i>	Tortolita de Ala Negra	Culcutilla	OD
PICIDAE	<i>Colaptes rupicola</i>	Carpintero andino	Yaracaca	OD, V
	<i>Asthenes modesta</i>	Canastero cordillerano		OD
FURNARIIDAE	<i>Cinclodes albiventris</i>	Churrete de ala crema	Chaulauquero	OD
	<i>Cinclodes atacamensis</i>	Churrete de ala blanca	Chaulauquero	OD
	<i>Upucerthia validirostris</i>	Bandurrita de pecho anteado		OD, V
	<i>Geositta cunicularia</i>	Minero común		OD
	<i>Lessonia oreas</i>	Negrito andino		OD
TYRANNIDAE	<i>Muscisaxicola juninensis</i>	Dormilona de la puna		OD
	<i>Muscisaxicola flavinucha</i>	Dormilona de Nuca Ocrácea		OD
	<i>Muscisaxicola maculirostris</i>	Dormilona chica		OD
	<i>Muscisaxicola albifrons</i>	Dormilona de frente blanca		OD
HIRUNDINIDAE	<i>Orochelidon andecola</i>	Golondrina Andina		OD
	<i>Phrygilus plebejus</i>	Fringilo pecho cenizo		OD
THRAUPIDAE	<i>Phrygilus punensis</i>	Fringilo peruano	Pacojamache	OD
	<i>Phrygilus unicolor</i>	Fringilo Plomizo		OD
	<i>Phrygilus erythronotus</i>	Fringilo de Garganta Blanca	Huaycho	OD
	<i>Diuca speculifera</i>	Diuca de Ala Blanca		OD
	<i>Sicalis uropygialis</i>	Chirigüe de Lomo Brillante		OD
EMBERIZIDAE	<i>Zonotrichia capensis</i>	Gorrón de collar rufo		OD
FRINGILLIDAE	<i>Sporagra atrata</i>	Jilguero negro		OD

La distribución rango abundancia de las aves (Figura 20), en los cinco bofedales presenta la misma forma, inclusive en el de Surapata, es una distribución tipo palo quebrado (*broken stick model*), que demuestra una mayor equidad y baja predominancia, que es típica de ecosistemas maduros, donde las aves encontrarían todos los recursos necesarios para su

supervivencia. La aves están bien representadas en diferentes gremios, con varias especies desarrollando la misma función lo que le da una mayor capacidad de resiliencia ante los cambios que ocurrieran.

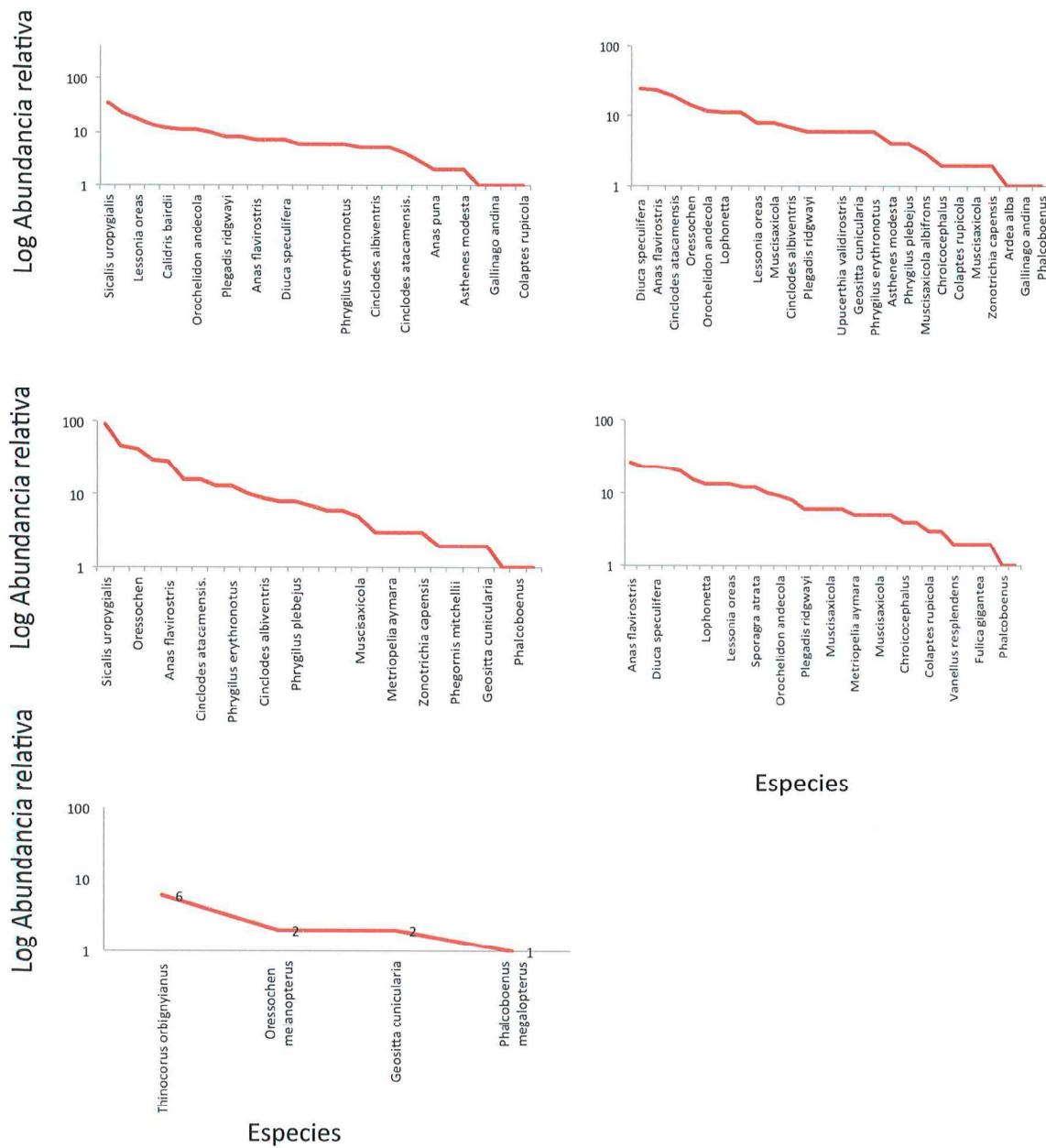


Figura 20. Distribución rango-abundancia de las aves de cinco bofedales altoandinos de Tacna: Huaytire (arriba izquierda); Chaullapuco (arriba derecha); Livecalani (al centro izquierda); Jacopunco (centro derecha); y Suripata (abajo).

Tabla. 15. Registro de especies de aves en cada uno de los bofedales de Huaytire. Se indica el número de individuos registrados en los censos.

	Huaytire	Chaulapujo	Livilcalani	Japopunco	Suripata	Total
<i>Lophonetta specularoides</i>	7	11	13	13		44
<i>Anas flavirostris</i>	13	23	28	26		90
<i>Anas puna</i>	2					2
<i>Oressochen melanopterus</i>	22	14	41	12	2	91
<i>Plegadis ridgwayi</i>	8	6		6		20
<i>Ardea alba</i>		1				1
<i>Geranoaetus polyosoma</i>			1			1
<i>Vanellus resplendens</i>	1		2	2		5
<i>Phegornis mitchellii</i>			2	10		12
<i>Thinocorus orbignyianus</i>	10	11	8	20	6	55
<i>Calidris bairdii</i>	12		16	23		51
<i>Gallinago andina</i>	1	1	3	2		7
<i>Chroicocephalus serranus</i>	6	2	2	4		14
<i>Fulica gigantea</i>	5			2		7
<i>Fulica ardesiaca</i>	2					2
<i>Phalacrocorax megalopterus</i>	1	1	1	1	1	5
<i>Metriopelia aymara</i>			3	5		8
<i>Metriopelia melanoptera</i>	6	6	6	4		22
<i>Colaptes rupicola</i>	1	2		3		6
<i>Asthenes modesta</i>	2	4	3	5		14
<i>Cinclodes albiventris</i>	5	7	9	13		34
<i>Cinclodes atacamensis</i>	4	19	16			39
<i>Upucerthia validirostris</i>		6		1		7
<i>Geositta cunicularia</i>	6	6	2	6	2	22
<i>Lessonia oreas</i>	17	8	30	13		68
<i>Muscisaxicola juninensis</i>	3	8	5	6		22
<i>Muscisaxicola flavinucha</i>	11	2	10	8		31
<i>Muscisaxicola maculirostris</i>	7			5		12
<i>Muscisaxicola albifrons</i>		3	7			10
<i>Orochelidon andecola</i>	11	12	6	9		38
<i>Phrygilus plebejus</i>	8	4	8	2		22
<i>Phrygilus punensis</i>				22		22
<i>Phrygilus unicolor</i>			1	3		4
<i>Phrygilus erythronotus</i>	6	6	13	15		40
<i>Diuca speculifera</i>	7	25	45	23		100
<i>Sicalis uropygialis</i>	35		90	5		130
<i>Zonotrichia capensis</i>	5	2	3	6		16
<i>Sporagra atrata</i>				12		12
Total aves	224	190	374	287	11	1086
Número de especies	28	25	27	32	4	39

El bofedal de Japopunco contuvo el ensamble más rico de aves (Tabla 15), mientras que el de Livilcalani fue el que presentó más aves (34.44 %). Mientras que el de Surapata no contiene su ensamble de aves completo.

Tabla 16. Densidad de especies de aves (en km²) en los bofedales de Huaytire, Tacna.

