

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ESCUELA DE POSTGRADO

DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

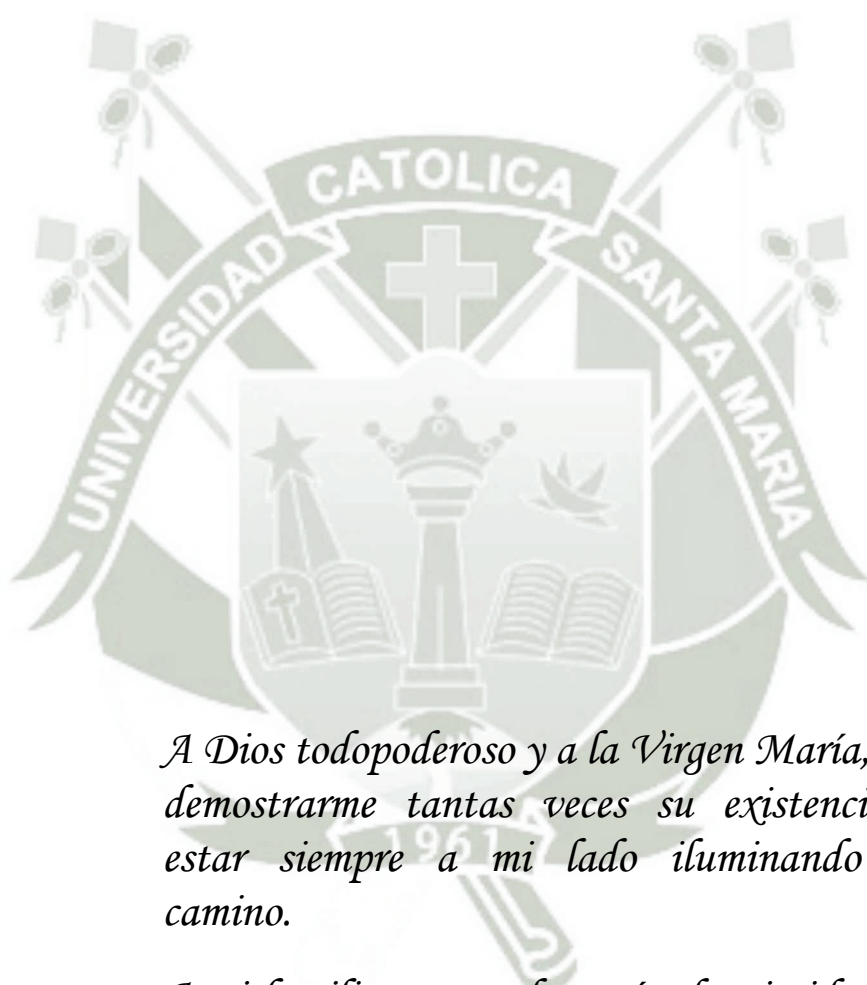


“IMPACTO DE LA MINERÍA SOBRE LA COMUNIDAD DE HUAYTIRE, PROVINCIA DE CANDARAVE-TACNA: EVALUACIÓN SOCIO AMBIENTAL, BIODIVERSIDAD Y ECOLOGÍA, 2012”

TESIS PRESENTADA POR EL
MAGISTER:
PABLO JUAN FRANCO LEON
PARA OPTAR EL GRADO
ACADEMICO DE DOCTOR EN
CIENCIAS AMBIENTALES

AREQUIPA – PERU

2013



A Dios todopoderoso y a la Virgen María, por demostrarme tantas veces su existencia y estar siempre a mi lado iluminando mi camino.

A mi familia, por ser la razón de mi vida y de mi esfuerzo constante.

En memoria a mi Padre, por su maravilloso ejemplo.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

CAPITULO ÚNICO	1
RESULTADOS.....	1
1. CONSIDERACIONES GENERALES DE LA ZONA DE ESTUDIO: COMUNIDAD DE HUAYTIRE.....	1
1.1. Puna Xerofítica	1
1.2. Caseríos de la Comunidad de Huaytire	5
1.3. Comportamiento social de la comunidad de Huaytire.....	5
1.3.1. Dinámica Poblacional	5
1.3.2. Migración	6
1.3.3. Sistemas de Producción	6
1.3.4. El pastoreo.....	6
1.3.5. Intercambio comercial.....	8
1.4. Acceso y uso de los recursos naturales.....	10
1.4.1. Acceso a la tierra	10
1.4.2. Propiedad y uso del agua	10
1.4.3. El estado y los derechos de propiedad indígenas del agua.....	12
1.4.4. La comunidad de Huaytire y la Minería.....	14
2. ESTUDIO DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA DE LA COMUNIDAD DE HUAYTIRE.....	16
2.1. Diversidad Vegetal.....	16
2.1.1. Lista de familias y especies vegetales: Zona de bofedales y laderas Aledañas	16
2.2. Formaciones Vegetales	20
2.3. Evaluación de la diversidad florística y cobertura vegetal de los bofedales de Huaytire y anexos.....	22
2.3.1. Determinación del tamaño de la unidad muestral (TUM) por bofedal	22
2.3.2. Descripción vegetal de cada bofedal evaluado:.....	23
2.3.3. Curvas de acumulación de especies vegetales.....	46
2.3.4. Descripción vegetal de laderas.....	47
2.3.5. Curvas de acumulación de especies vegetales de las laderas periféricas.....	64
3. EVALUACIÓN DE LA AVIFAUNA.....	66
3.1. Diversidad de la avifauna de Huaytire y anexos	66
3.1.1. Abundancia y frecuencia relativa de la avifauna de Huaytire y anexos 68	
4. EVALUACIÓN DE LA HERPETOLOGÍA	74
4.1. Abundancia y frecuencia relativa de reptiles de Huaytire y anexos ...	74
5. EVALUACIÓN DE LOS MAMÍFEROS	77
5.1. Abundancia y frecuencia relativa de mamíferos de Huaytire y anexos	77
6. EVALUACIÓN ICTIOLÓGICA.....	80
7. ANÁLISIS QUÍMICO DEL AGUA.....	83

7.1. Análisis químico del agua del bofedral Huaytire.....	83
7.2. Análisis Físicoquímico de los Bofedales evaluados	84
8. ANÁLISIS DEL SUELO Y PERFIL VEGETAL DE LOS BOFEDALES	86
9. CLASIFICACIÓN DE LOS BOFEDALES DE HUAYTIRE	90
9.1. Régimen hídrico	90
9.2. Asociación de Fitoespecies	91
10. POBLACIÓN DE ALPACAS DE LA COMUNIDAD DE HUAYTIRE	92
11. DINÁMICA SOCIO-ECOLÓGICO DE LOS BODEFALES DE CANDARAVE.....	94
11.1. Manejo adaptativo de los bofedales: Ciclos Adaptativos	96
11.2. Población y actividad humana en la zona de Huaytire.....	98
12. EVALUACIÓN DE LA FITOMASA, CAPACIDAD DE CARGA Y SOPORTABILIDAD	99
13. IMPACTO DE LA MINERÍA EN LA COMUNIDAD DE HUAYTIRE	102
13.1. Extracción y captación de agua	102
13.2. Erosión de suelos	107
13.3. Pérdida de cobertura vegetal	108
13.4. Conflicto social	111
14. MODELIZACIÓN DE LA DINÁMICA DE LOS BOFEDALES	115
15. DISCUSIÓN Y COMENTARIOS	121
CONCLUSIONES	134
SUGERENCIAS Y PROPUESTA	140
BIBLIOGRAFÍA	154
ANEXOS	161
ANEXO I: Formaciones Vegetales	162
ANEXO II: Metodología de Trabajo	165
ANEXO III: Galería de Fotos de la Diversidad Biológica	166
ANEXO IV: Cuenca Hidrológica de Locumba.....	170
ANEXO V: Bofedales Evaluados de la Comunidad de Huaytire.....	171
ANEXO VI: Bofedales de la Provincia de Candarave (A y B).....	172
ANEXO VII: Mapas de los Bofedales	174
ANEXO VIII: Corredor turístico propuesto para Tacna.....	179

RESUMEN

La comunidad de Huaytire de la provincia de Candarave sufrió el impacto ambiental de la actividad minera y la variabilidad de los factores climatológicos. El primero utiliza las aguas subterráneas a través de la instalación de pozos y el segundo se manifiesta con una tendencia a llover menos en los últimos años y una fuerte radiación solar en la zona.

Los resultados muestran que el área de cobertura vegetal alcanza tan solo el 3,59 %; en tanto que el 96,41 % corresponde a cobertura sin vegetación. La caracterización química del suelo indica que el pH es ácido con poca materia orgánica y con una textura de suelo franco arenosa. El análisis químico del agua muestra una clasificación C1-S1, el mismo que se interpreta como aguas de bajo peligro de salinidad.

Así mismo con la finalidad de conocer la diversidad biológica del centro poblado de Huaytire y anexos, se ejecutó la evaluación de la diversidad vegetal, mamíferos, reptiles, aves, peces y capacidad de carga de los bofedales evaluados. La recolección de muestras biológicas se realizó entre febrero y diciembre 2012. Las muestras fueron prensadas, fijadas y conservadas según sea el tipo de la biota.

Los transeptos para evaluar la vegetación fue cada 50 m del punto definido. Los muestreos de peces fue mediante el uso de aparejos de pesca según los sectores acuáticos evaluados, siendo el esfuerzo de muestreo promedio de dos horas de pesca por día.

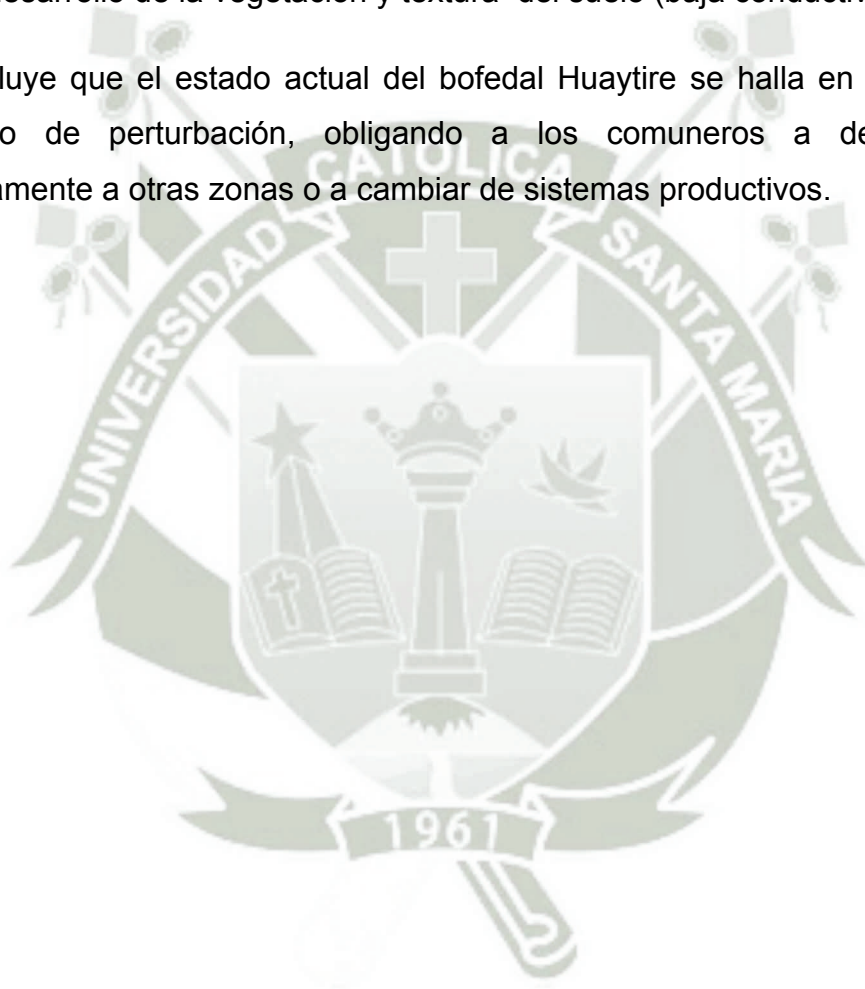
El procesamiento de datos para cada grupo biológico estuvo orientado a obtener información de la riqueza de especies, diversidad, abundancia, calidad del agua y curvas de acumulación de especies.

Los resultados indican que existe una diversidad de moderada a pobre de especies por grupo evaluado; observándose dominancia por parte de algunas especies como es el caso de *Festuca orthophylla*, *Parastrephia quadrangularis*, *Distichia muscoides*, y *Oxychloe andina*; quienes son

abundantes dentro de la diversidad florística; del mismo modo ocurre para el grupo de mamíferos donde *Llama pacos* “alpaca” es dominante sobre el resto de animales. Para el caso de la avifauna fue *Phoenicopterus chilensis* “parihuana” la más abundante y en peces *Orestias agassii* “Carachi” es la especie mejor representada.

En relación a los parámetros fisicoquímicos del agua, los resultados muestran promedios que indican que la calidad química del agua es óptima para el desarrollo de la vegetación y textura del suelo (baja conductividad).

Se concluye que el estado actual del bofedal Huaytire se halla en un estado avanzado de perturbación, obligando a los comuneros a desplazarse definitivamente a otras zonas o a cambiar de sistemas productivos.



ABSTRACT

Huaytire community Candarave province suffers the environmental impact of mining activity and variability of climatic factors. The first uses groundwater through the installation of wells and the second is manifested by precipitation to rain less in recent years and strong solar radiation in the area.

The results show that the area of vegetation reaches only 3.59%, while 96.41 % are without vegetation coverage. The soil chemical characterization indicates that the pH is acidic with low organic matter and with a sandy loam texture. Chemical water analysis shows a classification C1-S1, it is interpreted as a danger under water salinity.

Likewise, in order to meet biodiversity Huaytire village center and annexes, was conducted evaluating plant diversity, mammals, reptiles, birds, fish and capacity of the wetlands assessed.

The sample collection was carried out between March 2011 and November 2012. The samples were pressed, fixed and preserved according to the type of biota. The transects to assess vegetation was every 50 m from the point defined. The fish sampling was using fishing gear as water sectors evaluated, sampling effort being average of two hours of fishing per day.

Data processing for each biological group was designed to obtain information on species richness, diversity, abundance, water quality and species accumulation curves.

The results indicate a moderate diversity of species assessed group; observed dominance by certain species such as *Festuca orthophylla*, *Parastrephia quadrangularis*, *Distichia muscoides* and *Andean Oxychloe*, who are plentiful in floristic diversity, the same so true for the group of mammals where *Llama pacos* "alpaca" is dominant over the other animals. In the case of birds was *Phoenicopterus chilensis* "parihuana" the most abundant and fish *Orestias agassi* "Carachi" is the species best represented.

In relation to the physicochemical parameters of the water, results show averages indicating that water chemistry is optimal for the development of vegetation and soil texture (low conductivity).

We conclude that the current state of Huaytire wetland is in a state of shock, forcing villagers to move permanently to other areas or change production systems.



INTRODUCCIÓN

En la zona de la comunidad de Huaytire y anexos de la provincia de Candarave del departamento de Tacna, la actividad minera utiliza las aguas subterráneas a través de la explotación de pozos, así mismo las tendencias de los factores climatológicos como la escasa precipitación y la elevada evapotranspiración; han determinado que grandes áreas de bofedal se pierdan reduciéndose de este modo las zonas de pastoreo de la comunidad. Al parecer no se ha tenido en cuenta los volúmenes de agua necesarios para asegurar el mantenimiento de estos ecosistemas. Debido a esto los manantiales se han secado, ocasionando que parte de los bofedales de la comunidad de Huaytire, entren en un progresivo proceso de desertificación, lo que a su vez provoca la reducción de los hatos de camélidos y también un cambio en la actividad productiva de los comuneros del lugar.

El término “bofedal” es muy usado en Perú, Bolivia y Chile. Se utiliza para identificar a un tipo de ecosistema especial. Estos países poseen tierras altas donde se encuentra una vegetación natural siempre verde, suculenta, de elevado potencial forrajero y con suelo permanentemente húmedo apto para el pastoreo principalmente de alpacas. Estos escenarios naturales son hábitats húmedos con agua permanente abastecidos de diferentes fuentes como manantiales, agua de deshielo, ríos y lluvia.

Están ubicados y distribuidos en forma dispersa en toda la cordillera de los andes por encima de los 3,800 m. Se caracterizan por ser extremadamente productivos, el forraje natural que producen es un recurso valioso básico que sirve de sustento permanente de importantes poblaciones ganaderas domésticas y silvestres. Ecológicamente, frente a la gran extensión de vegetación xerofítica cada vez más escasa con tendencia a la desertización, son oasis con vegetación siempre verde que sirven de refugio apropiado para mantener una sobresaliente biodiversidad de flora y fauna.

El desconocimiento de la importancia socioeconómica y ecológica, y el mal manejo de los bofedales están conduciendo a un deterioro acelerado de estos ambientes dinámicos y frágiles. La fragilidad de estos ecosistemas está asociada a causas naturales como sequías extremas, alta irradiación, fuertes vientos y grandes amplitudes térmicas, pero también es acelerada por la intervención humana (agricultura, sobrepastoreo, minería a cielo abierto, etc.). Estos ecosistemas son esenciales para el funcionamiento de las pequeñas cuencas hidrográficas andinas y proporcionan refugios temporales para aves migratorias, mamíferos como alpacas, llamas, ratones y vizcachas (Caziani & Derlindati 1999). En la actualidad también se los valoriza como recarga de acuíferos, mitigación de inundaciones y erosiones, retención, transformación y remoción de sedimentos, nutrientes y contaminantes, reciclado de la materia orgánica y reservas de agua.

Los bofedales constituyen recursos muy importantes para la economía pastoril del Altiplano de la zona sur del Perú. Son componentes críticos de los sistemas de producción pastoril por su cualidad de proveer forraje durante todo el año. En zonas donde la precipitación pluvial es unimodal, con una época húmeda y una seca muy marcada, el forraje de otras fuentes solo está disponible con la calidad suficiente durante la época húmeda, siendo los bofedales, por tanto, la única fuente de forraje con calidad apropiada para la alimentación animal durante la época seca.

CAPITULO ÚNICO

RESULTADOS

1. CONSIDERACIONES GENERALES DE LA ZONA DE ESTUDIO: COMUNIDAD DE HUAYTIRE

1.1. Puna Xerofítica

La comunidad de Huaytire se ubica dentro de la región biogeográfica de puna xerofítica, de gran extensión en el centro de los Andes, se distribuye fundamentalmente en el centro-sur del oeste de Bolivia y en el noroeste de Argentina, con extensiones menores en zonas adyacentes del suroeste de Perú y noreste de Chile. Ocupa un rango altitudinal muy amplio, que va desde unos 2.000 m. en los valles altos orientales o prepuna, hasta más de 6,000 m. en los altos nevados y volcanes de la cordillera andina occidental. Incluye la gran meseta del Altiplano andino, que con una altitud promedio de 3650 m., y situada en la zona más ancha de toda la cordillera de los Andes, constituye una de las mayores altiplanicies de la Tierra, similar a la de Tíbet en el Himalaya. Esta región comprende al Complejo de Humedales Altoandinos con sistemas fluvio-glaciares y fluvio-lacustres mayoritariamente macromineralizados, de cabeceras de cuencas endorreicas (Figura 1).

Desde el punto de vista geológico, y en el área cubierta por el presente estudio, la Puna Xerofítica incluye las siguientes unidades:

- La Cordillera Occidental, extendida a todo lo largo de la frontera entre Bolivia y Chile, prolongándose hacia el norte en el suroeste de los Andes de Perú. Esta cordillera es casi totalmente volcánica, con extensos afloramientos de rocas volcánicas originadas en la era terciaria (mioceno-plioceno) en episodios volcánicos de tipo explosivo, con predominio de rocas ignimbríficas. Emergiendo de la

alta superficie volcánica constituida por estas ignimbritas, se elevan numerosos conos volcánicos (estratovolcanes) más recientes (pleistoceno-holoceno), que constituyen las principales cumbres y nevados de la Cordillera Occidental.

- En medio de ambas cordilleras, se extiende la amplia meseta del altiplano, correspondiente a una depresión intra-andina rellena por sedimentos de las eras terciaria y cuaternaria. En esta meseta, predominan los sedimentos de origen fluvio-lacustre (limos, arcillas, evaporitas) y eólico (arenas), con afloramientos de pequeñas serranías dispersas constituidas por areniscas y conglomerados de la era terciaria o más antiguos. En el altiplano, se encuentran además lagos salados, salinas, vegas y bofedales, siendo los mayores de Sudamérica, con importantes depósitos de sales de sodio, potasio, boro, arsénico y litio.

Al estar situada latitudinalmente en el área de influencia del cinturón de altas presiones subtropicales, el clima de la puna xerofítica es marcadamente estacional, con una época seca muy intensa, que se acentúa notablemente hacia el sur y hacia el oeste. Predominan los bioclimas xéricos secos y semiáridos, presentándose bioclimas pluviestacionales subhúmedos o localmente húmedos, tan solo en las altas montañas del centronorte de esta provincia. Sin embargo, las altas cordilleras hacia el suroeste, en la zona de confluencia o frontera entre Bolivia, Chile y Perú, son excepcionalmente secas, con bioclimas xéricos hasta las cumbres. La vegetación de la puna xerofítica está notablemente diversificada, presentando varios ecosistemas restringidos a esta provincia. Entre ellos se destacan los grandes salares del altiplano, que son probablemente los ecosistemas salinos de alta montaña más extensos de la tierra, con flora endémica muy peculiar, y las altas cabeceras de valle o Prepuna, con una flora xerofítica rica en elementos endémicos restringidos, principalmente en familias como cactáceas, leguminosas, zigofiláceas

y asteráceas. En conjunto, la flora de la puna xerofítica tiene numerosos elementos exclusivos de ella.

Las principales unidades de vegetación y sus combinaciones florísticas características de la puna xerofítica son:

a. Pajonales subnavales de la Puna xerofítica:

Deyeuxia crispa, *D. deserticola*, *D. breviaristata*, *Poa gilgiana*, *Festuca orthophylla*, *Azorella compacta*, *Pycnophyllum molle*, *Senecio scorzoneraefolius*, *S. puchii*, *S. neeanus*, *Werneria aretioides*, *W. lycopodioides* y *Nototriche turritella*

b. Bosques altoandinos de la Puna xerofítica:

Polylepis tarapacana y *Polylepis rugulosa*.

c. Matorrales altoandinos de la Puna xerofítica:

Festuca orthophylla, *Parastrephia lepidophylla*, *P. quadrangularis*, *P. lucida*, *Azorella compacta*, *Werneria aretioides*, *Deyeuxia crispa*, *Baccharis incarum*, *Chersodoma jodopappa*, *Senecio graveolens*, *S. rosmarinus*, *Opuntia ignescens* y *Adesmia spinosissima*

d. Herbazales anuales altoandinos de la Puna xerofítica:

Tarasa tarapacana, *Muhlenbergia peruviana*, *Munroa andina*, *M. decumbens*, *Montiopsis modesta*, *Chondrosomum simplex*, *Schkuhria multiflora*, *Tagetes multiflora*, *Gomphrena umbellata* y *Astragalus pusillus*.

e. Pajonales higrofiticos altoandinos de la Puna xerofítica noroccidental:

Werneria weddellii, *Deyeuxia curvula*, *Calamagrostis sp* y *Festuca humilior*

f. Bofedales altoandinos de la Puna xerofítica:

Puccinellia frigida, Oxychloe andina, Arenaria rivularis, Scirpus deserticola y *Distichia muscoides*

g. Vegetación acuática y palustre altoandina de la Puna xerofítica:

Zannichellia andina, Lilaeopsis macloviana, Ranunculus uniflorus, Myriophyllum quitensis, Potamogeton filiformis y *Elodea potamogeton*.

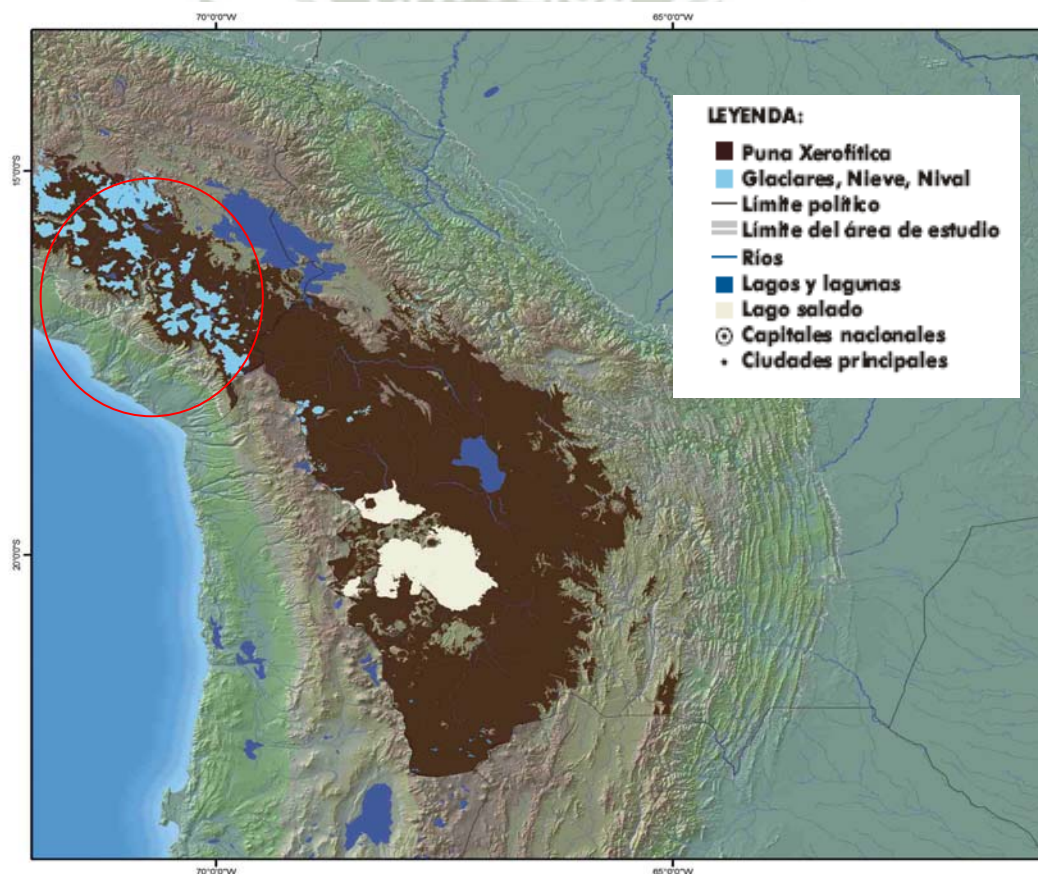


Figura 1. Región Biogeográfica de la Puna Xerofítica

Fuente: SGCA: Martínez, J. 2009

1.2. Caseríos de la Comunidad de Huaytire

La evaluación de la comunidad de Huaytire estuvo conformada por cinco caseríos distribuidos dentro del área de estudio (Tabla 1), donde se reconocieron cinco bofedales con características similares entre ellos. Geográficamente están ubicados en la cuenca de locumba que pertenece a la provincia de Candarave y departamento de Tacna.

Tabla. 1: Puntos de Muestreo en la zona de Huaytire y anexos

Caseríos (Bofedales)	Característica	Coordenadas		Altitud (m)
		E	N	
	<i>Asociación vegetal</i>			
B1	Huaytire: bofedal con aguas claras	353978.35	8132496.21	4 475
B2	Surapata: bofedal y pajonal con aguas turbias	358524.88	8130049.58	4 470
B3	Chauillapujo: bofedal con aguas claras	352109.15	8134110.09	4 536
B4	Livicalani:bofedal con aguas claras	356405.51	8136321.13	4 533
B5	Jacopunco: bofedal con aguas ligero turbias	367953.94	8137638.15	4 575

1.3. Comportamiento social de la comunidad de Huaytire

1.3.1. Dinámica Poblacional

Las familias de pastores que viven en la zona alto andina de Huaytire han creado durante generaciones formas de vida complejas que están estrechamente relacionadas a las condiciones severas del medio. Por tratarse de un ecosistema frágil de pastos en puna húmeda, estos grupos humanos optaron por un asentamiento disperso y con baja presión demográfica humana y animal sobre los recursos naturales, logrando un uso sustentable de los mismos.

1.3.2. Migración

La naturaleza de los pastores de puna es su desplazamiento permanente y estacional de su población. Pero el movimiento demográfico que en los últimos 30 años se viene produciendo en la zona bajo estudio, tiene características diferentes. Es una migración masiva hacia la zona quechua y yungas y sobre todo en busca de pastos o de alimentos que complementen su dieta. Sin embargo, en la zona que venimos estudiando en los últimos 30 años se ha producido un agudo proceso de migración hacia zonas urbanas de los departamentos de Moquegua y Tacna. Esta migración tiene características particulares, porque las familias propietarias de las tierras con pastos y bofedales, se desplazan a los centros urbanos donde se asientan definitivamente, pero continúan manteniendo sus derechos, por eso uno de sus miembros vuelve temporalmente a la zona para controlar el ganado familiar dejado al cuidado de un pastor.

1.3.3. Sistemas de Producción

En el área de estudio situada a 4.600 msnm, la ganadería constituye en la actividad principal de los pastores de la puna alta. Igual que sus antepasados han encontrado respuestas adaptativas al medio geográfico mediante el conocimiento, manejo y uso especializado de los camélidos sudamericanos. También participan del *comercio interzonal*, en el cual los camélidos juegan un rol fundamental.

Complementariamente con el pastoreo realizan una amplia gama de actividades como el trabajo asalariado temporal.

1.3.4. El pastoreo

Se trata de un pastoreo extensivo, con un promedio de 600 a 800 cabezas de ganado por estancia, dependiendo del área de pastos y bofedales que dispongan. El pastoreo es de camélidos: alpacas y

llamas. La demanda por la fibra de alpaca y la desvalorización de la llama como animal de carga y transporte, ha llevado a que en los rebaños las alpacas se conviertan en la especie más importante.

La fibra y la carne de los camélidos son los productos que al ser trocados o comercializados les permiten obtener productos agrícolas de los valles, y productos manufacturados industrializados así como para el pago de las pensiones de sus hijos que estudian fuera de este ámbito.

Cada familia, posee en propiedad familiar un rebaño de ganado compuesto de llamas y alpacas. Este rebaño se constituye en base al ganado tanto de aquel de propiedad de la familia propietaria de la tierra como al de la familia de pastores sin tierra. En el interior del rebaño todavía hay una subdivisión de propiedad, pues cada miembro de la familia es dueño de un número determinado de animales. Todo el ganado está mezclado, pero cada uno de ellos tienen sus señales particulares de acuerdo al código de sus respectivos dueños, quienes los marcan en una ceremonia especial en el mes de diciembre.

En la actividad ganadera participa toda la familia, realizan las tareas que demanda esta actividad, aunque exista división del trabajo de acuerdo a la edad y sexo. Son los niños, adolescentes y ancianos que se ocupan mayormente del pastoreo en los campos. En la zona de Japopunku, en la actualidad el pastoreo se realiza sólo en las áreas correspondientes a cada estancia. Lo que es posible por los bofedales que permanecen con pastos verdes durante todo el año.

La época donde se concentra la mayor actividad y que demanda de gran cantidad de mano de obra corresponde al período de lluvias - diciembre a abril-, momento de la parición, apareamiento, esquila, curaciones, marcación del ganado y de las fiestas y ceremoniales. En este período retornan las familias que viven en otros sitios, o algunos de sus miembros que han migrado temporalmente.

Es el volumen del ganado y de las tareas a realizar las que imponen el retorno temporal de la población que ha migrado, pues, las familias no utilizan mano de obra asalariada, sólo cuentan con la que les brinda su familia y la reciprocidad de compadres y/o amigos o la de sus pastores que realizan algunas de estas tareas en compensación al uso de los pastos.

Este manejo que permite a las familias vivir de la crianza de sus camélidos, en la zona bajo estudio no es tan minucioso como el de otras comunidades de pastores en Puno o Moquegua estudiadas por Flores Ochoa 1977, Nachtingall 1966, Palacios 1977, etc. Posiblemente la migración haya determinado cambios y nuevas adaptaciones. Sin embargo, es aún un manejo efectivo del ganado y del medio, constituyendo como dice Raúl Guerrero Lara (1986) "una excelente respuesta adaptativa de los grupos humanos a este difícil medio geográfico".

1.3.5. Intercambio comercial

Como vemos la población puede subsistir en un medio tan agreste gracias al uso racional y especializado de los camélidos andinos: alpacas y llamas. Esta especialización producción de fibra y carne se complementa con una red de intercambio comercial con agricultores de los valles cercanos de la vertiente occidental y oriental de los Andes y con comerciantes. Estos dos aspectos: especialización e intercambio comercial a base de los camélidos constituyen la estructura de la economía en esta zona, sin embargo esta estructura debido a la migración de los jóvenes se va modificando.

Antes de que se construyeran las carreteras que unen a la zona con las ciudades de la costa o los valles o la transoceánica, los pastores viajaban con sus rebaños de llamas cargados de fibras, charqui, cuerdas, bolsas, frazadas hacia los valles de Tarata, Sama, Moquegua y Puno para trocar, vender/comprar y así proveerse de productos

agrícolas. Estos viajes duraban cerca de dos meses. En la actualidad las carreteras que permiten la movilización a través de camiones han terminado con esa actividad.

Los pastores esquilan a la mitad de su ganado adulto en los meses de lluvia -que son más calurosos- y la otra mitad la conservan para el próximo año, esto lo hacen como medida de prevención. La fibra esquilada la guarda en depósitos especiales, y van comercializando poco a poco de acuerdo a sus requerimientos domésticos. Las ventas grandes se realizan durante agosto en las ferias de Santa Rosa y Mazo Cruz en Puno o a la de Candarave en Tacna, a donde se desplazan tanto hombres como mujeres a comercializar la fibra de sus animales, con los acopiadores de este producto para las grandes casas exportadoras, las que luego la comercializaran en el mercado internacional.

Durante el resto del año venden en pequeñas cantidades, en ferias locales cercanas como la de Huaytire o a los comerciantes ambulantes que los visitan en sus estancias.

Los precios fluctúan de acuerdo a la oferta y demanda del mercado internacional. Según nuestros informantes la libra de fibra estuvo a S/ 15 soles, en agosto-septiembre del año pasado. Si tomamos en cuenta que cada alpaca en dos años produce 3 a 4 libras y ellos trasquilan un promedio de 50 alpacas anuales, tenemos que producen un promedio de 200 libras, obteniendo un ingreso anual, por familia, de 1200 soles, óseo alrededor de 600 dólares anuales.

La venta de carne en forma de charqui o fresca también es una forma de usar el ganado, aunque las familias se limitan a matar sólo los animales viejos, machos o hembras estériles. Los mercados urbanos a los que se destinan esta carne prefieren la de animales tiernos, presionando de esta manera al manejo tradicional que prioriza la producción de lana.

En estos últimos años ha aparecido la modalidad de comercialización de los "camiones ferias". Son acopiadores que se movilizan con camionetas por toda la zona, visitan todos los fundos y compran en pequeñas cantidades de 15 a 20 libras de fibra a cada familia, además de carne fresca. Paralelamente comercializan productos agrícolas y manufacturados, que son adquiridos por las familias, las que ya no necesitan desplazarse hacia otras zonas.

1.4. Acceso y uso de los recursos naturales

1.4.1. Acceso a la tierra

La propiedad y tenencia de la tierra varía en las zonas de estudio. En Japopunku, predomina la propiedad privada y la parcelación sobre la tierra. En el área de Huaytire la gestión de los recursos es aún comunal, pero con parcelación privada de pastos y bofedales. Las familias de pastores sin tierra, que viven en esta zona acceden al uso de los pastos a través de la prestación de servicios a los dueños de la tierra. Estos contratan los servicios de un pastor, para que le cuide sus rebaños, a cambio les permiten que pasten su ganado en sus tierras. Viniendo dos veces al año a controlar a los pastores, a contar y marcar las crías, realizar curaciones.

1.4.2. Propiedad y uso del agua

Otro recurso de suma importancia en la crianza de camélidos, es el uso y manejo del agua tanto superficial como subterránea. Debido a que las alpacas necesitan de zonas húmedas para desarrollar una buena calidad de fibra. De ahí que los criadores realicen un manejo eficiente del agua de los manantiales para mantener adecuadamente los bofedales.

Los pastores utilizan los bofedales que existen en la zona gracias a las filtraciones y las aguas que en forma permanente fluye de los manantiales. Usan el agua para mejorar o desarrollar bofedales,

con técnicas rudimentarias de regadío va modificando el ambiente natural y creando pastizales húmedos artificiales. Estas técnicas consisten en abrir pequeñas zanjas (Figura 2) en forma de zigzag en los terrenos con pastos naturales vecinos a los manantiales o a otros bofedales por donde derivan el agua para inundar pequeñas áreas, a las que mantienen con agua corriente en forma permanente y abundante. Son aproximadamente siete años como mínimo los que necesita un pastor para que se forme vegetación pantanosa.

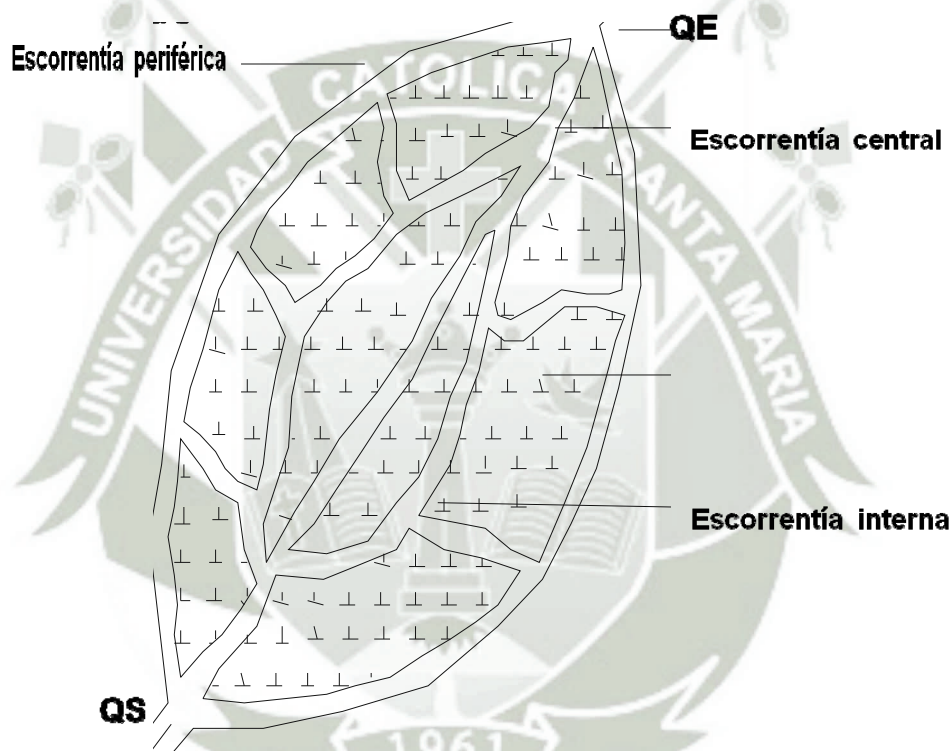


Figura. 2 Sistemas de riego de Bofedales

El agua que brota permanentemente de los manantiales principales y secundarios es "tendida" por los pastores que ocupan o son propietarios de esa área, inundando los bofedales. Una vez cubierta el área de su propiedad éstos dejan que el agua que sobra siga corriendo e inundando los bofedales vecinos, y así sucesivamente, hasta donde alcance el agua. Indudablemente los más favorecidos

son aquellos terrenos y/o bofedales cercanos a las vertientes de agua.

No tienen una organización estable que regule su manejo y uso, las normas del uso de este recurso se rigen por el respeto a las costumbres establecidas. Los conflictos se presentan cuando el volumen de agua disminuye y los de las áreas marginales dejan de recibir los volúmenes de agua necesarios para mantener sus bofedales.

1.4.3. El estado y los derechos de propiedad indígenas del agua

En las zonas altas andinas de los departamentos de Tacna y Moquegua, los pastores de camélidos durante muchos años han gestionado sus recursos naturales, en forma autónoma y soberana. El acceso y uso de los mismos se ha regido a través de normas sancionadas por la costumbre. El Estado ha tenido poca o ninguna injerencia en ello. Con la reforma agraria de 1969, el estado entra al área para reformar la tenencia de la tierra, pero sólo algunas familias se vieron afectadas o beneficiadas por estas medidas.