	Huaytire	Chaulapujo	Livilcalani	Japopuncu	Suripata	Total
<i>Lophonetta specularoides</i>	6	8	13	5		7
<i>Anas flavirostris</i>	11	16	28	11		15
<i>Anas puna</i>	2					0.3
<i>Oressochen melanopterus</i>	19	10	42	5	56	15
<i>Plegadis ridgwayi</i>	7	4		2		3
<i>Ardea alba</i>		1				0.2
<i>Geranoaetus polyosoma</i>			1			0.2
<i>Vanellus resplendens</i>	1		2	1		1
<i>Phegornis mitchellii</i>			2	4		2
<i>Thinocorus orbignyianus</i>	9	8	8	8	168	9
<i>Calidris bairdii</i>	11	0.0	16	9		9
<i>Gallinago andina</i>	1	1	3	1		1
<i>Chroicocephalus serranus</i>	5	1	2	2		2
<i>Fulica gigantea</i>	4			1		1
<i>Fulica ardesiaca</i>	2					0.3
<i>Phalacrocorax megalopterus</i>	1	1	1	0.4	28	1
<i>Metriopelia aymara</i>			3	2		1
<i>Metriopelia melanoptera</i>	5	4	6	2		4
<i>Colaptes rupicola</i>	1	1		1		1
<i>Asthenes modesta</i>	2	3	3	2		2
<i>Cinclodes albiventris</i>	4	5	9	5		6
<i>Cinclodes atacamensis</i>	4	13	16	0.0		7
<i>Upucerthia validirostris</i>		4		0.4		1
<i>Geositta cunicularia</i>	5	4	2	2	56	4
<i>Lessonia oreas</i>	15	6	30	5		11
<i>Muscisaxicola juninensis</i>	3	6	5	2		4
<i>Muscisaxicola flavinucha</i>	10	1	10	3		5
<i>Muscisaxicola maculirostris</i>	6			2		2
<i>Muscisaxicola albifrons</i>		2	7			2
<i>Orochelidon andecola</i>	10	8	6	4		6
<i>Phrygilus plebejus</i>	7	3	8	1		4
<i>Phrygilus punensis</i>				9		4
<i>Phrygilus unicolor</i>			1	1		1
<i>Phrygilus erythronotus</i>	5	4	13	6		7
<i>Diuca speculifera</i>	6	17	46	9		17
<i>Sicalis uropygialis</i>	31		91	2		22
<i>Zonotrichia capensis</i>	4	1	3	2		3
<i>Sporagra atrata</i>				5		2

El bofedal con mayor densidad de aves es Livilcalani con 378.8 aves por ha (Tabla 16), una alta concentración en el bofedal más productivo y mejor conservado. Le sigue Surapata, pero

esto debe ser un artefacto de la extrapolación y cálculos.

Japopunco es el que contiene la menor densidad de aves (117.3 aves/ha).

La diversidad expresada mediante índices de diversidad (Tabla 17) nos permite conocer valores basados en la equidad, la abundancia relativa, la riqueza o la dominancia. En general estos índices coinciden en indicar que las áreas con más riqueza son las más biodiversas, pero en los que consideran la equidad se presenta al menos representado (Surapata) como el más diverso. De acuerdo con esto el bofedal más diverso en aves sería Japopunco.

Tabla 17. Índice de diversidad de aves en los bofedales de Huaytire

	Huaytire	Chaulapujo	Livilcalani	Japopunco	Surapata
Taxa_S	29	25	30	32	4
Individuals	224	190	379	287	11
Dominance_D	0.06354	0.06964	0.1035	0.05093	0.3719
Simpson_1-D	0.9365	0.9304	0.8965	0.9491	0.6281
Shannon_H	3.028	2.886	2.713	3.168	1.169
Evenness_e^H/S	0.7126	0.7167	0.5027	0.7426	0.8043
Brillouin	2.815	2.673	2.578	2.974	0.867
Mehnhinick	1.938	1.814	1.541	1.889	1.206
Margalef	5.174	4.574	4.884	5.478	1.251
Equitability_J	0.8994	0.8965	0.7978	0.9141	0.8429
Fisher_alpha	8.876	7.704	7.647	9.224	2.261
Berger-Parker	0.1563	0.1316	0.2375	0.09059	0.5455

Comentarios notables sobre las aves

Dos especies de aves de mucha importancia para la conservación, el Suri y el Cóndor andino no han sido registrados durante los días de estudio, pero son especies bien conocidos por los pobladores locales, no obstante del Suri

avistamos huellas cerca de la laguna Suches. Los anátidos están entre las aves acuáticas más abundantes y conspicuas, entre ellas las huallatas (*Oressochen melanopterus*) se han avistado varios individuos inmaduros con sus padres. Hemos registrado una garza blanca (*Ardea alba*) de la familia Ardeidae, que es un caso fortuito, pero común, se trataría de un ave errante (*vagrant*). *Thinocorus orbignianus*, es una especie críptica y por ello difíciles de ver, no obstante hemos reportado la presencia de juveniles. Entre las migratorias hemos registrado a *Calidris bairdi* del hemisferio norte y a *Muscisaxicola flavinucha* del hemisferio sur. Hemos registrado un nido de alcamari o caracara cordillerano (*Phalcoboenus megalopterus*) en los roqueríos del cerro Quimimichi. Entre los paseriformes, hemos observado a *Lessonia oreas* y a *Cinclodes atacamensis* en pleno acto de cortejo

8.3.3. Anfibios

Realizamos la búsqueda manual en 25 sitios en los bofedales, asimismo, realizamos evaluaciones exhaustivas de los cuerpos de agua de los bofedales en búsqueda de renacuajos. Además los buscamos debajo de las piedras junto a los bofedales. Los resultados fueron negativos en todos los casos. Luego procedimos a entrevistar a los pobladores (siete), casi todos afirman que ya hace al menos 4 años que no se ven ni escuchan cantar a los sapos (género *Rhinella*), ranas (género *Telmatobius*), ni los sapos cantores (género *Plaurodema*). Ellos creen que se debe a la contaminación ambiental, sin tener claridad sobre las causas de su desaparición.

Nicolás T. Jeda
Sigo. Evaristo López T. Jeda
C.D.P. Mat. N° 550

8.3.4. Reptiles

Hemos realizado observaciones en todos los bofedales en búsqueda de reptiles, resultando capturados únicamente los de la especie *Liolaemus signifer* (Figura 21), es una especie altoandina que habita ampliamente en las áreas rocosas y pampas de la región sur andina del Perú (Donoso-Barros 1966, Cei et al. 1980, Abdala et al. 2008, Troncoso-Palacios 2014). Su abundancia es variable, habiéndose observado entre 0 a 5 individuos por transecta.

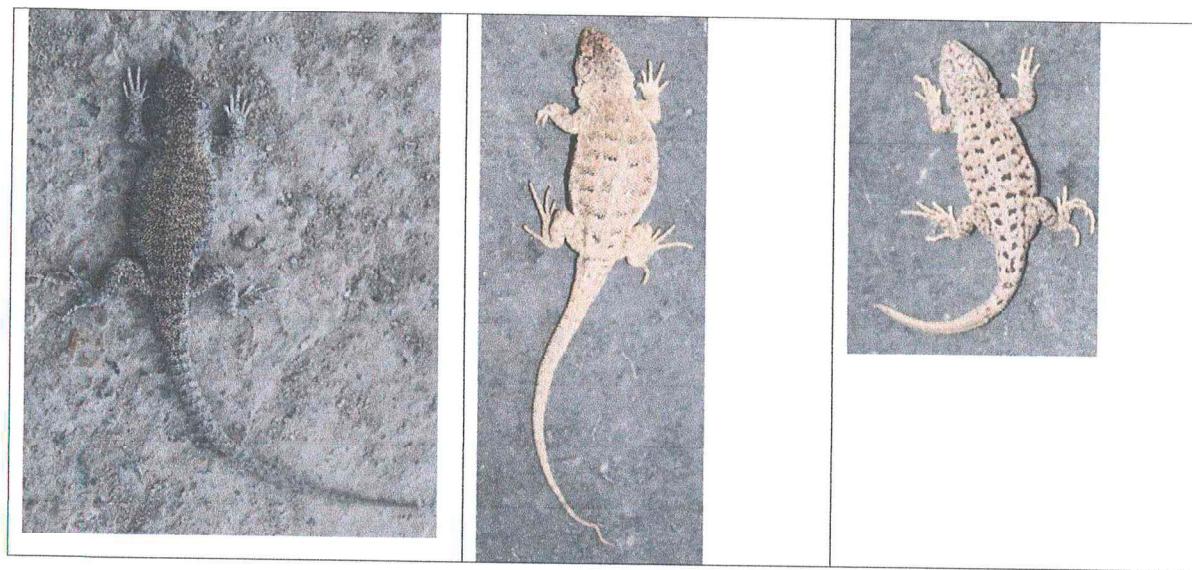


Figura 21. Reptiles de la especie *Liolaemus signifer* de los bofedales de Huaytire. De izquierda a derecha, se presenta un macho, una hembra y un juvenil.

8.3.5. Caracterización del ecosistema

8.1.6.1. Aspecto físico

Hemos obtenido por medio del Gobierno Regional de Tacna un informe de Climatología (SENAMHI 2011) que presenta datos climáticos (temperatura y precipitación) de tres localidades

ubicadas, una en la zona de estudio (Titijones; $16^{\circ} 52'30''$ S y $70^{\circ} 25'24.81''$ W, a 4609 m) otra en un área cercana (Vilacota; $17^{\circ}07'0.984''$ S y $70^{\circ}03'1.08''$ W, a 4438 m) y la tercera en el mismo rango altitudinal (Paucarani; $17^{\circ}31'30''$ S y $69^{\circ}46'45.984''$) (Tabla 18).

Estas fueron organizadas para mostrar la tendencia de estas variables en el tiempo y su relación.

Tabla 18. Datos de temperatura máxima, mínima, promedio (calculado) y precipitación disponibles de tres estaciones meteorológicas de Tacna: Titijones ($16^{\circ} 52'30''$ S y $70^{\circ} 25'24.81''$ W, a 4609 m) Vilacota ($17^{\circ}07'0.984''$ S y $70^{\circ}03'1.08''$ W, a 4438 m) y Paucarani ($17^{\circ}31'30''$ S y $69^{\circ}46'45.984''$).