Lo que sí afectó a los pastores es la legislación de aguas de 1969, donde el Estado asume el control del recurso agua, y establece la propiedad exclusiva del mismo sobre las aguas, tanto superficiales como subterráneas. Es al amparo de esta legislación, que en las décadas del 70-80, la empresa privada y organismos gubernamentales realizaron estudios sobre la potencialidad de los recursos hídricos (aguas subterráneas y lagunas) en esta región, con el objeto de abastecer a las zonas mineras, industriales y urbanas costeñas. Esto marca el inicio de la pérdida del control sobre el vital elemento por parte de los pastores.

De esta manera se da lugar al inicio de cambios fundamentales respecto a la propiedad y a los derechos de uso del agua en los espacios ocupados por comunidades indígenas. Las lagunas, los riachuelos y el agua que emana de los manantiales en su territorio son de su propiedad, y tienen derecho a su uso todas las familias. En el caso de las aguas subterráneas tendrán prioridad los dueños de los terrenos por donde filtra y discurre, los excedentes serán usados por sus vecinos, quienes se la distribuirán de acuerdo a los usos y costumbres establecidas.

El Decreto Ley No. 17752, al modificar la propiedad del agua, permitirá que aquellos proyectos y empresas que son autorizadas para explotar las fuentes de agua, accedan a la posesión del recurso a cambio del pago de un canon anual al estado. Estas al construir los complicados sistemas hidráulicos para derivar el agua de las lagunas o extraer las aguas subterráneas, han ido recreando derechos sobre el agua, lo que les permite su manejo y uso al margen de los derechos de uso idiosincrásicos de las comunidades. Pues no se especifican, ni definen los derechos de posesión y uso de los actores que entran a compartir por el recurso hídrico en las punas altas.

Como vemos, en esta área alto andina del sur del Perú se vienen dando nuevas formas de manejo de los recursos naturales existentes en ella. Han surgido nuevas estructuras de propiedad, posesión y uso de los recursos, sobre todo del agua. Es decir, son nuevas relaciones no sólo de los grupos humanos y el recurso hídrico, sino fundamentalmente entre los pastores que tradicionalmente lo gestionaron y los dueños de las empresas mineras y los proyectos estatales que entran a explotarlo.

En las nuevas relaciones creadas los pastores pasan a ser subordinados respecto a sus derechos sobre los recursos hídricos. Los nuevos usuarios del agua entran a estas zonas a apropiarse del vital elemento sin respetar o tomar en cuenta la institucionalidad

existente en estos espacios. No piden autorización, ni informan sobre las características y alcances del proyecto, y más aún no contemplan acciones que beneficien a estas regiones, para mitigar los efectos negativos que pudieran causar.

Al parecer no los consideran interlocutores pares para iniciar un diálogo que les permita superar los conflictos originados. Estos hechos ocasionan importantes cambios a nivel de las sociedades alto andinas. Sus instituciones tradicionales se debilitan al verse limitadas para resolver el conflicto del uso de los recursos. Los viejos pierden su status, se promueve y acelera el desplazamiento hacia otras áreas, se precipita el cambio de actividades productivas y se produce una desvalorización de esta zona. Esta situación puede ilustrarse a través de la experiencia de la comunidad alpaquera de Huaytire.

1.4.4. La comunidad de Huaytire y la Minería

En el territorio de la comunidad de Huaytire, ubicada en la provincia alteña de Candarave del departamento de Tacna, la empresa *Southern Perú* viene utilizando la laguna Suche y las aguas subterráneas a través de la explotación de siete pozos. El propósito es proveer de agua potable a sus campamentos de Toquepala y Cuajone y a las actividades mineras.

La empresa minera por permiso estatal entra a manejar las principales fuentes del recurso hídrico de la comunidad, sin considerar los volúmenes de agua necesarios para asegurar el mantenimiento de los bofedales. Debido a esto los manantiales se han secado, ocasionando que los bofedales de la comunidad de Huaytire, entre en un progresivo e irreversible proceso de desertificación, lo que a su vez provoca la reducción de sus hatos de ganado.

Cuando la comunidad de Huaytire, propietaria de la laguna Suche, vio afectada su actividad ganadera, recurrió a su capacidad organizativa y

sus miembros crearon una empresa comunal pesquera, con el objeto de criar truchas. Esta nueva estrategia de manejo del medio, garantiza la permanencia de los pastores en la zona.

Para iniciar esta actividad juntaron un capital con los aportes de las familias comuneras. El dinero entregado les dio derecho a un número determinado de acciones, las que en poder de cada familia han quedado fijas, a pesar de los reclamos. Un grupo de comuneros posee la mayor parte de acciones y conducen la empresa comunal. El capital les permite adquirir alevinos de trucha en Juliaca, los que siembran en la laguna y en ciertos períodos salen a pescar con redes. La producción obtenida es vendida en Puno, a comerciantes bolivianos. La ganancia es repartida proporcionalmente a los aportes individuales hechos por los comuneros. De esta ganancia nuevamente se hacen aportes, de reinversión.

Por los signos exteriores (camiones, camionetas, motos, ropa nueva) algunos socios/comuneros han logrado mejorar sus ingresos. En la actualidad ellos plantean ampliar la empresa dotándola de una infraestructura adecuada. Además sienten la necesidad de capacitarse técnicamente en la crianza de truchas y manejo empresarial. También planean diversificar sus actividades, promoviendo el turismo a la región. Estos cambios en las comunidades se relacionan también con la construcción de la carretera transoceánica, que les ha permitido el acceso a centros urbanos de importancia, donde han colocado con rapidez, su producción.

Sin embargo, a los proyectos comunales de ampliación de uso de la laguna se opone la empresa Southern, aduciendo la contaminación de sus aguas. Como vemos la empresa no sólo se ha apropiado de las aguas subterráneas, sino también de la laguna; la cual es gestionada de acuerdo a sus intereses, sin compartir su manejo y uso con los dueños originarios de la misma. La empresa minera no dialoga con los comuneros, no los recibe ni contestan sus memoriales, sus

argumentos son que "ellos pagan un canon al Estado", y que los reclamos de los comuneros deben hacerse con éste. La contradicción con la empresa se agudiza en tanto el Estado no les preste atención.

2. ESTUDIO DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA DE LA COMUNIDAD DE HUAYTIRE

2.1. Diversidad Vegetal

2.1.1. Lista de familias y especies vegetales: Zona de bofedales y laderas Aledañas

Se han registrado un total de 33 especies, los mismos que se presentan agrupados en 3 Divisiones, 4 Clases, 16 órdenes y 16 Familias respectivamente (Tabla N° 2).

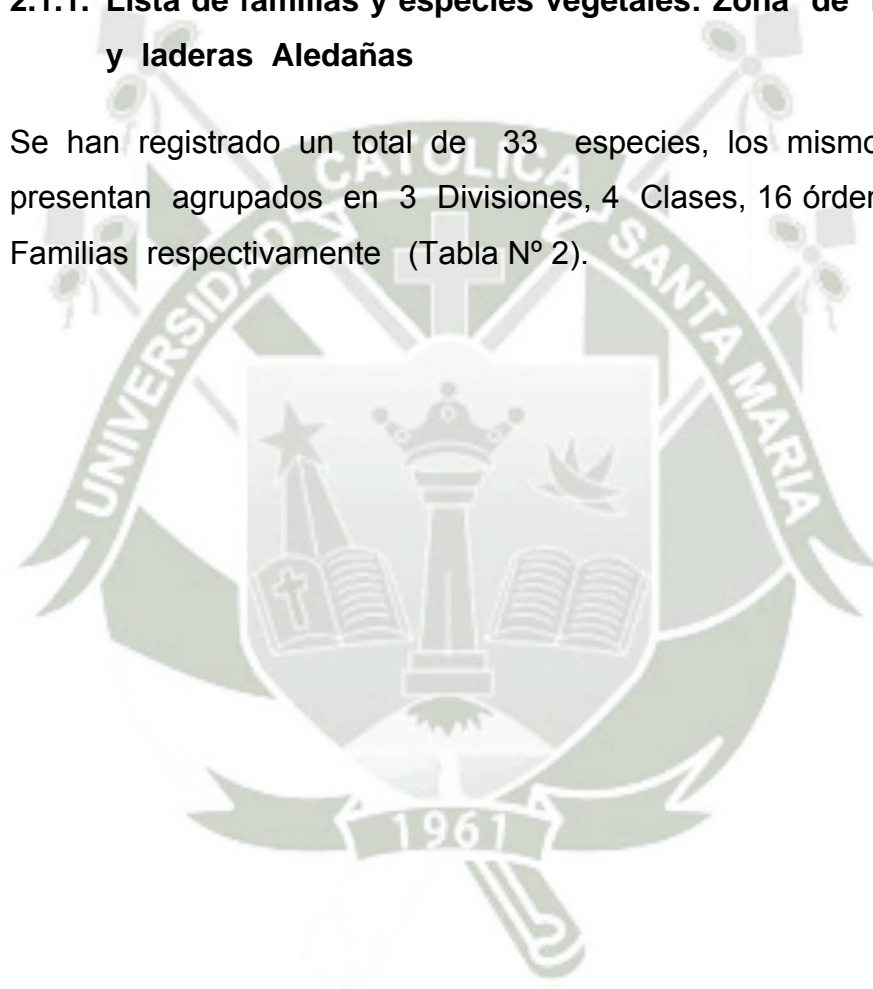


Tabla 2. Ubicación taxonómica de las especies vegetales

División	Clase	Orden	Familia	Especie
MAGNOLIOPHYTA	Liliopsida	Poales	Poaceae	<i>Aciachne acicularis</i>
	Liliopsida	Poales	Poaceae	<i>Calamagrostis breviaristata</i>
	Liliopsida	Poales	Poaceae	<i>Calamagrostis sp.</i>
	Liliopsida	Poales	Poaceae	<i>Calamagrostis ovata</i>
	Liliopsida	Poales	Poaceae	<i>Calamagrostis vicunarum</i>
	Liliopsida	Poales	Poaceae	<i>Festuca orthophylla</i>
	Liliopsida	Poales	Poaceae	<i>Muhlenbergia sp.</i>
	Liliopsida	Poales	Cyperaceae	<i>Carex sp.</i>
	Liliopsida	Poales	Poaceae	<i>Stipa sp.</i>
	Liliopsida	Juncales	Juncaceae	<i>Distichia muscoides</i>
	Liliopsida	Juncales	Juncaceae	<i>Oxychloe andina</i>
	Magnoliopsida	Rosales	Rosaceae	<i>Lachemilla pinnata</i>
	Magnoliopsida	Rosales	Rosaceae	<i>Lachemilla diplophyla</i>
	Magnoliopsida	Rosales	Rosaceae	<i>Tetraglochin cristatum</i>
	Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	<i>Hypochoeris sp.</i>
	Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	<i>Cotula sp.</i>
	Magnoliopsida	Lamiales	Plantaginaceae	<i>Plantago sp.</i>
	Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	<i>Werneria sp.</i>
	Magnoliopsida	Caryophyllales	Caryophyllaceae	<i>Pycnophyllum molle</i>
	Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	<i>Parastrephia quadrangularis</i>
	Magnoliopsida	Apiales	Apiaceae	<i>Azorella compacta</i>
	Magnoliopsida	Apiales	Apiaceae	<i>Lilaeopsis andina</i>
	Magnoliopsida	Apiales	Apiaceae	<i>Lilaeopsis sp.</i>
	Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Adesmia spinosissima</i>
Magnoliopsida	Scrophulariales	scrophulariaceae	<i>Castilleja sp.</i>	
Magnoliopsida	Lamiales	Plantaginaceae	<i>Plantago sp.</i>	
Magnoliopsida	Violales	Violaceae	<i>Viola sp.</i>	
Magnoliopsida	Gentianales	Gentianaceae	<i>Gentiana sp.</i>	
LICHENOPHYTA	Lecanoromicetes	Lecanorales	Acarosporaceae	<i>Acarospora sp.</i>
	Lecanoromicetes	Teloschiastales	Teloschistaceae	<i>Caloplaca saxicola</i>
	Lecanoromicetes	Candelariales	Candelariaceae	<i>Placomaronea sp.</i>
	Lecanoromicetes	Acarosporales	Acarosporaceae	<i>Acarospora sp.</i>
PTERIDOPHYTA	Lycopsida	Isoetales	Isoetaceae	<i>Stylitis sp.</i>

* Identificación de especies en Herbario TAKANA – UNJBG. Tacna 2012.

La distribución porcentual de la vegetación respecto a las clases vegetales de la zona de estudio se observa en la Figura 3. Se aprecia que las Magnoliopsida representan el 52%, las Liliopsida representan el 33%, las Lecanoromicetes alcanzan el 12% y las Lycopsida tan solo el 3%. En la Tabla 3 se muestra el total de especies de la vegetación con sus respectivos porcentajes; 28 corresponden a fanerógamas (17 son Dicotiledóneas (Magnoliopsida) y 11 son Monocotiledóneas (Liliopsida), en tanto que 5 son plantas criptógamas (4 líquenes y una pteridofita).

La evaluación de la vegetación correspondió a la época de seca y húmeda 2012, así mismo en la zona de estudio se observó que en las 12 laderas evaluadas predomina la formación vegetal de tipo pajonal sin animales de pastoreo que consuman esta vegetación.

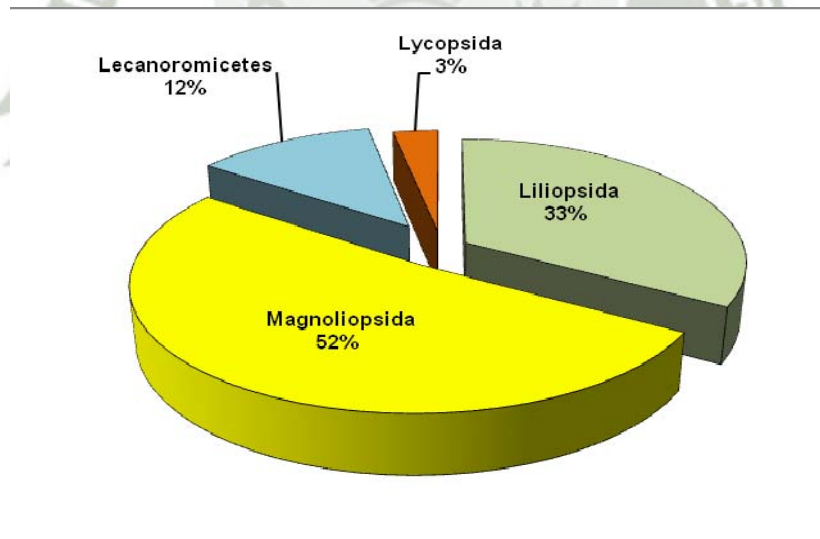


Figura 3. Distribución porcentual de las Clases vegetales

Tabla 3. Número de familias y especies en el área de Estudio

Grupo Vegetal	Familia		Especie	
	N	%	N	%
FANERÓGAMAS				
Magnoliopsida (Dicotyledoneae)	10	58,82	17	51,52
Liliopsida (Monocotyledoneae)	3	17,65	11	33,33
CRIPTÓGAMAS				
Lecanoromicetes	3	17,65	4	12,12
Pteridophyta	1	5,88	1	3,03
Total	17	100	33	100

La distribución porcentual de la presencia de familias se observa en la Figura 4. La dominancia de las familias Poaceae (24%) y Asteraceae (12%); es similar a la que se presenta en otras localidades alto andinas en el Perú y coincide con lo señalado por Gentry (en Brako & Zarucchi, 1993) cuando afirma que las Asteraceae y Poaceae son las familias dominantes y más ricas en especies por encima del límite de los bosques. Estas mismas proporciones han sido halladas por Sánchez (1996) para la jalca del Perú, y Jørgensen & Ulloa (1994) y Luteyn (1996) para el páramo del norte peruano. Así mismo Parra, Torres y Ceroni, 2004 evaluaron la composición florística y la vegetación de la microcuenca del Pachachaca, ubicada al noroeste del Departamento de Huancavelica, realizado entre el año 2001 y 2003. Determinaron 180 especies pertenecientes a 57 familias, donde las familias mejor representadas fueron: Asteraceae, Poaceae y Fabaceae, con 30, 23 y 10 especies. Estos resultados también coinciden con lo determinado en la evaluación vegetal de la zona de Huaytire.

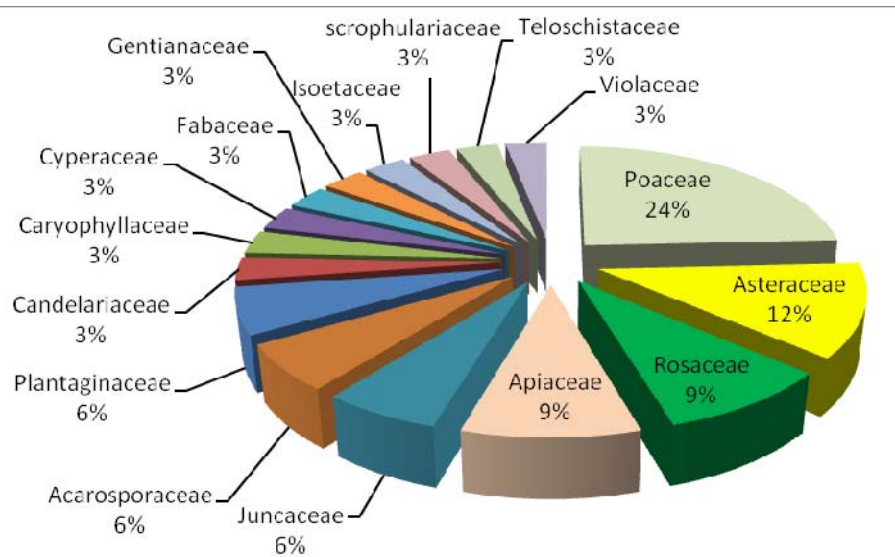


Figura 4. Distribución porcentual de familias vegetales presente Huaytire y anexos

2.2. Formaciones Vegetales

En la zona de estudio se determinó la presencia de diferentes formaciones vegetales con especies dominantes en cada uno de ellos (Tabla 4)(Anexo 2).

A. **Pajonal** (4 470 msnm). Se encuentra en la parte baja. Media y alta de las laderas en zonas de pendiente entre 15 a 50°. Posee una gran densidad de individuos de *Festuca orthophyla* acompañado de arbustos de *Parastrephia quadrangularis* y *Adesmia spinosissima*. Es una de las formaciones vegetales naturales más abundante y fragmentada por las vías de comunicación terrestre a lo largo de la zona de estudio.

B. **Matorral** (4 536 msnm). Formación vegetal constituida por matorrales bajos de menos de 1 m, con pocas especies poco palatables, principalmente por *Parastrephia quadrangularis*. seguido

de *Tetraglochin cristatum*, *Adesmia spinosissima* y *Azorella compacta*. Se encuentra en las zonas de laderas con pendiente entre 20 a 40°, con desplazamientos que llegan hasta los márgenes de los bofedales. En cuanto a la densidad, predominan las tolas.

C. **Pastizal** (4 431 msnm). Formación dominada por herbáceas de la familia Poaceae y Asteraceae, son de porte muy reducido (menor a 2 cm de altura), acompañado de juncáceas pequeñas. Se halla en la parte media y baja de las laderas, en zonas casi planas, cerca a los bofedales. Pertenece a las áreas de pasturas. Sobresalen en esta formación *Aciachne acicularis* como especie dominante con una densidad mayor que sobre el resto de especies, seguido de *Pycnophyllum molle*.

D. **Bofedal** (4 575 msnm). Posee plantas almohadilladas ubicadas en zonas con diferentes grados de humedad del suelo y pendientes entre 0 y 15°. Las especies características son *Distichia muscoides*, *Lachemilla pinnata*, *Lachemilla diplophyla* y *Oxychloe andina* como especie dominante. Esta formación junto con los pastizales y pajonales constituyen áreas de pastoreo de alpacas y llamas en la zona de estudio.

E. **Roquedal** (4435.5 msnm). Formado generalmente por dos grupos de vegetales pequeños como los líquenes y musgos. Tienden a desarrollarse sobre sustratos rocosos llegando alcanzar extensiones amplias cuando las condiciones ambientales son buenas. En la zona de estudio se observa gran cantidad de costras liquenicas del género *Acarospora* sp.

Flores y Granda, 2005; reportan la diversidad florística asociada a las lagunas andinas Pomacocha y Habascocha en Junín (4350 - 4550 m); determinaron que las familias con mayor porcentaje de especies son: Poaceae con 25%, Asteraceae con 24% y Gentianaceae con 6%,

agrupadas en cuatro tipos de vegetación que, en buena medida, es posible diferenciar en función de las formas de vida predominantes y su clara relación con ambientes determinados, siendo las comunidades las siguientes: césped de puna, comunidad de roquedales, Oconales o turbera de *Distichia* y comunidad de hidrófitas. Estas cuatro formas de vida vegetal coinciden con lo observado en la zona de Huaytire y anexos, por tratarse de altitudes muy similares en ambos casos.

2.3. Evaluación de la diversidad florística y cobertura vegetal de los bofedales de Huaytire y anexos.

2.3.1. Determinación del tamaño de la unidad muestral (TUM) por bofedal

Con el propósito de poder determinar el tamaño de la unidad muestral (TUM) por bofedal, se procedió a construir la curva de diversidad / transecto a fin de conocer cuántos de estos son necesarios a tener en cuenta en la evaluación de cada bofedal. Los tamaños de cada bofedal varían de tamaño, por lo que es necesario estimar el esfuerzo hombre en cada lugar y no desperdiciar tiempo en repetir “N” unidades muestrales.

En la Figuras 5 se observa que el número de transectos necesarios por bofedal es tres, de modo tal que en los cinco lugares evaluados, se observa que en el transecto tres la diversidad cae o se mantiene constante (caso del bofedal Livicalani).

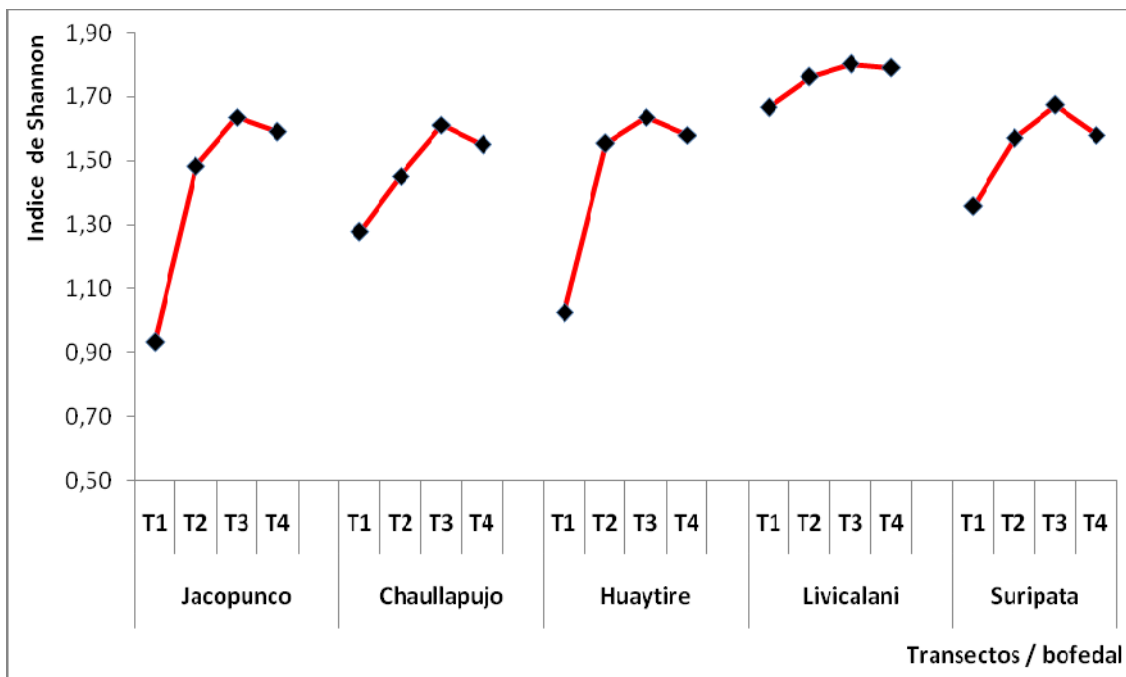


Figura 5. Número de transectos por bofedal: Jacopunco, Chaullapujo, Huaytire, Livicalani y Suripata

2.3.2. Descripción vegetal de cada bofedal evaluado:

A. Bofedal Huaytire

La diversidad florística se observa en la Tabla 4. La evaluación muestra la cantidad de individuos por transecto y su respectiva frecuencia relativa de cada especie.

Tabla 4. Diversidad vegetal del bofedal Huaytire

Especies Vegetales	T1	T2	T3	Total	(%)
<i>Carex sp.</i>	0	0	2	2	0,99
<i>Calamagrostis ovata</i>	5	0	0	5	2,46
<i>Castilleja sp.</i>	1	1	0	2	0,99
<i>Distichia muscoides</i>	23	25	29	77	37,93
<i>Gentiana sp.</i>	1	0	0	1	0,49
<i>Cotula sp.</i>	0	1	0	1	0,49
<i>Lachemilla pinnata</i>	10	7	6	23	11,33
<i>Lachemilla diplophyla</i>	0	1	0	1	0,49
<i>Oxychloe andina</i>	22	1	35	58	28,57
<i>Plantago sp.</i>	5	2	0	7	3,45
<i>Lilaeopsis andina</i>	1	19	0	20	9,85
<i>Stylitis sp.</i>	1	0	0	1	0,49
Área sin vegetación (agua)	0	5	0	5	2,46
TOTAL				203	100

T = transecto

Se determinó 12 especies que componen la vegetación arrosetada del bofedal, se puede apreciar que la mejor representada es *Distichia muscoides* seguida de *Oxychloe andina*. Ambas alcanzan la mayor frecuencia relativa, en tanto que el resto se muestran con porcentajes por debajo del 10%. Las diferentes especies no muestran una distribución homogénea dentro el área evaluada del bofedal tal como se observa en la Figura 6. Se observa que algunas especies están presente en solo un transecto evaluado, mientras que otras por su abundancia están presente en todos.

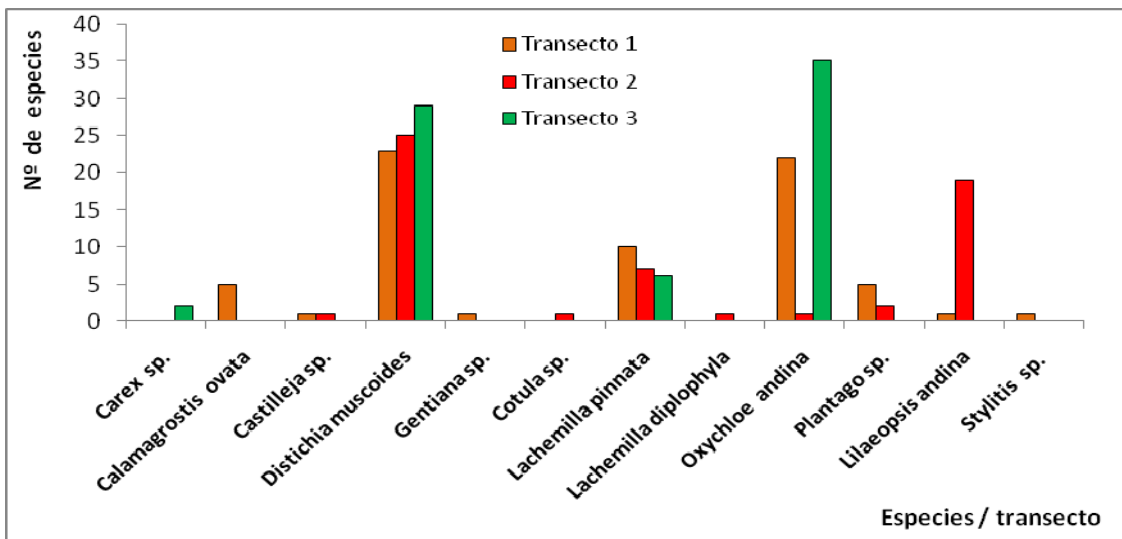


Figura 6. Especies vegetales por transecto evaluado: Bofedal Huaytire

La cobertura vegetal que ocupan las especies se observa en la Figura 7. Es notorio el porcentaje que alcanza *Distichia muscoides* (38,12%) y *Oxychloe andina* (28,71%) convirtiéndose en las dos especies dominantes en este caso. Se aprecia un bajo porcentaje de área sin vegetación (2,48%).

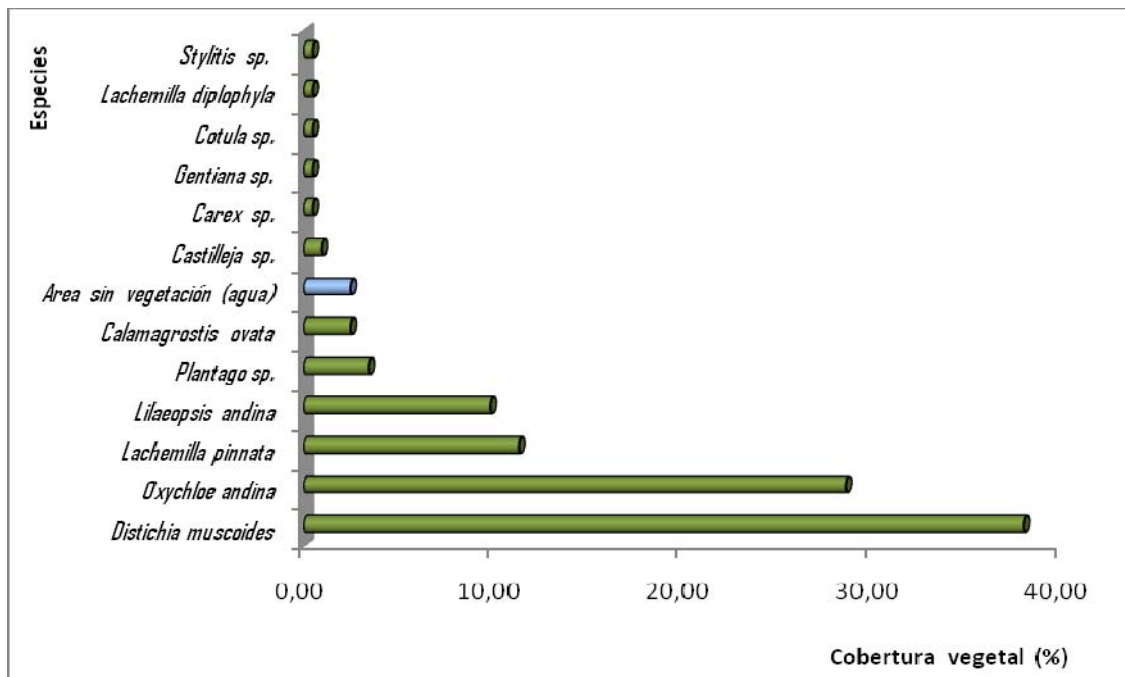


Figura 7. Cobertura vegetal por especie: Bofedal Huaytire

Los índices de diversidad por transecto se muestran en la Tabla 5. Respecto al número de individuos el transecto T3 es quien muestra mayor número seguido de T2. En el caso de la dominancia D se observa que en T3 (0,41) existen especies que se comportarían como dominantes. El índice de diversidad Shannon muestra que en los tres transectos se presenta una baja diversidad. El índice de riqueza de especies Menhinick indica que en los dos primeros transectos hay mayor riqueza, pero en el T3 es pobre; esto último se explica por el hecho que en este punto existe la dominancia de alguna especie.

Tabla 5. Índices de diversidad

Índices	T1	T2	T3
Especies	9	9	4
Individuos	69	62	72
Dominancia_D	0,25	0,28	0,41
Shannon_H	1,64	1,56	1,02
Simpson_1-D	0,75	0,72	0,59
Menhinick	1,08	1,14	0,47

Para medir el grado de similaridad entre los transeptos evaluados se elaboró el dendrograma con datos de presencia–ausencia, para el índice de Jaccard; el mismo que es un estadístico que se usa para comparar la similitud y diversidad de grupos de la muestra.

En la Figura 8 se muestra el dendrograma de similaridad entre los transeptos evaluados en el bofedal Huaytire; los transeptos T1 y T2 presentan una similitud en un 50%, en tanto que el transepto T3 solo es similar en un 30% con los dos anteriores. Este poco parentesco es porque en T3 se presenta en abundancia alguna especie.

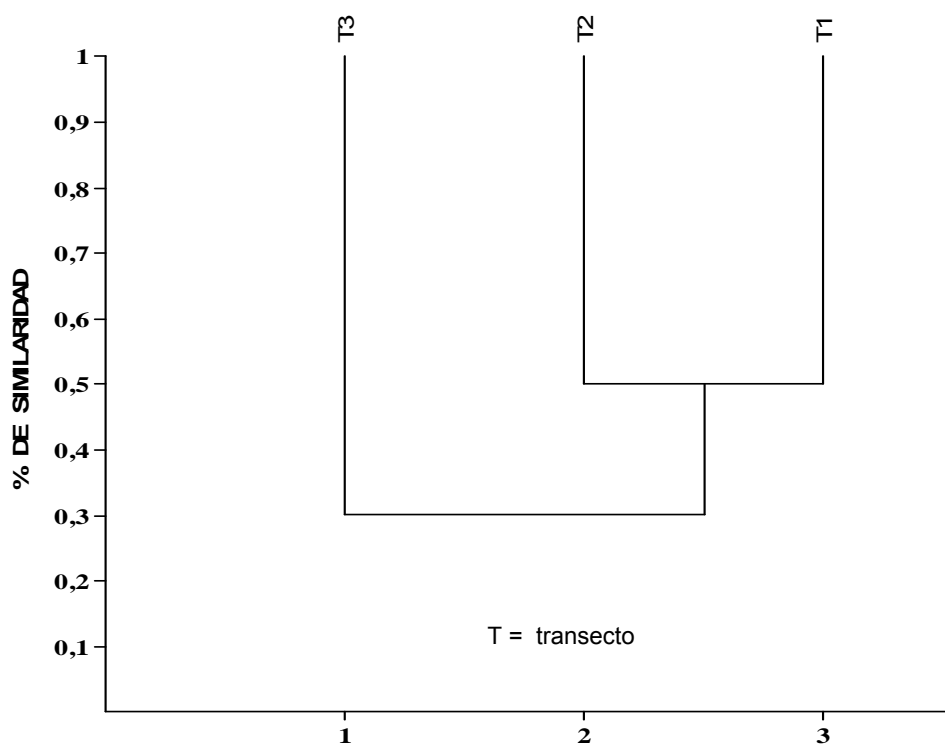


Figura 8. Dendrograma de los transectos del bofedal Huaytire

B. Bofedal Chaullapujo

La diversidad florística se observa en la Tabla 6. La evaluación muestra la cantidad de individuos por transecto y su respectiva frecuencia relativa de cada especie.

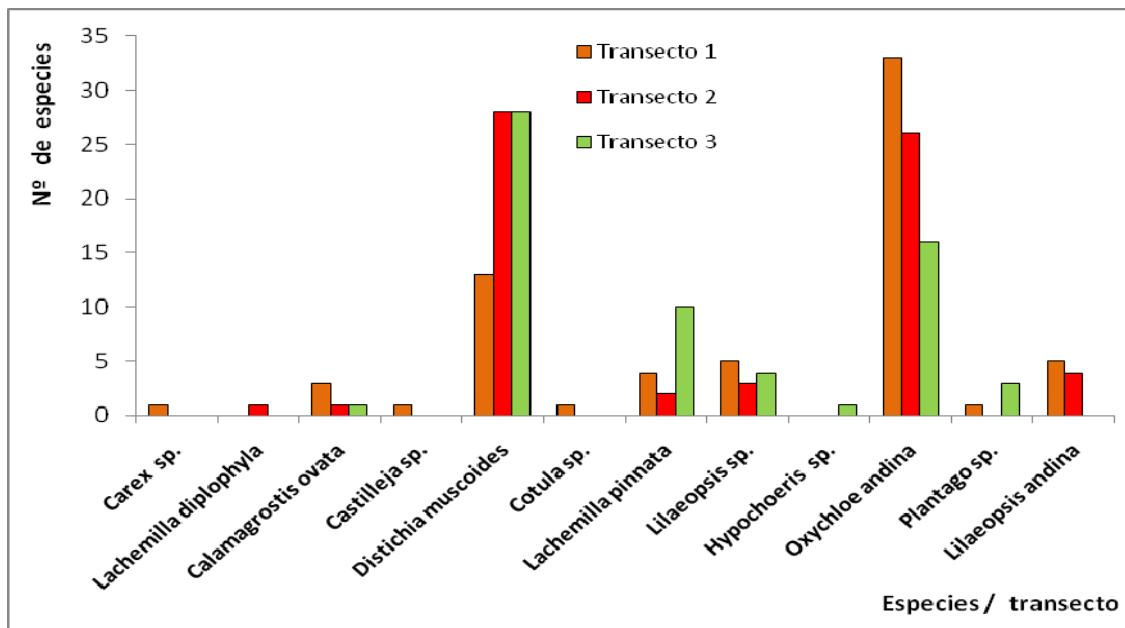
Tabla 6. Diversidad vegetal del bofedal Chaullapujo

Especies vegetales	T1	T2	T3	Total	(%)
<i>Carex sp.</i>	1	0	0	1	0,50
<i>Lachemilla diplophyla</i>	0	1	0	1	0,50
<i>Calamagrostis ovata</i>	3	1	1	5	2,51
<i>Castilleja sp.</i>	1	0	0	1	0,50
<i>Distichia muscoides</i>	13	28	28	69	34,67
<i>Cotula sp.</i>	1	0	0	1	0,50
<i>Lachemilla pinnata</i>	4	2	10	16	8,04
<i>Lilaeopsis sp.</i>	5	3	4	12	6,03
<i>Hypochoeris sp.</i>	0	0	1	1	0,50
<i>Oxychloe andina</i>	33	26	16	75	37,69
<i>Plantago sp.</i>	1	0	3	4	2,01
<i>Lilaeopsis andina</i>	5	4	0	9	4,52
Área sin vegetación (agua)	3	1	0	4	2,01
TOTAL				199	100

T = transecto

Se determinó 12 especies que componen la vegetación del bofedal, se puede apreciar que las especies mejor representada es *Oxychloe andina* seguida de *Distichia muscoides*. El resto muestran porcentajes por debajo del 10%.

La distribución de las especies en el bofedal, es heterogénea, así se observa en la Figura 9. Algunas especies están presentes en solo un transecto evaluado, en tanto que otras están presentes en los tres transectos.



**Figura 9. Especies vegetales por transecto evaluado: Bofedal
Chaullapujo**

La cobertura vegetal que ocupan las especies se observa en la Figura 10. Es notorio el porcentaje que alcanza *Oxychloe andina* (36,76) y *Distichia muscoides* (33,82) siendo las dos únicas especies dominantes. Así mismo se aprecia bajo porcentaje de área sin vegetación, el mismo que corresponde a agua (3,92%).

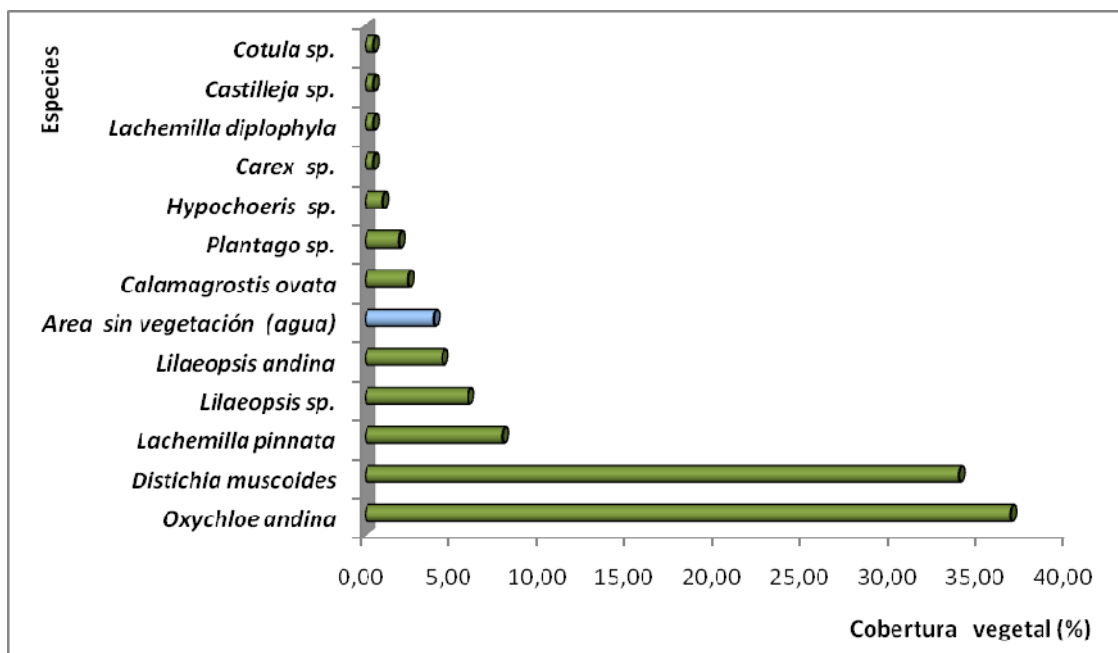


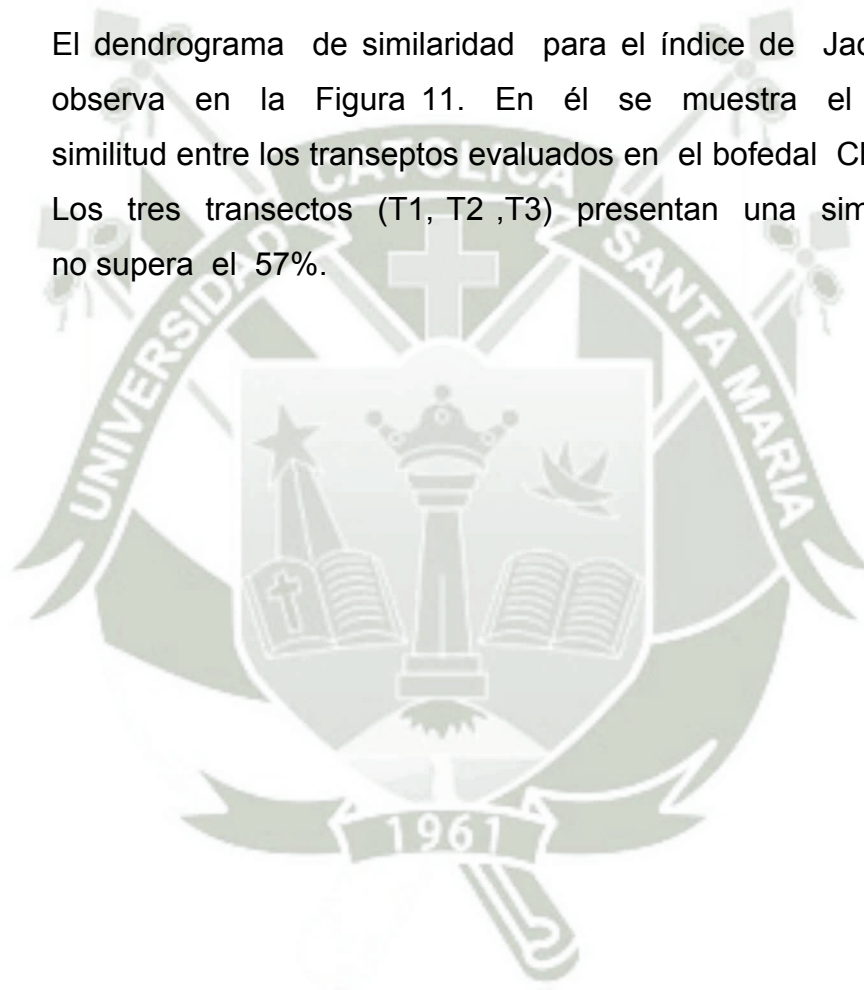
Figura 10. Cobertura vegetal por especie: Bofedal Chaullapujo

Los índices de diversidad por transecto se muestran en la Tabla 7. Respecto al número de especies e individuos el transecto T1 es quien muestra mayores valores. En el caso de la dominancia D se observa que en T2 existe dominancia de algunas especies. El índice de diversidad Shannon indica que en T1 hay mayor diversidad que el resto. El índice de riqueza de especies Menhinick, muestra que en T1 hay mayor riqueza que el resto de transectos.

Tabla 7. Índices de diversidad

Índices	T1	T 2	T 3
<i>Especies</i>	10	7	7
<i>Individuos</i>	67	65	63
<i>Dominancia_D</i>	0,3	0,35	0,29
<i>Shannon_H</i>	1,6	1,28	1,45
<i>Simpson_1-D</i>	0,7	0,65	0,71
<i>Menhinick</i>	1,2	0,87	0,88

El dendrograma de similaridad para el índice de Jaccard se observa en la Figura 11. En él se muestra el grado de similitud entre los transectos evaluados en el bofedal Chaullapujo. Los tres transectos (T1, T2, T3) presentan una similitud que no supera el 57%.



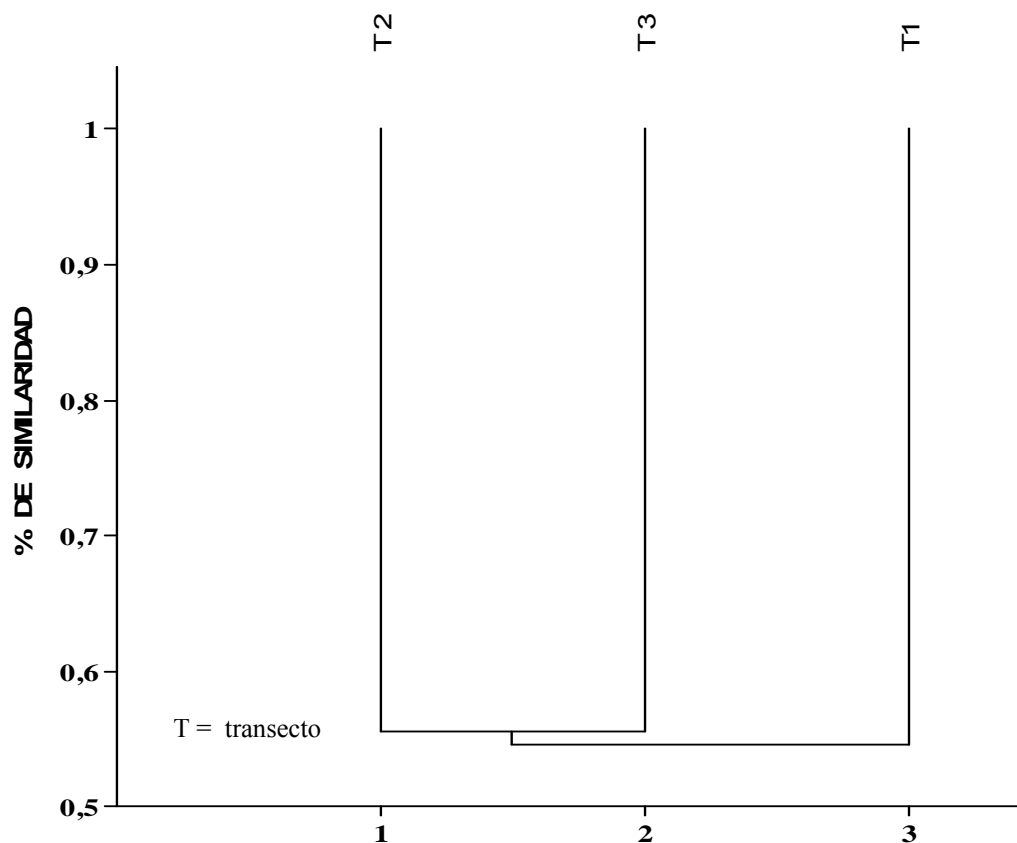


Figura 11. Dendrograma de los transectos del bofedal Chaullapujo

C. Bofedal Jacopunco

La diversidad florística se observa en la Tabla 8. La evaluación de la vegetación muestra la cantidad de individuos por transecto y su respectiva frecuencia relativa de cada especie.

Tabla 8. Diversidad vegetal del bofedal Jacopunco

Especies	T 1	T 2	T 3	Total	(%)
<i>Carex sp.</i>	0	0	1	1	0,60
<i>Calamagrostis ovata</i>	4	0	11	15	8,98
<i>Castilleja sp.</i>	1	0	0	1	0,60
<i>Distichia muscoides</i>	23	41	12	76	45,51
<i>Gentiana sp.</i>	0	1	1	2	1,20
<i>Lachemilla diplophyla</i>	1	3	3	7	4,19
<i>Lilaeopsis sp.</i>	8	4	5	17	10,18
<i>Hypochoeris sp.</i>	0	1	0	1	0,60
<i>Oxychloe andina</i>	4	5	27	36	21,56
<i>Plantago sp.</i>	3	0	1	4	2,40
<i>Lachemilla pinnata</i>	0	0	1	1	0,60
<i>Lilaeopsis andina</i>	0	0	1	1	0,60
Área sin vegetación (agua)	5	0	0	5	2,99
			TOTAL	167	100

T = transecto

Se determinó 12 especies que componen la vegetación del bofedal, se puede apreciar que las especies con mayor frecuencia relativa son *Distichia muscoides* y *Oxychloe andina* y *Lilaeopsis sp.* El resto muestran porcentajes por debajo del 9%.

La distribución de las especies en el bofedal no es homogénea, tal como se observa en la Figura 12. Algunas especies están presentes en solo un transecto evaluado y otras están en todos los transectos.

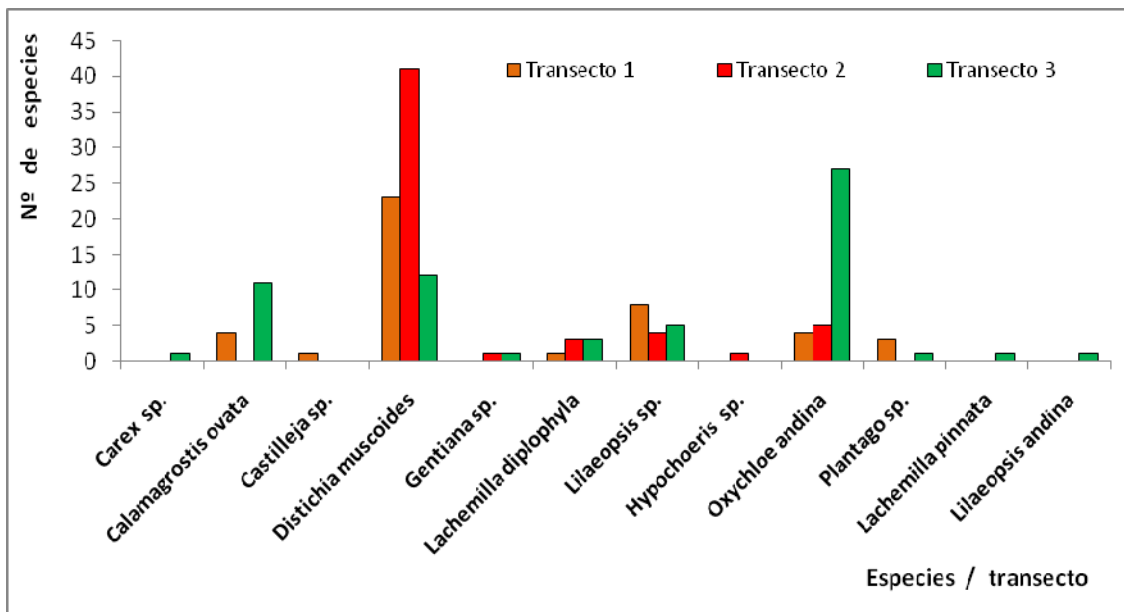


Figura 12. Especies vegetales por transecto evaluado: Bofedal Jacopunco

La *cobertura vegetal* que ocupan las especies se observa en la Figura 13. Es notorio el porcentaje que alcanza *Distichia muscoides* (41,30 %), *Oxychloe andina* (19,57 %) y *Lilaeopsis sp.* (9,24 %). Siendo las dos primeras especies dominantes, así mismo se aprecia un significativo porcentaje de área sin vegetación (10,71 %), el mismo que corresponde a agua.

Los índices de diversidad por transecto se muestran en la Tabla 9. Respecto al número de especies e individuos el transecto T3 es quien muestra mayor valor. En el caso de la dominancia D se observa que en T2 existe dominancia de especies. El índice de diversidad Shannon y el índice Menhinick indican que en T3 hay mayor diversidad y riqueza que en el resto de transectos.

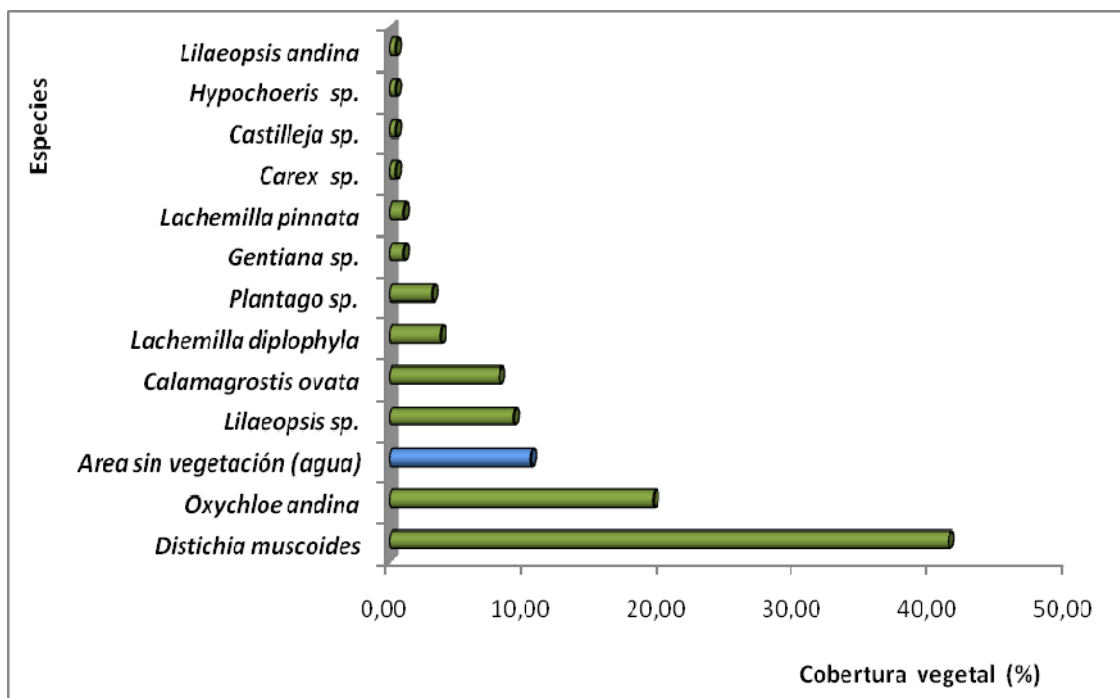


Figura 13. Cobertura vegetal por especie: Bofedal Jacopunco

Tabla 9. Índices de diversidad

Índices	T1	T2	T3
Especies	7	6	9
Individuos	46	55	63
Dominancia_D	0,31	0,57	0,26
Shannon_H	1,48	0,93	1,64
Simpson_1-D	0,69	0,43	0,74
Menhinick	1,03	0,81	1,13

El dendrograma de similitud según el índice de Jaccard, se observa en la Figura 14. En él se muestra el grado de similitud entre los transeptos evaluados. Los transeptos T3 y T1 se parecen en un 60%; en tanto que T2 se semeja con los dos anteriores por debajo del 50%.

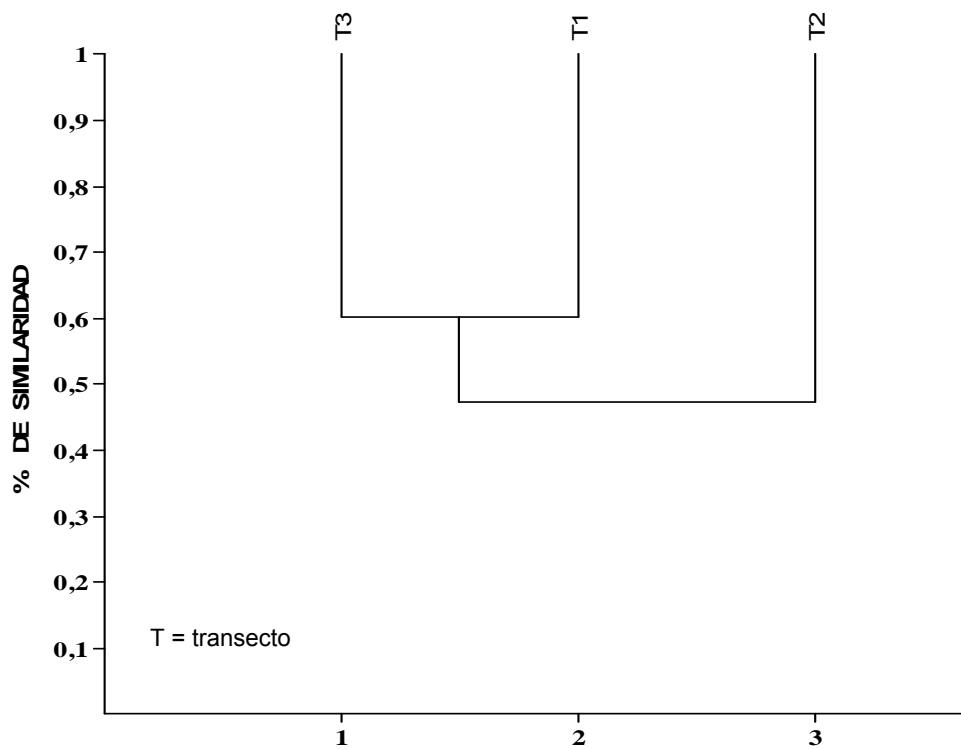


Figura 14. Dendrograma de los transectos del bofedal Jacopunco

D. Bofedal Livicalani

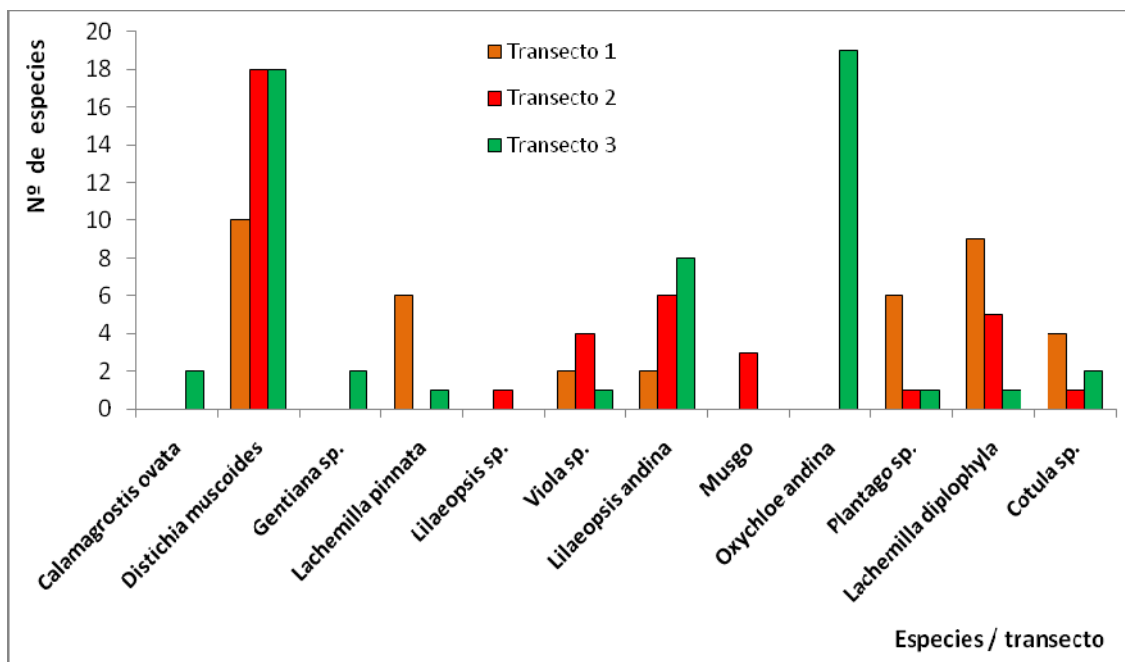
La diversidad florística se observa en la Tabla 10. La evaluación muestra la cantidad de individuos por transecto y su respectiva frecuencia relativa de cada especie. La vegetación del bofedal comprende 12 especies; de las cuales, las de mayor frecuencia relativa son: *Distichia muscoides* y *Oxychloe andina* y *Lachemilla diplophyla*. El resto muestran porcentajes por debajo del 6 %.

Tabla 10. Diversidad vegetal del bofedal Livicalani

Especies vegetales	T1	T2	T3	Total	(%)
<i>Calamagrostis ovata</i>	0	0	2	2	1,47
<i>Distichia muscoides</i>	10	18	18	46	33,82
<i>Gentiana sp.</i>	0	0	2	2	1,47
<i>Lachemilla pinnata</i>	6	0	1	7	5,15
<i>Lilaeopsis sp</i>	0	1	0	1	0,74
<i>Viola sp.</i>	2	4	1	7	5,15
<i>Lilaeopsis andina</i>	2	6	8	16	11,76
<i>Musgo</i>	0	3	0	3	2,21
<i>Oxychloe andina</i>	0	0	19	19	13,97
<i>Plantago sp.</i>	6	1	1	8	5,88
<i>Lachemilla diplophyla</i>	9	5	1	15	11,03
<i>Cotula sp.</i>	4	1	2	7	5,15
Área sin vegetación (agua)	0	3	0	3	2,21
			TOTAL	136	100

T = transecto

La distribución de las especies en el bofedal es irregular, tal como se observa en la Figura 15. Algunas especies están presentes en los tres transectos evaluados y otros solo en un transecto.



**Figura 15. Especies vegetales por transecto evaluado: Bofedal
Livicalani**

La cobertura vegetal que ocupan las especies se observa en la Figura 16. Es notorio el porcentaje que alcanza *Distichia muscoides* (34,07 %), *Oxychloe andina* (13,87 %) y *Lachemilla diplophyla* (10,95 %); Siendo la primera especie dominante sobre el resto. Así mismo se aprecia un bajo porcentaje de área sin vegetación (2,19 %).

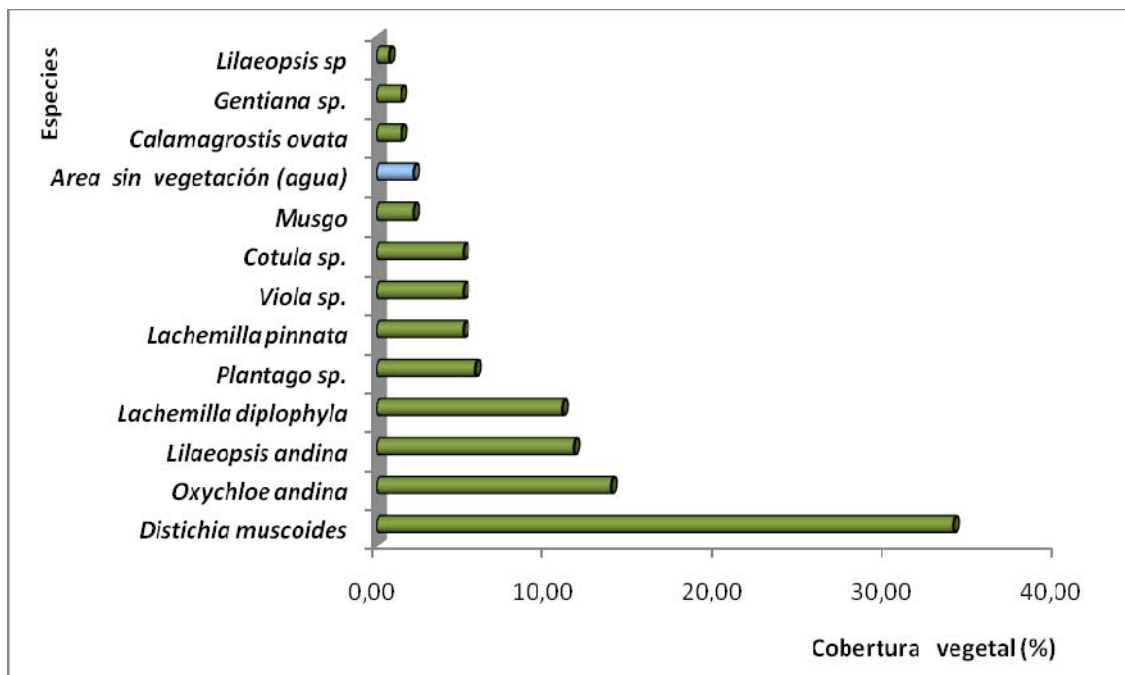


Figura 16. Cobertura vegetal por especie: Bofedal Livicalani

Los índices de diversidad por transecto se muestran en la Tabla 11. Respecto al número de especies e individuos el transecto T3 es quien muestra mayores valores. En el caso de la dominancia D, se observa que en los tres transectos no existe dominancia de especies. El índice de diversidad Shannon indica que en T1 hay mayor diversidad que en el resto de transectos, así mismo es un indicador importante de las oportunidades de desarrollo que tiene cada ser vivo dentro de un área. El índice de riqueza de especies Menhinick, muestra que en todos los transectos hay una riqueza similar, la misma que se puede interpretar como moderada.

Tabla 11. Índices de diversidad

Índices	T1	T2	T3
Especies	7	9	10
Individuos	39	42	55
Dominancia_D	0,18	0,24	0,25
Shannon_H	1,80	1,76	1,67
Simpson_1-D	0,82	0,76	0,75
Menhinick	1,12	1,39	1,35

El dendrograma de similaridad según el índice de Jaccard, se muestra en la Figura 17. Se observa que el grado de similaridad entre los transectos evaluados, hacen referencia que los transectos T3 y T1 se parecen en un 70%; así mismo ambos transectos se asemejan a T2 en un 52 %. Este índice de similaridad entre el estrato en términos de composición florística, indica importantes diferencias entre las tres situaciones bajo estudio. Esta respuesta era esperada ya que cada tipo de transecto presenta un elenco de especies propias que le confieren características fisonómicas peculiares.

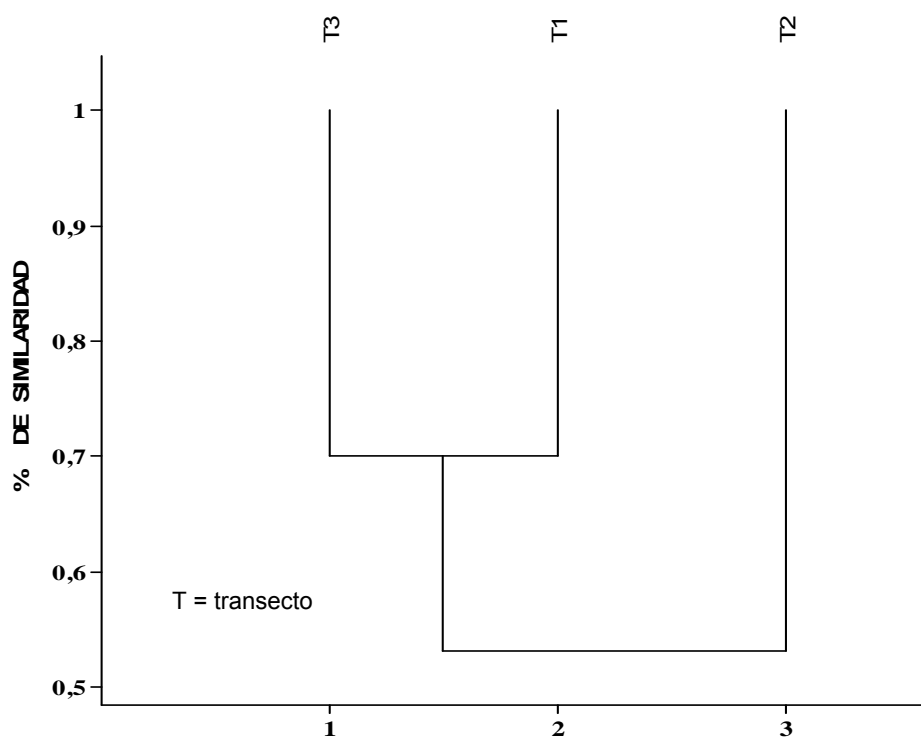


Figura 17. Dendrograma de los transectos del bofedal Livicalani

E. Bofedal Surapata

La diversidad florística se observa en la Tabla 12. La evaluación de la vegetación muestra el número de individuos por transecto y su respectiva frecuencia relativa de cada especie.

Se determinó 7 especies que componen la vegetación del bofedal. Se puede apreciar que las especies con mayor frecuencia relativa son *Lilaeopsis sp.* y *Lachemilla pinnata*. El resto de especies muestran porcentajes por debajo del 9%.

Tabla 12. Diversidad vegetal del bofedal Surapata

Especies vegetales	T 1	T 2	T 3	Total	(%)
<i>Carex sp.</i>	10	4	5	19	13,48
<i>Calamagrostis sp.</i>	3	2	1	6	4,26
<i>Distichia muscoides</i>	2	2	5	9	6,38
<i>Gentiana sp.</i>	3	1	1	5	3,55
<i>Lachemilla pinnata</i>	7	9	12	28	19,86
<i>Plantago sp.</i>	9	0	3	12	8,51
<i>Lilaeopsis sp.</i>	29	18	8	55	39,01
Área sin vegetación (agua)	7	0	0	7	4,96
			Total	141	100

T= transecto

La distribución de especies en el bofedal es homogéneo, tal como se observa en la Figura 18. La mayoría de especies están presentes en los tres transectos evaluados.

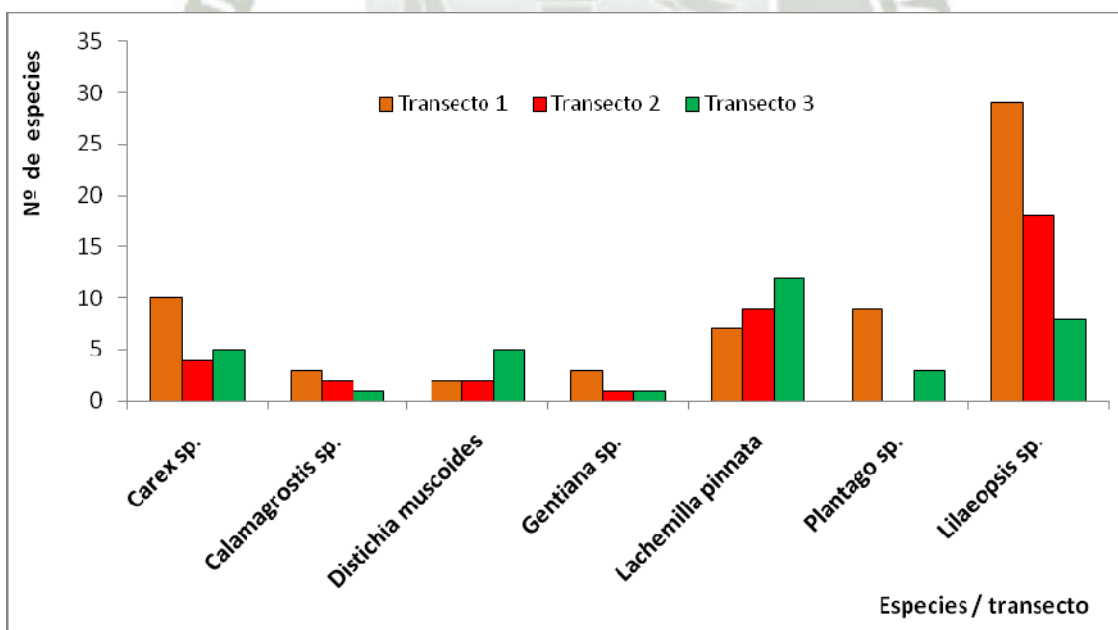


Figura 18. Especies vegetales por transecto evaluado: Bofedal Surapata

La cobertura vegetal que ocupan las especies se observa en la Figura 19. Es notorio el porcentaje que alcanza *Lilaeopsis sp.* (39,01 %), *Lachemilla pinnata* (19,86 %) y *Carex sp.* (13,48 %); Siendo la dos primeras especies dominantes sobre el resto. Así mismo se aprecia un porcentaje bajo de área sin vegetación (4,96 %), el mismo que corresponde a agua.

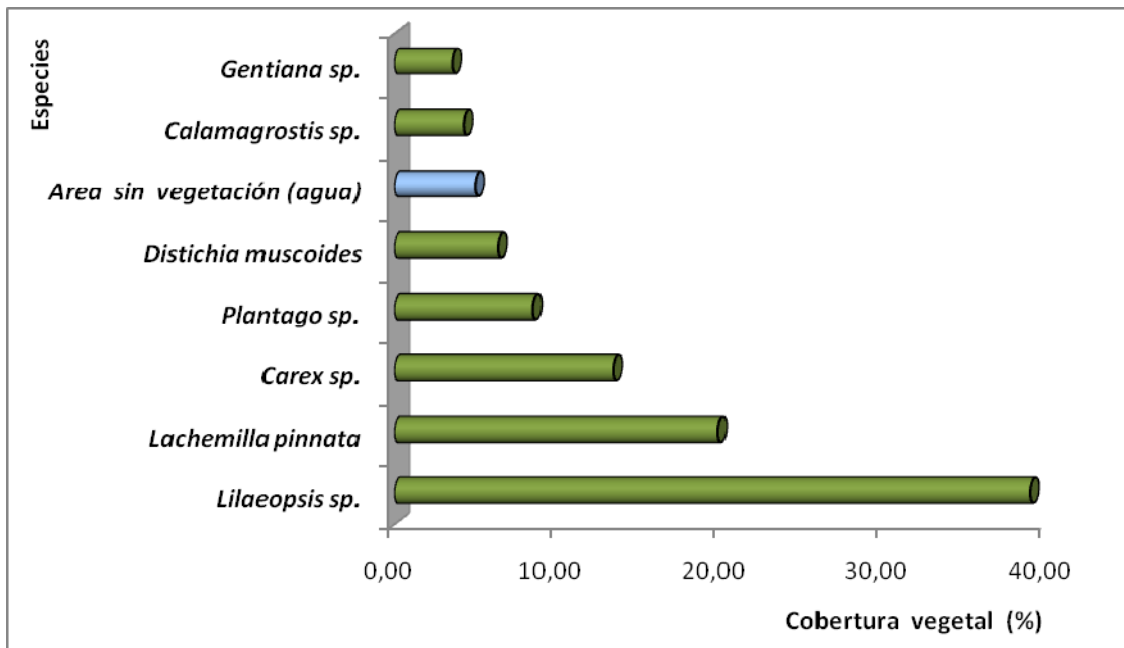


Figura 19. Cobertura vegetal por especie: Bofedal Surapata

Los índices de diversidad por transecto se muestran en la Tabla 13. Respecto al número de especies e individuos el transecto T1 es quien muestra mayores valores. En el caso de la dominancia D, se observa que en los tres transectos no existe dominancia de especies. El índice de diversidad Shannon indica que en los tres transectos baja diversidad. El índice de riqueza de especies Menhinick muestra que entre los transectos hay poca diferencia de la riqueza entre ellos, la misma que se puede interpretar como pobre.

Tabla 13. Índices de diversidad

Índices	T1	T2	T3
Especies	7	6	7
Individuos	63	36	35
Dominancia_D	0,27	0,33	0,21
Shannon_H	1,57	1,35	1,67
Simpson_1-D	0,72	0,66	0,78
Menhinick	0,88	1	1,18

El dendrograma de similaridad según el índice de Jaccard, muestra que el T3 y T1 son muy similares en su contenido especies (100 %); sin embargo T2 solo alcanza 85,5 % de parecido con los transectos T3 y T1 (Figura 20).



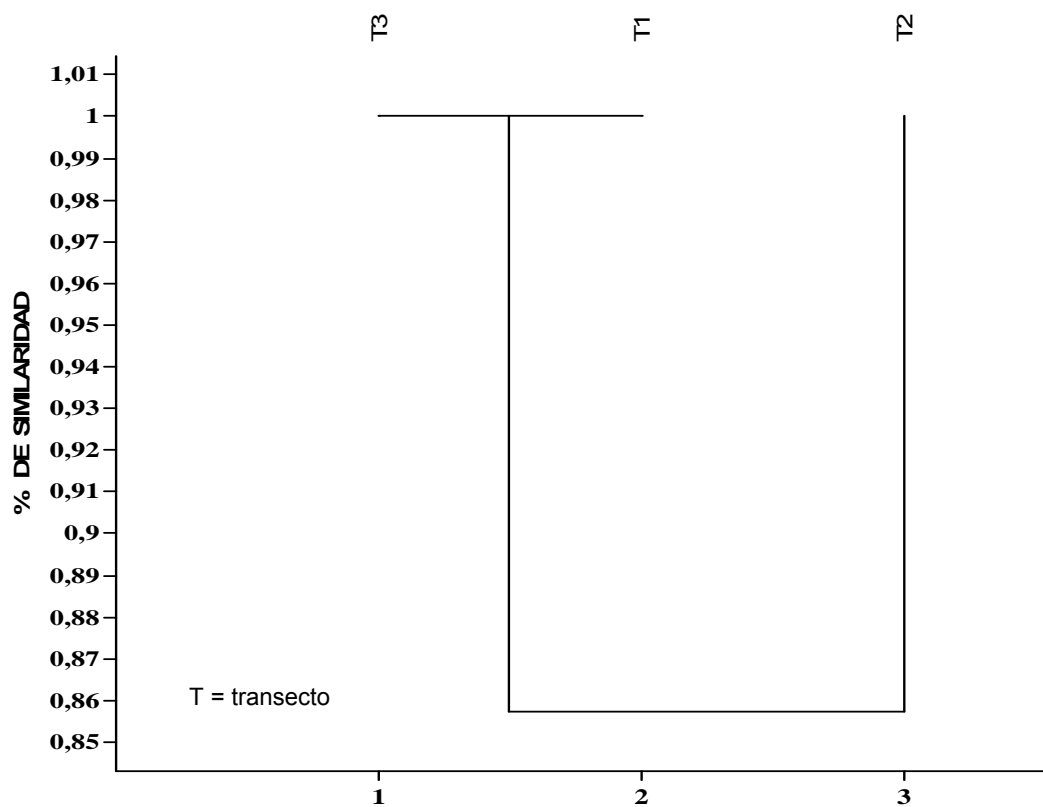


Figura 20. Dendrograma de los transectos del bofedal Surapata

2.3.3. Curvas de acumulación de especies vegetales

Una curva de acumulación de especies es una función que representa el número esperado de especies distintas encontradas en una región geográfica específica, en función del tiempo o unidades de esfuerzo hombre. Esta función es muy relevante debido a que se utiliza como herramienta de planeación en diversos ámbitos en el área de biodiversidad.

El número de especies es quizás el atributo más frecuentemente utilizado a la hora de describir a un conjunto de organismos similares, ya que es una expresión mediante la cual se obtiene una idea

rápida y sencilla de su diversidad (Magurran, 1988). En una curva de colecta de especies, la incorporación de nuevas especies al inventario está relacionado al esfuerzo de muestreo, de modo tal que cuanto mayor sea este esfuerzo, mayor será el número de especies colectadas.

Con la finalidad de conocer si el número de transectos evaluados (15) son los suficientes para alcanzar la totalidad de la riqueza de la diversidad florística se confeccionó la curva de acumulación de especies para la zona de Huaytire y anexos (Figura 21). Se observa que con 15 transectos evaluados la tendencia de la curva logarítmica es a formar una asíntota, lo que demuestra que el número de transectos utilizados son suficientes para alcanzar la riqueza total de especies en la zona de estudio.