		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Paucarani	T. Máxima	13.03	13.13	13.09	13.35	11.53	11.36	10.29	11.78	12.68	14.53	15.34	15.03
	Precipitación	93.07	92.58	71.83	12.04	2.90	3.88	2.29	2.90	4.09	6.83	19.19	52.16
Vilacota	T. Máxima	12.52	12.38	12.62	12.77	11.63	11.10	10.50	11.80	12.60	13.92	14.55	14.07
	T. media	6.69	6.50	6.57	7.18	5.82	5.55	5.25	5.90	6.35	10.76	7.33	7.28
	T. Mínima	0.86	0.61	0.53	1.60	0	0	0	0	0.10	7.60	0.10	0.50
	Precipitación	117.48	125.07	92.31	14.75	2.54	0.53	3.60	4.86	3.63	8.36	15.21	51.62
Titijones	T. Máxima	10.16	10.44	10.70	11.21	11.15	10.70	10.03	11.03	11.06	12.01	12.14	11.50
	T. media	5.52	5.36	5.83	6.79	5.58	7.85	5.02	10.72	5.53	6.01	9.25	6.17
	T. Mínima	0.88	0.28	0.95	2.37	0	5.00	0	10.40	0	0	6.35	0.84
	Precipitación	138.82	135.79	118.40	21.15	2.54	1.90	1.33	5.85	5.83	6.14	13.52	46.31

Las precipitaciones por lo general se concentran hacia los meses de verano (diciembre a marzo) y con mínimas precipitaciones hacia medio año (Tabla 18). Mientras que las temperaturas son más constantes, son frecuentes las heladas. Por lo general la temperatura media está por encima de cinco

grados centígrados, mientras que la temperatura máxima puede alcanzar los 15 grados centígrados.

Esto supone un escenario donde el agua es estacional que supone meses de escasés, y temperaturas bajas, ambos casos suponen limitaciones para la vida que suponen adaptaciones biológicas concretas y especiales para poder vivir en estos territorios.

La precipitación anual es altamente variable, de acuerdo con la data de las tres estaciones meteorológicas (Figura 22) parecieran producirse ciclos de precipitación y sequía, no obstante la data es fragmentaria. No obstante en Titijones (en Huaytire) que tiene la data más completa desde 1969 al 2011, este patrón es más claro.

En el caso de la estación de Titijones (por que lo permiten los datos), hemos calculado las medias móviles cada cuatro años y se observa que el patron cubre aproximadamente un periodo de 20 años, que quiza tenga relación con la Oscilacion Decadal del Pacífico, pero sin datos de temperatura es difícil de establecer conexiones.

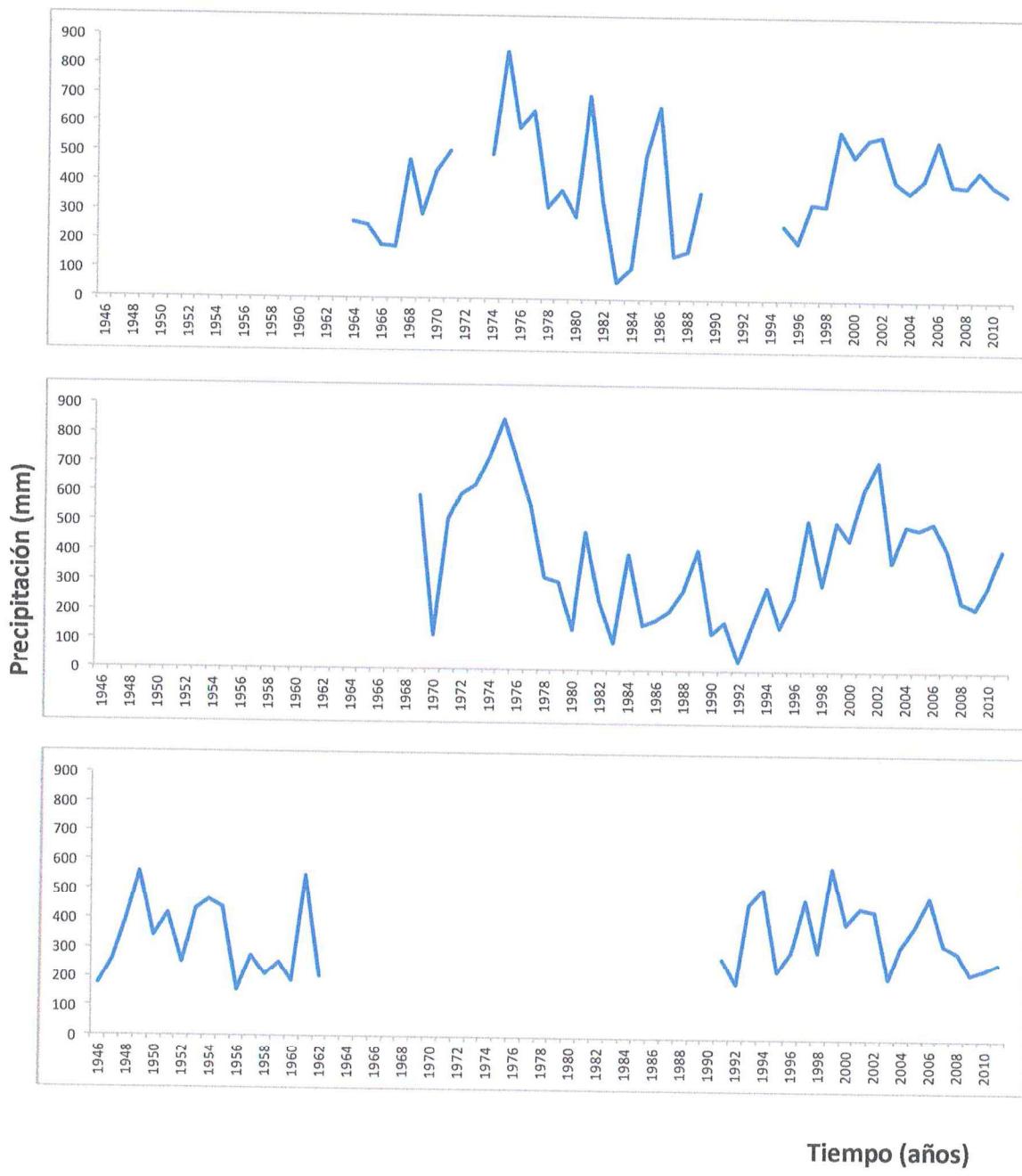


Figura 22. Precipitación total anual en tres estaciones meteorológicas de la región altoandina de Tacna, ubicadas en áreas cercanas a la zona de Huaytire. Vilacota (arriba); Titijones (centro); y Paucarani (abajo).

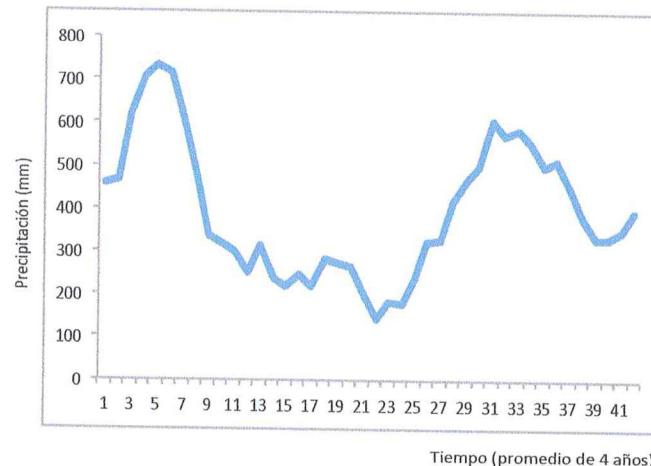


Figura 23. Evolución de la temperatura, calculado con el promedio de cada cuatro años (medias móviles) desde 1969 en la estación de Titijones, donde se observa la tendencia de la precipitación.

Por estos análisis no hay sustento para establecer una menor precipitación por el momento. No obstante, cuando comparamos los diagramas ombrotérmicos de las tres estaciones (Figura 24) encontramos que efectivamente existe un periodo de escases de agua entre abril a noviembre y exceso en los meses de diciembre a enero. Aunque en Titijones se aprecia que las precipitaciones promedio en agosto podrían alcanzar el nivel de la temperatura, pero sin ser significativo en la práctica. La mejor forma de mejorar las condiciones ambientales en este escenario es reteniendo el agua de lluvia (única fuente de agua al haberse perdido los glaciares), esta función en el pasado la tenían los bofedales (como esponjas de agua) y las lagunas. Prácticas de cosecha de agua serían convenientes de realizar en estas zonas, para retener el agua de lluvia, almacenarla en la época de escorrentía para que en a época de estiaje se riegue los pastos y se recuperen las aguadas.