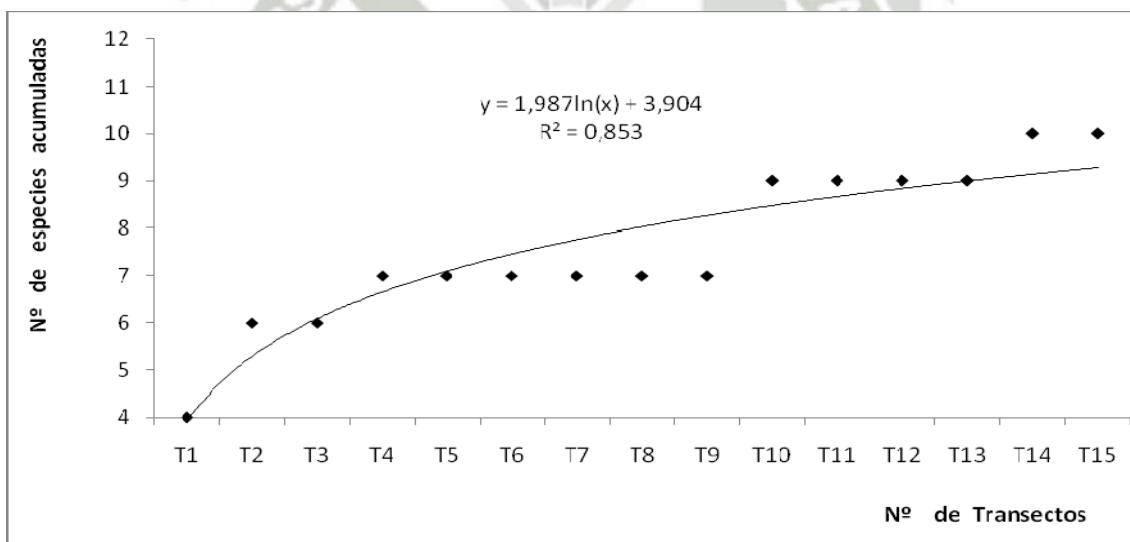


Figura 21. Curva de acumulación de especies para los bofedales y anexos

2.3.4. Descripción vegetal de laderas

Se evaluó la vegetación de las laderas aledañas de cada bofedal; para este estudio de vegetación, se tuvo en cuenta la misma metodología para evaluar la diversidad florística de cada bofedal (Jacopunco, Huaytire, Chaullapujo, Livicalani y Surapata). En este

caso también se determinó que el número de transeptos por zona de estudio es tres. La evaluación realizada se ejecutó georeferenciando cada transecto en laderas con pendiente diferentes (20 - 50°).

A. Vegetación de laderas periféricas del Bofedal Huaytire:

La variedad florística se observa en la Tabla 14. La cuantificación muestra la cantidad de individuos por transecto, abundancia y su respectiva frecuencia relativa de cada especie.

Tabla 14. Diversidad vegetal de la zona aledaña del Bofedal Huaytire

Especies vegetales	T 1	T 2	T 3	Total	(%)
<i>Aciachne acicularis</i>	1	0	0	1	0,64
<i>Adesmia spinosissima</i>	1	0	0	1	0,64
<i>Azorella compacta</i>	0	0	1	1	0,64
<i>Calamagrostis vicunarum</i>	3	1	2	6	3,82
<i>Festuca orthophylla</i>	8	22	16	46	29,30
<i>Muhlenbergia sp.</i>	0	0	1	1	0,64
<i>Werneria sp.</i>	0	0	1	1	0,64
<i>Parastrephia quadrangularis</i>	14	0	0	14	8,92
<i>Calamagrostis sp.</i>	1	0	1	2	1,27
<i>Pycnophyllum molle</i>	0	0	12	12	7,64
<i>Placomaronea sp.</i>	3	0	0	3	1,91
Suelo	19	28	20	67	42,68
Roca	2	0	0	2	1,27
	TOTAL			157	100

T: transecto

La distribución de especies en la zona aledaña es irregular, tal como se observa en la Figura 22. Algunas especies se presentan en los tres transeptos y otras solo en uno, dependiendo de la abundancia de cada individuo.

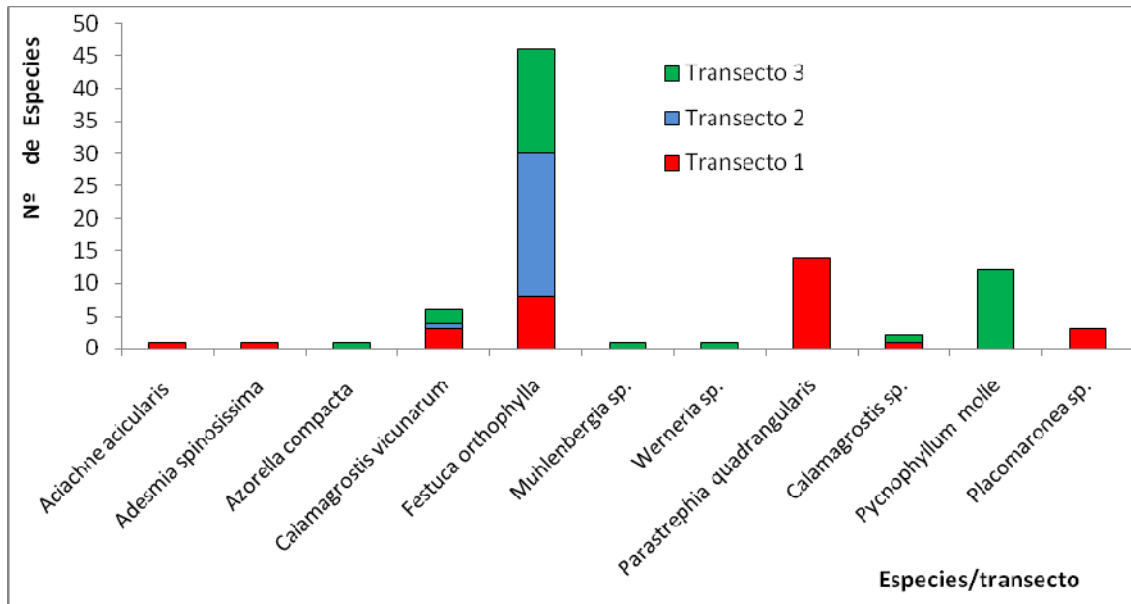


Figura 22. Especies vegetales por transecto de la zona aledaña del Bofedal Huaytire

La cobertura vegetal se muestra en la Figura 23. La especie con mayor cobertura corresponde a *Festuca orthophylla* (29,30 %); sin embargo es notorio el porcentaje que alcanza el área sin vegetación (suelo + roca = 45%). La explicación de esto se da porque en zonas de puna xerofítica la vegetación es rala en laderas, existiendo abundantes parches de suelo sin vegetación.

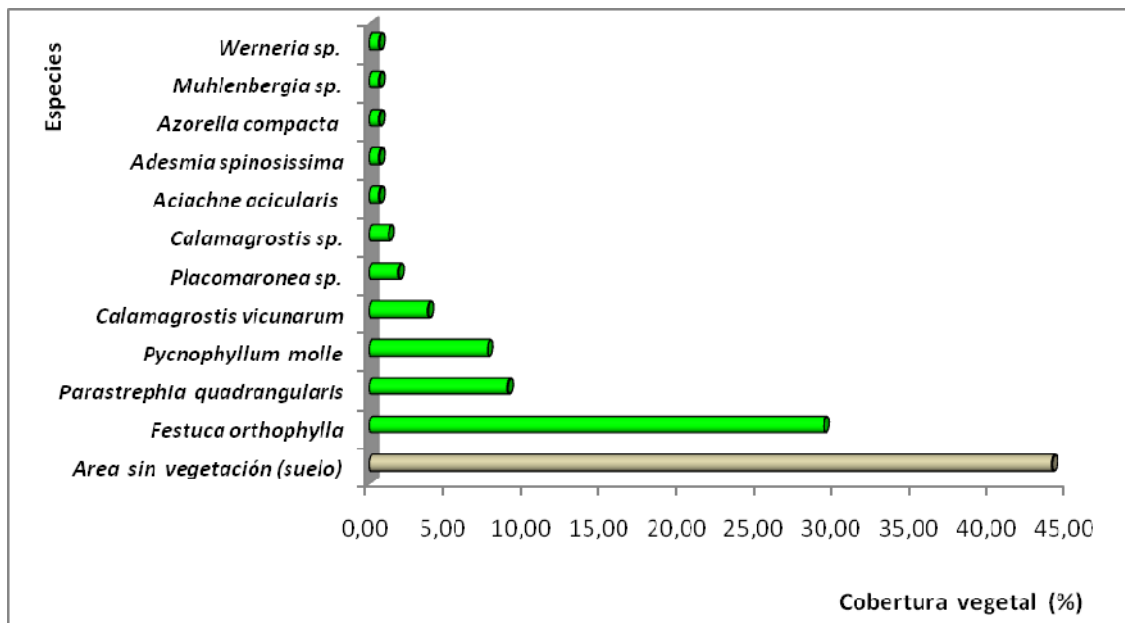


Figura 23. Cobertura vegetal de laderas aledañas del Bofedal Huaytire

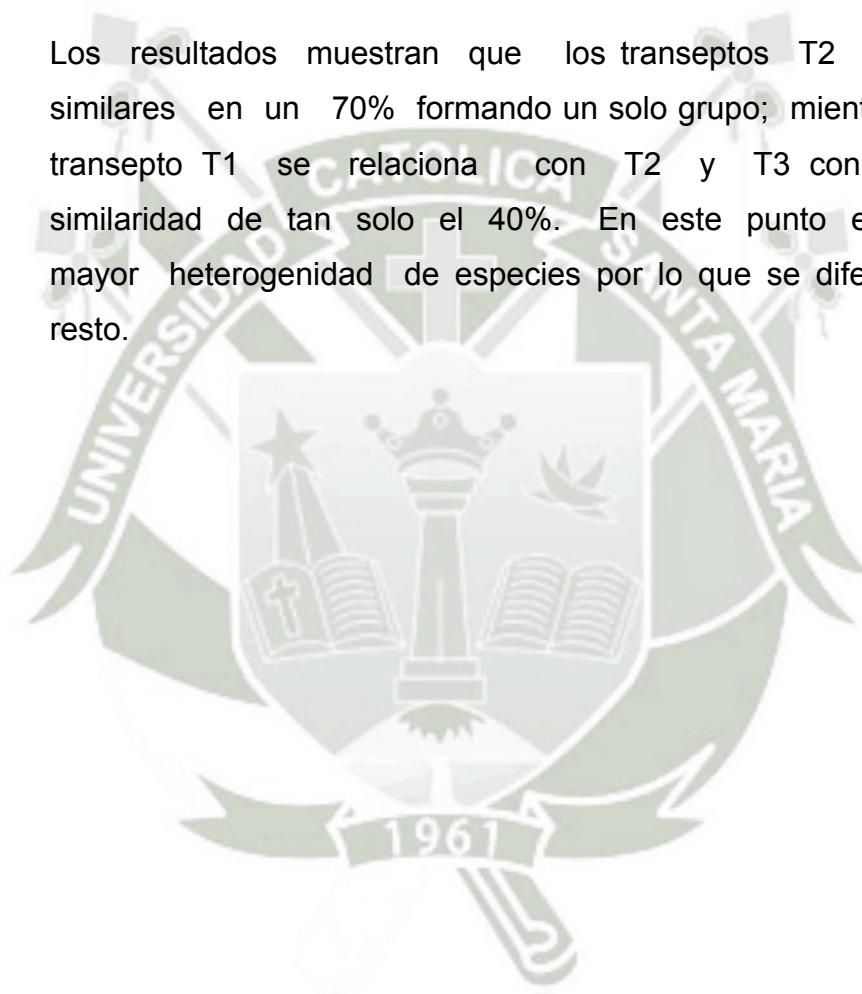
Los índices de diversidad realizado por transecto se observa en la Tabla 15. Respecto al número de especies y de individuos T2 es quien muestra el menor valor, en tanto que los otros transectos son muy similares. Respecto a la dominancia, es T2 quien indica que hay dominancia de alguna especie como *F. orttophylla* en este punto. Los valores del índice de Shannon indican que hay poca diversidad en cada transecto; y sobre la riqueza de especies (Menhinick) es T1 quien muestra mayor valor.

Tabla 15. Índices de diversidad

Índices	T1	T2	T3
Especies	7	2	7
Individuos	31	23	34
Dominancia_D	0,29	0,92	0,35
Shannon_H	1,49	0,18	1,30
Simpson_1-D	0,71	0,08	0,65
Menhinick	1,26	0,42	1,20

La confección del dendrograma de similitud según el índice de Morisita, se muestra en la Figura 24. Es necesario indicar que este índice utiliza la estructura poblacional (frecuencias relativas) para determinar la similitud entre localidades. Se define como la relación entre la probabilidad que dos individuos extraídos de cada una de las poblaciones, sean las mismas, entre la probabilidad que dos individuos sacados dentro de cada una de la poblaciones sean de la misma especie.

Los resultados muestran que los transeptos T2 y T3 son similares en un 70% formando un solo grupo; mientras que el transepto T1 se relaciona con T2 y T3 con una baja similaridad de tan solo el 40%. En este punto existe una mayor heterogenidad de especies por lo que se diferencia del resto.



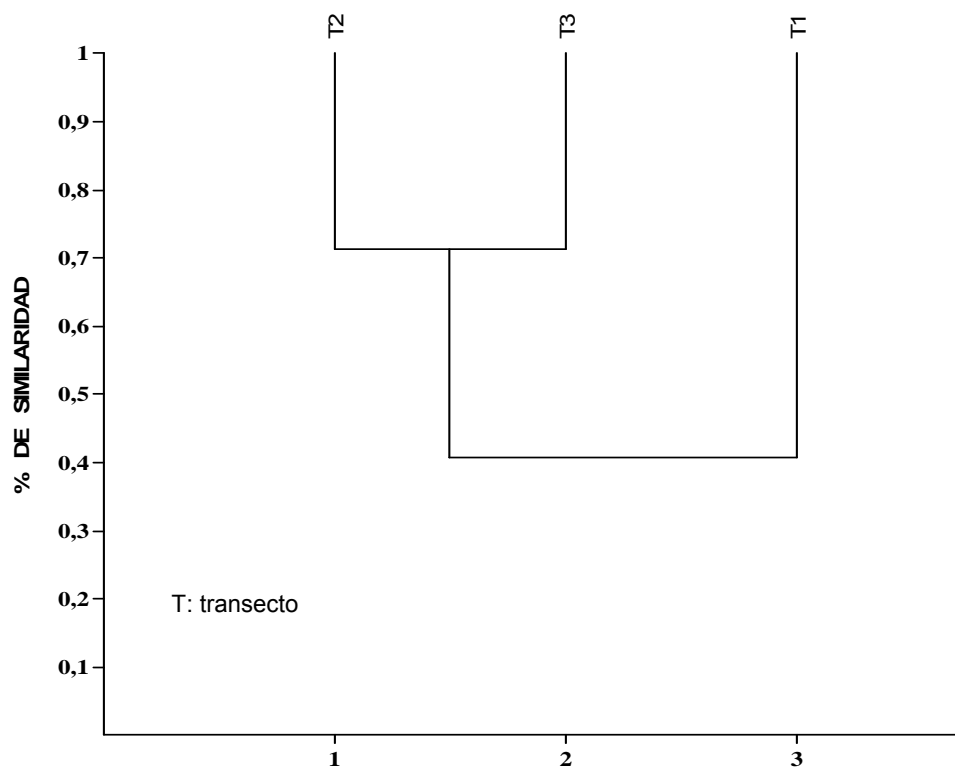


Figura 24. Dendrograma de similaridad entre los transectos de la zona aledaña al bofedal Huaytire

B. Vegetación de laderas periféricas del Bofedal Chaullapujo:

La diversidad florística se observa en la Tabla 16. La evaluación muestra la cantidad de individuos por transecto, abundancia y su respectiva frecuencia relativa de cada especie.

**Tabla 16. Diversidad vegetal de la zona aledaña del Bofedal
Chaullapujo**

Especies vegetales	T 1	T 2	T 3	Total	(%)
<i>Aciachne acicularis</i>	0	0	1	1	0,6
<i>Adesmia spinosissima</i>	2	0	3	5	3,1
<i>Azorella compacta</i>	1	0	1	2	1,3
<i>Calamagrostis sp.</i>	0	2	0	2	1,3
<i>Festuca orthophylla</i>	8	14	8	30	18,9
<i>Muhlenbergia sp.</i>	0	3	1	4	2,5
<i>Calamagrostis vicunarum</i>	0	2	0	2	1,3
<i>Parastrephia quadrangularis</i>	12	0	12	24	15,1
<i>Stipa sp.</i>	0	1	0	1	0,6
<i>Pycnophyllum molle</i>	0	2	0	2	1,3
<i>Acarospora sp.</i>	4	2	0	6	3,8
<i>Roca</i>	8	4	1	13	8,2
<i>Tierra</i>	16	25	26	67	42,1
TOTAL					100

T: transecto

La distribución de las especies vegetales en la zona aledaña de Chaullapujo se muestra heterogénea, tal como se aprecia en la Figura 25. Algunas especies se presentan en los tres transectos y otras solo en uno, dependiendo de la abundancia de cada especie.

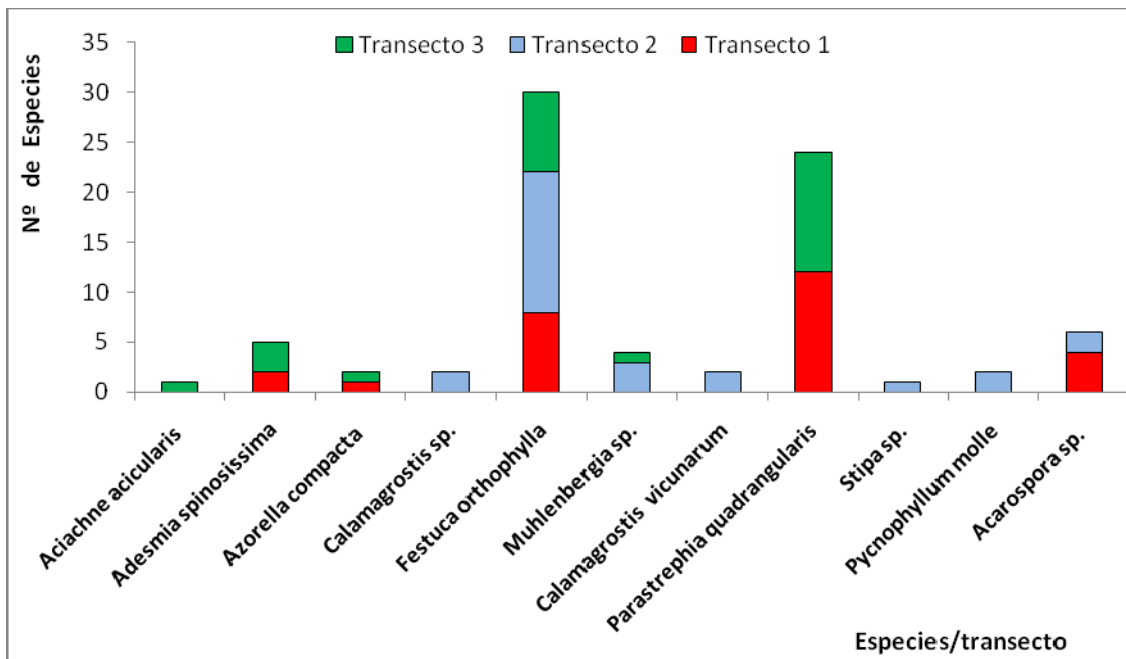


Figura 25. Especies vegetales por transecto de la zona aledaña del Bofedal Chaullapujo

La cobertura vegetal se muestra en la Figura 26. Las especies con mayor cobertura corresponden a *Festuca orthophylla* (18,9 %) y *Parastrephia quadrangularis* (15,1 %). Aquí también es notorio el porcentaje que alcanza el área sin vegetación (suelo + roca = 50,3 %). La razón de este alto porcentaje es por la existencia de parches desnudos característico de la puna xerofítica.

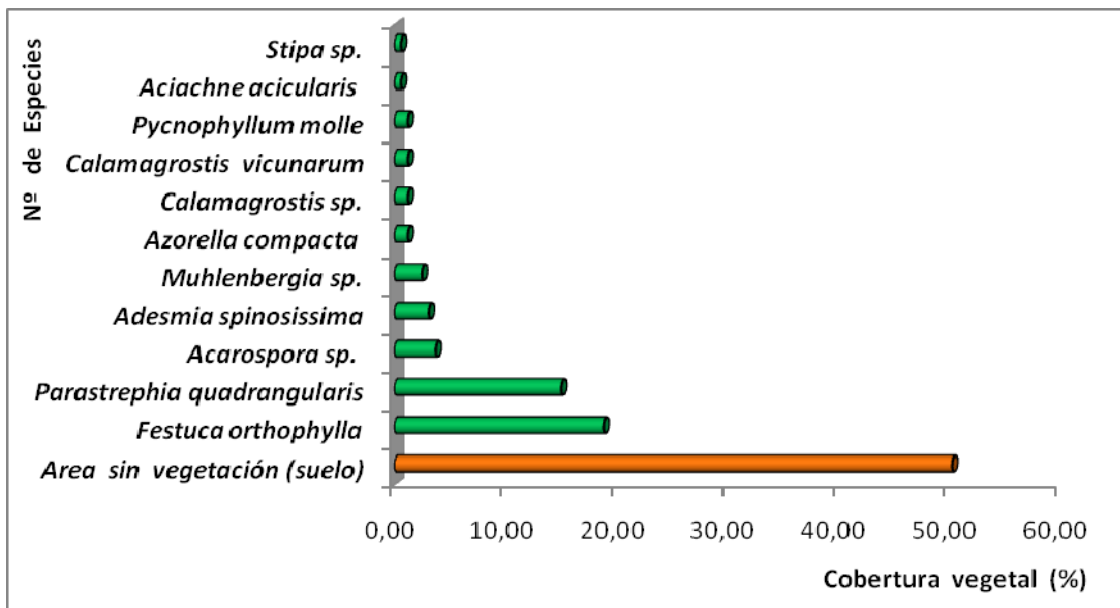


Figura 26. Cobertura vegetal de la zona aledaña del Bofedal Chaullapujo

Los índices de diversidad estimados para cada transecto se observa en la Tabla 17. Respecto al número de especies y de individuos los tres: T1, T2 y T3 son muy similares. Respecto a la dominancia se observa que en los tres transectos no hay una dominancia marcada, en tanto que los valores del índice de Shannon y Menhinick indican que T2 muestra el valor más alto en ambos casos.

Tabla 17. Índices de diversidad

Índices	T1	T2	T3
Especies	5	7	6
Individuos	27	26	26
Dominancia_D	0,31	0,33	0,33
Shannon_H	1,32	1,50	1,35
Simpson_1-D	0,69	0,67	0,67
Menhinick	0,96	1,37	1,18

La confección del dendrograma de similitud según el índice de Morisita, se muestra en la Figura 27. Los resultados

muestran que los transectos T3 y T1 son similares en un 95 % formando un solo grupo; mientras que el transecto T2 presenta baja similitud con los dos anteriores, que solo alcanza un 53 %.

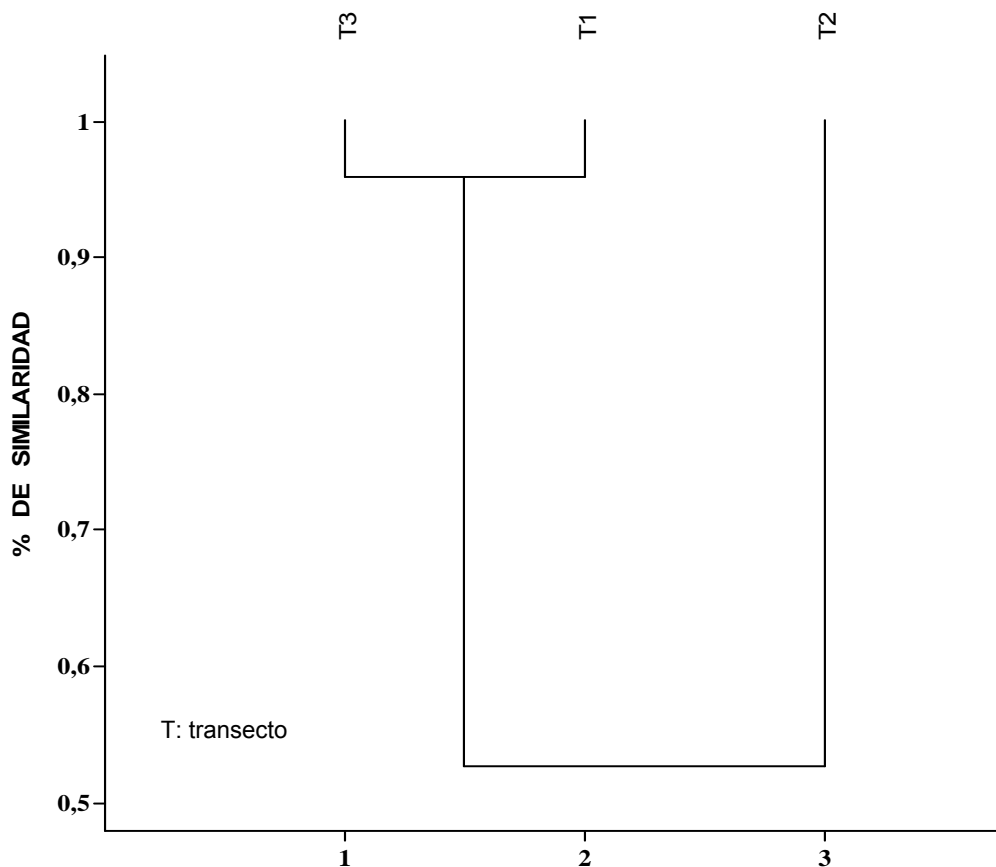


Figura 27. Dendrograma de similitud entre los transectos de la zona aledaña al bofedal Chaullapujo

C. Vegetación de laderas periféricas del Bofedal Jacopunco:

La diversidad florística se observa en la Tabla 18. La evaluación muestra la cantidad de individuos por transecto, abundancia y su respectiva frecuencia relativa de cada especie.

Tabla 18. Diversidad vegetal de la zona aledaña del Bofedal
Jacopunco

Especies vegetales	T 1	T 2	T 3	Total	(%)
<i>Aciachne acicularis</i>	0	6	0	6	3,8
<i>Adesmia spinosissima</i>	0	1	0	1	0,6
<i>Azorella compacta</i>	2	0	0	2	1,3
<i>Calamagrostis breviaristata</i>	2	6	5	13	8,1
<i>Festuca orthophylla</i>	27	23	21	71	44,4
<i>Muhlenbergia sp.</i>	1	6	0	7	4,4
<i>Tetraglochin cristatum</i>	0	0	1	1	0,6
<i>Parastrephia quadrangularis</i>	0	0	1	1	0,6
<i>Stipa sp.</i>	6	0	2	8	5,0
<i>Pycnophyllum molle</i>	0	0	1	1	0,6
<i>Caloplaca saxicola</i>	1	0	0	1	0,6
<i>Roca</i>	0	2	0	2	1,2
<i>Tierra</i>	16	8	22	46	28,8
TOTAL				160	100

T: transecto

La forma de distribución de las especies vegetales en la zona aledaña de Jacopunco se muestra irregular, tal como se aprecia en la Figura 28. Algunas especies se presentan en los tres transectos y otras solo en uno, dependiendo de la abundancia de cada especie.

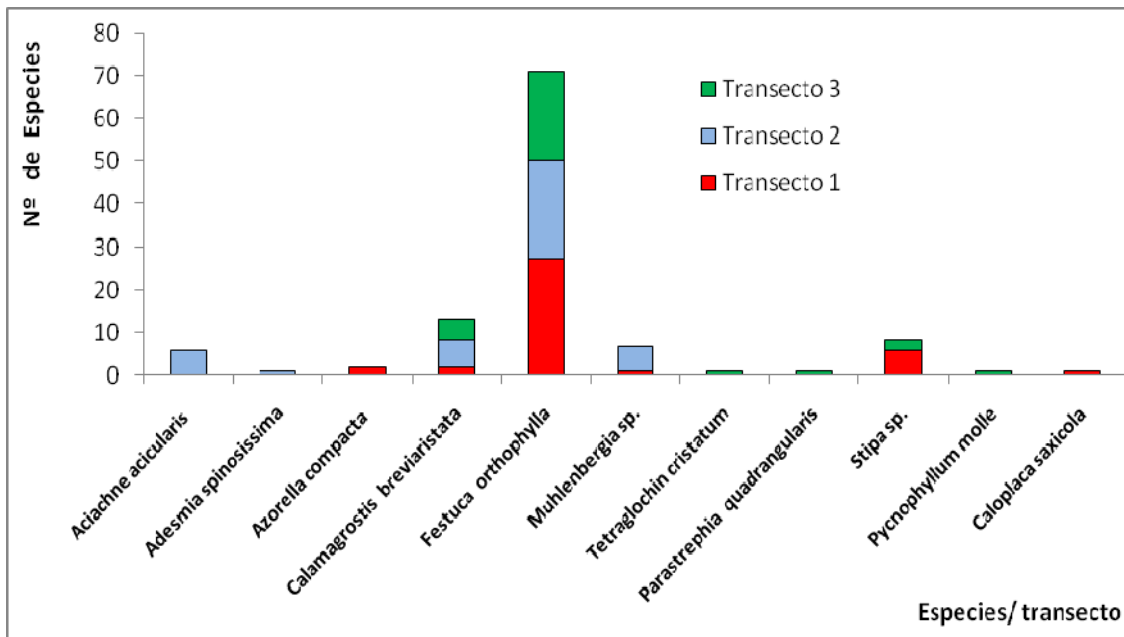


Figura 28. Especies vegetales por transecto de la zona aledaña del Bofedal Jacopunco

La cobertura vegetal se muestra en la Figura 29. Las especies con mayor cobertura corresponden a *Festuca orthophylla* (44,5 %). El resto de especies presentan porcentajes por debajo del 9 %. Aquí también es notorio el porcentaje que alcanza el área sin vegetación (suelo + roca = 30,1 %).

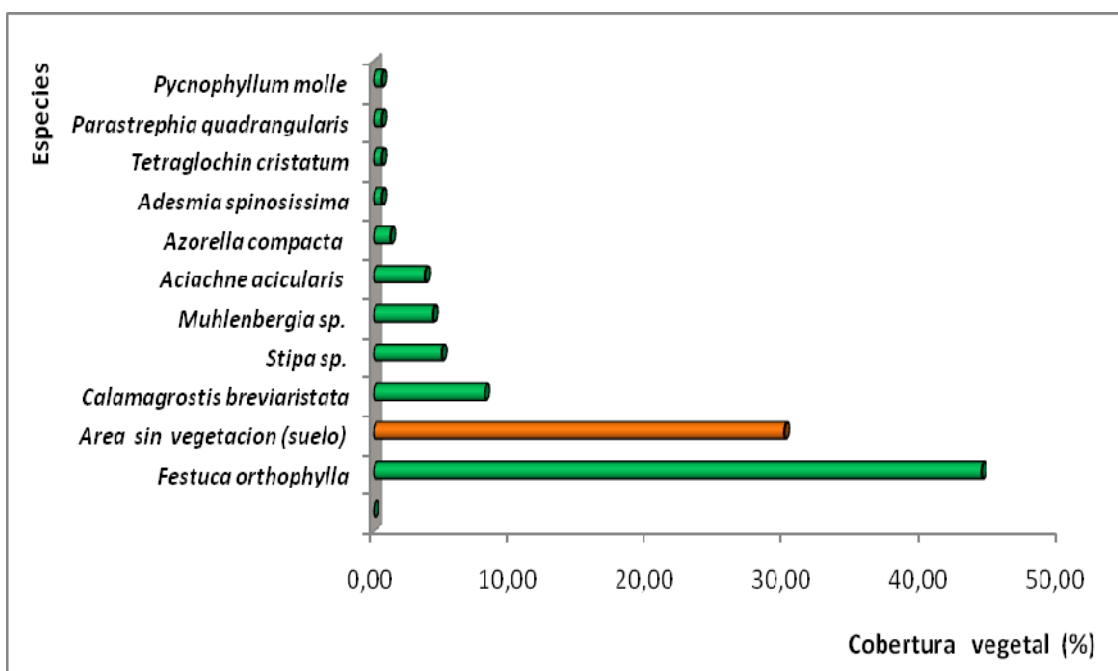


Figura 29. Cobertura vegetal de la zona aledaña del Bofedal Jacopunco

Los índices de diversidad estimados se observa en la Tabla 19. Respecto al número de especies, este es reducido y similar en los tres transectos; en tanto que en el número de individuos T2 presenta mayor valor que el resto. El índice de dominancia D señala que en T1 existe cierta dominancia. El índice de Shannon indica que hay baja diversidad en T1, T2 y T3. El índice de Menhinick también refiere que en los transectos T1, T2 y T3 hay baja riqueza de especies.

Tabla 19. Índices de diversidad

Índices	T1	T2	T3
Especies	6	5	6
Individuos	39	42	31
Dominancia_D	0,51	0,36	0,49
Shannon_H	1	1,25	1,2
Simpson_1-D	0,49	0,64	0,51
Menhinick	0,96	0,77	1,08

La confección del dendrograma de similitud según el índice de Morisita, se muestra en la Figura 30. Los resultados muestran que los transectos T3 y T1 son similares en un 97,3 % formando un solo grupo; mientras que el transecto T2 presenta alta similitud con los dos anteriores, alcanzando un 91 %.

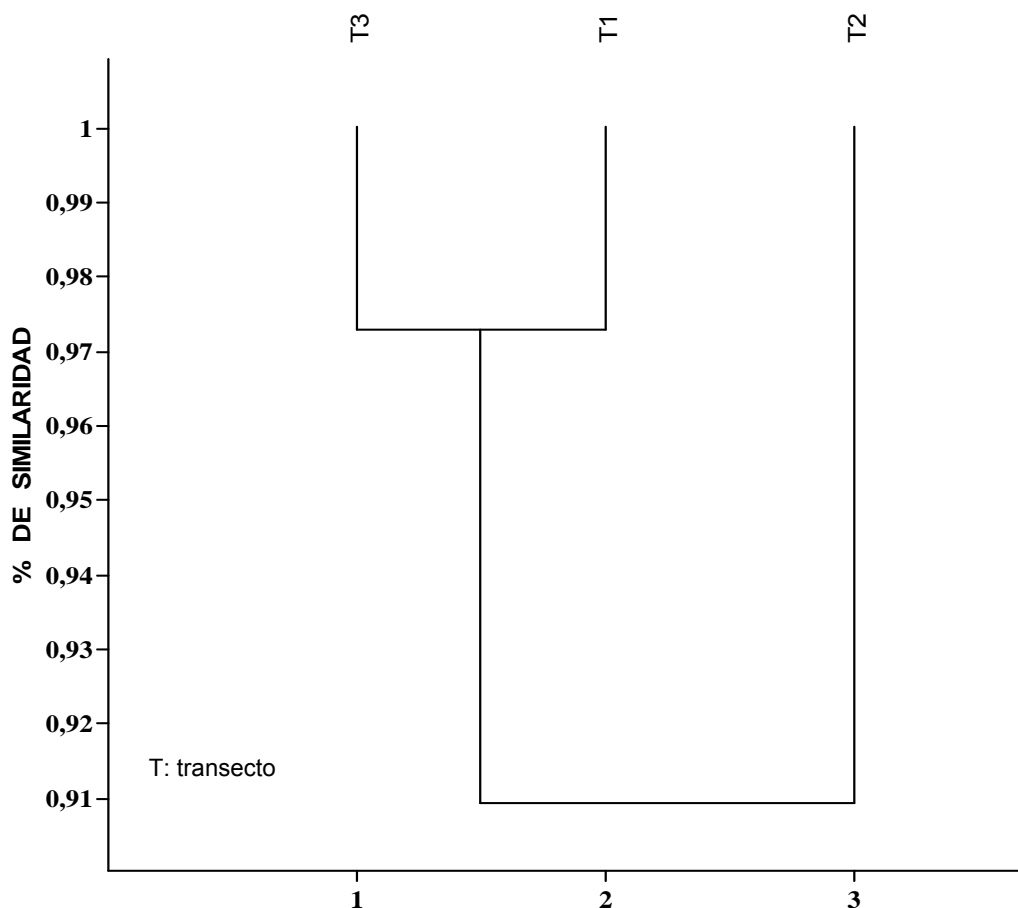


Figura 30. Dendrograma de similitud entre los transectos de la zona aledaña al bofedal Jacopunco

D. Vegetación de laderas periféricas del Bofedal Livalciani

La variedad florística se observa en la Tabla 20. La evaluación muestra la cantidad de individuos por transecto (T), abundancia y su frecuencia relativa (FR) de cada especie.

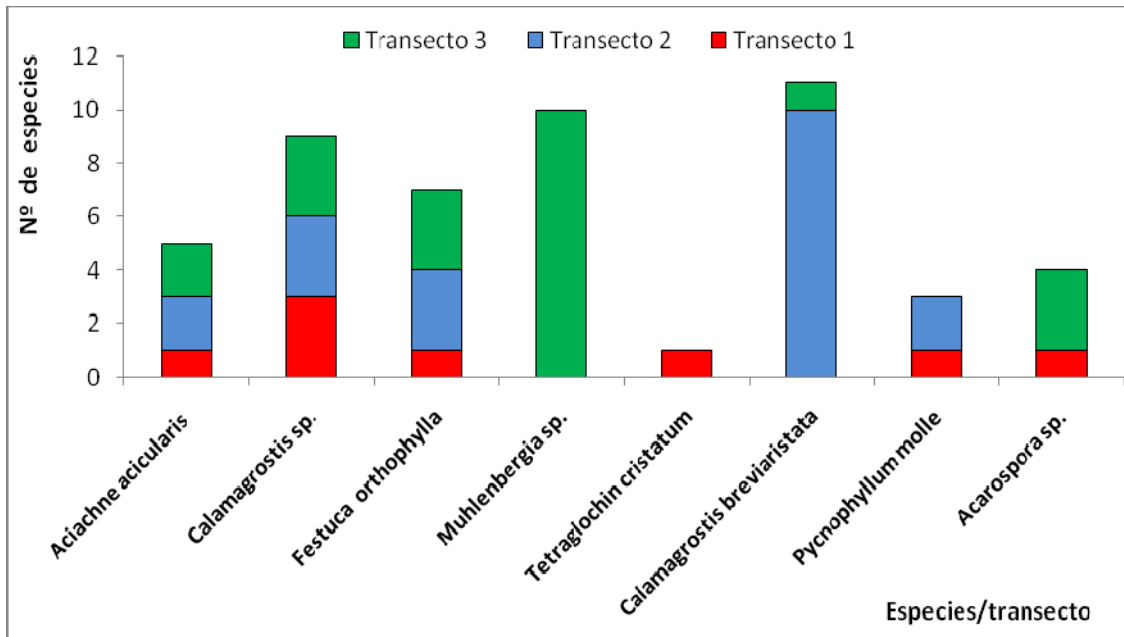


Figura 31. Especies vegetales por transecto de la zona aledaña del Bofedal Livalciani

La distribución de las especies vegetales se muestra de manera heterogénea (Figura 31). Algunas especies están en los tres transectos y otras solo en uno.

La cobertura vegetal se muestra en la Figura 32. Las especies con mayor cobertura corresponden a *Calamagrostis breviaristata* (15,3 %) y *Muhlenbergia sp.* (13,9 %). El resto de especies presentan porcentajes por debajo del 9 %. Así mismo es notorio el porcentaje que alcanza el área sin vegetación (suelo = 30,6 %).

Tabla 20. Diversidad vegetal de la zona aledaña del Bofedal Livicalani

Especies vegetales	T 1	T 2	T 3	Total	(%)
<i>Aciachne acicularis</i>	1	2	2	5	6,9
<i>Calamagrostis sp.</i>	3	3	3	9	12,5
<i>Festuca orthophylla</i>	1	3	3	7	9,7
<i>Muhlenbergia sp.</i>	0	0	10	10	13,9
<i>Tetraglochin cristatum</i>	1	0	0	1	1,4
<i>Calamagrostis breviaristata</i>	0	10	1	11	15,3
<i>Pycnophyllum molle</i>	1	2	0	3	4,2
<i>Acarospora sp.</i>	1	0	3	4	5,6
Tierra	0	13	9	22	30,6
TOTAL				72	100

T: transecto

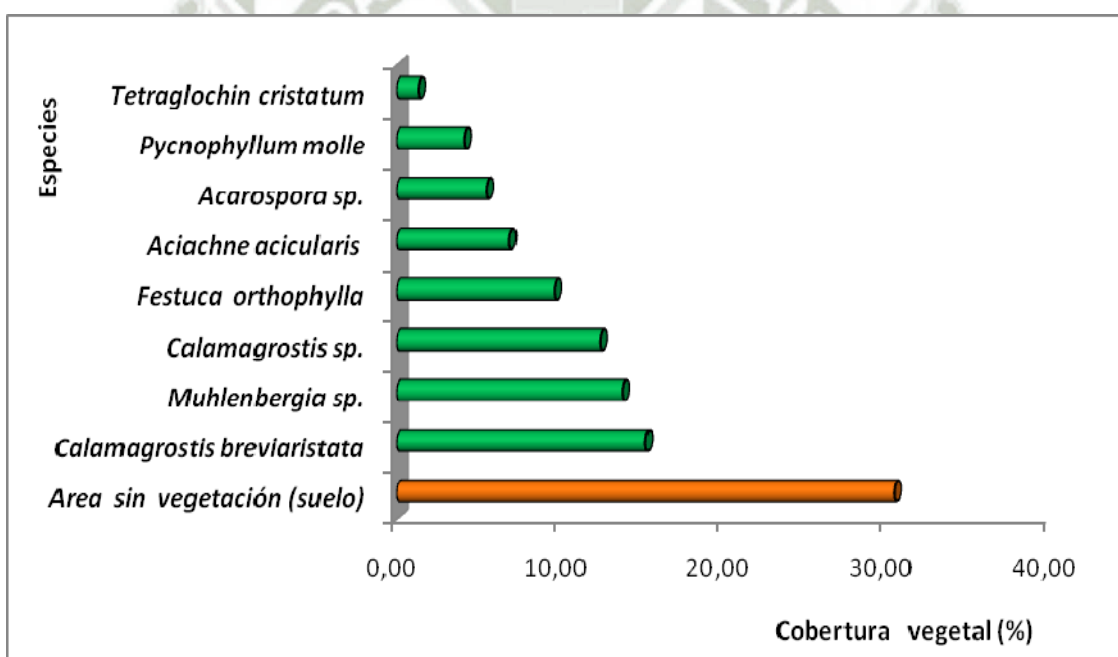


Figura 32. Cobertura vegetal de la zona aledaña del Bofedal Livicalani

Los índices de diversidad se observa en la Tabla 21. El N° de especies es bajo y similar en los tres transectos. El N° de individuos en T3 presenta mayor valor. El índice de dominancia D indica que no hay dominancia en ninguno de los transectos; el índice Shannon indica que T1 tiene mayor diversidad que T2 y T3; en tanto que el índice de Menhinick refiere que en T1 hay mayor riqueza de especies que en T2 y T3.

Tabla 21. Índices de diversidad

Índices	T1	T2	T3
Especies	6	5	6
Individuos	8	20	22
Dominancia_D	0,21	0,31	0,27
Shannon_H	1,66	1,37	1,53
Simpson_1-D	0,78	0,68	0,72
Menhinick	2,12	1,11	1,27

La elaboración del dendrograma de similitud según el índice de Morisita, se muestra en la Figura 33. Los resultados muestran que los transectos T3 y T1 son similares en un 40 %; mientras que el transepto T2 presenta muy poca similitud con los dos anteriores, alcanzando tan solo un 30%.

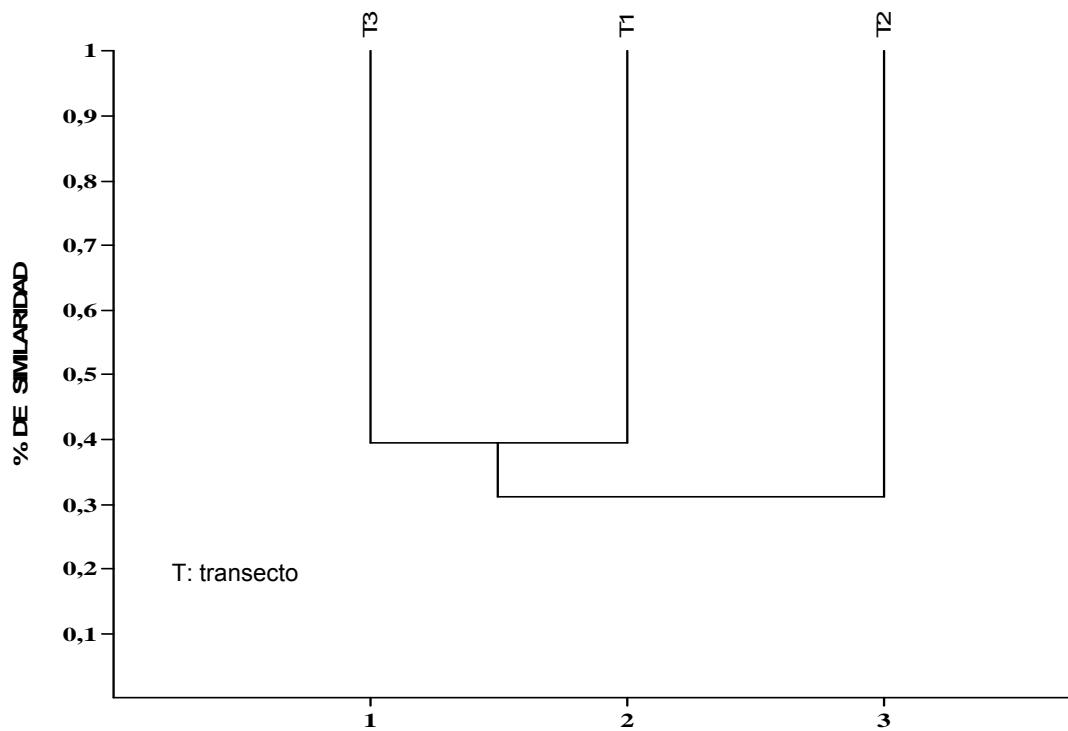


Figura 33. Dendrograma de similitud entre los transectos de la zona aledaña al bofedal Livicalani

2.3.5. Curvas de acumulación de especies vegetales de las laderas periféricas

Con el propósito de conocer si con el número de transectos evaluados se podrá alcanzar la totalidad de la riqueza de especies presente en las zonas de estudio, se confecciono la curva de acumulación de especies para Huaytire y anexos (Figura 34). En el gráfico se observa que con los 12 transectos la tendencia de la curva logarítmica es a formar una asíntota, lo que demuestra que el número de transectos empleados en la evaluación florística son suficientes para alcanzar la riqueza total de especies, de modo tal que si se incrementara más transectos la riqueza no se incrementara más.

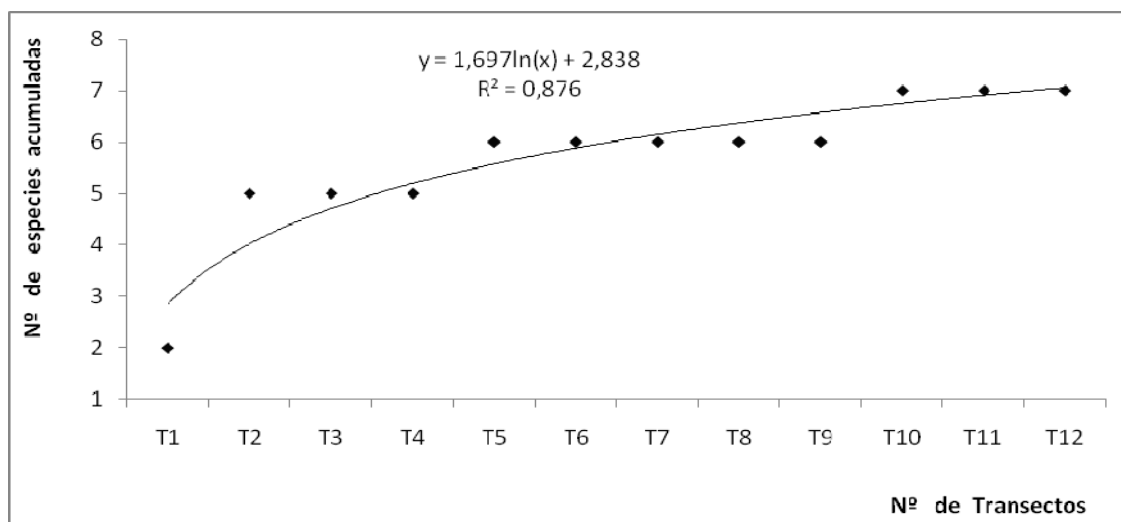


Figura 34. Curva de acumulación de especies: vegetación periférica



3. EVALUACIÓN DE LA AVIFAUNA

3.1. Diversidad de la avifauna de Huaytire y anexos

En la Tabla 22 se presenta la distribución taxonómica de la avifauna para la zona de estudio.

Tabla 22. Taxonomía de las aves presentes en Huaytire y anexos

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre vulgar
Charadriiformes	Laridae	<i>Chroicocephalus serranus</i>	gaviota serrana
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris sp.</i>	playero
Gruiformes	Rallidae	<i>Fulica ardesiaca</i>	gallareta andina
Anseriformes	Anatidae	<i>Chloephaga melanoptera</i>	huallata
Anseriformes	Anatidae	<i>Anas specularioides</i>	pato creston
Anseriformes	Anatidae	<i>Anas discors</i>	pato media luna
Anseriformes	Anatidae	<i>Anas flavirostris</i>	pato sutro
Anseriformes	Anatidae	<i>Anas versicolor puna</i>	pato de puna
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Muscisaxicola alpina</i>	dormilona gris
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Muscisaxicola cinerea</i>	dormilona
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Lessonia oreas</i>	negrito
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Vanellus resplendens</i>	lique lique
Ciconiiformes	Threskiornithidae	<i>Plegadis ridgwayi</i>	yanavico
Ciconiiformes	Ardeidae	<i>Nycticorax sp.</i>	Huaco
Phoenicopteriformes	Phoenicopteridae	<i>Phoenicopterus chilensis</i>	parihuana
Passeriformes	Emberizadae	<i>Diuca sp.</i>	diuca aliblanca
Falconiformes	Accipitridae	<i>Phalcoboenus megalopterus</i>	Matamico

Las aves son el grupo más diverso de vertebrados terrestres. Su ecología, comportamiento, biogeografía y taxonomía son relativamente

bien conocidas, lo cual hace que sean un buen grupo a ser usado para monitoreo, evaluación de impactos y cambios que pueda sufrir un ecosistema (Furness et al. (1993), Citado en Alonso et al., 1999).

En la zona de Huaytire algunas aves se han hecho residentes y otras están de tránsito. Así mismo este grupo no presenta especies endémicas, sin embargo su riqueza y singularidad las hacen importante en la estructuración de este tipo de ecosistemas.

Su importancia las hace ser buenas indicadoras del estado de conservación de un sitio; a través de su estudio, podemos entender mejor los cambios que están afectando a los bofedales. Entre las principales funciones que se les atribuye podemos mencionar:

- a) Son indicadores sensibles de la riqueza biológica y de las condiciones ambientales.
- b) Resultan vitales para las condiciones ecológicas del medio natural.
- c) Tienen un valor ecológico y cultural para la gente, ya sea directa o indirectamente y
- d) Son muy útiles para fomentar una conciencia pública en materia de conservación

En la zona de estudio se registró 17 especies agrupadas en 12 familias y 7 órdenes. Los órdenes con mayor número de especies son los *Passeriformes* y *Anseriformes* con 28% cada uno, le siguen los *Charadriiformes* con 17%, los *Ciconiiformes* 11%, los *Falconiformes* 6% y los *Phoenicopteriformes* y *Gruiformes* con 5% ambos (Figura 35).

Las unidades de vegetación con mayor número de especies correspondió a los bofedales de Huaytire y Chaullapujo con 14 especies y 10 familias cada uno.

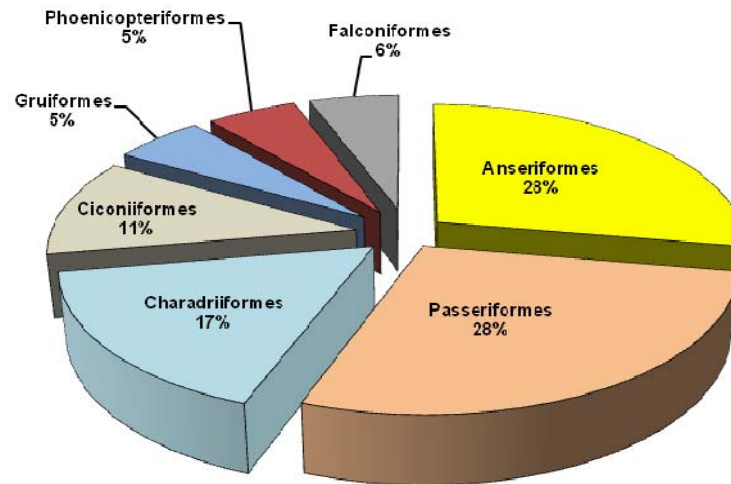


Figura 35: Distribución porcentual de los órdenes

3.1.1. Abundancia y frecuencia relativa de la avifauna de Huaytire y anexos

Los bofedales de la zona de Huaytire y anexos presentan diferentes formas y tamaños lo que influye también en la riqueza y diversidad de la avifauna en cada uno de ellos. En la Tabla 23 se muestra la abundancia en que se presenta cada especie por bofederal, así mismo su frecuencia relativa de cada uno, siendo *Phoenicopterus chilensis* (16,44 %) seguido de *Anas speculariodes* (14,04 %) (Figura 36).

Tabla 23. Abundancia y Frecuencia relativa de las aves por bofedal
evaluado

Especies	B. Huaytire	B. Chaullapujo	B. Jacopunco	B. Livikalani	B. Suripata	TOTAL	(%)
<i>Chloephaga melanoptera</i>	14	12	2	6	0	34	11,64
<i>Chroicocephalus serranus</i>	4	6	2	0	0	12	4,11
<i>Fulica ardesiaca</i>	5	25	3	1	0	34	11,64
<i>Anas specularioides</i>	18	10	5	8	0	41	14,04
<i>Anas discors</i>	4	25	6	0	0	35	11,99
<i>Anas flavirostris</i>	7	6	4	0	0	17	5,82
<i>Anas versicolor puna</i>	4	2	1	0	0	7	2,40
<i>Muscisaxicola alpina</i>	8	1	10	1	1	21	7,19
<i>Muscisaxicola cinerea</i>	2	1	1	1	1	6	2,05
<i>Lessonia oreas</i>	5	0	1	1	0	7	2,40
<i>Vanellus resplendens</i>	0	2	0	0	0	2	0,68
<i>Plegadis ridgwayi</i>	6	9	2	1	0	18	6,16
<i>Phoenicopterus chilensis</i>	0	48	0	0	0	48	16,44
<i>Nycticorax sp.</i>	1	0	0	0	0	1	0,34
<i>Diuca sp.</i>	0	1	0	0	0	1	0,34
<i>Calidris sp.</i>	3	1	0	0	0	4	1,37
<i>Phalacroboenus megalopterus</i>	1	0	0	1	1	3	1,03
TOTAL						291	100

B: Bofedal

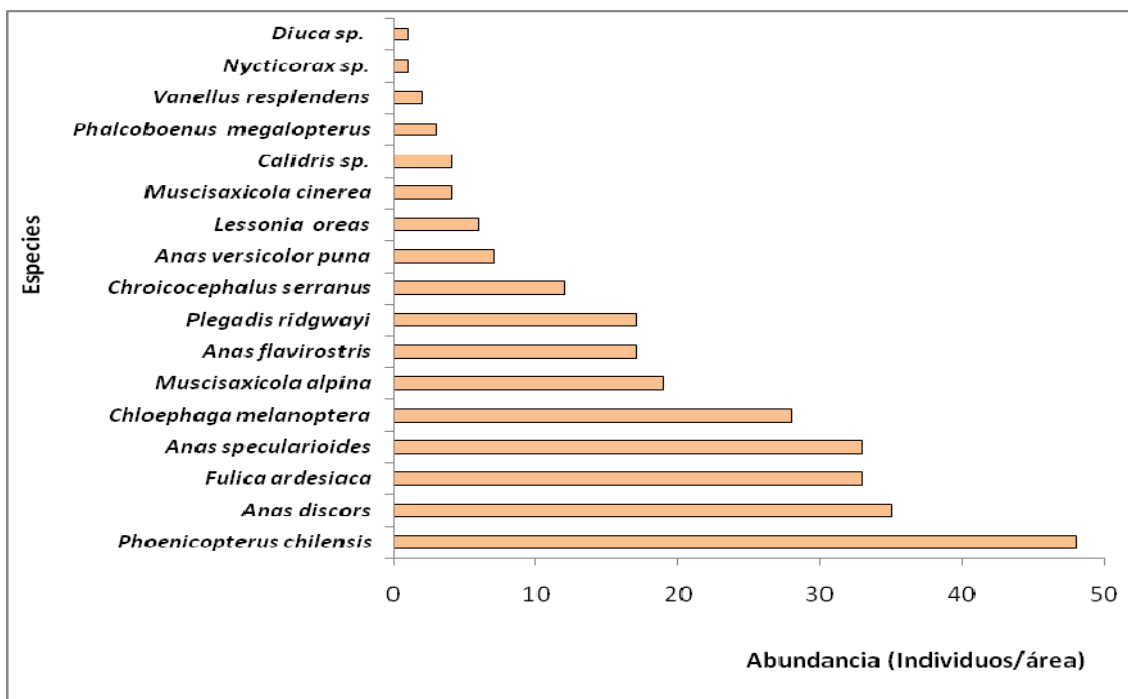


Figura 36. Abundancia de aves de Huaytire y anexos

En la zona de estudio: Huaytire y anexos por la cercanía de los diferentes bofedales, es común observar que las aves se desplazan en todos ellos, sin embargo una sola especie se ha observado en un solo bofedal, es el caso de *Phoenicopterus chilensis*, que solo reside en el bofedal Chaullapujo (4,440 m) (Figura 37). La explicación de esta preferencia es porque en este lugar existe cuerpos de agua amplios y de baja profundidad con abundante presencia de crustáceos, anfípodos y braquiópodos, los cuales son el alimento preferido por estas aves.

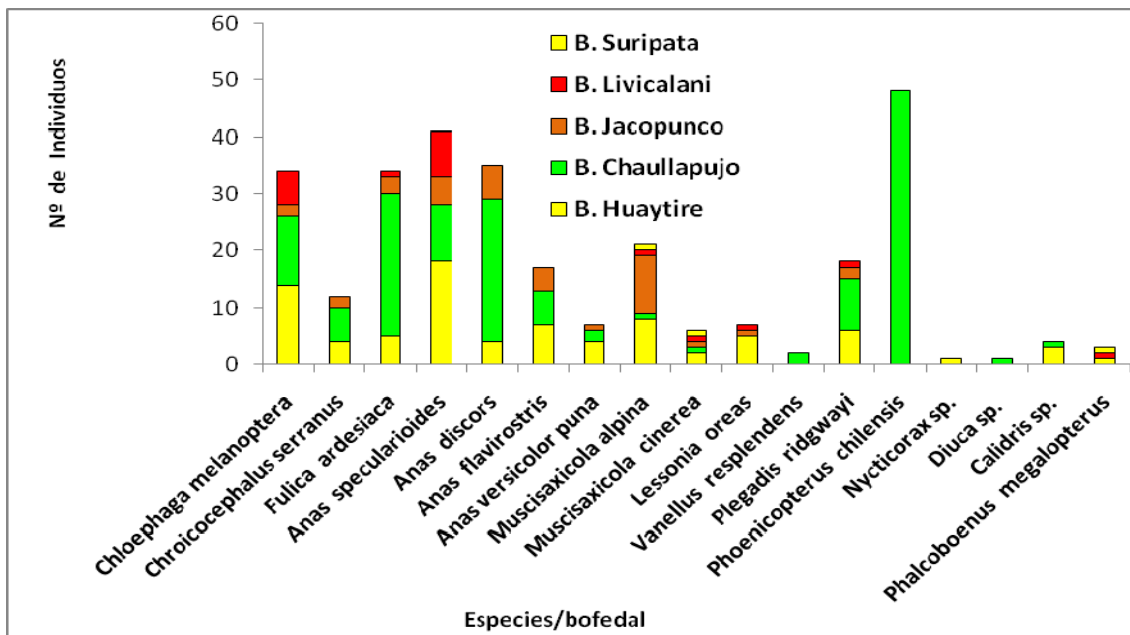


Figura 37. Presencia de aves por bofedal evaluado

La diversidad y riqueza de especies se observa en la Tabla 24. El índice de Shannon indica que en los bofedales Huaytire, Chaullapujo y Jacopunco la diversidad es alta, mientras que en Surapata y Livicalani es baja.

La Figuras 38 muestra a los valores de diversidad Shannon-H ordenados de modo descendente, los cuales son agrupados según su modo de dispersión. Para lograr esto se tiene en cuenta los límites superior e inferior, calculados a partir del intervalo de confianza. De modo tal que algunos valores de la diversidad exceden el límite superior, otros se ubican entre ambos límites y algunos no sobrepasan el límite inferior. Esto permite clasificar los bofedales evaluación en grupos de alta, media y baja diversidad respectivamente.

Tabla 24. Índices de diversidad

Índices	B. Huaytire	B. Chaullapujo	B. Jacopunco	B. Suripata	B. Livicalani
Especies	14	13	11	3	8
Individuos	82	148	37	3	20
Shannon_H	2,37	2,03	2,13	1,10	1,74
Menhinick	1,55	1,15	1,81	1,73	1,96

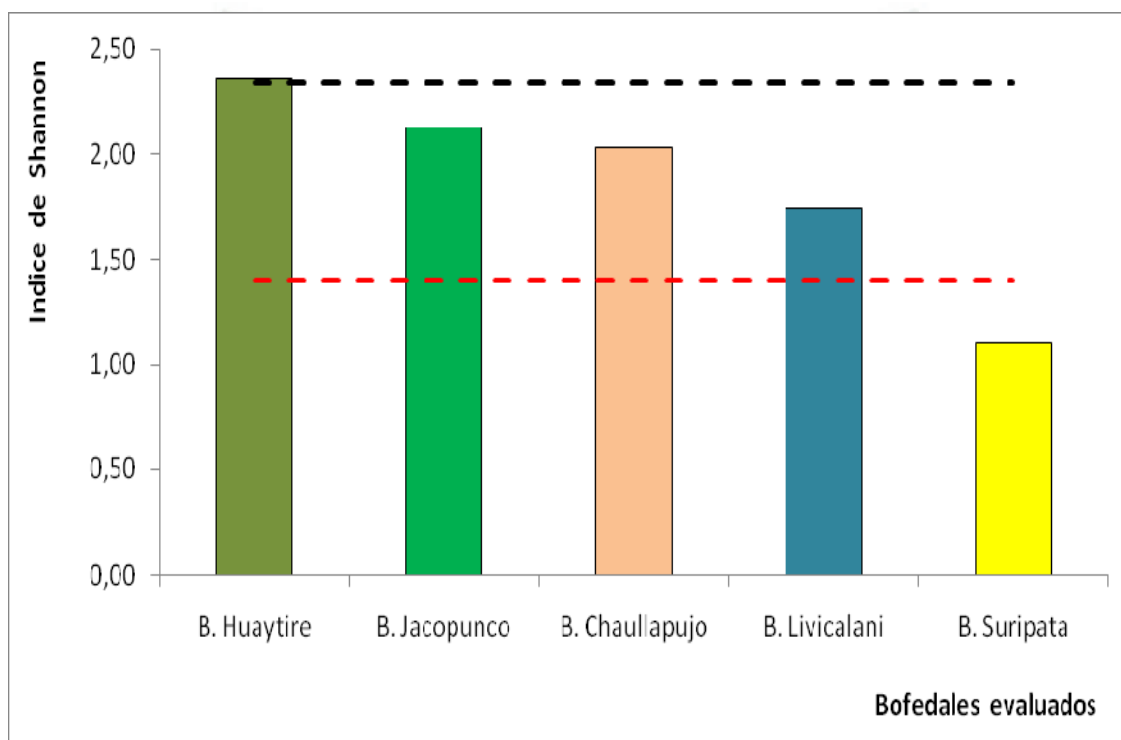


Figura 38. Distribución de la diversidad Shannon según los límites de confianza para la avifauna de Huaytire y anexos

Según la Figura 38 se puede observar que el bofedal con alta diversidad de avifauna es Huaytire; los bofedales Jacopunco, Chaullapujo y Livicalani presentan mediana diversidad y el bofedal Suripata con baja diversidad.

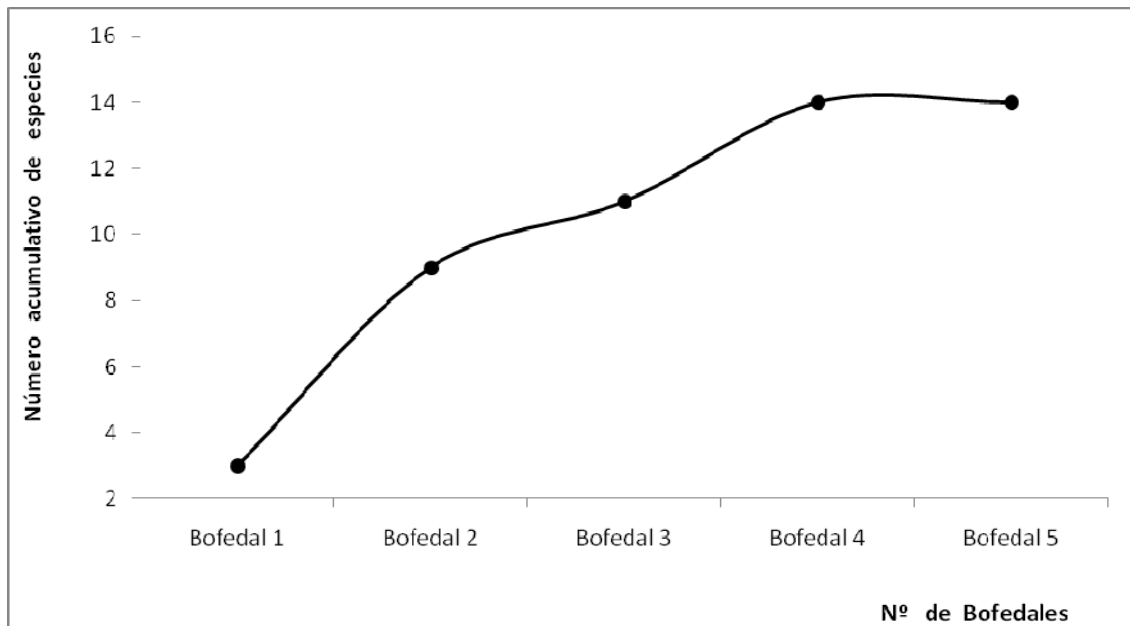


Figura 39. Curva de acumulación de especies: Avifauna de Huaytire y anexos

En la Figura 39 se muestra la curva de acumulación de especies para la avifauna de la zona de estudio; se observa que en cinco bofedales evaluados el incremento de especies de aves se estabiliza. De modo tal que es probable se haya alcanzado determinar la riqueza total de la avifauna.

4. EVALUACIÓN DE LA HERPETOLOGÍA

4.1. Abundancia y frecuencia relativa de reptiles de Huaytire y anexos

En la Tabla 25 se muestra la abundancia y frecuencia relativa de la diversidad de reptiles para cada bofedal de la zona de Huaytire y anexos.

Tabla 25. Abundancia y frecuencia relativa de reptiles de Huaytire y anexos

Especies	B. Huaytire	B. Jacopunco	B. Chaullapujo	B. Livicalani	B. Suripata	TOTAL	(%)
<i>Liolaemus ornatus</i>	1	0	1	0	1	3	18,75
<i>Liolaemus cf. jamesi</i>	0	1	1	0	0	2	12,50
<i>Liolaemus alticolor</i>	2	0	3	1	0	6	37,50
<i>Liolaemus sp.</i>	1	2	1	0	1	5	31,25
TOTAL						16	100

B: bofedal

La importancia biológica de los reptiles de altura, al igual que el de otros lugares, es que son controladores poblacionales (ya sea de insectos, arácnidos u otros pequeños animales), así mismo como la mayoría de los consumidores secundarios, pueden actuar como dispersores de semillas.

La distribución de los reptiles por cada lugar evaluado es irregular: es decir algunos de ellos se desplazan por dos o tres zonas de los bofedales, por ejemplo *Liolaemus alticolor* se le observo en Huaytire, Chaullapujo y Livicalani y *L. ornatus* se desplaza por Huaytire, Chaullapujo y Surapata (Figura 40).

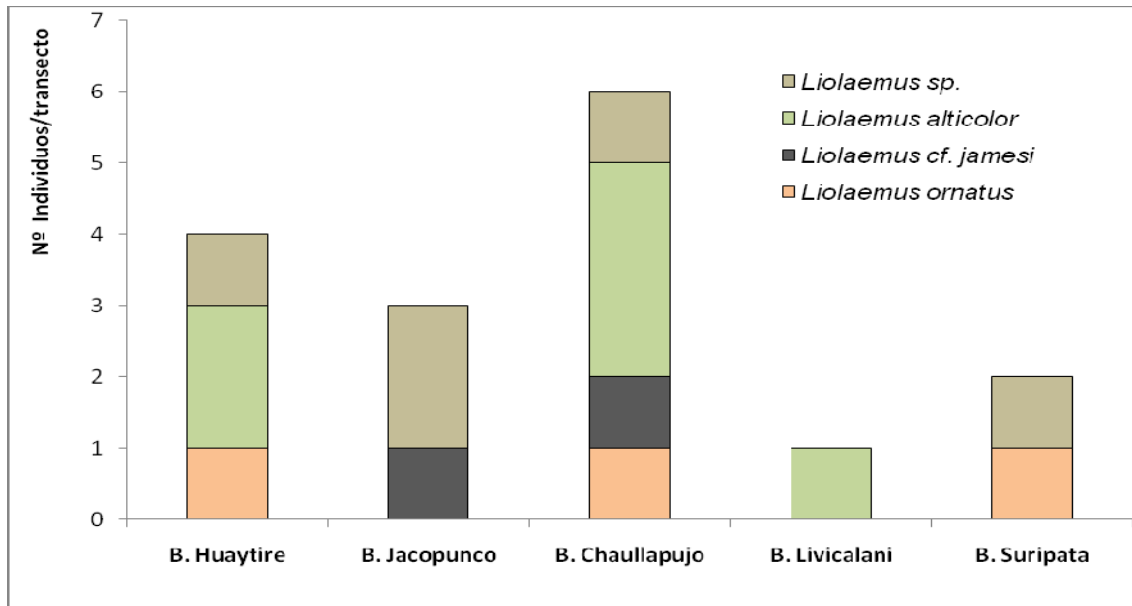


Figura 40. Distribución de reptiles por zona evaluada

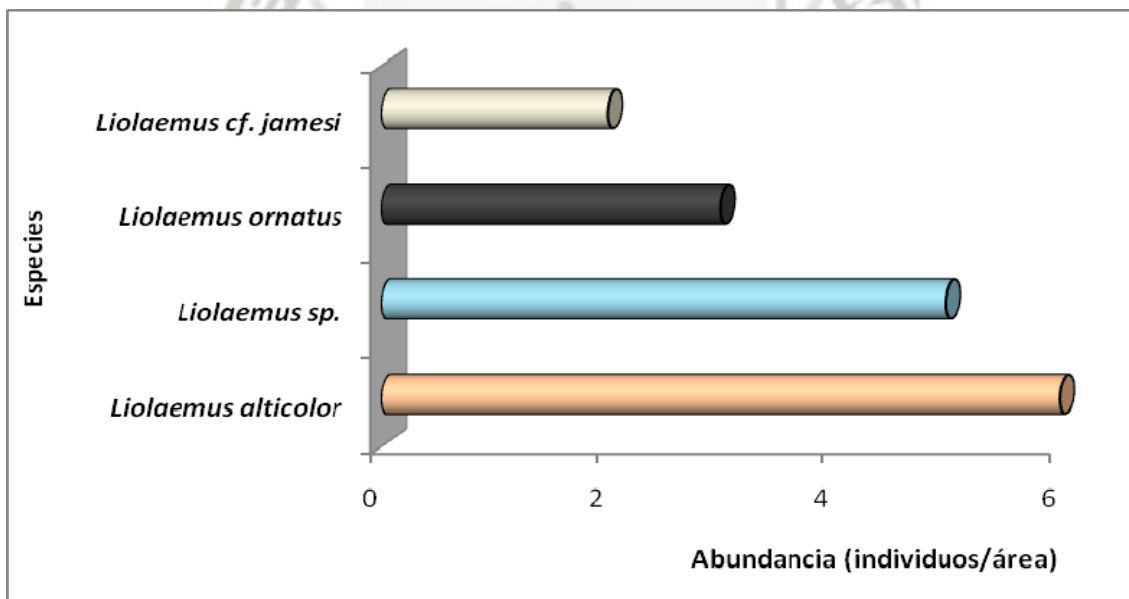


Figura 41. Abundancia de los reptiles en la zona de Huaytire y anexos

La abundancia de especies se observa en la Figura 41, en el cual se aprecia que la especie *Liolaemus alticolor* es quien mayor número

de individuos presenta (seis), le sigue *Liolaemus sp* con cinco individuos.

En la Tabla 26 se muestra el índice de Shannon, se puede deducir que en los diferentes lugares hay una pobre diversidad.

Tabla 26. Índices de diversidad

Índices	Huaytire	Jacopunco	Challapujo	Livicalani	Suripata
Especies	4	3	5	1	2
Individuos	5	4	7	1	2
Shannon_H	1,33	1,04	1,47	0	0,69

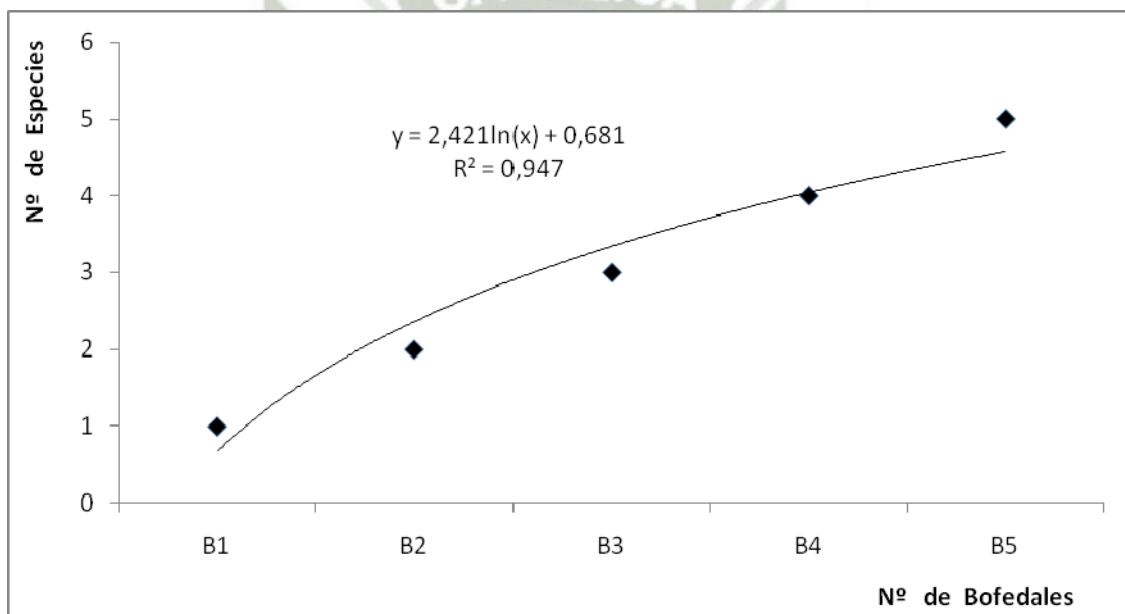


Figura 42. Curva de acumulación de especies de reptiles de Huaytire y anexos

La curva de acumulación de especies elaborada para medir los incrementos de especies de reptiles, nos indica que con cinco lugares de evaluación, no es suficiente para conocer la riqueza total de especies en la zona de muestreo; en este caso es aun necesario incrementar el número de esfuerzo por zona de trabajo.

5. EVALUACIÓN DE LOS MAMÍFEROS

5.1. Abundancia y frecuencia relativa de mamíferos de Huaytire y anexos

En la zona de estudio se observó poca diversidad de mamíferos, sin embargo las pocas especies presentan una abundancia significativa tal como se puede apreciar en la Tabla 27.

Tabla 27. Especies, abundancia y frecuencia relativa de mamíferos

Especie	N. común	Huaytire	Chaullapujo	Jacopunco	Livicalani	Suripata	TOTAL	(%)
<i>Phyllotis chilensis</i>	ratón orejudo	0	1	1	0	0	2	0,08
<i>Lagidium viscacia</i>	vizcacha	230	0	310	0	0	540	21,06
<i>Lama pacos</i> *	alpaca	610	843	370	140	45	2008	78,32
<i>Lama glama</i> *	llama	0	0	14	0	0	14	0,55
TOTAL							2564	100

****Los conteos de alpacas por bofedal se realizaron en situ.**

La especie más abundante corresponde a *Llama pacos* con una frecuencia de 78,32 %, le sigue *Lagidium viscacia* con un 21,06%. En la Figura 43.

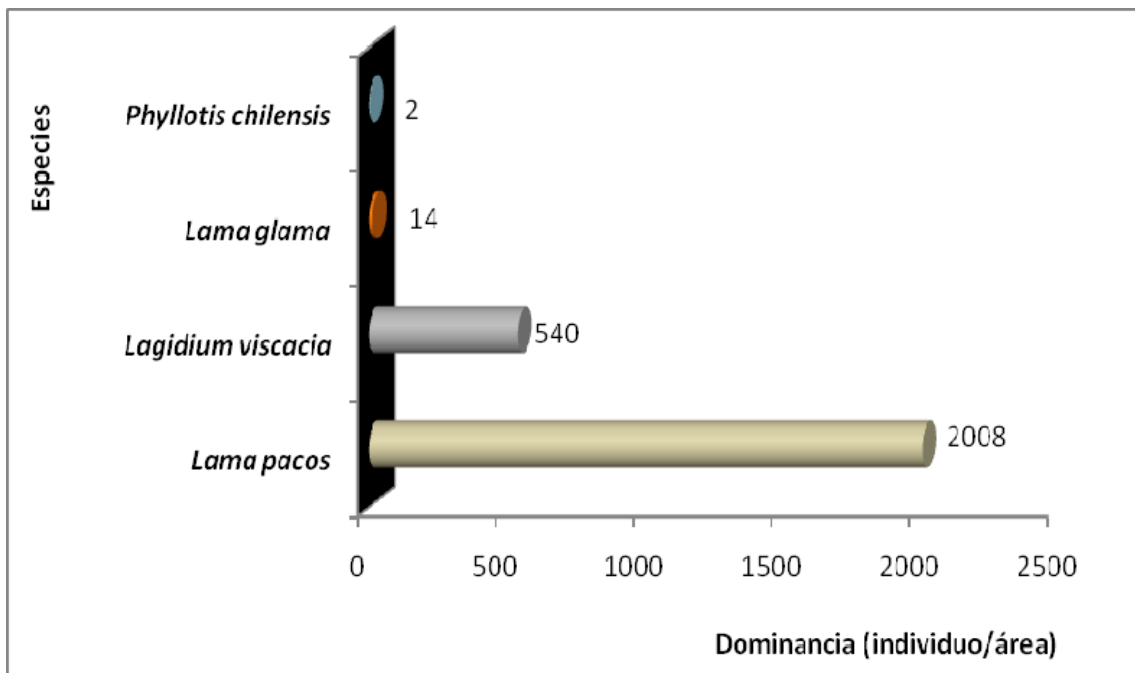


Figura 43. Abundancia de mamíferos en la zona de Huaytire y anexos

El análisis de diversidad indica que en los diferentes bofedales la diversidad es muy pobre, siendo en algunos casos cero. Lo que es significativo es el número de individuos por cada lugar evaluado, sobre todo el caso de Chaullapujo. En la Tabla 28 se observa los índices de diversidad.