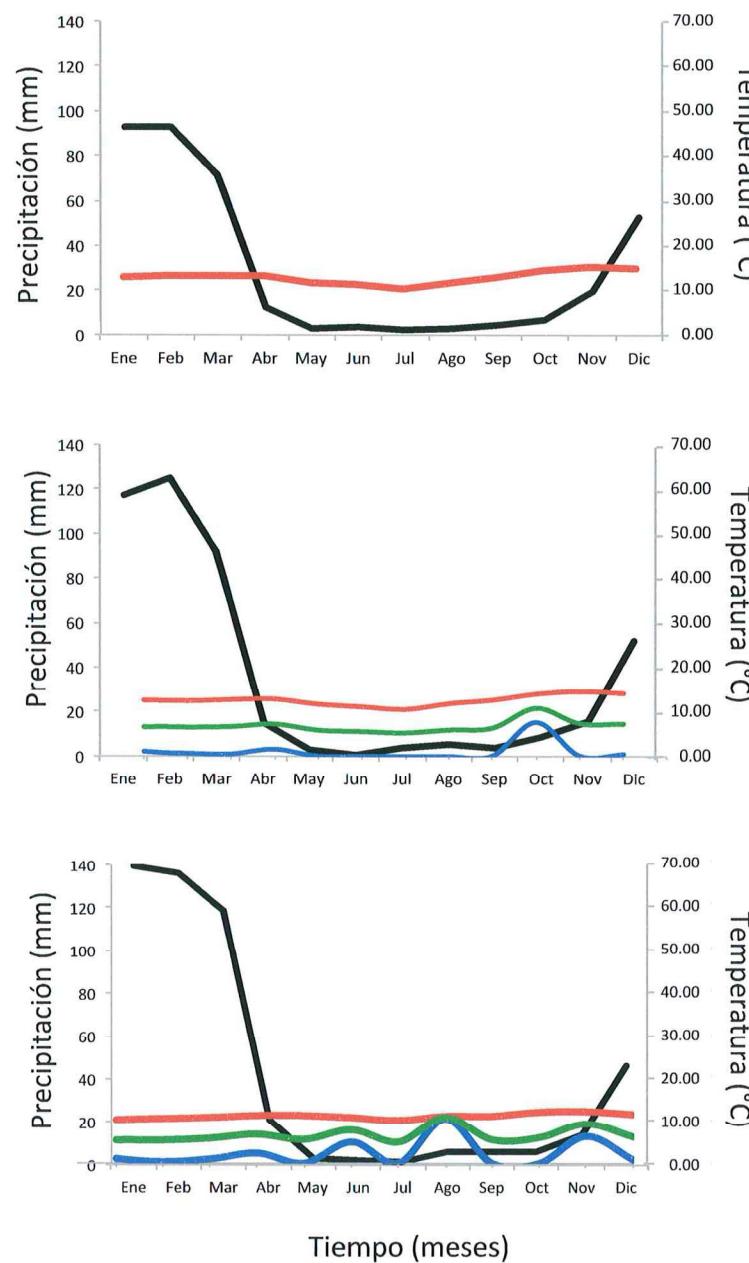


Figura 24. Diagramas ombrotérmicos de tres estaciones climáticas, Paucarani (arriba), Vilacota (medio) y Titijones (abajo), ubicadas a altitudes similares al área de estudio y en áreas cercanas.

El pH en los cuerpos de agua de los bofedales de Huaytire osciló entre 5.5 a 7.60 (Tabla 19), valores muy cercanos a la neutralidad, en definitiva serían poco ácidos, la explicación debe ser que la acumulación de materia orgánica es menor que en otros sistemas, debido a la altitud y frío y por ello su

descomposición más lenta no condiciones aguas ácidas como en otros bofedales.

Tabla 19. Mediciones del pH de los cuerpos de agua de los bofedales de Huaytire.

		Transecto	pH	°C
1	JAPOPUNCO	T-1	7.42	15.60
2	JAPOPUNCO	T-3	6.67	15.00
3	JAPOPUNCO	T-4	7.12	14.10
4	JAPOPUNCO	T-6	7.60	14.10
5	LIVICALANI	T-4	7.11	12.80
6	CHAULLAPUJO	T-4	5.80	13.60
7	HUAYTIRE	T-1	6.25	16.30
8	HUAYTIRE	T-5	6.50	14.80
9	HUAYTIRE	T-6	5.50	16.20

El oxígeno disuelto en estas mismas aguas muestra tanto en agua estancada o corriente como turbia o clara valores de oxígeno disuelto de 5.5. a 7.6 ppm (Tabla 20), con excepción de una muestra que presenta 4.9 ppm en un cuerpo de agua de Chaullapujo, lo que denota buenas condiciones para la fauna acuática. No se ha medido muestras de agua en Surapata por que no se encontraron cuerpos de agua libre.

Tabla 20. Mediciones de Oxígeno disuelto (ppm) en los cuerpos de agua de los humedales de Huaytire.

	ppm	Características de la muestra de agua
1	7.4	agua estancada clara
2	7.2	agua estancada clara
3	6.8	agua estancada turbia
4	7.6	corriente de agua
5	6.5	agua estancada clara
6	4.9	agua estancada turbia
7	5.2	corriente de agua
8	6.8	agua clara con poca corriente
9	5.5	agua estancada turbia

8.3.6. Conservación de los Bofedales de Huaytire

Los bofedales de Huaytire están enfrentando un proceso de desertificación, que parece tener múltiples aristas, la exportación de agua, sobrepastoreo, escasa asistencia técnica y cambio climático (pérdida de nieve en los glaciares), juegan en contra de su conservación; no obstante, la precipitación pareciera ser similar a la del pasado y los parámetros físico-químicos se mantienen en buena condición. Estos bofedales en el pasado habrían representado un sistema muy productivo, con un componente de diversidad que debe haber sido mayor. Por otro lado es notable la declinación de las poblaciones de anfibios, en la zona se esperaría contar con tres especies, pero no se ha encontrado ninguna de ellas, los pobladores las ven desde hace más de cuatro años. En este estudio no hemos visto Suris, y la disminución del espejo lagunar del Suches y Viscachas junto a la de los bofedales debe ser preocupante, pues denotaría una disminución de un importante hábitat para las aves acuáticas. Entre las especies de fauna tenemos una especie Críticamente Amenazada, el Suri (*Rhea pennata*). El cóndor (*Vultur gryphus*) y el gato andino (*Leopardus jacobitus*) son especies En Peligro. En situación vulnerable dos mamíferos, la Taruca (*Hippocamelus antisensis*) y el Tococoro (*Ctenomys opimus*). En estado Críticamente Amezado tenemos a la Ajoya (*Fulica gigantea*) y dos mamíferos, el Puma (*Puma concolor*) y la Vicuña (*Vicugna vicugna*). Todas estas especies en Huaytire son raras.

Las relaciones tróficas debieran estar coronadas por el Puma como depredador tope que consume inclusive a otros carnívoros.

La muestras de heces de zorros describen una dieta basada en ratones y viscachas. Las egagrópilas de rapaces muestran que estas tienen diferente comportamiento, el Buho consume principalmente ratones mientras que el Caracara Andino consume ratones en temporada de nidada, y abundantemente Tococoros, pero el resto del año es insectívoro y hasta carroñero. Las aves de los bofedales tienen pocos enemigos, el zorro andino debe ser su mayor depredador.

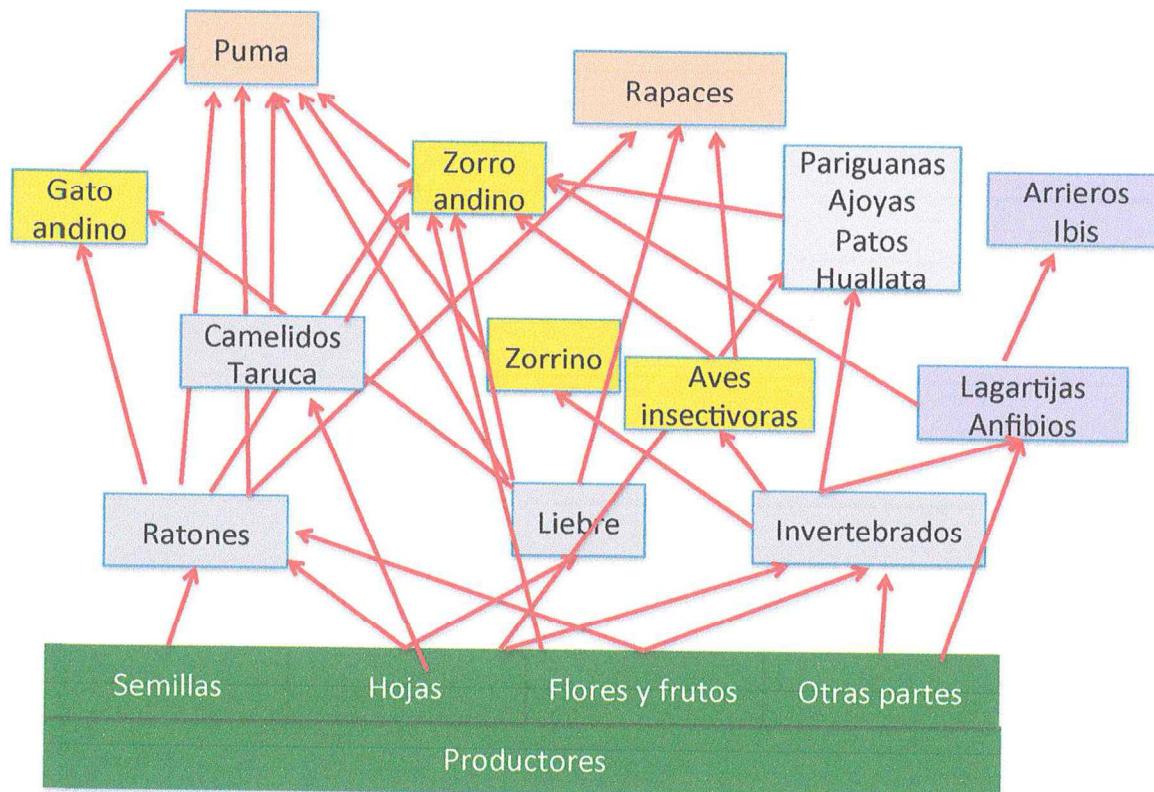


Figura 25. Grafico simplificado de las relaciones tróficas en Huaytire

9. Propuesta de monitoreo de los bofedales de Huaytire

En el año 2012, Cáceres-Musaja, nos mostró un compendio de métodos que buscaban definir los sitios prioritarios de Tacna, los que fueran presentados luego por Gobierno Regional (2012), también buscaba que analice la conectividad y se definan indicadores de representatividad y conectividad. No obstante sus propuestas aunque inconexas no fueron seguidas.

El Plan de Monitoreo se presenta en el Anexo 4, aquí detallamos el objetivo principal y las acciones

Objetivo Principal del Monitoreo en Huaytire

Recuperar la productividad vegetal de los bofedales de Huaytire teniendo como base la gestión sostenible del agua.