Tabla 28. Índices de diversidad

Índices	Huaytire	Chaullapujo	Jacopunco	Livicalani	Suripata
Especies	2	2	4	1	1
Individuos	940	5431	704	140	45
Shannon_H	0,56	0,00	0,84	0	0

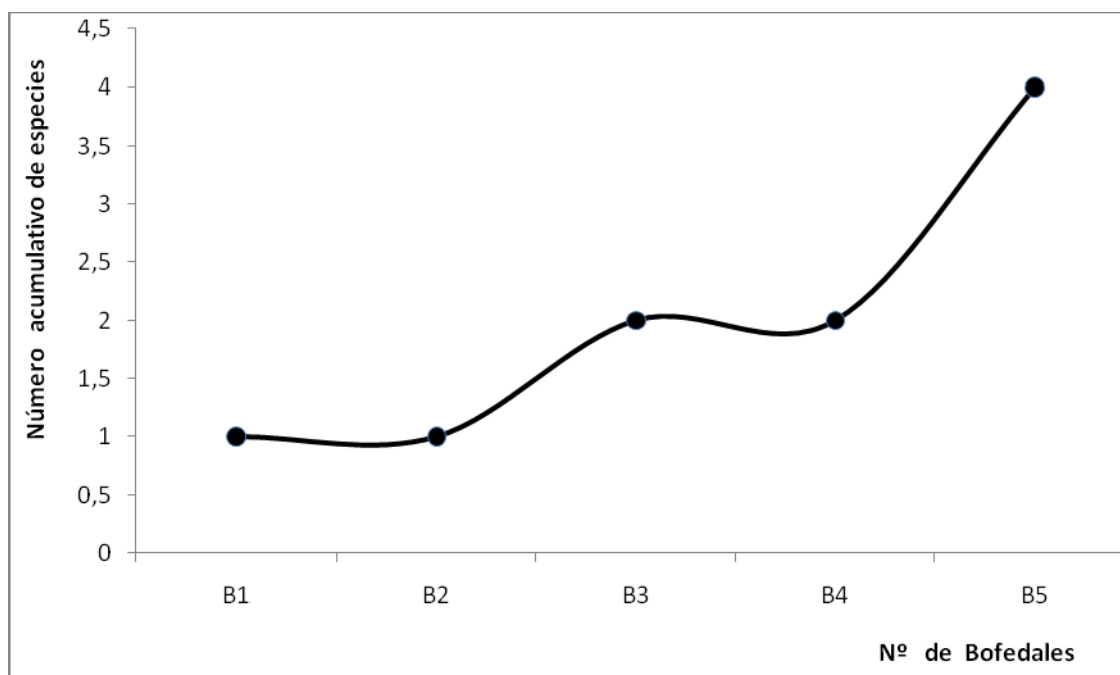


Figura 44. Curva de acumulación de especies para mamíferos: Huaytire y anexos

La curva de acumulación de especies que se observa en la Figura 44; nos está indicando que aún es necesario un mayor esfuerzo de muestreo y evaluación de bofedales, para lograr alcanzar la riqueza total de mamíferos en la zona de estudio. En la gráfica se aprecia que la tendencia de la curva es a seguir incrementándose conforme se aumente el número de bofedales.

6. EVALUACIÓN ICTIOLÓGICA

La evaluación de la ictiofauna de los bofedales tiene un elevado interés científico, debido a que constituye un marco natural de referencia para conocer las adaptaciones desarrolladas por las especies residentes en los diferentes cuerpos de agua. Esto permite desarrollar programas de conservación y uso adecuado de este recurso acuático.

En la zona de Huaytire y anexos la evaluación ictiológica fue realizada a través de un trabajo de campo, que permitió reunir datos y material biológico proveniente de cuatro bofedales y un río.

Fueron registrados 4 especies para la zona de estudio que se distribuyen en dos órdenes y dos familias, tal como se puede observar en la Tabla 29.

Tabla 29. Ubicación taxonómica de los peces de Huaytire y anexos

Orden	Familia	Especies	nombre vulgar
Cyprinodontiformes	Cyprinodontidae	<i>Orestias agassi</i>	carachi gris "keyricito"
Cyprinodontiformes	Cyprinodontidae	<i>Orestias luteus</i>	carachi amarillo
Salmoniformes	Salmonidae	<i>Salvelinus fontinalis</i>	trucha de los arroyos
Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	trucha

La abundancia y frecuencia relativa se observa en la Tabla 30. El bofedal con mayor abundancia de individuos es Jacopunco; así mismo la especie con mayor abundancia y mayor frecuencia relativa es *Orestias agassi* con 595 individuos y 55,71%. En la Tabla 30 se observa las abundancias y frecuencias relativas de cada especie.

Tabla 30. Especies, abundancia y frecuencia relativa de peces: Huaytire y anexos

Especies	nombre vulgar	Huaytire	Chaullapujo	Jacopunco	Livikalani	TOTAL	(%)
<i>Orestias agassi</i>	carachi gris "keyricito"	167	18	340	70	595	55,71
<i>Orestias luteus</i>	carachi amarillo	130	0	230	78	438	41,01
<i>Salvelinus fontinalis</i>	trucha de los arroyos	23	0	0	0	23	2,15
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	trucha	0	0	0	12	12	1,12
TOTAL						1068	100

En la Figura 45 se observa la distribución de los peces según sea el bofedal capturado; siendo notorio la especie *Orestias agassi* a quien se le colectó en los cuatro bofedales evaluados.

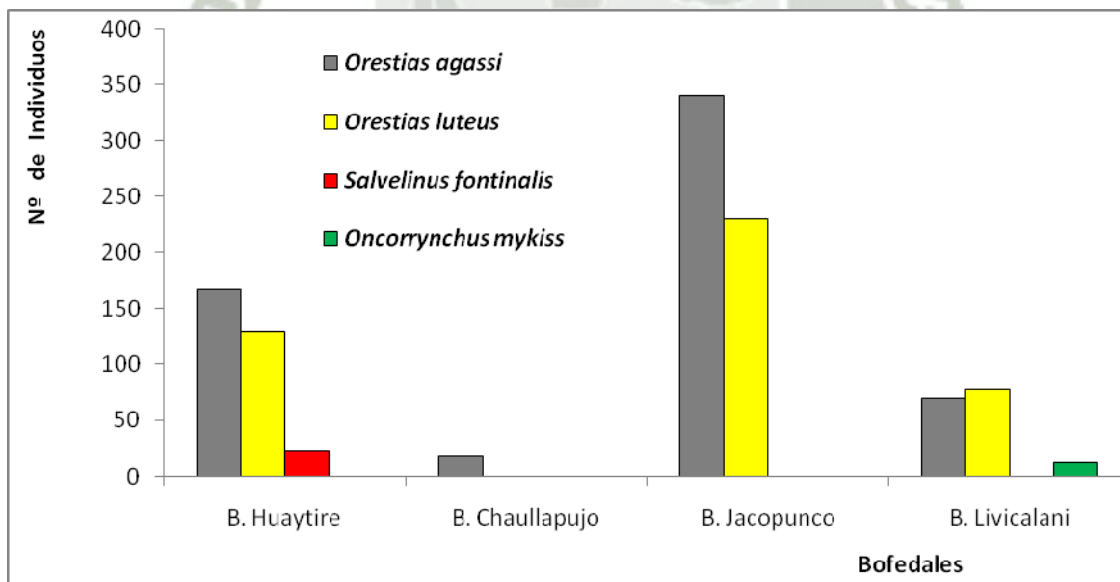


Figura 45. Distribución de peces por bofedal evaluado

En la Figura 46 se muestra la abundancia de cada especie, donde se observa a *O. Agassi* "carachi gris" como la más abundante.

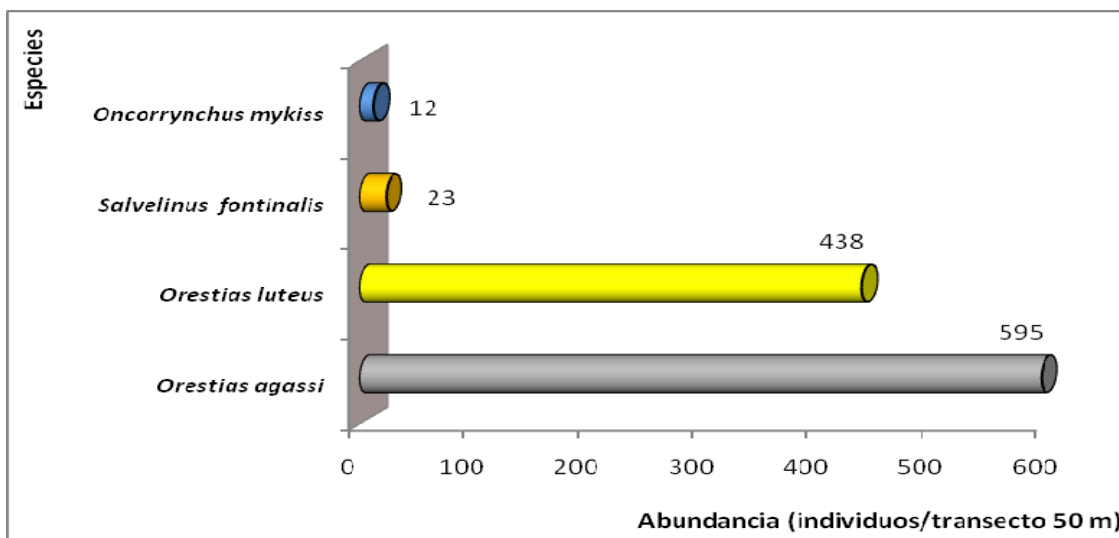


Figura 46. Abundancia de las especies: Huaytire y anexos

Los índices de diversidad estimados para cada bofedal se presentan en la Tabla 31; indican que todos tienen baja diversidad (índice de Shannon). Sin embargo se aprecia una regular dominancia de especies de cada lugar. Lo más significativo es lo observado en Jacopunco y Huaytire respecto al número de individuos tal como se muestra en la Figura 47.

Tabla 31. Índices de diversidad

Índices	Huaytire	Chauillacpujo	Jacopunco	Livicalani
Especies	2	2	2	3
Individuos	297	41	570	160
Dominancia_D	0,50	0,50	0,51	0,43
Shannon_H	0,68	0,68	0,67	0,90

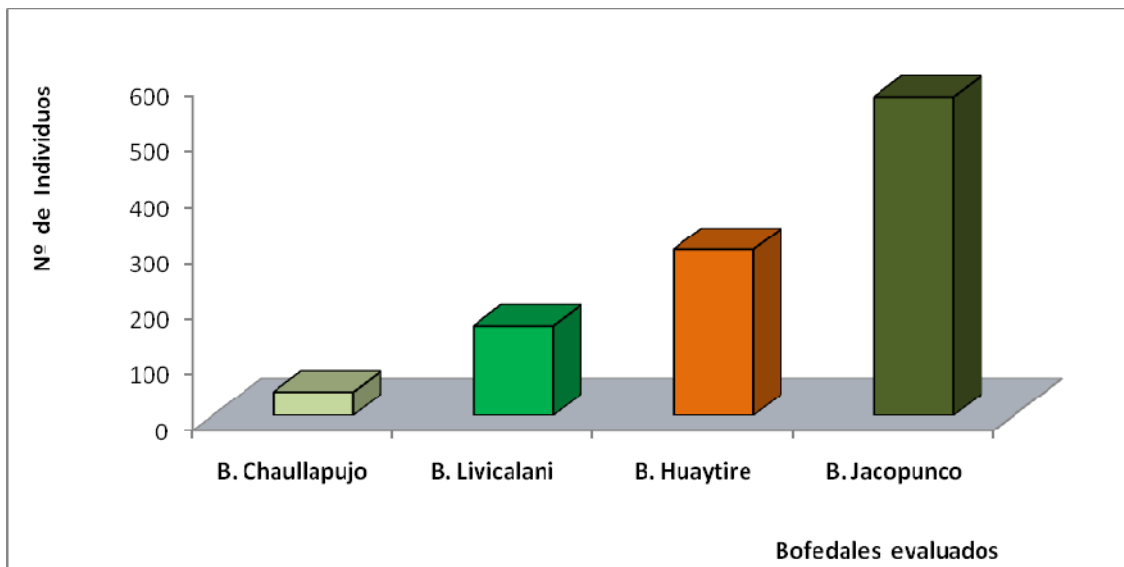


Figura 47. Bofedales con mayor número de individuos capturados

7. ANÁLISIS QUÍMICO DEL AGUA

7.1. Análisis químico del agua del bofedal Huaytire

En la Tabla 32 se muestra los resultados del análisis químico del agua del bofedal Huaytire. Según esta información se aprecia que el agua del bofedal presenta una clasificación C1-S1, el mismo que se interpreta como aguas de bajo peligro de salinidad, no esperando efectos dañinos sobre plantas y suelo. Así mismo se puede usar para riego de casi todo tipo de suelo sin ningún tipo de peligro de destrucción de su estructura.

De estos resultados se puede deducir que el agua de los bofedales es de buena calidad para la agricultura y otros fines como el desarrollo de la piscicultura.

Tabla 32. Análisis químico del agua

Parámetros químicos	Bofedal Huaytire
pH	6.80
C.E. (mS/cm)	0.12
Calcio (mEq/L)	0.55
Magnesio (mEq/L)	0.27
Potasio (mEq/L)	0.08
Sodio (mEq/L)	0.78
SUMA DE CATIONES	1.68
Nitratos (mEq/L)	0.01
Carbonatos (mEq/L)	0.00
Bicarbonatos (mEq/L)	0.44
Sulfatos (mEq/L)	0.85
Cloruros (mEq/L)	0.35
SUMA DE ANIONES	1.65
Sodio %	46.42
RAS	1.21
Boro (ppm)	0.01
Clasificación	C1-S1

Fuente: UNALM, 2012. Laboratorio de calidad de Aguas

7.2. Análisis Físicoquímico de los Bofedales evaluados

Se determinó cuatro parámetros físicoquímicos básicos que indican la calidad del agua desde el punto de vista físico: pH, Conductividad eléctrica, Oxígeno disuelto y T° del agua; la medición se realizó por cada lugar evaluado. Los resultados se presentan en la Tabla 33.

Tabla 33. Parámetros físico-químicos del agua de Huaytire y anexos

PFQ	B. Huaytire	B. Chaullapujo	B. Jacopunco	B. Livicalani	B. Suripata
pH	7,1	7,3	7,2	6,8	8,5
C.E. (mS/cm)	0,1	0,1	0,02	0,01	0,27
OD (mg/L)	7,56	7,15	8,2	6,3	5,7
(°C) agua	8,2	8,9	9,1	9,8	11,1

Fuente: Franco, 2012. Datos tomados en campo

Se observa que la mayoría del pH de los bofedales tiene una tendencia a ser neutro, excepto B. Suripata y B. Surajincho (pH alcalinos). La conductividad indica que todas las aguas contienen bajo contenido de sales, lo que permite clasificarlas como aguas óptimas para la vegetación y el suelo. El oxígeno disuelto presenta en todos los casos valores por encima de 5mg/L: lo que garantiza la existencia de zooplancton, bentos y peces. La T° del agua tiene concordancia con el OD, es decir a incrementos de la temperatura, los niveles de oxígeno disminuyen, en el caso de los lugares evaluados los valores en gran parte se muestran bajos.

8. ANÁLISIS DEL SUELO Y PERFIL VEGETAL DE LOS BOFEDALES

Los resultados del análisis del suelo correspondiente a los bofedales se muestran en la Tabla 34.

Tabla 34. Análisis de Suelo: Caracterización Físicoquímica

Bofe dal	pH 1:1	C.E. 1:1 dS/m	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clas Text	Cambiables me/100g				(+) CAT	(+) BAS.	(+) S.B.
						Arena	Limo	Arcilla		Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺			
						%	%	%								
1.	7.1	0.30	6.6	46.6	424	68	32	0	Fr. A	5.46	2.19	0.72	0.26	8.6	8.63	51
2.	6.6	0.25	14.1	20.3	413	Suelo Orgánico			-	11.01	3.22	0.51	0.40	15.1	15.14	58
3.	6.7	0.36	9.2	50.0	639	56	42	2	Fr. A	7.30	3.05	1.59	0.45	12.3	12.39	56
4.	6.5	0.26	25.5	22.6	1103	Suelo Orgánico			-	9.32	3.65	2.59	0.86	16.4	16.42	-
5.	6.8	0.26	25.0	9.6	1112	Suelo Orgánico			-	20.89	6.14	3.15	0.95	31.1	31.13	-

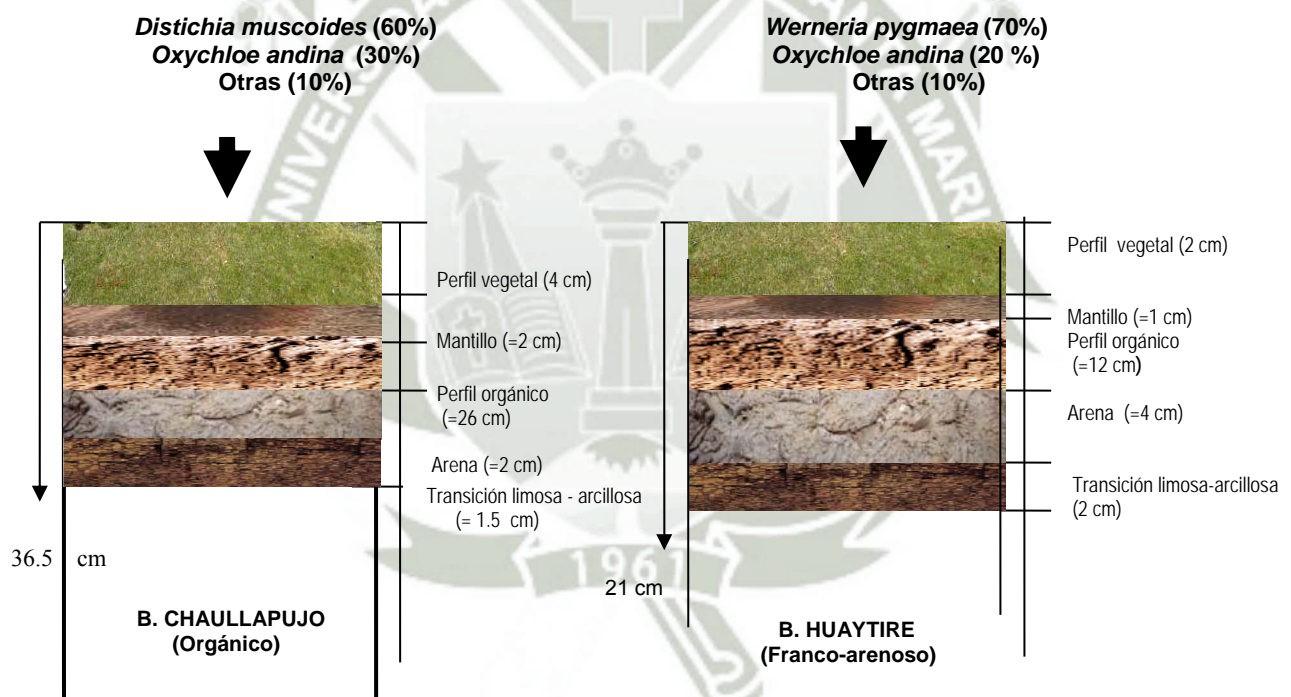
B. Huaytire 2. B. Chaullapujo 3. B. Jacopunco 4. B. Livicalani 5. B. Suripata

Fuente: UNALM, 2012. Laboratorio de suelos

Los análisis de suelo realizado para los diferentes bofedales muestran una tendencia a la neutralidad (pH promedio 6,7), la conductividad eléctrica (CE) refiere bajas concentraciones de sales y las concentraciones de materia orgánica (MO) evidencian valores de 6,6 y 9,2 % en los Bofedales (Huaytire y Jacopunco) evidenciando un bajo perfil orgánico; en tanto que para los Bofedales (Chaullapujo, Livicalani, Suripata) presentan un perfil de suelo más orgánico (promedio 21,5 %). Sin embargo en los diferentes tipos de suelo de los bofedales no se

observa descomposición asociado a la degradación de la vegetación que pueda generar algún tipo de perturbación natural produciendo mayor concentración de materia orgánica y estados de eutrofización avanzados. Respecto a la textura, los Bofedales Huaytire y Jacopunco son Franco-Arenosos y los otros Bofedales son orgánicos – arcillosos.

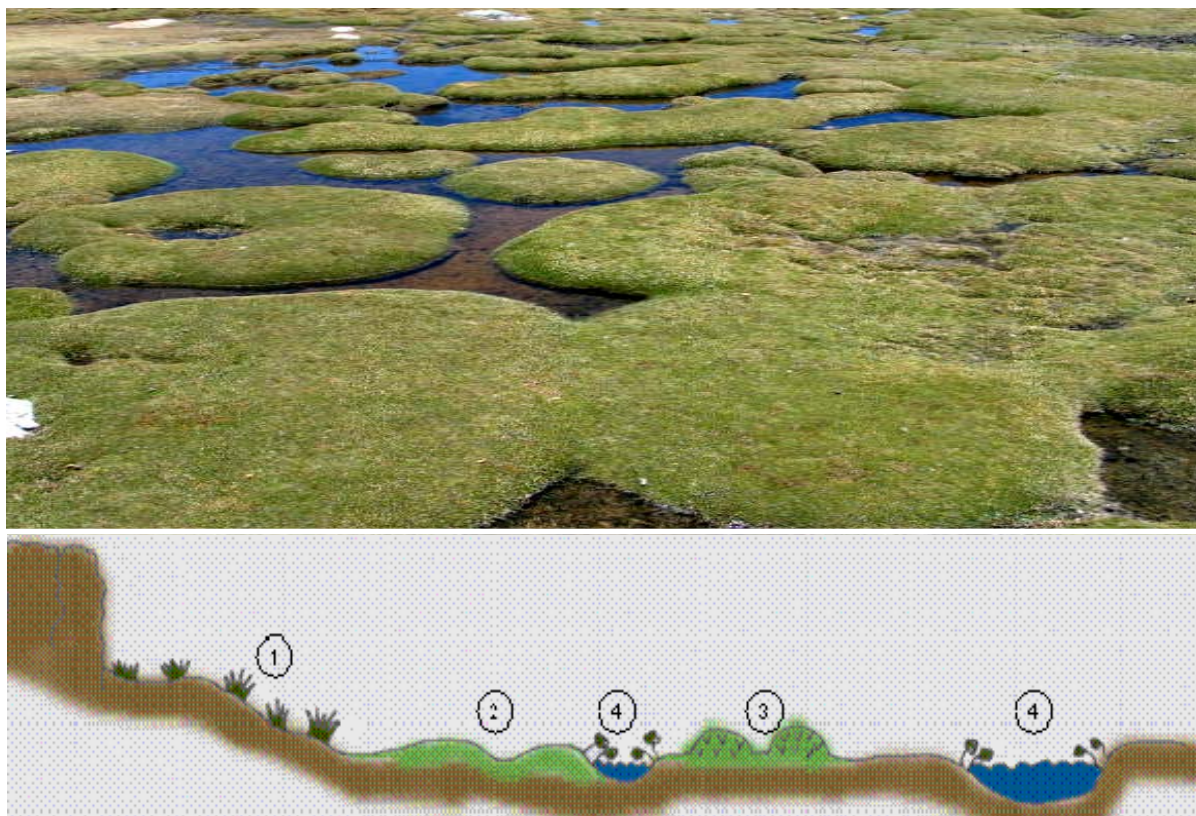
En la Figura 48 se esboza el perfil del suelo para los bofedales Chaullapujo y Huaytire en la cual se observa que el análisis del horizonte orgánico llega a alcanzar alrededor de 26 y 12 cm respectivamente. En la parte superior del perfil se aprecia la cobertura vegetal superficial de 4 y 2 cm aprox. de horizonte.



* Elaboración Propia del autor. Vistas de corte del suelo: Bofedales orgánico y franco arenoso

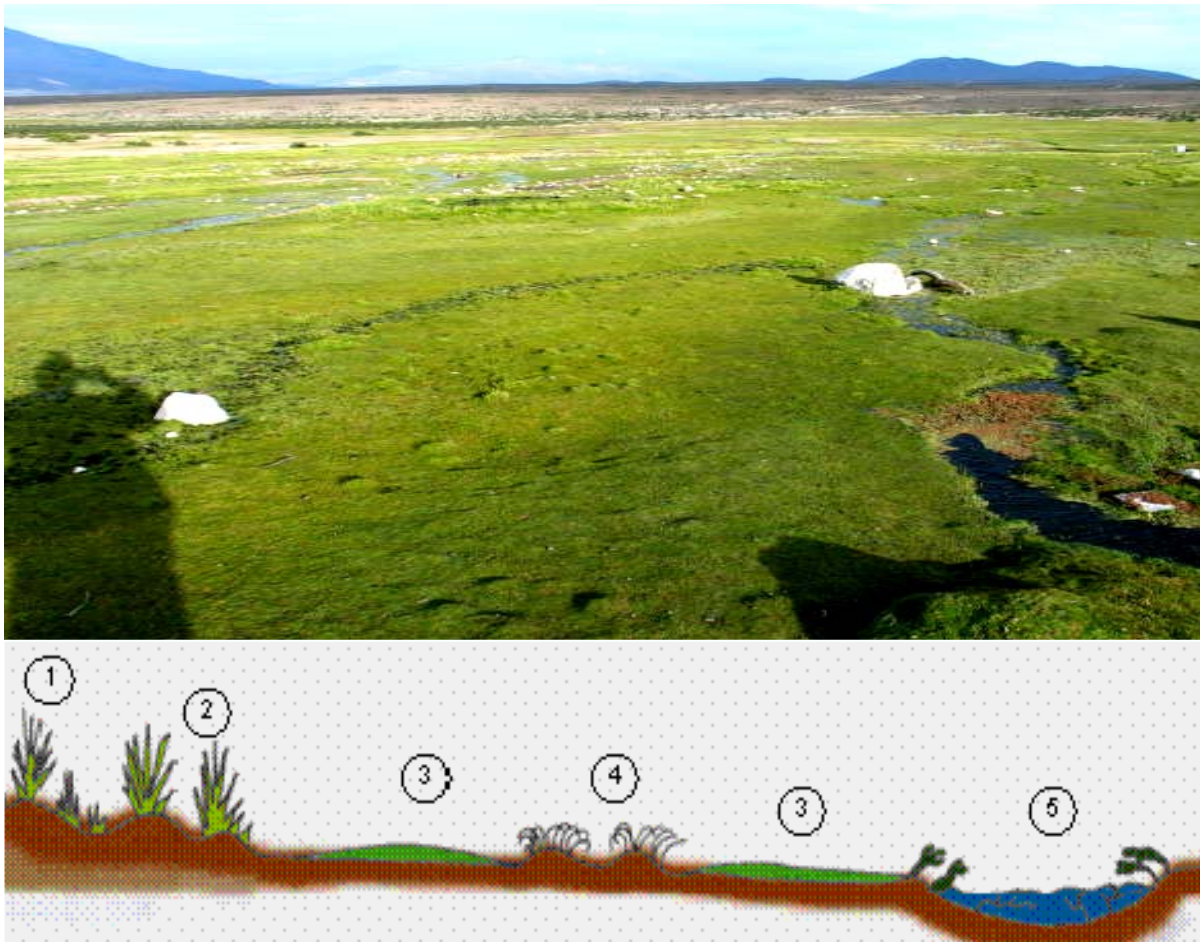
Figura 48. Perfil Edafológico de Bofedal Orgánico y Franco-arenoso

El perfil general de la disposición de las comunidades vegetales para los bofedales evaluados, se representan en las Figuras 49 y 50. Entre los diferentes bofedales se puede observar ciertas diferencias en la forma como se dispone la vegetación: de manera plana (B. Livicalani) y en cojín (B. Huaytire).



- 1 Tholares con presencia de *Parastrephia lepidophylla* y *Parastrephia lucida*
- 2 Vegetación semi-plana formado por *Lilaeopsis macloviana*, *Stipa sp.*, *Calamagrostis ovata*
- 3 Vegetación abombado o almohadillado de *Oxychloe andina* y *Distichia muscoides*
- 4 Vegetación acuática de canales y del borde de pozos con *Ranunculus sp.*, *Myriophyllum quítense*, *Azolla filiculoides* y *Hypselia reniformes*

**Figura 49. Perfil de las Comunidades Vegetales: Bofedal de Huaytire - 4
600 msnm**



- 1 Tholar de ladera con *Parastrephia quadrangularis*
- 2 Pajonal serial con *Festuca orthophylla*
- 3 Vegetación plana con *Oxychloe andina* y *Werneria pygmaea*
- 4 Pajonal higrófilo con *Calamagrostis ovata* y *Werneria sp1* y *Lilaeopsis sp1*
- 5 Vegetación acuática con *Ranunculus sp*, *Azolla sp*, *Elodea sp*, *Lemna spp.* y *Myriophyllum sp.*

**Figura 50. Perfil de comunidades vegetales: Bofedal de Chaullapujo –
4 500 msnm**

9. CLASIFICACIÓN DE LOS BOFEDALES DE HUAYTIRE

Los bofedales de la comunidad de Huaytire se pueden clasificar teniendo en cuenta los siguientes criterios:

9.1. Régimen hídrico

Las diferentes zonas evaluadas corresponden a *Bofedales Hidromorficos*, también llamados údicos, Se caracterizan por hallarse permanentemente inundados y están ubicados entre los 4500 y 5000 m, son altamente productivos y de rápida recuperación, se localizan en las faldas de nevados y riveras de ríos y lagunas. Los suelos son ricos en materia orgánica en descomposición (histosoles). Son pastoreados por alpacas, llamas y vicuñas. La cobertura vegetal está representada por *Oxychloe andina*, *Distichia muscoides*, *Calamagrostis rigescens*, estas suman un total de 75% de cobertura relativa, mientras otras especies como *Calamagrostis jamessi*, *Calamagrostis ovata*, *Calamagrostis chrysantha* (sora) y *Hypochoeris* sp. suman una cobertura relativa de 16%.

Este tipo de humedal nace en los alrededores de lagunas, de manantiales y acompañan muchas veces a los arroyos. Los suelos se forman a partir de las mismas plantas del llano y sus partes muertas se descomponen muy lentamente, originando gruesos estratos de material orgánico. Los restos de algunas plantas mantienen su estructura específica hasta llegar a varios metros de profundidad (ciperáceas). Así queda demostrada la poca actividad de los microorganismos que las destruyen, debido sobre todo a las bajas temperaturas, pero también a la escasez de oxígeno y nitrógeno en este ambiente (Figura 51)



Figura 51. Bofedal Hidromorfo (B.Jacopunco)

9.2. Asociación de Fitoespecies

Según la composición vegetal, los bofedales de la comunidad de Huaytire se consideran como *Bofedales Pluviformes de Distichetum*: esta asociación se encuentra en el piso ecológico de Puna, sobre suelos hidromorfos, la vegetación que abunda guarda relación con el contenido de sales en el suelo. Está constituida por especies herbáceas semihidrófitas, de fisionomía muy densa y de apariencia almohadillada, dominada básicamente por la especie *Distichia muscoides* careciendo de gramíneas altas. Las especies componentes menores son: *Eleocharis albibracteata*, *Hypochoeris stenocephala*, *Carex spp.*, *Alchemilla diplophylla*, *Gentiana postrata*, *Plantago sp*, *Hipsela sp*, *Lachemilla* y *Ranunculus*. Según Flores (2004), señala que la composición botánica de este tipo de bofedales

consta de 59,9% de herbáceas, 12,3% de juncáceas, 16,4% de gramíneas y 11% de otras especies (Figura, 52).



Figura 52. Asociación vegetal Pluviforme de Distichetum

10. POBLACIÓN DE ALPACAS DE LA COMUNIDAD DE HUAYTIRE

En la Tabla 35 se observa la población total de alpacas de la comunidad de Huaytire. En la comunidad existe un total de 70 familias distribuidas por los alrededores de los bofedales. Es común observar construcciones de piedra (corrales) junto a los bofedales para que sus alpacas se puedan refugiar y no se dispersen por las noches sobre todo en temporadas de frío. Generalmente el pastoreo de las alpacas está a cargo de los varones de mayor edad quienes son responsables del cuidado principalmente de crías y hembras. En la zona de estudio el mayor número de alpacas corresponde a las hembras 1,737 (65%), seguido de los machos 592 (22,1 %) y crías 344 (13 %) que hacen un total de 2,673.

Tabla 35. Población Total de Alpacas

Comunidad Huaytire (Nº Familias 70)	Nº Individuos	%
Alpacas machos	592	22,1
Alpacas hembras	1737	65
Alpacas crías	344	13
Total	2673	-----
Mortalidad: crías + adultos	84	3

Fuente: Gerencia Regional de Desarrollo Económico-GRT, 2011.

En Huaytire las familias viven muy cerca de los bofedales en construcciones de piedra, barro y paja de ichu. El establecimiento de población residente es más notorio en el bofedal Huaytire, implicando que las comunidades ejerzan una mayor presión sobre los pastos de este bofedal. Así mismo en este lugar la actividad de pastoreo esta compartido entre adolescentes y adultos. Respecto a la mortalidad anual para el año 2012, en Huaytire se dio un mayor porcentaje de muertes de crías y adultos 3 % por el friaje que se incrementa entre los meses de junio y agosto.

La Tabla 36 muestra datos de los pobladores que hacen uso de los pastos de los bofedales. El número de miembros por familia varía entre dos y cuatro personas, sin embargo en la mayoría núcleos familiares los hijos suelen migrar hacia las capitales de las provincias cercanas (principalmente a Moquegua y en algunos casos a Candarave, Tarata y Tacna). Son los padres quienes permanecen en sus comunidades. La aplicación de las encuestas a los pobladores se realizó entrevistando solamente a los adultos, usualmente a los padres por ser ellos quienes se encargan de la crianza de las alpacas. La encuesta se aplicó un total de 55 personas.

Tabla 36. Comunidades Usuarios de los Bofedales

Tabla 36. Comunidades Usuarios de los Bofedales

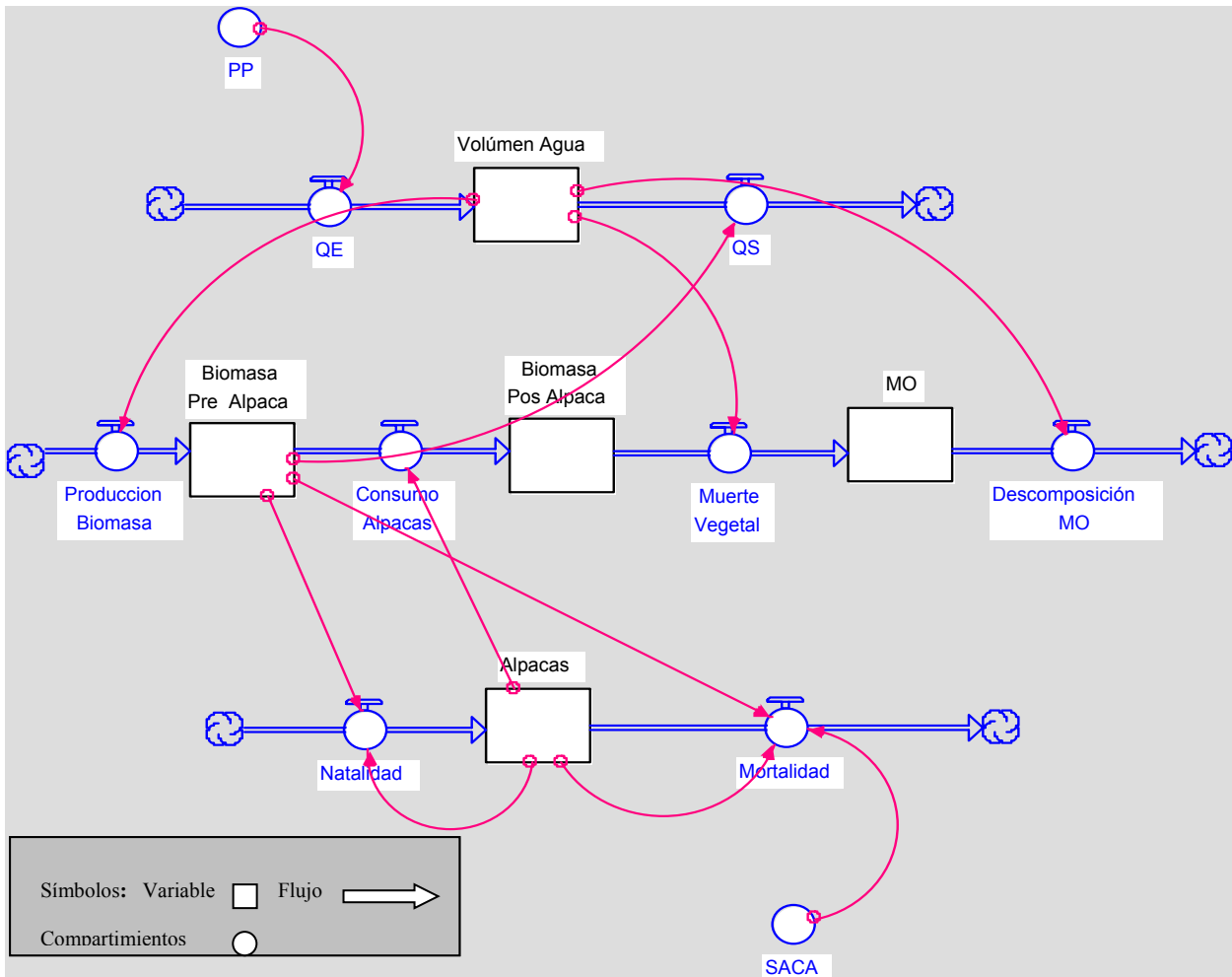
Comunidad	Familias	Nº entrevistados	Edad promedio	Grado instrucción
Huaytire	17	47	65	primaria
Chaullapujo	2	5	68	primaria
Jacopunco	1	1	71	sin estudio
Livicalani	1	1	55	primaria
Suripata	1	1	69	sin estudio

Fuente: Encuestas aplicadas in situ, 2012

11. DINÁMICA SOCIO-ECOLÓGICO DE LOS BODEFALES DE CANDARAVE

En la Figura 53 se observa el modelo gráfico conceptual de la dinámica socio-ecológico de los bofedales de la comunidad de Huaytire. Esta propuesta constituye un modelo que sirve para entender como los procesos físicos, biológicos y sociales se interrelacionan dentro del funcionamiento del sistema. Se puede observar que hay flujos de entrada y salida del agua del compartimiento Volumen de agua, el cual se relaciona con varios flujos (producción de biomasa, muerte vegetal y materia orgánica) generando una retroalimentación directa. El modelo toma en cuenta a los principales consumidores de los pastos, las alpacas, que se comportan como reguladores del sistema, no permitiendo que la vegetación se acumule y descomponga posteriormente ocasionando una mayor cantidad de materia orgánica. También se tiene en cuenta los compartimientos de biomasa de pastos antes de ser consumida por las alpacas (biomasa pre-alpaca) y biomasa que queda después del consumo (biomasa post-alpaca). El flujo que sale de la biomasa post cosecha representa a la descomposición de los pastos que formaran parte de la materia orgánica. Finalmente un compartimiento llamado de las alpacas y todo lo relacionado a su

población (natalidad y mortalidad), asociándose a esta última la variable saca (significando esto no solo cortar el vellón o lana de las alpacas, sino también la remoción de una parte de esta población, ya sea el traslado hacia otros lugares o para beneficio propio del alpaquero) que se conecta mediante un flujo de salida hacia el compartimiento de biomasa pre-alpaca.



Elaboración propia del autor

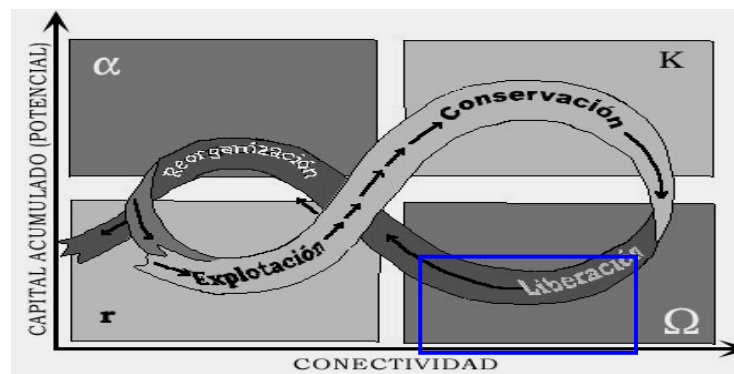
Figura 53. Modelo conceptual de la Dinámica Socio - Ecológica de los Bofedales

En el modelo es esencial conocer los caudales de entrada y salida del agua, porque todo el desarrollo del sistema depende de esta variable. Es importante referir que de lo observado en situ, se puede deducir que es la biomasa post-cosecha quien fijaría las condiciones del hábitat y al mismo tiempo determina la capacidad del sistema para albergar una diversidad biológica típica de estos ecosistemas.

11.1. Manejo adaptativo de los bofedales: Ciclos Adaptativos

La situación actual de los bofedales teniendo en cuenta los resultados anteriores y la propuesta del modelo conceptual socio-ecológico, nos permite deducir que los pobladores que aprovechan los pastos de los bofedales no ocasionan presión sobre ellos mediante un agotamiento del recurso, lo mismo ocurre con los otros servicios ambientales que le ofrecen estos ecosistemas naturales. La migración de la población joven al parecer es un factor que influye en la conservación de estos ecosistemas.