Acciones

Es necesario que se sienten las bases para el registro de datos que sirvan para tomar decisiones, por ello proponemos implementar las siguientes acciones de monitoreo:

- 9.1. Monitorear la temperatura y la precipitación para entender su desempeño y analizar la información, no desde un punto de vista descriptivo (SENAMHI 2011) sino pensando en su rol predictivo.
- 9.2. Dado que los bofedales son el elemento principal para la conservación y la gestión del agua, estos deben ser monitoreados desde un nivel espacial (SIG) y a nivel de los cambios en su composición comunitaria y estructura física.

10. Lineamientos para la gestión y manejo de los bofedales de Huaytire

- 10.1. Mantener un nivel de conocimiento del estado de la biodiversidad y los recursos naturales y la exploración de tecnologías para mejorar la gestión de los recursos naturales y la conservación de la biodiversidad; y que permita ser el pilar para la toma de decisiones por parte del Estado. En esta actividad debe estar involucrada la academia y otros centros de investigación.
- 10.2. Dotar a Huaytire de un programa integral del manejo pecuario, que involucre la gestión del agua ante el cambio climático (cosecha del agua y otras propuestas); el manejo de las praderas andinas y de los bofedales para incrementar su productividad; la mejora de la ganadería camélida, incluyendo su genética, bienestar; y que incluya actividades de educación ambiental y para el trabajo. Es básico contar con un sistema de asistencia técnica efectiva para garantizar la mejora de las condiciones de crianza.
- 10.3. Promover la organización de los pobladores en función de las necesidades de la cadena productiva de los camélidos sudamericanos y de la conservación de la biodiversidad. De las empresas para la participación del cuidado de los recursos naturales renovables.


Diego Bavarri Lopez Tejeda
C.S.E. fol. N° 556

11. Conclusiones

- Basados en la diversidad de los bofedales de Huaytire, su importancia en el ciclo hidrológico y su aporte socio-económico, se corrobora la propuesta de del Gobierno Regional de Tacna que considera esta zona como de Prioridad para la Conservación.

- Las comunidades de aves, reptiles y roedores se presentan en buen estado, los mamíferos mayores son escasos y los anfibios han disminuido sus poblaciones localmente, pudiendo ser un caso de extinción local.

- Se evidencia un proceso de desertificación en los bofedales del ámbito de Huaytire, siendo el bofedal de Huaytire el que ha perdido gran parte de su calidad. Procesos que parecen tener su origen en las diversas causa que afectan la disponibilidad de agua. Pese a esto los bofedales que aún están en buen estado presentan capacidades de carga que van de regular a excelente.

- La única fuente de recarga permanente de agua es la lluvia ante la completa pérdida de la nieve de las montañas adyacentes.

12. Recomendaciones

- Implementar un estudio completo del ecosistema de Huaytire, que incluya otras formaciones vegetales, el tema edáfico y la fauna y que abarque otros bofedales.
- Estudiar el balance hídrico del área y definir el impacto de las acciones antrópicas en el manejo del agua en Huaytire y áreas aledañas.
- Monitorear anualmente con imágenes de satélite el estado de la vegetación, para ellos se requiere adquirir periódicamente imágenes satelitales de alta resolución para mejorar los resultados; asimismo, hay varias instituciones del gobierno central que las han adquirido imágenes de años pasados que pueden ser de mucha utilidad para los fines del gobierno regional. También debe monitorearse el clima.
- Implementar un programa de investigaciones para el monitoreo de la biota en Huaytire. El que necesariamente debe involucrar a las universidades de Tacna y de otras regiones. Una prioridad debe ser el estudio de los anfibios.
- Implementar una política integral de lucha contra la desertificación y de adaptación al cambio climático que involucre prácticas de manejo del agua de lluvia y provea de asistencia técnica a los criadores de camélidos

13. Bibliografía

Alvarado-Calderón, C.O. 2012. Evaluación de Pastizales Naturales de los Humedales Altoandinos en Época de Lluvia de la Provincia de Candarave Departamento de Tacna 2012. Tesis Medicina Veterinaria y Zootecnista. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohman. Tacna

Baied, C. and Wheeler, J. 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, vol. 13, p. 145-156.

Baraer, M., B. Mark, J. Mackenzie, T. Condom, J. Bury, K. Huh, C. Portocarrero, J. Gómez & S. Rathay. 2012. Glacier recession and water resources in Peru's Cordillera Blanca. Journal of Glaciology 58(207): 134-150.

Benavides, J.C., D.H. Vitt y R.K. Wieder. 2013. The influence of climatic change on recent peat accumulation patterns of *Distichia muscoides* cushion bogs in the high-elevation tropical Andes of Colombia. Journal of Geophysical Research: Biogeosciences 118(4): 1627-1635.

Botello-Joaquín, G. 2012. Capacidad de carga, soportabilidad y diversidad vegetal del bofedal de Huaytire de la Provincia de Candarave –

Tacna. Tesis para optar el título de Biólogo Microbiólogo. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Tacna. Perú.

Brako, L. y J. Zarucchi. 1993. Catálogo de las Angiospermas y Gimnospermas del Perú. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden Vol. 45. St. Louis.

Cáceres-Musaja, C.N. 2012. Elaboración de estudios técnicos para la definición de sitios prioritarios, análisis de conectividad y definición de indicadores de representatividad y conectividad – componente biodiversidad, Informe técnico para el proyecto: “fortalecimiento de la conservación de la biodiversidad a través del programa nacional de áreas protegidas (PRONANP)”, PROFONANPE, 92 PP. Lima.

Calhoum, J. B. y J. U. Casby. 1958. Calculation of Home Range and Density of Small Mammals. U.S. Department of Health Education and Welfare. Public Health Monograph 55: 24 pp.

Catorci, A., S. Cesaretti, J. L. Velasquez, H. Zeballos. 2011. Plant–plant spatial interactions in the dry Puna (Southern Peruvian Andes). Alpine Botany, 121:113–121

Catorci,A., L. Malatesta, J.L. Velasquez, F.M. Tardella y H. Zeballos. 2015. The interplay of nurse and target plant traits influences magnitude and direction of facilitative interactions under different combinations of

stress and disturbance intensities in Andean dry grassland. Journal of Plant Ecology, on line www.jpe.oxfordjournals.org

Centro de Investigación en Matemáticas. 2003. Species Accumulation. CONACYT-CIMAT. http://www.cimat.mx/en/Descargas_de_software

Colwell, R. K., and J. A. Coddington. 1994. Estimating terrestrial bio- diversity through extrapolation. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, B. 345:101–118.

Condori, R. E. & D. P. Choquehuanca. 2001. Evaluación de las características y distribución de los bofedales en el Ámbito Peruano del Sistema TDPS. Proyecto Conservación de la Biodiversidad en la cuenca del lago Titicaca – Desaguadero – Poopó - salar de Coipasa. Universidad Nacional del Altiplano, Puno. 140 p.

Coaguila, L. J. Machaca-Centty, J.C. Lizárraga, E. Ocsa, F. Quispe y H. Zeballos. 2010. Bofedales en la Reserva Nacional de Salinas y Aguada Blanca, 115-129 pp. En: H. Zeballos, J.A. Ochoa y E. López (Eds.) Diversidad biológica de la Reserva Nacional de Salinas y Aguada Blanca. Desco. Lima

Cochi, N., G. Prieto, O. Dangles, A. Rojas, C. Ayala, B. Condori y J.L. Casazola. 2014. Metodología para evaluar el potencial productivo y la

*Bigo, E. 2014
C.B.P. M. N° 556*

dinámica socioecológica de la ganadería en bofedales altoandinos.
Ecología en Bolivia 49(3): 120-131.

Comisión Nacional de Medio Ambiente – CONAMA. 2006. Conceptos y criterios para la evaluación ambiental de humedales. Chile: SAG, Ministerio de Agricultura. 81 p.

Cruz, A. 2012. Identificación de Sitios Prioritarios para Conservacion en la Region Tacna. Informe, Gobierno Regionl de Tacna.

Díaz-Francés, E., and L. G. Gorostiza. 2002. Inference and model comparison for species accumulation functions using approximating pure-birth processes. Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics 7:29–43.

Florez, A. 2005. Manual de pastos y forrajes altoandinos. Edit. ITDG AL, OIKOS. Lima

Franco-López, J., G, de la Cruz-Agüero, A. Cruz-Gómez, A, Rocha-Ramírez, N. Navarrete-Salgado, G. Flores-Martínez, E. Kato-Miranda, S. Sánchez-Colón, L.G. Abarca-Arenas y C.M. Bedia-Sánchez. 1996. Manual de Ecología. Editorial Trillas. México.


Hugo Iván López Tejeda
C.B.P. Mat. N° 556

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA 2009. Proyecto 76835 "Recuperación y Conservación de Bofedales en el Centro Poblado Huaytire, distrito de Candarave"

Gonzales, R.K., E. Quenta, J. Molina-Rodriguez, O. Dangles y D. Jacobsen.

2014. Propuesta metodológica para estimar la heterogeneidad ambiental, diversidad y estructura de comunidades acuáticas de pozas de agua en bofedales altoandinos. *Ecología en Bolivia* 49(3): 56-72

Goodall, D.W. 1952. Quantitative aspects of plant distribution. *Biological Review* 27:194-245.

Gould, B., B. León, A.M. Buffen y L.G. Thompson. Evidence of a high-Andean, mid-Holocene plant community: an ancient DNA analysis of glacially preserved remains. *American Journal of Botany*, 97(9): 1579-1584.

Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm

Linares-Perea, E. y M.B. Benavides. 1995. Flora silvestre del transepto Yura-Chivay, Departamento de Arequipa. *Boletín de Lima* XVII(100): 211-254.

BIGA, Evaristo López, ejeda
C.B.P. Mat. N° 556

Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, Princeton NJ.

Morris, M. y Panty, O. 1999. Espacio y Conciencia Geográfica en Tacna. Tacna: Tercer Milenio, 110 p.