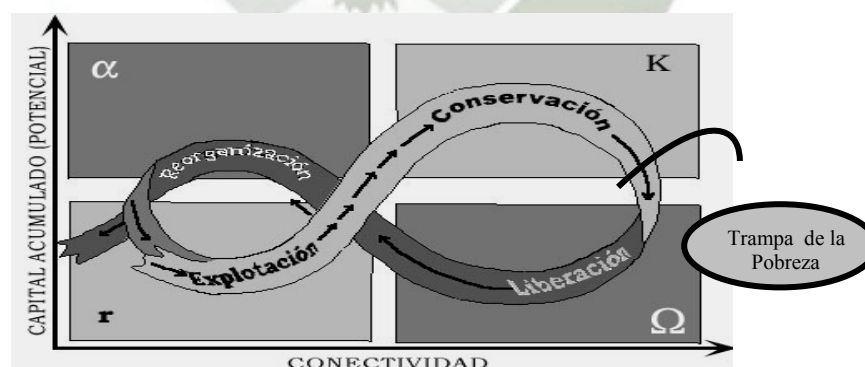
Dentro de los ciclos adaptativos que presentan los ecosistemas, los bofedales de Huaytire se hallan en la fase de conservación y crisis (caída) caracterizado como un proceso lento, donde los ecosistemas alcanzan el máximo de rigidez y de regulación interna y de vulnerabilidad a eventos exógenos imprevistos y disminuyendo la resiliencia y la influencia de los factores exógenos (Figura, 54),



Fuente: Gunderson y Holling, 2009

Figura 54. Ciclos Adaptativos de los ecosistemas

La Figura 55 nos permite apreciar que mediante los ciclos adaptativos se puede deducir que la población, social y económicamente, viven una “Trampa de la pobreza” o “letargo social”, en el cual la población usuaria de los bofedales no agotan sus recursos naturales, pero tampoco les ha permitido mejorar su calidad de vida en el tiempo. Se observa en estas comunidades una pobreza marcada en diferentes aspectos como carencia educativa, económica y salud.



Fuente: Gunderson y Holling, 2009

Figura 55. Modelo Conceptual de los Bofedales de Candarave.

11.2. Población y actividad humana en la zona de Huaytire

En la zona de estudio existen algunos vestigios arqueológicos como pinturas rupestres (Bofedales de Jacopunco) que evidenciarían la existencia de pobladores que sobrevivieron esencialmente de la ganadería, actividad que aún se mantiene hasta nuestros días. Bajo este contexto se entiende que los sistemas del área de estudio han sido usados y manejados por los pobladores locales desde hace mucho tiempo, quizás desde las primeras civilizaciones establecidas en la zona. Así mismo la densidad poblacional desde aquella época al momento actual presenta una tendencia a disminuir debido principalmente a las migraciones de los pobladores hacia la costa, lo que posiblemente ha permitido que estos bofedales se hayan mantenido sin ningún tipo de presión en el tiempo.

Esta población humana corresponde a los aymara altiplánicos, los cuales conservan un “pensamiento aymara” sobre el manejo de los bofedales (occonal) basado en conductas de respeto a la naturaleza (Pedraza, 2005). La ganadería como actividad principal en el altiplano tiene un carácter de trashumancia, que significa realizar una rotación constante de los lugares de pastoreo, manteniendo durante todo el año a las alpacas en los diferentes bofedales y algunas veces en los cerros durante épocas de seca. La actividad de pastoreo por lo común es realizada por los hombres, sin embargo los hijos varones adolescentes también ayudan, las mujeres cuando colaboran lo hacen en zonas aledañas al hogar. Es común que ocurra que los hijos generalmente migran hacia Tacna y Moquegua, no formando nuevas familias como residentes en sus zonas de origen.

12. EVALUACIÓN DE LA FITOMASA, CAPACIDAD DE CARGA Y SOPORTABILIDAD

En cualquier hábitat existe una limitación al número de animales de cada especie que puede mantenerse en el mismo, sin que se induzcan daños irreversibles en la vegetación o en recursos asociados, es decir, de manera sostenida. Esta limitación es la que se establece mediante la capacidad de carga de un sistema, y sus valores dependen de factores relacionados con el tipo de suelo, topografía, condiciones climáticas (temperatura, vientos, precipitaciones) y composición de la vegetación. En las regiones áridas o semiáridas del mundo, donde el ganado depende primariamente de los recursos forrajeros de su ambiente natural, el concepto de capacidad de carga (CC) es aplicado al manejo del ambiente. Es una herramienta que ha constituido la base de muchas intervenciones propuestas para asegurar la continuidad de un uso sustentable de los ecosistemas áridos.

En las regiones altiplánicas los auquénidos también dependen de las pasturas naturales. La carga animal (o stock animal, número de animales que pastorean un sistema) puede ser uno de los indicadores indirectos del sobrepastoreo. Tradicionalmente se han utilizado UA (unidades animales) para definir la carga animal y poder compararla con la capacidad de carga del sistema (número máximo de animales que puede soportar). En general para describir la carga animal se utiliza al ganado vacuno adulto como referencia y se ha determinado que 1 UA corresponde a una vaca madura de 454 kg (este número es variable según diversos autores) que consume 12 kgMS/día. Sin embargo, pueden realizarse conversiones a unidades equivalentes de otros animales (Hofmann et al. 1983).

El sobrepastoreo es uno de los principales problemas de los bofedales en la zona altoandina que afecta reduciendo la cobertura vegetal. Así mismo estos ecosistemas presentan varios problemas como: poca circulación de agua, escasas precipitaciones, elevada evapotranspiración y actividades antropogénicas como extracción de agua subterráneas. La finalidad de esta evaluación es conocer la cobertura vegetal, la

composición vegetal, la producción de biomasa y estimar la capacidad de carga y soportabilidad de cada uno de los bofedales evaluados.

Un método para determinar la carga animal es relacionando la producción de Materia Seca y el consumo del animal. Para aplicar este método es necesario tener en cuenta los siguientes factores: Producción anual de materia seca, condición de la pastura, factor de uso del pasto, requerimientos del animal y consumo del animal. Este es un método objetivo, pero no mide la respuesta animal, es necesario que después de transcurrido cierto tiempo se realice una evaluación del comportamiento de la pastura y de los animales, para hacer ajustes si son necesarios.

En la Tabla 37 se observa los valores estimados de materia seca, rendimiento de pasto, capacidad de carga, soportabilidad y área total de cada bofedal evaluado.

Tabla 37. Capacidad de carga animal para los bofedales de la comunidad de Huaytire

BOFEDAL	Materia seca (gMs)	Rendimiento de pasto (KgMs/Ha)	Capacidad de Carga Animal (UAL/Ha/año)	Soportabilidad (UAL/Año)	Área total (Ha)
HUAYTIRE	38,30	8174,43	19,06	1649,83	86,56
CHAULLAPUJO	29,90	6371,56	14,86	304,33	20,48
JACOPUNCO	7,68	4917,33	11,46	3095,34	270,1
LIVICALANI	23,87	5091,56	11,87	1234,59	104,01

Los diferentes bofedales evaluados de la comunidad de Huaytire y anexos se le puede clasificar como hidromorficos por la significativa cantidad de agua que almacenan y retienen.

En lo referente a su rendimiento de pasto, este varía entre 4,917.33 y 8,174.43 (KgMS/Ha); siendo el bofedal Huaytire y Chaullapujo los que mayor rendimiento presentan. Esto se puede explicar por el hecho de que estos dos lugares contienen mayor cantidad de agua que los

mantiene siempre con vegetación verde durante todo el año. Si se compara los resultados obtenidos con lo realizado en otros lugares se puede observar que mantienen cierta similitud: Por ejemplo en Argentina en bofedales altoandinos hidromorficos se les estimo un rendimiento de 6,000 (KgMs/Ha); del mismo modo en Chile (Parinacotas) en bofedales hidromorficos neutros de puna semiárida el rendimiento alcanza valores de 3,633 (KgMS/Ha) y en Perú (Puno) en bofedales hidromorficos neutros el rendimiento presenta valores de 8,000 (KgMS/Ha).

En la Tabla 38 se muestra valores de rendimiento para diferentes lugares en el cual se aprecia sus respectivos valores obtenidos de Kg MS/Ha.

Tabla 38. Rendimiento de Kilogramos de Materia seca/ Ha. en diferentes lugares

Localidad	Piso ecológico	Tipo de bofedal	Rendimiento de pasto (KgMS/Ha)
Bolivia	altiplano semiarido	hidromorfico	2 540
Bolivia	altoandino semihumedo	hidromorfico	2 638
Argentina	Puna semiárida	hidromorfico	6 000
Bolivia	altoandino semihumedo	hidromorfico neutro	4 828,5
Peru (Puno)	altoandino semihumedo	hidromorfico neutro	8 000
Chile (Parinacota)	Puna semiárida	hidromorfico neutro	3 633

Respecto a la capacidad de carga (UAL/Ha/año) que muestran estos bofedales de la comunidad de Huaytire y anexo (Tabla 34); sus valores van desde 11,46 – 19,06 (UAL/Ha/año) se podrían considerar como valores altos, toda vez que en otros lugares la capacidad de carga alcanza 2 UAL/Ha/año como ocurre en Caylloma – Arequipa (Sotomayor *et al.* 1990); sin embargo esto tiene que ver con el tipo de rendimiento de pasto

que muestran estos bofedales, es decir a mayor rendimiento de pasto mayor capacidad de carga.

Así mismo se debe tener en cuenta que no del todo resulta perjudicial desarrollar una presión alta de pastoreo, siendo una estrategia que puede ser utilizada para enfrentar el problema ocasionado por el subpastoreo. El pastoreo por debajo de la carga óptima puede ocasionar el desarrollo excesivo de matorros poco productivos y la acumulación de material senescente, lo cual inhibe la productividad de la comunidad vegetal. Esta acumulación es indeseable, porque además de representar un material que no es consumido por los animales reduce la temperatura del suelo, por lo tanto se reduce la actividad bacteriana, como consecuencia el reciclaje de nutrientes es retardado, particularmente en regiones frías o época frías. La presencia de una alta presión de herbívoros puede tener consecuencias positivas sobre la producción primaria en un campo subpastoreado, porque la remoción del material acumulado favorecería la penetración de la luz, el incremento de la temperatura del suelo y la producción de nuevos macollos (Flórez y Bryant, 1990).

13. IMPACTO DE LA MINERÍA EN LA COMUNIDAD DE HUAYTIRE

13.1. Extracción y captación de agua

La empresa minera Southern Peru Copper Corporation tiene licencia para la extracción de agua altoandina (superficial y subterránea) que comprenden 2 000 l/s de la laguna Suches y de 1 640 l/s de las aguas subterráneas de la pampa Huaytire y laguna Vizcachas. Así mismo la SPCC hace uso exclusivo de la laguna Suches para trasvasarlo a Cuajone (Moquegua).

Con relación a las licencias otorgadas a la SPCC por el uso de aguas subterráneas para uso poblacional, minero – metalúrgico y energético en los asentamientos mineros de Cuajone y Toquepala, la empresa minera

explota 12 pozos extrayendo un caudal de 1, 640 l/s de toda la Cuenca Locumba.

La empresa Southern Perú viene utilizando las aguas subterráneas a través de la extracción con siete pozos. El propósito es proveer de agua potable a sus campamentos de Toquepala, Cuajone y a las actividades mineras.

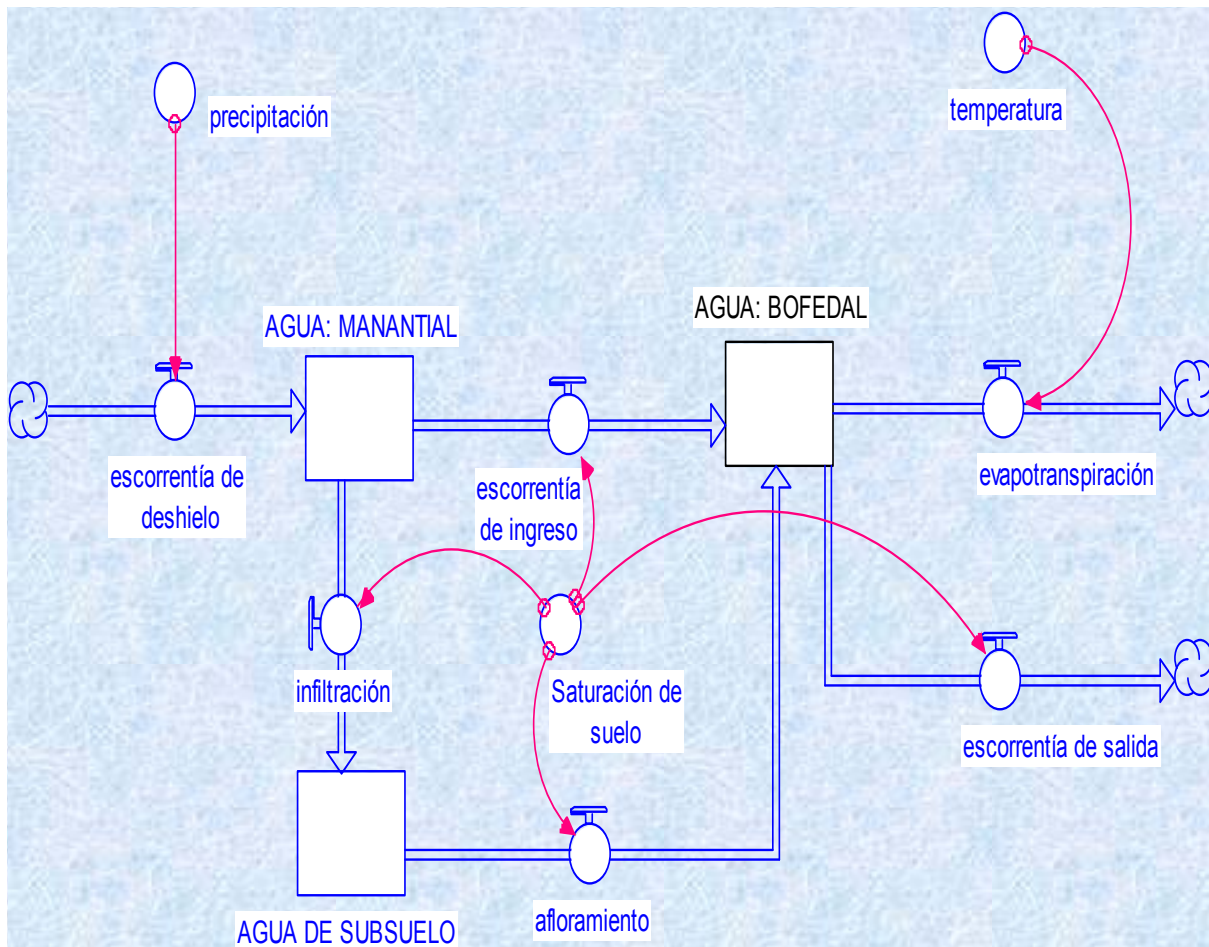
La empresa minera entra a manejar las principales fuentes del recurso hídrico de la comunidad, sin considerar los volúmenes de agua necesarios para asegurar el mantenimiento de los bofedales.

Asociado al problema de extracción de agua, existe la situación agravante, la presencia contaminante de aguas de origen geotérmico y suelos que muestran concentraciones notables de boro y arsénico, además de azufre. La concentración de estos elementos en el agua era diluida por los manantiales originados en partes altas, que traían aguas de buena calidad. Al haberse secado los manantiales por la explotación de las aguas en la pampa Huaytire, las concentraciones de los elementos químicos antes mencionados ya no se diluyen, de modo que su efecto en la vegetación, animales y población humana se hace más grave.



Figura 56. Caseta de pozo para la extracción de agua subterránea (SPCC)

La Figura 57 muestra una propuesta de modelo gráfico conceptual de la dinámica del sistema hidrológico general del bofedal Huaytire: Se observa que las escorrentías de los deshielos constituyen la principal fuente de agua; como una variable adicional se considera a la precipitación temporal de la zona (< 80 mm). Este flujo genera la formación de manantiales naturales con un caudal de entrada constante. A partir de aquí, se da un flujo de infiltración hacia el subsuelo (escorrentía de ingreso) y desde este punto el agua del subsuelo se incorpora al bofedal como afloramiento. Como variables secundarias se encuentra la saturación del suelo que afecta a las escorrentías, a la infiltración y al afloramiento. Finalmente desde el bofedal, el agua saldrá por dos vías: la escorrentía de salida y la evapotranspiración que será afectada por la temperatura.



Elaboración propia del autor

Figura 57. Modelo conceptual de la dinámica del sistema hidrológico del bofedal Huaytire a 4 600 msnm

Teniendo en cuenta el modelo conceptual dinámico de los bofedales estudiados, es sencillo entender su vulnerabilidad cuando se instala un pozo extractor de agua subterránea. En la Figura 58 se muestra un diseño de este sistema de perforación diamantina. La zona de acuífero profundo por lo general se recarga de las escorrentías subterráneas se circulan entre los 280 y 360 m de profundidad. De modo tal que al succionar el bolsón de agua del subsuelo afecta también las escorrentías profundas y superficiales de la cuenca en

general. En la zona de estudio se observó también que el agua está a menos de un metro (0.80 m), Figura 59.

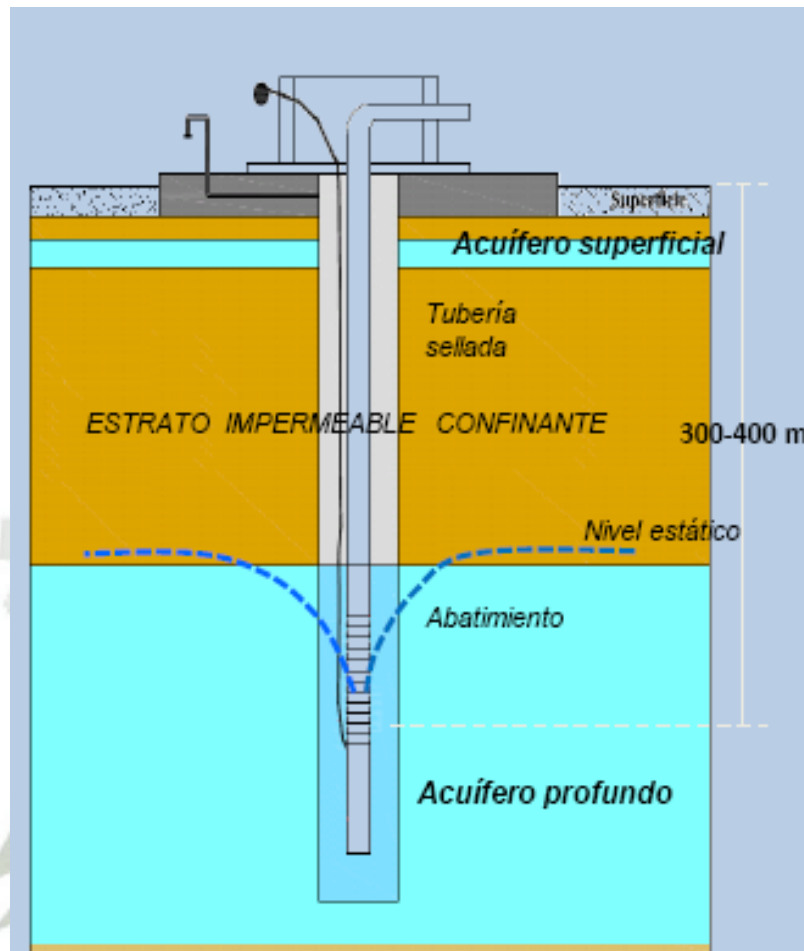


Figura 58. Diseño de pozo extractor en acuífero subterráneo de Huaytire



Figura 59. Acuífero superficial en la pampa Huaytire 2011

13.2. Erosión de suelos

La variedad de suelos en la provincia de Candarave, muestra los efectos de la extracción de agua a diferente escala. La zona altoandina de Huaytire, los bofedales, principal sustento forrajero para la ganadería, han perdido sus características elementales de vida, la capa de materiales orgánicos va de 2 – 10 cm, donde anteriormente correspondía a los 50 cm.

El proceso de mineralización se está acelerando por defecto de agua subterránea, así mismo el pH tiene un rango de 7,5 – 7,9, tiende a alcalinizarse por falta de agua de afloramiento subterránea y menor precipitación pluvial. Dichas condiciones están generando una desertificación acelerada del frágil ecosistema altoandino. El incremento en las concentraciones de elementos no deseables como sulfatos, arsénico y boro en el río Callazas, están permitiendo una fuerte contaminación del suelo los cuales se sedimentan lentamente, acelerando el proceso de erosión y desertificación. Los suelos son orgánicos de los grupos histosols, entisols, suelos jóvenes con poco desarrollo de sus horizontes. En la Figura 60 se muestra el suelo

erosionado del bofedal Huaytire y el proceso de desertificación que actualmente se observa en la zona.



Figura 60. Proceso de desertificación en la comunidad de Huaytire - 2012

13.3. Pérdida de cobertura vegetal

Los bofedales de Huaytire dejaron de cumplir eficientemente sus funciones vitales como almacenamiento y reposición de aguas durante el año y el mantenimiento de biodiversidad y ganadería altoandina.

Actualmente el análisis de la cobertura vegetal viva (pastizable) alcanza solo el 3,59 %; en tanto que la cobertura muerta corresponde a 96.41 %, tal como se muestra en la Figura 61.

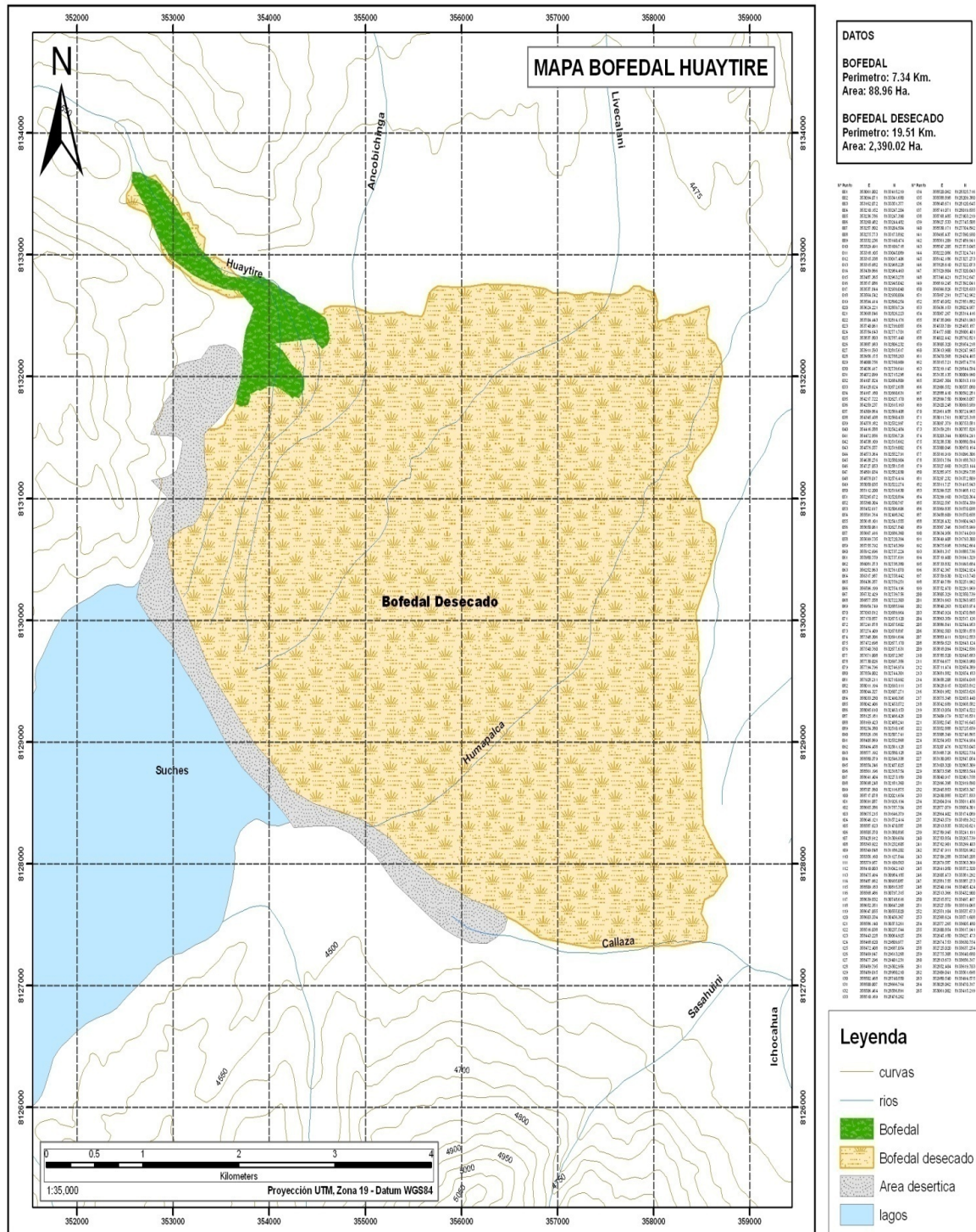
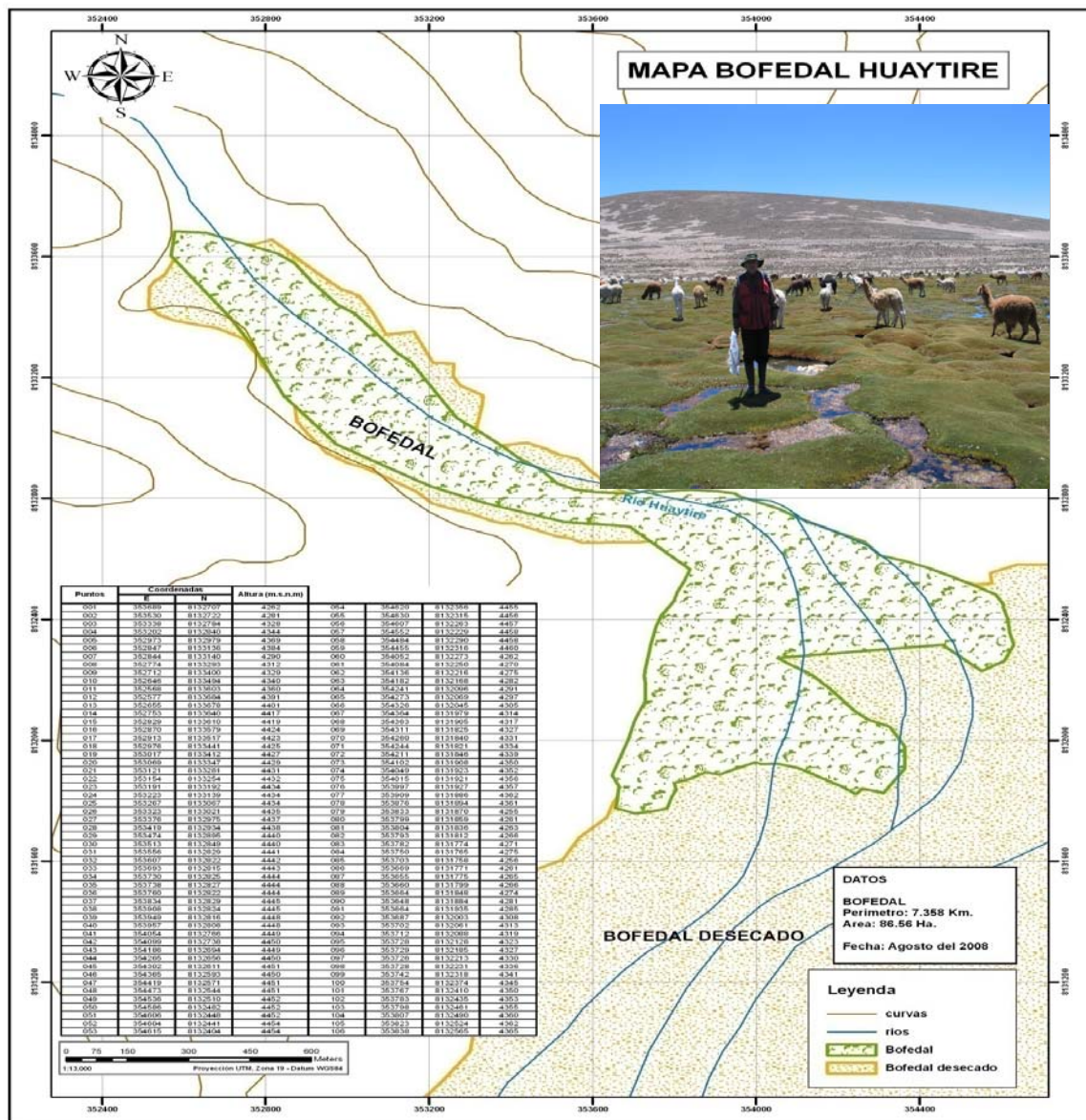


Figura 61. Perdida de cobertura vegetal en Bofedal Huaytire - 2012

La escasez de forraje natural, con una productividad forrajera reducida en un 85%, con una disponibilidad actual de 250 a 500 kg MS/ha/año, donde anteriormente se ofertaba de 1.500 a 3.000 kg MS/ha/año, ha ocasionado pérdidas económicas a las comunidades campesinas, por la búsqueda de otras fuentes de alimentación y disminución de cabezas de ganado. La diversidad de fauna silvestre por falta de hábitat, se va extinguiendo.



El área de bofedal de actual uso para pastoreo en la comunidad de Huaytire solo representa a 86.56 Ha (3,59%), tal como se muestra en la Figura 62. Este espacio con cobertura vegetal pastizable, presenta flujo de agua permanente por parte del río Huaytire que nace en la zona de Moquegua y discurre por el centro del bofedal desembocando en la laguna Suches. Así mismo esta área es presionada por la población de alpacas de los lugareños y también sufre la contaminación orgánica por parte de la población que arrojan sus desechos orgánicos, sólidos y detergentes al bofedal.

13.4. Conflicto social

La comunidad de Huaytire y otras poblaciones de la provincia de Candarave vienen, desde la década de 1950, presentando objeciones a las concesiones de uso de agua a la empresa minera, y más recientemente a la captación de aguas por parte del proyecto estatal. Muchas de estas objeciones están referidas a que no se consulta ni se toma en cuenta la opinión de los usuarios de riego como involucrados en el proceso de uso de aguas. Las objeciones y reclamos han sido obviados y desautorizados por el Estado peruano. El Estado peruano no tiene control ni supervisión sobre el uso de las aguas, debido a la falta de infraestructura, de apoyo logístico y personal capacitado, por lo que se limita a recibir la información por parte de la empresa minera.

De acuerdo a las evaluaciones se ha estimado que antes de la implementación de grandes proyectos de trasvase de aguas, se contaba aproximadamente con más de 14.000 ha, de bofedales, actualmente ésta ha descendido en un 60%, lo cual se acrecienta cada vez más.

Los conflictos sociales que en algunas oportunidades ha sido violento (Febrero del 2011), también es como consecuencia de la forma como el gran bofedal Huaytire ha ido perdiendo su cobertura vegetal por la extracción de agua subterránea, obligando a los pobladores a vender

a la empresa minera sus predios por falta de pastos. Las imágenes satelitales de pérdida de cobertura se muestran en las Figuras 63, 64, 65, 66,67.



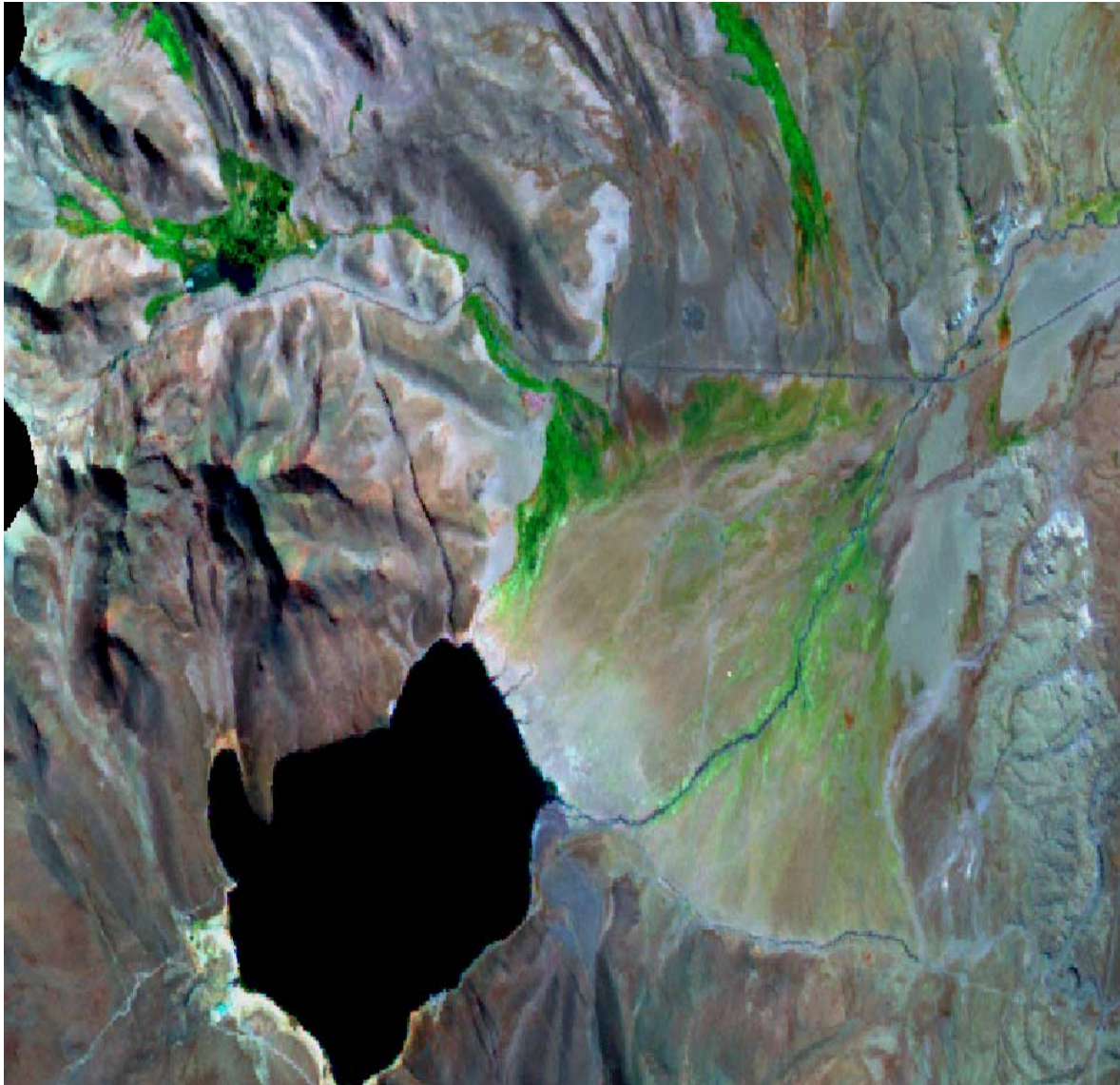
**Figura 63. Imagen Satelital Landsat NASA del Bofedal Huaytire:
Época seca - 1990**



Figura 64. Imagen del bofedal Huaytire - 1990



**Figura 65. Imagen Satelital Landsat NASA del Bofedal Huaytire:
Época seca - 2000**



**Figura 66. Imagen Satelital Landsat NASA del Bofedal Huaytire:
Época seca – 2007**



Figura 67. Imagen del bofedal Huaytire - 2012

14. MODELIZACIÓN DE LA DINÁMICA DE LOS BOFEDALES

En la Figura 68, se muestra las relaciones de variables: Volumen de agua, caudal de entrada, caudal de salida y precipitación. Las variables relacionadas son fundamentales en la dinámica y funcionamiento de los bofedales.

Los datos climáticos son el punto de partida de este trabajo, son los datos procedentes de las estaciones meteorológicas que sirven para los proceso de modelización. El trabajo con este tipo de datos es el paso más importante ya que establece las bases de la estructura de todo el trabajo en conjunto.

Empleando el programa simulador Stella 8 Demo se logró proyectar el comportamiento del volumen de agua en los bofedales en los próximos 20 años (2030), se puede observar que el volumen de agua mantiene una tendencia a acumularse (línea color azul, Figura 68). El comportamiento de caudal de entrada (QE) es irregular al igual que la precipitación que está sujeto esencialmente al tiempo en que dure el periodo de de lluvia. El

comportamiento del caudal de salida es más constante en el tiempo y depende de lo que se retenga en el área total del bofedal.

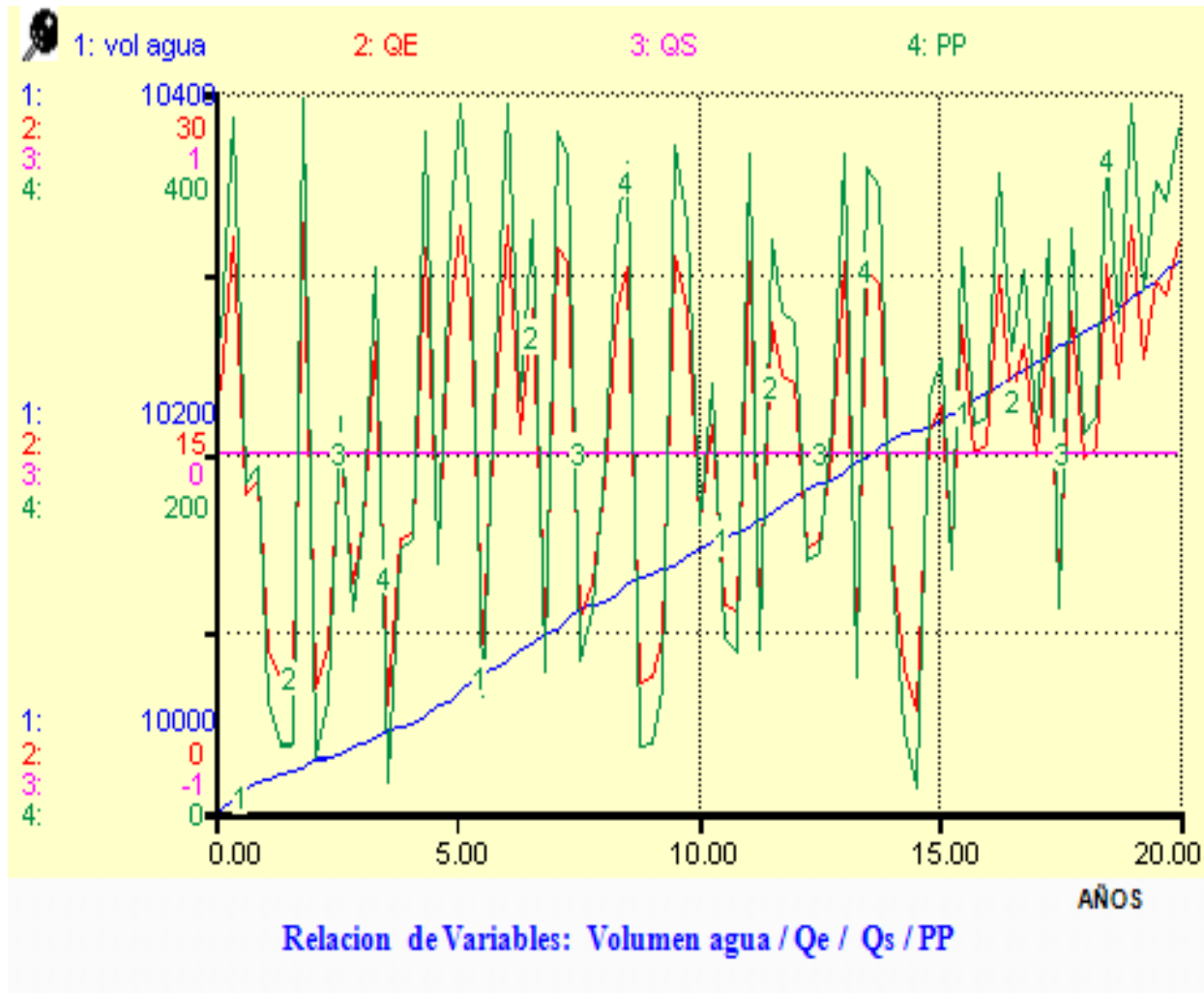
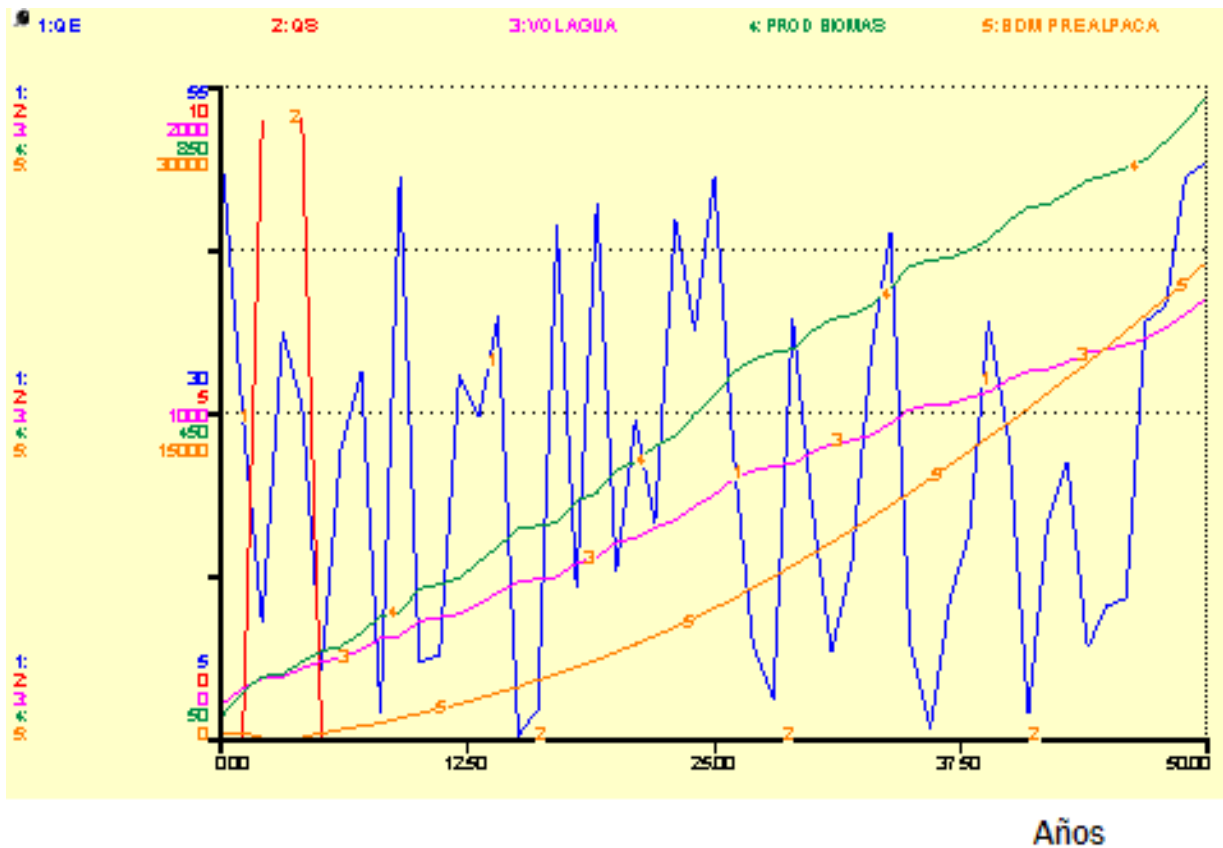


Figura 68. Modelización del volumen de agua

En la Figura 69 se observa que el comportamiento de la producción de biomasa (línea color verde) muestra una tendencia a crecer conforme se de acumulación de agua en el bofedal. El mismo comportamiento se observa para la variable biomasa pre-alpaca.