Mostacero-León, J., F. Mejía-Coico y O. Gamarra-Torres. 2002. Taxonomía de las Fanerógamas útiles del Perú (2 tomos), Editora Normas Legales S.A.C. Auspiciado por CONCYTEC. Trujillo, Perú

Naoki, K. R.I. Meneses, M.I. Gómez y C.M. Landivar, 2014. El uso del método de puntos de intercepción para cuantificar los tipos de vegetación y hábitats abióticos en los bofedales altoandinos. Ecología en Bolivia 49(3): 84-90.

Otto, M., Scherer, D. y Richters, J. 2011. Hydrology differentiation and spatial distribution of high altitude wetlands in a semi-arid Andean region derived from satellite data. Hydrology and Earth System Sciences, vol. 15, p. 1713-1727. <http://dx.doi.org/10.5194/hess-15-1713-2011>

Sagástegui, A. 1973, Manual de las malezas del Costa Peruana. Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.

BIGO. Variante impresa
C.B.P.Mat. N° 556

Salazar-Torres, G y V. L. de Moraes Huszar. 2012. Microalgae community of the Huaytire wetland, an Andean high-altitude wetland in Peru. *Acta Limnologica Brasiliensis*, 24(3): 285-292.

Salvador-Poma, M.L. 2002. Manual de Pastos Nativos del Parque Nacional Huascarán. INRENA-PROFONANPE. Edit. Tarea Asociación Gráfica Educativa. Lima.

SENAMHI. 2011. Análisis y estudio climatológico Región Tacna. Informe Técnico, 20 pp.

Soberoón, J., and J. Llorente. 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology* 7:480–488.

Soukup, J. 1987, Vocabulario de los nombres vulgares de la flora peruana y Catálogo de los géneros. Editorial Salesiana. Lima.

Squeo, F. A., B. G. Warner, R. Aravena y D. Espinoza. 2006. Bofedales: high altitude peatlands of the central Andes. *Revista Chilena de Historia Natural* 79: 245-255.

Stotz, D. F., J. W. Fitzpatrick, T. A. Parker, III y D. K. Moskovits. 1996. Neotropical birds: ecology and conservation. University of Chicago Press, Chicago, Illinois. 478 p.

Tovar, O. 1975. Las Gramíneas (Poáceas) del Perú. Ruizia-Monografías del Jardín Botánico de Madrid. 13: 1-482.

Tovar, O. 1988. Manual de identificación de Pastos Naturales del los Andes del Sur del Peruano. Edit. Art. Lautrec. Lima.

N. López
Begoña López Tejeda
C. B. S. M. N° 556

Anexos (EN FORMATO DIGITAL)

1. Anexo fotográfico
2. Bases de datos
3. Información cartogramfica

Nº 107
Bloq. Evaristo López Tejeda
C.B.P. Mat. N° 556

Anexo 4

Propuesta de monitoreo de los bofedales de Huaytire, Chaullapujo, Livicalani, Japopunco y Surapata en el Centro Poblado Huaytire

Introducción

Los bofedales, también llamados oconales o turberas de Puna, son una parte muy importante del ecosistema altoandino, puesto que aportan una substancial parte de la reserva de pastos naturales, que sirven a la fauna herbívora (doméstica y silvestre); son una importante reserva de agua al almacenarla durante todo el año; son un componente importante en el ciclo hidrológico; son fuente de agua para consumo humano y animal; permiten la regulación microclimática; jugar un papel muy importante en la regulación del ciclo hidrológico; son hábitat único y principal para un notable conjunto de vertebrados e invertebrados; por lo cual son importantes a nivel ecológico y económico (Stotz et al. 1996, Condori y Choquehuanca 2001, Squeo et al. 2006, Naoki et al. 2014).

Los bofedales comprenden un tipo particular de comunidad vegetal en el ecosistema de la Puna, donde el agua satura el suelo y que mantienen una alta productividad vegetal todo el año. Estos se ubican en la zona altoandina de los Andes Centrales (Squeo et al. 2006) y presentan una distribución parchosa en la puna andina.

Huaytire y las áreas adyacenes, constituyen uno de los parajes más impresionantes de la Puna seca. En este punto converge un nutrido conjunto de bofedales y lagunas (Suches y Viscachas), a una altitud de mareo, 4500 m.s.n.m. y gracias al agua que los forma establecen un ecosistema altamente productivo, ecológicamente complejo y que brinda una serie de beneficios para la fauna y para el hombre.

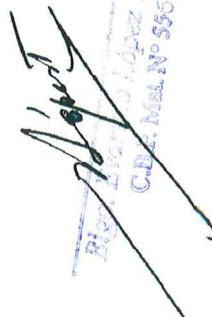
Bogotá, D.C. 10/02/2022 Trabajo
C.B.P. M.A. N° 555

Antecedentes

El Gobierno Regional de Tacna, ha priorizado sus bofedales por su importancia y ante un inminente proceso de aridización por pérdida y disminución de algunas fuentes de agua, Varios de ellos han sido priorizados para la conservación y por su importancia ecológica y la provisión de agua (Gobierno Regional de Tacna 2009, 2012a, 2012b, 2015), asimismo, son importantes por su diversidad de plantas (Botello 2012), de algas (Salazar-Torres y Moraes-Huszar 2012) y se han identificado especies consideradas endémicas y categorizadas bajo amenaza (Cruz 2012)

En el año 2012, Cáceres-Musaja, nos mostró un compendio de métodos que buscaban definir los sitios prioritarios de Tacna, los que fueran presentados luego por Gobierno Regional (2012), también buscaba que analice la conectividad y se definan indicadores de representatividad y conectividad. No obstante sus propuestas aunque inconexas no fueron seguidas.

El año 2015, el Gobierno Regional de Tacna, realizó una evaluación de flora, vegetación y fauna silvestre en los bofedales de Huaytire, Chaullapujo, Livicalani, Japopunco y Surapata (Figura 1), encontrando que la flora de los bofedales de Huaytire en este estudio presenta un total de 22 especies de plantas, agrupadas en tres divisiones, 12 familias y 18 géneros; y un hongo de la familia Agaricaceae (Tabla 1).


B. Cáceres-Luna
C.P.E. Msc. N° 555
C.P.E. Msc. N° 555
Pérez Peijet

Igor Evaristo Lopez
C.E.P. Mat. N° 256

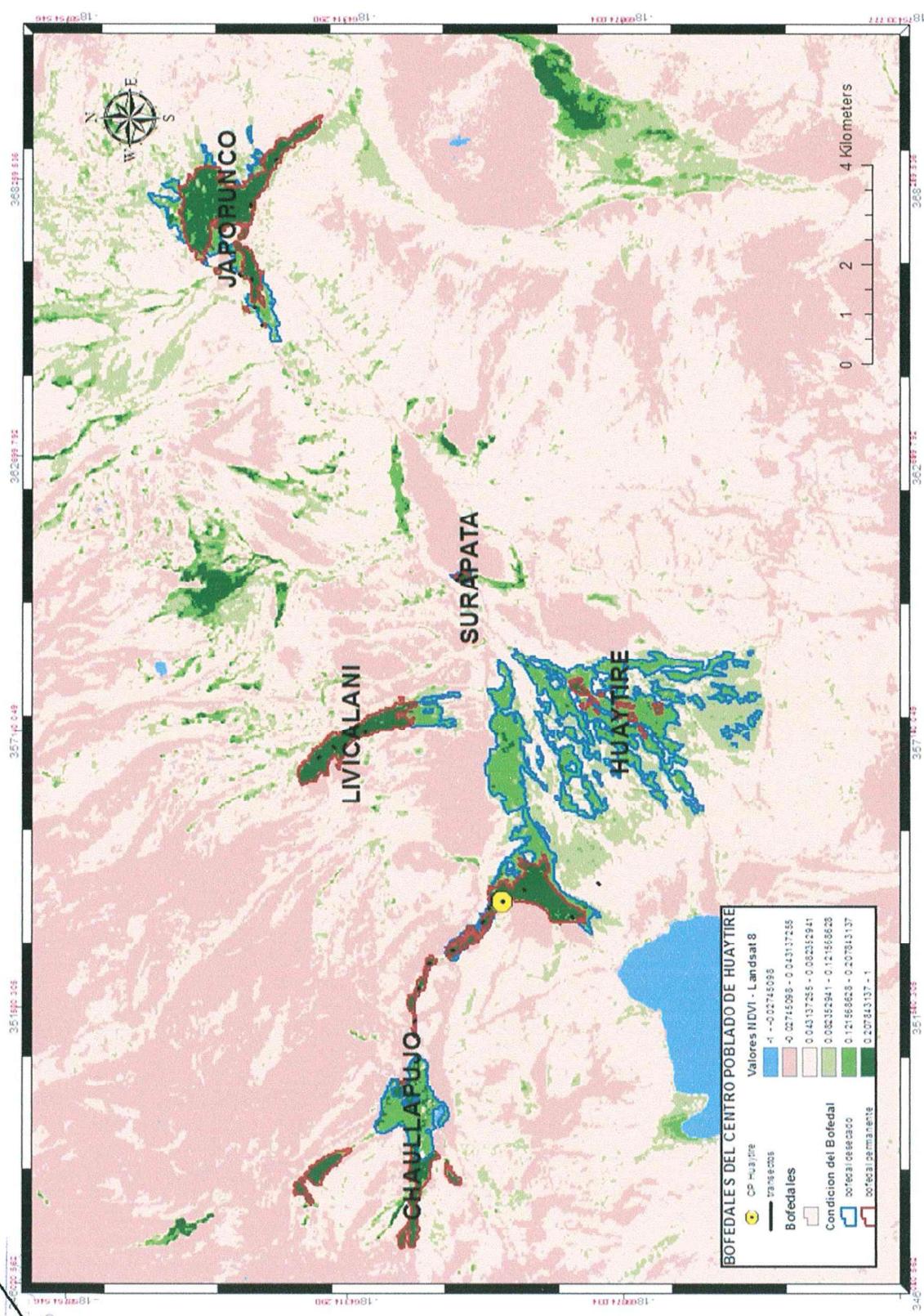


Figura 1. Mapa de ubicación de los bofedales de Huaytire, Chauallapujo, Livicalani, Japopunco y Surapata, aledaños al Centro Poblado de Huaytire, Distrito de Candarave, Provincia de Candarave, departamento de Tacna.

Tabla 1. Plantas encontradas en los bofedales de Huaytire, se indica su presencia en cada uno de los bofedales estudiados con una "x". Se indica el tipo de palatabilidad* (Deseable = D, Poco deseable = PD, Indeseable = I, No determinado = ND). Se incluyen especies no registradas en los transectos. Tomado de Gobierno Regional de Tacna (2015).

Nº	División	Familia	Especie	Nombre Común	Huaytire	Chaulapujo	Livilcamí	Japopumco	Surapata	Palatabilidad
1	Angiospermae	Juncaceae	<i>Distichia muscoides</i>	"Kuli"	x	x	x	x	x	D
2		Juncaceae	<i>Oxichloe andina</i>	"Tiña"	x	x	x	x	x	PD
3		Juncaceae	<i>Luzula parvula</i>				x			D
4	Magnoliophyta	Poaceae	<i>Calamagrostis mínima</i>	"champa"	x	x		x	x	PD
5		Poaceae	<i>Calamagrostis ovata</i>	"sura"				x		PD
6		Poaceae	<i>Calamagrostis curvula</i>					x		PD
7		Poaceae	<i>Aciachne pulvinata</i>		x	x		x		I
8		Poaceae	<i>Muhlenbergia peruviana</i>	"llapa"	x		x			D
9		Asteraceae	<i>Werneria pygmaea</i>		x	x	x	x	x	ND
10		Asteraceae	<i>Werneria pinnatifida</i>		x	x	x	x		ND
11		Asteraceae	<i>Hypochoeris taraxacoides</i>			x				D
12		Rosacea	<i>Lachemilla diplophylla</i>	"libro libro"	x	x	x	x	x	D
13		Apiaceae	<i>Lilaeopsis andina</i>		x	x	x	x		ND
14		Haloragaceae	<i>Myriophyllum elatinoides</i>	"llacho"	x	x	x	x		ND
15		Gentianaceae	<i>Gentiana sedifolia</i>		x	x	x	x		PD
16		Plantaginaceae	<i>Plantago</i> sp.					x		PD
17		Boraginaceae	<i>Plagiobothrys</i> sp.		x	x	x	x		ND
18		Boraginaceae	<i>Castilleja</i> sp.	"lantín"			x			PD
19		Valerianaceae	<i>Phyllactis pulvinata</i>		x					ND
20	Bryophyta	Bartramiaceae	<i>Breutelia</i> sp.				x			I
21		Bartramiaceae	<i>Bryum capillare</i>							I
22	Fungi	Agaricacee	Ticte, hongo	"ticte"			x			I
23		Apiaceae	<i>Azorela compacta</i>	"yareta"			x	x		
24		Asteraceae	<i>Baccharis</i> sp.	"tola"	x		x	x		
25		Asteraceae	<i>Diplostephium</i> sp.		X	x	x	x	x	
26		Brassicaceae	<i>Eudema</i> sp.							
27		Poaceae	<i>Fectuca dolichophylla</i>	"chilligua"	X	x	x	x	x	
28		Poaceae	<i>Jarava ichu</i>	"ichu"					x	
29		Fabaceae	<i>Astragalus arequipensis</i>		x	x				

Alvaro Lopez Tejeda
C.D.T. N° 555

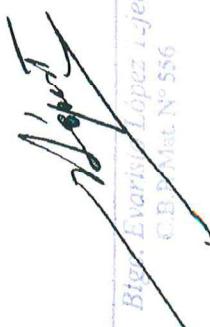
Objetivos

Objetivo Principal

Recuperar la productividad vegetal de los bofedales de Huaytire teniendo como base la gestión sostenible del agua.

Objetivos específicos

- Mantener un registro constante de los parámetros climáticos en el área de estudio
- Monitorear la vegetación y la capacidad forrajera de los bofedales de Huaytire, Chaullapujo, Livicalani, Japopunco y Surapata
- Monitorear las poblaciones de aves de los bofedales de Huaytire, Chaullapujo, Livicalani, Japopunco y Surapata



Bryan Evans López - Jijeda
C.B.P.Mat. N° 556

Base legal

La gestión sostenible de los recursos naturales, los ecosistemas y especies, como el caso de los bofedales de Huyatire, se sustentan en los siguientes dispositivos legales:

- **Constitución Política del Perú (31 de octubre de 1993)**

Establece que es el Estado quién determina la política nacional del ambiente y promueve el uso sostenible de los recursos naturales. Asimismo, es el Estado quién está obligado a promover la conservación de la diversidad biológica y de las áreas naturales protegidas.

- **Ley General del Ambiente. Ley No 28611 (15 de octubre de 2005) y Decreto Legislativo No 1055, que modifica la Ley.**

Establece las medidas de gestión y regímenes de aprovechamiento de los recursos naturales y establece el rol del Estado en relación al agua y suelos. El estado promueve el desarrollo sostenible.

- **Ley N° 28245, Ley marco del sistema nacional de gestión ambiental.**

□Publicada el 04 de junio de 2004; y Decreto Supremo N° 008-2005-PCM, Reglamento de la Ley No 28245. Ley □Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental. Publicado el 28 de □enero de 2005.

Es la base interinstitucional del sistema público con participación del sector privado y la sociedad civil para mantener las funciones ambientales bajo una única dirección. Su finalidad es orientar, integrar, coordinar, supervisar, evaluar y garantizar la aplicación de las políticas, planes, programas y acciones destinados a la protección del ambiente y contribuir a la conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales.

- **Estrategia Nacional Sobre la Diversidad Biológica al 2021 y su Plan de Acción 2014-2018. D.S. No 09-2014-MINAM**

La Estrategia Nacional de Diversidad Biológica (ENDB), de acuerdo con



Blas Evaristo López Tejeda
C.B.P.Mat. N° 556

la Ley N° 26839, Ley sobre la Conservación y Aprovechamiento sostenible de la Diversidad Biológica, es el principal instrumento para la gestión de la biodiversidad en el Perú.

- **Ley sobre la Conservación y Aprovechamiento Sostenible de la Diversidad Biológica Ley 26839 y Reglamento de la Ley sobre la Conservación y Aprovechamiento Sostenible de la Diversidad Biológica (1997)**

El reglamento en su Artículo 22º se señala que el objetivo de manejo ambiental debe establecer condiciones para el uso del territorio, de acuerdo con las características ecológicas, económicas y culturales del territorio, considerando la fragilidad, vulnerabilidad, endemismo y erosión genética de las especies y de los ecosistemas, con el propósito de obtener el máximo aprovechamiento sin comprometer su calidad y carácter sostenible.

- **Resolución Legislativa N° 26536. Aprueba Convención de las Naciones Unidas de lucha contra la Desertificación y la Sequía.**

Compromiso de acción para revertir y enfrentar los procesos de desertificación y sequía en el país.

- **Ley 29763, Ley Forestal y de Fauna Silvestre y sus reglamentos (30 septiembre 2015)**

En su artículo 1 describe su finalidad y objeto de la Ley, e indica que “*la presente Ley tiene la finalidad de promover la conservación, la protección, el incremento y el uso sostenible del patrimonio forestal y de fauna silvestre dentro del territorio nacional, integrando su manejo con el mantenimiento y mejora de los servicios de los ecosistemas forestales y otros ecosistemas de vegetación silvestre, en armonía con el interés social, económico y ambiental de la Nación; así como impulsar el desarrollo forestal, mejorar su competitividad, generar y acrecentar los recursos forestales y de fauna silvestre y su valor para la sociedad. El*

*Ricardo Evaristo López Velarde
C.B.P. Mat. N° 556*

objeto de la presente Ley es establecer el marco legal para regular, promover y supervisar la actividad forestal y de fauna silvestre para lograr su finalidad”.

- **Decreto Supremo N° 080-2002-RE, Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.** Publicado el 10 de diciembre de 1997; Decreto Supremo N° 006-2009-MINAM, Precisan denominación de la Comisión Nacional sobre el Cambio Climático y adecúan su funcionamiento a las disposiciones del Decreto Legislativo N° 1013 y a la Ley Orgánica del Poder Ejecutivo (Publicado el 27 de marzo del 2009).

Acciones comprometidas por el país en relación al cambio climático.

- **Ley N° 29338 - Ley de Recursos Hídricos.** Publicada el 31 de marzo 2009 y su Reglamento Decreto Supremo N° 001-2010-AG.
- **Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), Ley N°27446**
Establece un sistema de identificación, prevención, supervisión, control y corrección anticipada de los impactos ambientales negativos. Asimismo, establece que la autoridad competente deberá ceñirse a los criterios de protección de los recursos naturales como agua, suelo, flora y fauna. Dentro de este sistema tenemos a los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) y a las Declaraciones de Impacto Ambiental (DIA).
- **Ley de Áreas Naturales Protegidas. Ley No 26834 (30 de junio de 1997) y su Reglamento. D. S. No 038-2001-AG (26 de junio del 2001)**
Define a las áreas naturales protegidas como los espacios continentales y/o marinos del territorio nacional, expresamente reconocidos y declarados como tales, incluyendo sus categorías y zonificaciones, para conservar la diversidad biológica y demás valores asociados de interés cultural, paisajístico, científico, así como por su contribución al desarrollo

sostenible del país.

- **Estrategia Nacional para las Áreas Naturales Protegidas por el Estado – Plan Director. D. S. No 016-2009-AG. (3 de setiembre de 2009)**

Aprueba el nuevo Plan Director de las Áreas Naturales Protegidas, que es un instrumento de planificación y orientación del desarrollo del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado, que define los lineamientos de política y el planeamiento estratégico de las áreas naturales protegidas.

- **Ley Orgánica de los Gobiernos Regionales. Ley No 27867, 27902 y 28013.**

Ley que establece las funciones específicas de los gobiernos regionales en materia de protección y conservación de los recursos naturales.

- **Ley Orgánica de Municipalidades. Ley No 27972 (27 de febrero del 2003)**

Establece que las funciones específicas municipales que se derivan de las competencias se ejercen con carácter exclusivo o compartido entre las municipalidades provinciales y distritales, en las materias siguientes:
Organización de espacio físico – uso del suelo
Protección y conservación del ambiente.

- **Ordenanza Regional 012-2011-CR/GOB.REG.TACNA (28 diciembre 2011).**

Establece el Sistema Regional de Áreas Protegidas de Tacna. Para asegurar la continuidad de procesos ecológicos y evolutivos.


Ricardo López Tejeda
C.B.Y.Mat. N° 556

Métodos

1. Caracterización de la vegetación

1.1. Evaluación de la comunidad

Para estimar la abundancia, frecuencia de ocurrencia y cobertura vegetal, usamos el Método de Goodall (Goodall 1952, Cochi et al. 2014, Meneses et al. 2014), que es una modificación del Método del Transecto al Paso, y consiste en el uso de una rejilla de Goodall que contiene 10 agujas, separadas 4 cm una de otra y que hacen contacto con la vegetación (u otro elemento) para su cuantificación. Para esto se usan transectos de 50 m (Figura 3) usando la rejilla cada 10 m, por lo que cada transecto tiene seis mediciones (a: 0, 10, 20, 30, 40, y 50 m). Estos resultados permitirán estimar el Valor de Importancia (VI) de cada especie, que es el grado de influencia de esa especie en la comunidad (Franco-López et al. 1996), Esto se calcula según la siguiente formulación:

$$VI = D.r. + F.r. + Do.r$$

$$D.r. = (n_i / N) * 100$$

$$F.r. = ((n_i / 60) * 100) / (Nt / 60)$$

$$Do.r. = D.r. * (D.t. / 100) (Do.r.i / A) * 100 / Do.t.$$

Donde: Dominancia relativa: D.r.; Frecuencia relativa: F.r.; Dominancia relativa: Do.r.; n_i : número de individuos en la especie "i"; Número total de individuos: N; Nt: Número total de puntos de todas las especies; Densidad total: D.t.; Número total de especies: A; Dominancia total: Do.t.

1.2. Soportabilidad forrajera

Para estimar la soportabilidad forrajera (o carga ganadera) de los bofedales, estimar la biomasa vegetal o rendimiento forrajero, que se expresa en kilogramos de materia seca por área (en este caso ha). Para

esto muestrear en el mismo transecto muestras de un área de 55.42 cm² (o similar) con un anillo muestreador que se introduce en el suelo y se obtiene un testigo de vegetación, se mide el peso húmedo y seco de cada uno; y simulando el forrajeo de ganado, cortamos a raz el pasto (igualmente pesado). Se estima el peso del pasto seco por área y se extrae a una ha. Después proceder a determinar la capacidad de carga (tamaño máximo de la población que soportaría el forraje) cuyas unidades son la unidad animal por año (UAL/ha/año) y se estima dependiendo de las especies de animales que se requiera.

Se estima con la siguiente fórmula: *Capacidad de carga (CC) = (rendimiento forrajero / ha) / Consumo anual por animal*, que en el caso de alpacas es de 425,9 kg MS/año/UAL (Luna 2001); Donde; Rendimiento forrajero es: Peso seco; UAL: unidades alpaqueras. La soportabilidad (alpaquera) resulta de multiplicar la capacidad de carga con el área; y hay que considerar que el corte es mayor al hecho por los animales, en nuestro caso simulamos sobrepastoreo, para los cálculos usamos un tercio del peso.

2. Métodos para el registro de aves

Realizar conteos totales de las aves en cada uno de los bofedales, realizados entre las 7:30 a 10:00 am, dependiendo del tamaño del bofedal. El método consiste en la observación y registro directo de las aves presentes, con ayuda de binoculares y con guías de campo (Schulenberg et al. 2007). Asimismo, otros avistamientos que estuvieron fuera del tiempo censal y los llamamos ocasionales. Para cada una de las especies contar el número de individuos presentes. Para el análisis de diversidad, estimar los valores de diez índices de diversidad (Magurran 1988, Franco-López et al. 1996) cuyos algoritmos y fórmulas están implementados en el programa PAST (Hammer et al. 2001); asimismo, estimar la densidad relativa de cada especie referida al área del bofedal expresada en aves/km². Con estos

valores realizar comparaciones entre bofedales sobre la composición y estructura en cada caso.

Monitoreo

Es necesario que se sienten las bases para el registro de datos que sirvan para tomar decisiones, por ello proponemos implementar las siguientes acciones de monitoreo:

1. Monitoreo de parámetros físicos			
1.1.	Temperatura	Registro del promedio mesual y representado a lo largo del año	Se expresa en una gráfica de dos entradas temperatura por mes y se compara con el registro histórico
1.2.	Precipitacion	Registro de la precipitación total mensual y total anual	Se expresa mediante una gráfica de dos entradas, precipitación total mensual por meses y precipitación total anual por año
2. Monitoreo de la vegetación			
2.1.	Espacial, con imágenes de satélite	Estimaciones del NDVI anual en estación seca	Comparación con el registro histórico de cada año en la misma época
2.2.	Evaluación de la comunidad	Evaluación bianual de la comunidad en época seca u húmeda	Comparación de los parámetros evaluados con el registro histórico que corresponde a cada estación
2.3	Soportabilidad forrajera	Evaluación bianual de la soportabilidad en época seca u húmeda	Comparación de los parámetros evaluados con el registro histórico que corresponde a cada estación
3. Monitoreo de aves			
3.1.	Censos de aves	Censos bianuales por conteo directo en cada bofedal	Comparación de las poblaciones de aves con la data histórica, en cuanto a la riqueza y la abundancia de cada especie

Literatura citada

- Botello-Joaquín, G. 2012. Capacidad de carga, soportabilidad y diversidad vegetal del bofedal de Huaytire de la Provincia de Candarave – Tacna. Tesis para optar el título de Biólogo Microbiólogo. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Tacna. Perú.
- Condori, R. E. & D. P. Choquehuanca. 2001. Evaluación de las características y distribución de los bofedales en el Ámbito Peruano del Sistema TDPS. Proyecto Conservación de la Biodiversidad en la cuenca del lago Titicaca – Desaguadero – Poopó - salar de Coipasa. Universidad Nacional del Altiplano, Puno. 140 p.
- Cochi, N., G. Prieto, O. Dangles, A. Rojas, C. Ayala, B. Condori y J.L. Casazola. 2014. Metodología para evaluar el potencial productivo y la dinámica socioecológica de la ganadería en bofedales altoandinos. Ecología en Bolivia 49(3): 120-131.
- Franco-López, J., G. de la Cruz-Agüero, A. Cruz-Gómez, A. Rocha-Ramírez, N. Navarrete-Salgado, G. Flores-Martínez, E. Kato-Miranda, S. Sánchez-Colón, L.G. Abarca-Arenas y C.M. Bedia-Sánchez. 1996. Manual de Ecología. Editorial Trillas. México.
- GOBIERNO REGIONAL DE TACNA 2009. Proyecto 76835 “Recuperación y Conservación de Bofedales en el Centro Poblado Huaytire, distrito de Candarave”
- GOBIERNO REGIONAL DE TACNA. 2012a. Identificación de Sitios Prioritarios para Conservacion en la Region Tacna. Informe, Gobierno Regional de Tacna.
- GOBIERNO REGIONAL DE TACNA. 2012b. Elaboración de estudios técnicos para la definición de sitios prioritarios, análisis de conectividad y definición de

- indicadores de representatividad y conectividad – componente biodiversidad, Informe para el proyecto: “Fortalecimiento de la Conservación de la Biodiversidad a través del Programa Nacional de Áreas Protegidas (PRONANP)”, PROFONANPE, 92 PP. Lima.
- GOBIERNO REGIONAL DE TACNA. 2015. Estudio de Biodiversidad de los Bofedales de Huaytire, Chaullapujo, Livicalani, Japopunco y Surapata en el Centro Poblado Huaytire. Informe, Gobierno Regional de Tacna.
- Goodall, D.W. 1952. Quantitative aspects of plant distribution. Biological Review 27:194-245.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. Palaeontologia Electronica 4(1): 9pp. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm
- Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, Princeton NJ.
- Meneches, R.I., S. Loza-Herrera, A. Lliully, A. Palabral y F. Anthelme. 2014. Métodos para cuantificar diversidad y productividad vegetal de los bofedales frente al cambio climático. Ecología en Bolivia, 49(3): 42-55.
- Naoki, K. R.I. Meneses, M.I. Gómez y C.M. Landivar, 2014. El uso del método de puntos de intercepción para cuantificar los tipos de vegetación y hábitats abióticos en los bofedales altoandinos. Ecología en Bolivia 49(3): 84-90.
- Salazar-Torres, G y V. L. de Moraes Huszar. 2012. Microalgae community of the Huaytire wetland, an Andean high-altitude wetland in Peru. Acta Limnologica Brasiliensis, 24(3): 285-292.
- Schulenberg, T. S., D. F. Stotz, D.F. Lane, J.P. O'Neill y T. A Parker. 2010. Birds of Peru. Princeton, NJ: Princeton University Press.

Squeo, F. A., B. G. Warner, R. Aravena y D. Espinoza. 2006. Bofedales: high altitude peatlands of the central Andes. Revista Chilena de Historia Natural 79: 245-255.

Stotz, D. F., J. W. Fitzpatrick, T. A. Parker, III y D. K. Moskovits. 1996. Neotropical birds: ecology and conservation. University of Chicago Press, Chicago, Illinois. 478 p.


Edgar López Tijereda
C.F.E. Mat. N° 556