Relación de variables : Q_e / Q_s / Vol. agua / Biomasa. pre-alpaca / Producción. Biomasa

Figura 69. Modelización de la producción de biomasa

En la Figura 70 se muestra los niveles de precipitación retrospectiva desde la década de 1970 al 2000 para la zona de Tacna. Se observa que en los años 70, 80 y 90 los niveles de precipitación empezaban desde el mes de diciembre con valores mayores de 10 mm. Esta tendencia cambia en la década del 2000 donde los valores de precipitación se reducen a menos de 4 mm.

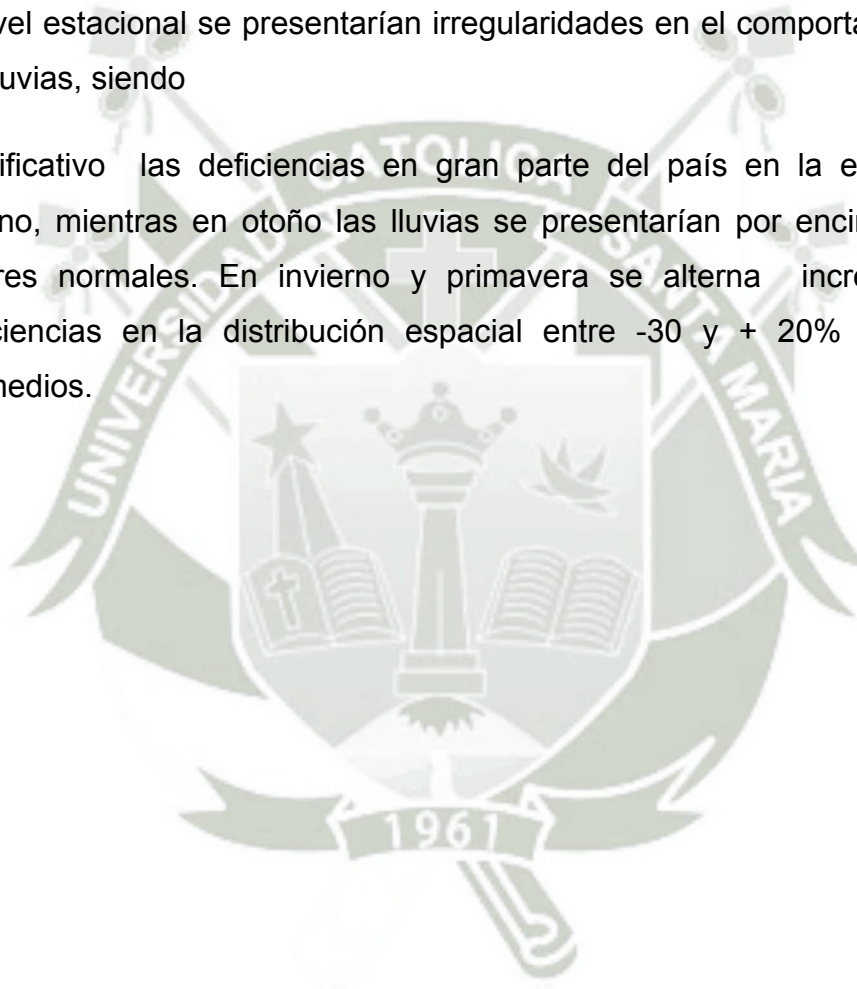
Así mismo los periodos de lluvia en décadas pasadas (70, 80 y 90) se iniciaban en diciembre y duraban hasta fines de abril. En la década del 2000 se observa que los periodos lluviosos se retrasaban empezando en el mes de febrero durando solo hasta marzo. Esto quiere decir que en los últimos años se ha dado una tendencia a llover menos, lo que de algún

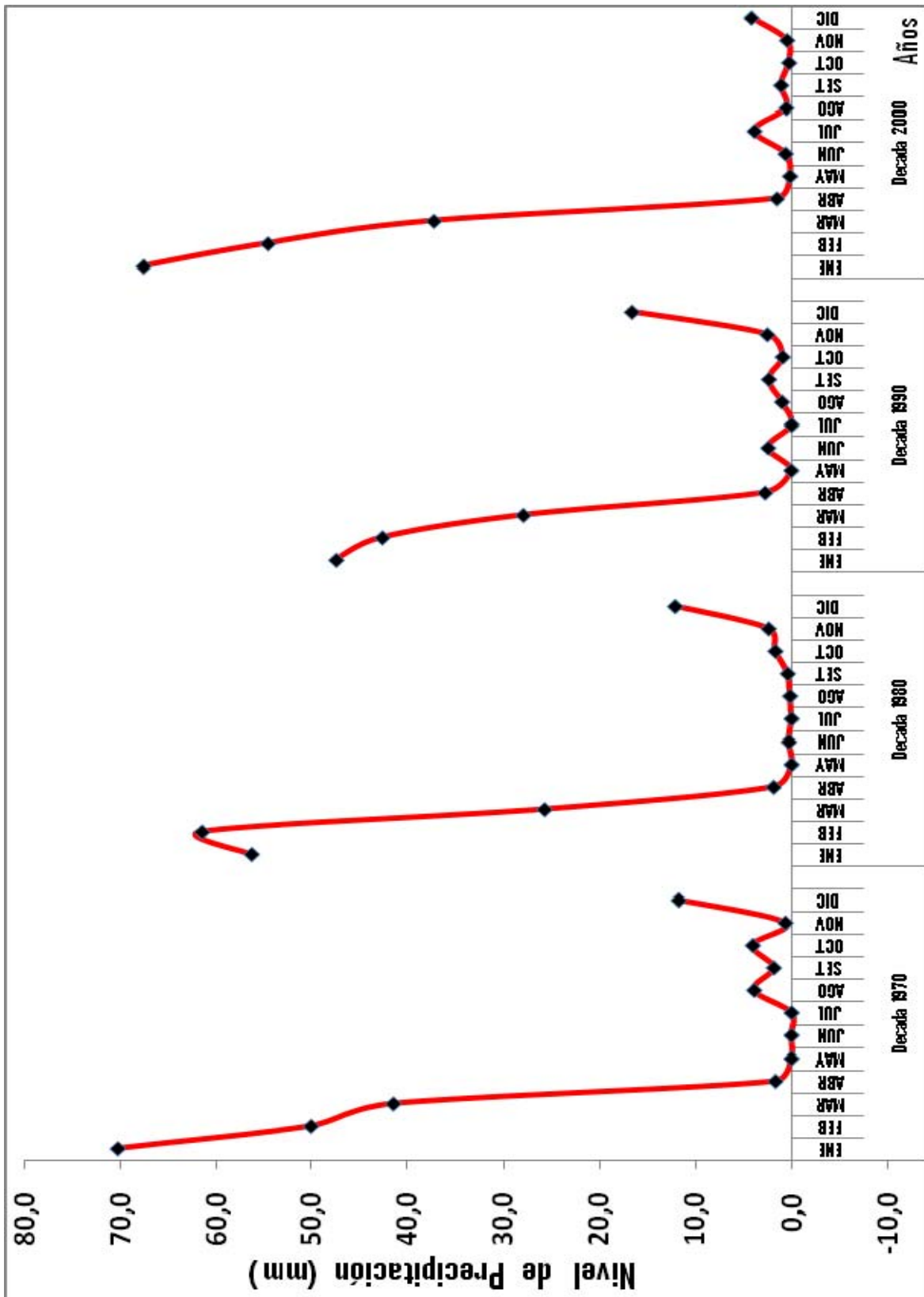
modo afecta la recarga de la cuenca hidrológica altoandina, así como a los bofedales.

Según el SENAMHI, 2010; reportan que para las precipitaciones anuales para el 2030 muestran deficiencias mayormente en la sierra entre -10 y -20% y en la selva norte y central (selva alta) de hasta -10%. Los incrementos más importantes se presentarían en la costa norte y selva sur entre +10% a +20%.

A nivel estacional se presentarían irregularidades en el comportamiento de las lluvias, siendo

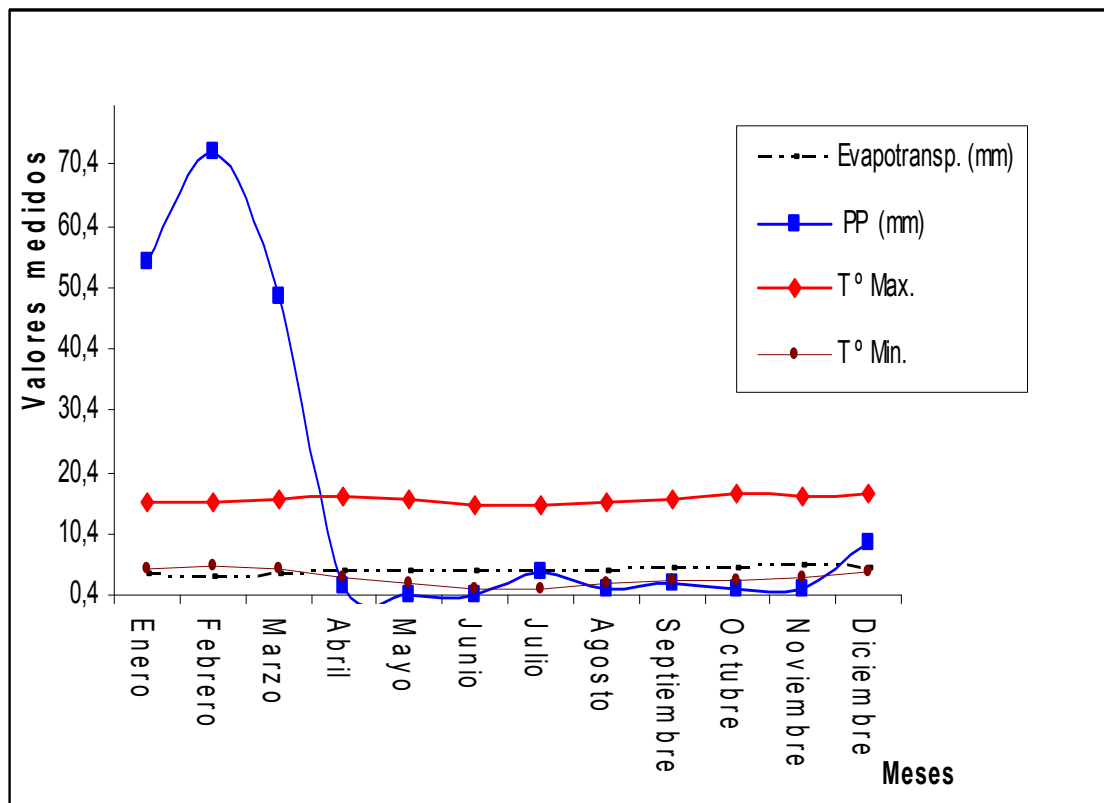
Significativo las deficiencias en gran parte del país en la estación de verano, mientras en otoño las lluvias se presentarían por encima de sus valores normales. En invierno y primavera se alterna incrementos y deficiencias en la distribución espacial entre -30 y +20% sobre sus promedios.





Fuente: SENAMHI, 2011

Figura 70. Niveles de precipitación retrospectiva para la región Tacna



Fuente: SENAMHI, 2011

Figura 71. Climatología: Promedio mensual de los últimos 5 años de Tacna-2011

Los datos meteorológicos de la región de Tacna se muestran en la Figura 71. Los valores de la evapotranspiración y temperatura máxima son constantes en los meses del año. Esto se manifiesta en la zona andina con alta radiación solar lo que afecta sobre los cuerpos de agua generando pérdida de agua por evaporación.

Según la fundación Bustamante de la Fuente, 2010; consideran que como consecuencia de la reducción del periodo y volumen de lluvias, en la región de Tacna, la situación es tan crítica que el 8 de febrero del 2009, se publicó el Decreto Supremo 009-2009-AG, el cual declara AGOTADOS los recursos hídricos superficiales de las cuencas de los ríos Caplina, Sama y

Locumba, prohibiéndose el otorgamiento de nuevos derechos de uso de agua superficial y mantiene vigente la veda para la explotación de aguas subterráneas del valle del río Caplina.

Esta situación podría repetirse, en los próximos años, en las regiones Moquegua y Arequipa, lo que debe tomarse en cuenta en vista de los proyectos que vienen gestándose como respuesta a la limitada disponibilidad de agua y necesidad de ampliación de la frontera agrícola, a fin de no ejecutar aquellos cuya viabilidad y rentabilidad serían afectados ante la reducción de precipitaciones pluviales y buscar, en cambio medidas alternativas.

15. DISCUSIÓN Y COMENTARIOS

La selección de los bofedales de la comunidad de Huaytire se realizó tomando en cuenta las recomendaciones dadas por Donato (1996). Se ejecutó una salida preliminar con el propósito de identificar el área de trabajo y designar puntos de toma de muestras y monitoreo. La selección se ejecutó teniendo en cuenta principalmente la situación actual del ecosistema, es decir el estado perturbado en gran parte de su extensión, así mismo otros criterios como: demanda de uso, número de usuarios, tamaño, cantidad de animales que pastean, su diversidad, ecología y variables sociales de interés.

Los resultados mostrados en el presente trabajo están referidos a la ubicación de la zona de estudio, datos sociales de la población de Huaytire, diversidad de la vegetación presente en los bofedales, fauna de la zona, información ecológica de los bofedales y análisis del impacto por parte de la actividad minera en la zona.

El bofedal de Huaytire se ubica en la zona montañosa de Candarave a 4 600 msnm, correspondiendo a ecosistemas áridos y semiáridos, con temporadas de lluvias entre los meses de enero, febrero y marzo, con precipitaciones que van desde 5 - 80 mm y con

temperaturas que oscilan entre los 1.2 a 17 °C. El clima de la zona es frío con variaciones de temperatura entre el día y la noche, con fuertes vientos helados y continuas nevadas en época de lluvias. Según la Secretaria General de la Comunidad Andina (2009), la distribución de la Puna Xerofítica se da aproximadamente entre los 2.000 y 6.000 m. de altitud. En la Comunidad Andina, este paisaje ocupa una considerable zona del centro-sur del oeste de Bolivia y menores zonas adyacentes del suroeste de Perú. Su área total es de 2 100.390 km², que representa el 6,5% de los Andes del Norte y Centro. Uno de los espacios más destacables de la puna xerofítica es la gran meseta el altiplano andino, cuya extensión y altitud (3.650 m.) la convierten en una de las mayores altiplanicies del planeta.

Respecto a su diversidad, la Puna Xerofítica posee un tipo de vegetación adaptada específicamente a ambientes y suelos secos. En dicha flora podemos encontrar varias especies herbáceas, arbustivas y arbóreas como el género *Polylepis*, que potencialmente cubrirían grandes sectores. Sin embargo, debido al uso humano, al igual que en la puna húmeda, este árbol ha quedado restringido a lugares de difícil acceso. La vegetación adaptada al clima seco ha formado bosques espinosos y caducifolios, es decir que presentan una caída estacional de sus hojas. En la puna xerofítica se encuentran comunidades de *Festuca*, *Stipa*, *Deyeuxiay* y *Prosopis ferox*. En este paisaje también son comunes las cactáceas arbóreas y algunas leguminosas. Así mismo la vegetación, está notablemente diversificada, presentando varios ecosistemas restringidos a esta provincia. Entre ellos se destacan los grandes bofedales, salares, vegas del Altiplano, que son probablemente los ecosistemas más productivos de la tierra, con flora endémica muy peculiar, restringidos, principalmente en familias como cactáceas, leguminosas, zigofiláceas y asteráceas o compuestas. En conjunto, la flora de la Puna Xerofítica tiene numerosos elementos exclusivos de ella (Secretaria General de la Comunidad Andina, 2009),

Según Navarro, 2004; considera que la puna xerofítica noroccidental de Bolivia (con Cordillera volcánica occidentales y altas mesetas ignimbríticas) en las cuencas altas de los ríos Mauri-Desaguadero y Sabaya- Lauca entre otros nevados (entre los 3,900 y 4 500 msnm), presentan relación florística con la puna de Tacna, Moquegua y Tarapaca (Chile). Siendo la principal vegetación presente Pajonales de *Deyeuxia crispa*, *D. deserticola*, *D. breviaristata*, *Poa gilgiana*, *Festuca orthophylla*, *Azorella compacta*, *Pycnophyllum molle*, *Senecio scorzoneraefolius*, *S. puchii*, *S. neeanus*, *Werneria aretioides* *W. lycopodioides* y *Nototriche turritella*.

Respecto a vegetación de Bofedales altoandinos de la Puna xerofítica noroccidental: está compuesta por: *Puccinellia frigida*, *Oxychloe andina*, *Arenaria rivularis*, *Scirpus deserticola* y *Distichia muscoides*; la vegetación acuática y palustre: *Zannichellia andina*, *Lilaeopsis macloviana*, *Ranunculus uniflorus*, *Myriophyllum quitensis*, *Potamogeton filiformis* y *Elodea potamogeton*.

Fonturbél, 2002 menciona que el conocimiento de la fauna de ecosistemas xerofíticos andinos de Bolivia y Perú, aun no son tan profundos como los realizados para vegetación, por lo tanto no se cuenta con un inventario lo suficientemente completo como para definir una estructura de organización como la del subtítulo anterior. La Fauna silvestre altoandina de este tipo de zonas se caracteriza por ser pobre en especies. Pocas de ellas se han aclimatado y son altamente especializadas. Entre las más características podemos citar el cóndor (*Vultur gryphus*), el suri (*Pterocnemia pennata*), el puma (*Felis concolor*), y el gato andino (*Oreailururus jacobita*). Existen abundantes lagunas altoandinas de aguas dulces al norte y saladas en el sur que alojan una abundante avifauna, con especies migratorias y locales. Se destacan los flamencos con tres especies (*Phoenicoparrus jamesi*, *P. andinus* y *Phoenicopterus chilensis*), y la chola de copete (*Fulica cornuta*) (Ribera 1992). Esta descripción general de la fauna concuerda con lo reportado en el presente trabajo, por lo general se trata de una fauna especializada a condiciones extremas de frío y radiación solar.

Varas, 2000; reporta que la población de la comunidad de Huaytire se han especializado en el pastoreo de camélidos sudamericanos y hay una total dependencia de estos, esto lleva a que la alteración de uno de los factores claves de este proceso productivo como es la disminución de flujo hídrico provoque la pérdida del área de bofedales y esto a su vez determine la disminución de la cantidad y calidad de la producción pecuaria, lo que desencadena cambios sociales significativos, que a su vez repercuten en el medio.

En la zona se han creado nuevos tipos de propiedad de los recursos hídricos. El Estado y la empresa privada han construido en ella, en los últimos años, una infraestructura para extraer el agua de la región y derivarla hacia la vertiente occidental para satisfacer los requerimientos de la población asentada en ella. Este uso y manejo se realiza al amparo de la legislación de Aguas promulgada en 1969, donde el interés público es predominante sobre los intereses particulares. De ahí que en el desarrollo de estos proyectos no se consideró los intereses y necesidades de estos grupos humanos que ancestralmente habitan la zona alto andina, despojándolas de sus derechos de uso idiosincrásicos.

Esto crea conflictos manifiestos y latentes entre las comunidades y las instituciones estatales y las privadas, puesto que no están claras las reglas de juego de funcionamiento de la nueva estructura de derechos de propiedad.

Los pastores comparten una serie de experiencias negativas respecto a la explotación de aguas subterráneas por parte de organismos privados y públicos, pues sus áreas de bofedales paulatinamente se han ido secando, como es el caso de las comunidades de Titijones y Huaytire, obligándolos a desplazarse definitivamente a otras zonas o a cambiar de sistemas productivos.

No es solamente la extracción del agua subterránea a través de los pozos la que viene afectando a las comunidades alpaqueras, son también las obras

civiles como reservorios, canales, que trastrocán el espacio. Los canales no se hacen pensando en la actividad humana predominante en la zona: el pastoreo extensivo. De ahí que los animales y su movimiento se vean alterado por estos canales, que en el caso de laguna Vizcachas se lo está haciendo a tajo abierto provocando accidentes frecuentemente. Además en el trazado de los canales no se toma en cuenta los canales tradicionales por donde circula el agua que alimenta a los bofedales, cortándolos, quitándoles su flujo. Actualmente la mayoría de familias viven en la ciudad de Moquegua por la cercanía y medios de transporte que existe, así mismo su actividad alpaquera en mínima por las razones explicadas y por lo que trajo la actividad minera en la zona.

Estudios ornitológicos realizados en bofedales en la zona sur peruana (Arequipa) reportan que la riqueza de especies de aves es mayor que lo determinado en los bofedales de Huaytire. En la zona de Porocota se identificó la presencia de 29 especies de aves, siendo el orden más representativo el de los Passeriformes con 11 especies, seguido por el orden Charadriiformes con 6 especies. Peralta (2010), considera que Las especies de aves presentes en un bofedal pueden ser consideradas como especies comunes y generalistas por presentarse en ambientes variados (ej. Pajonales, tolares, etc) debido a su plasticidad alimenticia y a su comportamiento. De igual forma, se presentan especies raras y especialistas que dependen de estos ambientes para su reproducción como es el caso del chorlo cordillerano (*Phegornis mitchelii*) y de la bandurria de cara negra (*Theristicus melanopsis*), que logran indicar la calidad de un bofedal no solamente en su abundancia sino con su presencia (Shulemberg, 2007). Además, menciona que la presencia del negrito andino (*Lessonia oreas*) como ave especialista de bofedales y al flamenco andino (*Phoenicopterus chilensis*) pueden ser considerados como un indicadores de la buena calidad de un ecosistema acuático.

Villalobos (2009) y colaboradores registraron dentro del monitoreo biológico en el época seca de la mina Poracota (bofedales Tintarcocha y

Huamanihuayta), un total de 30 especies de aves, siendo muy superior a lo encontrado en Huaytire.

Así mismo Knight Piésold (2010), reporta que la abundancia relativa del “pato barcino” *Anas flavirostris* alcanza valores de 298 individuos en temporada seca, debido a que estas aves se concentran en los cuerpos de agua que son permanentes como es el caso de los ríos grandes, lagunas y zonas inundables (césped). Valor que no concuerda con lo reportado en el presente trabajo de investigación (17 individuos).

Zeballos y Col. (2010) reportan para la Reserva Nacional de Salinas y Aguada Blanca cuatro especies de lagartijas (*Liolaemus cf. walkeri*, *Liolaemus signifer*, *Liolaemus etheridgei* y *Microlophus peruvianus*) con distribución desde los 1500 a 4000 msnm. Estos resultados concuerdan con lo determinado para la zona de Huaytire que se registró cuatro especies del mismo género, siendo significativo la abundancia de *Liolaemus alticolor*, especie que presento mayor abundancia que el resto de organismos.

Prieto (2001), reporta para los bofedales de Bolivia que la vizcacha (*Logidium viscaccia*) que pertenece a la Orden Rodentia es un mamífero de amplia distribución que comparte los bofedales como hábitat natural de sustento. En la Orden Carnívora están dos mamíferos, la *Pseudalopex culpaeus* (zorro), una especie ampliamente distribuida e indeseable por su hábito de cazar animales domésticos, y la *Galictis cuja* (juruna o hurón) una especie de amplia distribución y muy asociada a los bofedales. Todos estos mamíferos de una u otra manera de forma transitoria o permanente acceden a los bofedales. La vicuña es un camélido silvestre, pseudorumiante, mamífero que pertenece a la Orden Artiodactyla. Es una especie símbolo y patrimonio exclusivo de los países que lo poseen, en este caso de Perú, Bolivia, Chile y Argentina. Su importancia radica en las utilidades económicas que genera su fibra fina que en los mercados internacionales posee gran demanda.

Para García (2006): los bofedales contribuyen esencialmente para la alimentación del ganado doméstico y animales silvestres, en especial durante la época seca. Rebaños de todos los animales domésticos se observan en el bofedal durante la época de escasez de pastos. También tienen una importancia biológica como sitios de alimentación, refugio y nidificación de la fauna andina; las alpacas pastorean preferentemente en estos bofedales, cortando las puntas de las hojas de los cojines, en menor cantidad se ven llamas y ovejas. El más grande peligro lo representan los chanchos domésticos, que destruyen la capa vegetal buscando raíces y rizomas.

Estos resultados de Prieto y García son muy similares a lo observado en Hautyire donde existe cuatro mamíferos identificados (*Phyllotis chilensis*, *Lagidium viscacia*, *Lama pacos*, *Lama glama*). Siendo el más abundante *Lama pacos* (alpacas), mamífero de importancia económica para los pobladores de la zona.

Zeballos y Carrera, 2010; reportan 34 especies de mamíferos nativos para la Reserva Nacional de Salinas y Aguada Blanca (que incluye bofedales). Esta importante fauna mastozoológica, superior a la de cualquier otra área de la puna seca, están agrupados en 24 géneros, 13 familias y 5 órdenes. Cuatro especies de mamíferos no están representadas en otras áreas protegidas de la puna seca del sur del Perú: *Galictis cuja*, *Punomys lemminus*, *Auliscomys sublimis* y *Abrocoma cinerea*.

Zeballos y Carrera, 2010; consideran que la tribu Phyllotini, alberga a *Phyllotis* spp.; tres especies de este género se han registrado en la RNSAB. *P. chilensis*, la de más amplia distribución y abundancia; *P. limatus* está presente en pocas localidades y es escasa; y *P. magister*, que está restringida a zonas bajas ubicadas entre los 2000 y 3800 m, es la segunda especie en abundancia en los queñuales. Otro género de phyllotino es *Auliscomys* spp., con tres especies: *A. sublimis* (Thomas 1900), es una de las especies de mamífero que sube más alto, se le encuentra también en bofedales; *A. pictus* (Thomas 1884), prefere

ambientes un poco más secos al abrigo de las rocas; y *A. boliviensis* que habita en roqueríos y bofedales. Estos resultados mostrados por Zeballos y Carrera son referentes que en este tipo de ecosistemas (puna xerofítica) existe una alta riqueza de mamíferos. Todo lo contrario ocurre en la zona de Huaytire, por ser un ecosistema perturbado su diversidad es reducida como los mamíferos (4 especies únicamente). Respecto a *Phyllotis chilensis*, este roedor también se registró en Huaytire.

Lagidium peruanum (Roedor cavimorfos) es un mamífero conocido como vizcacha, presenta una amplia distribución en los andes peruanos, desde el norte del país. Son abundantes en roqueríos donde presentan su madriguera, sin embargo están asociados a bofedales, donde forman colonias muy numerosas; estas colonias están separadas las unas de las otras. Es importante como fuente de proteína animal para los pobladores andinos, que ocasionalmente se dediquen a su captura, es una especie endémica para el Perú. En Huaytire su densidad poblacional es alta.

Cam y López, 2010; reportan que en la Reserva Nacional de Salinas y Aguada Blanca alberga en sus diversos cuerpos de agua una escasa fauna de peces, ya que solamente cuenta con dos especies autóctonas, que representan el 28,5% de las especies registradas para la región Arequipa. Entre las especies autóctonas que se encuentran en la RNSAB, *Orestias agassii* es una especie endémica de los andes peruanos, bolivianos y chilenos, y es una de las especies del género más difundida y abundante. *Trichomycterus cf. rivulatus* también es una especie endémica del altiplano peruano, boliviano y chileno. La presencia de *Oncorhynchus mykiss* como especie introducida en la RNSAB estaría causando serios problemas a las especies de vertebrados acuáticos, pues se ven impactadas por las necesidades alimenticias de la “trucha”, que se alimenta de todo organismo que le oferte el ambiente. Esta situación está causando la disminución del tamaño de las poblaciones y su potencial desaparición de los cuerpos de agua en los que se encuentran distribuidas. Urge, por lo tanto, realizar

evaluaciones poblacionales de las especies autóctonas para conocer su condición real y fijar normas que propicien su protección y conservación.

Las especies de peces registradas en la RNSAB son ampliamente utilizadas por los pobladores especialmente *O. mykiss*, que se constituye en una importante fuente de proteína animal.

La ictiofauna registrada en Huaytire es similar a lo reportado por Cam y López. Se identificaron cuatro especies, siendo *Orestias agassii* y *Oncorhynchus mykiss* las mismas que hay en RNSAB. En Huaytire se registró a *Salvelinus fontinalis* “trucha de los arroyos”; es una especie de pez de la familia Salmonidae. Es originaria de Norteamérica. Se trata de un salvelino, del subgrupo salmoninae. Es una especie que ofrece mayores dificultades en la adaptación, por las diferencias de pH del agua, la temperatura del agua, debe de estar entre los 13°C y 18°C grados centígrados, logra soportar algunos grados más, pero a los 25°C muere. La coloración de su piel es muy llamativa, tiene pintas rojas, amarillas y azuladas, con su panza color blanco y el lomo color oscuro. Se alimenta de insectos, crustáceos y moluscos y de pequeños peces llamados alevines. Esta especie se colectó en el río Huaytire, mostrando una densidad alta, los pobladores de la zona no lo consumen por que tienen más interés en la crianza de *Oncorhynchus mykiss*.

Según Squeo, 2006; Los bofedales son un grupo excepcional de ecosistemas de alta montaña en el mundo situados en la estepa árida de los Andes centrales. Los bofedales en el norte de Chile (Arica) están presentes en la parte más árida de su rango. Las principales especies de plantas responsables de la formación de turba corresponden a miembros de Juncaceae. El agua fresca y medianamente salina de los bofedales proviene de agua subterránea asociada a riachuelos proveniente de glaciares, derretimiento de nieve y lluvia. Investigaciones paleoecológicas sugieren que algunos bofedales son integrantes recientes del paisaje, habiéndose desarrollado durante los últimos tres mil años o menos. Estos bofedales son entidades únicas, extremadamente frágiles por su

dependencia del agua, sensibles a los cambios climáticos y vulnerables a la alteración humana tal como la actividad minera en la región. Se requiere mucho más trabajo para desarrollar programas de manejo y conservación, con sólidas bases científicas, de las plantas y animales que viven en ellos, y para asegurar la capacidad futura de pastoreo de la cual dependen los pueblos indígenas.

Para Mirande y Tracna, 2009; Los bofedales en la zona andina de Argentina son vulnerables por el desconocimiento de la importancia socioeconómica y ecológica, y el mal manejo que están conduciendo a un deterioro acelerado de estos ambientes dinámicos y frágiles. La fragilidad de estos ecosistemas está asociada a causas naturales como sequías extremas, alta irradiación, fuertes vientos y grandes amplitudes térmicas, pero también es acelerada por la intervención humana (agricultura, sobrepastoreo, minería a cielo abierto, etc.). Estos ecosistemas son esenciales para el funcionamiento de las pequeñas cuencas hidrográficas altoandinas y proporcionan refugios temporales para aves migratorias, mamíferos como la vicuña, el guanaco y la chinchilla (Caziani & Derlindati 1999). En la actualidad también se los valoriza como recarga de acuíferos, mitigación de inundaciones y erosiones, retención, transformación y remoción de sedimentos, nutrientes y contaminantes, reciclado de la materia orgánica y reservas de agua (Coconier 2005; Dirección de Recursos Ictícolas y Acuícolas 2006).

Lo propuesto por Squeo, 2006 y Mirande y Tracna, 2009; tiene concordancia con la estructura, formación, diversidad y uso de los bofedales de la zona de Huaytire. La pérdida de cobertura vegetal es esencialmente como consecuencia de la pérdida de agua en el ecosistema por la actividad minera, afectando no solo la naturaleza sino también a los pobladores del lugar.

Respecto a los suelos estos corresponden a suelos de origen aluvial estratificado, algunos con características hidromórficas, otros con características ándicas (suelos volcánicos) y suelos orgánicos

profundos. La geología de la zona puede describirse como un sistema montañoso de rocas sedimentarias y graníticas volcánicas. Esta unidad geomorfológica denominada cadena volcánica, es un cordón montañoso de Rumbo NW-SE que cruza diagonalmente el sector Nororiental de la zona. Este rasgo orográfico está caracterizado por una sucesión de conos volcánicos, del Terciario Superior y Cuaternario, dentro de los cuales destacan los volcanes Tutupaca (5815 m), Calientes (5358 m), Yucamane (5508 m), Chuquiananta (5200 m), Iscaillarjanco (5415 m), Cancave (5358 m), Ticaco (5017 m). La mayoría de estos conos volcánicos han sido fuertemente erosionados por la glaciación Pleistocénica, algunos de ellos aparecen con la denominación de nevados, se presentan cubiertos de nieve durante cierta época del año (Proyecto ZEE-GRT, 2006).

Hurtado y Cruz, 2006; trabajaron en la evaluación y soportabilidad de los bofedales de la cuenca del Uchusuma, de la zona altoandina de Tacna, Consideran que el sobrepastoreo es el principal problema de los humedales o bofedales que reduce la cobertura vegetal. Por otra parte, los bofedales presentan varios problemas como: mala circulación del agua, salinización y actividad antropogénicas (sistemas de trasvase de agua). En este tipo de ecosistema es fundamental evaluar la cobertura vegetal, la composición vegetal, la producción de biomasa y estimar la soportabilidad y capacidad de carga de los bofedales.

El rendimiento de pasto ((KgMS/ha) para los diferentes bofedales evaluados: Huaytire (8174,43), Chaullapujo (6371,56), Jacopunco (4917,33), Llivicalani (5091,56) tienen cierta similitud con lo reportado por Hurtado y Cruz, (2006); muestran resultados obtenidos para la provincia de Tarata - Tacna, de 8406,52 kgMS/ha y 2469,29 kgMS/ha; éstos resultados presentan diferencias superiores en rendimiento de producción de biomasa en estas comunidades alpaqueras.

Estudios realizados en Puno por Condori E, (2001), reportaron para la provincia del Collao materia verde de 7332,60 kgMS/ha a más de 25000 kgMS/ha, teniendo como promedio 12957,98 kgMS/ha, promedios en

materia seca 3724,14 kgMS/ha y 4119,29 kgMS/ha. Comparativamente con los resultados obtenidos en la zona de estudio, la producción general de biomasa en promedio es de 6,138.72 kg.MS/ha. Como se puede observar en los resultados, el rendimiento de producción de biomasa seca es completamente superior en la provincia del Collao en materia seca; mientras que el rendimiento de la producción es muy bajo para la zona de estudio.

Trabajos realizados en Bolivia por Prieto, (2001) reportaron un promedio general de rendimiento de biomasa de 4508,8 kgMS/ha por separado en el piso ecológico altoandino, los bofedales méxico neutros 3213,6 kgMS/Ha y méxicos alcalinos con 1196 kgMS/Ha, estos resultados confirman rendimientos parecidos de biomasa seca con relación a la comunidad de Huaytire.

Otros estudios realizados en Bolivia en Ulla Ulla por Villarroel (1997) indican que las especies son muy palatables, de mayor presencia en bofedales en época húmeda, y expresan rendimientos de materia seca para la ecorregión de puna semiárida y árida de 2540 kgMS/ha.

Coronel, 2012; señala que la minería “artesanal” a pequeña escala genera daños negativos al ecosistema especialmente en las etapas de exploración, explotación, procesamiento y recuperación del mineral. El uso de tecnologías rudimentarias e inapropiadas resulta, no solo, en la pérdida de bienes y servicios ecosistémicos, sino que, también alteran los flujos naturales del agua y la calidad y cantidad de la misma. La alteración del paisaje natural es sin duda uno de los daños más evidentes e impactantes desde el punto de vista escénico-visual. Estos daños, en la mayoría de los casos no cuentan con un plan de restauración y recuperación del ecosistema natural post explotación minera.

La perturbación del paisaje natural y la alteración de sus funciones ecológicas ocurren, con frecuencia, a causa de fenómenos naturales o por efecto de las intervenciones antropogénicas (humanas). En el primero de

los casos, la alteración del paisaje natural está dada por fenómenos naturales como eventos sísmicos, erupciones volcánicas, sequías severas y prolongadas, tormentas catastróficas, etc.; las cuales desestabilizan y alteran la vegetación del paisaje propiciando, de esta manera, la pérdida del suelo y la erosión de la roca madre (Brown e. col. 2003). A pesar de ser eventos catastróficos de gran magnitud, los fenómenos naturales no necesariamente destruyen la capacidad autoregenerativa del ecosistema.

Según Coronel (2012) señala que la perturbación se considerada “severa” cuando existe la pérdida total del suelo y la vegetación nativa, y además destruye los flujos naturales de aguas tanto superficial como freáticas. Como consecuencia, los procesos naturales del ecosistema en su conjunto son también destruidos propiciando así la pérdida del recurso natural tanto en su calidad como en su cantidad e impidiendo además la capacidad de autoregeneración natural. Las alteraciones paisajísticas severas a menudo son más significativas a la escala de la cuenca hidrográfica, siendo las más susceptibles las cabeceras y fuentes de agua; especialmente en zonas montañosas. En la comunidad de Huaytire la perturbación es severa por la pérdida de casi toda la cobertura vegetal no pudiendo regenerarse debido a la falta de agua en la zona.

CONCLUSIONES

1. Diversidad Biológica

A. Vegetación:

- Se identificaron 33 especies agrupados en 3 Divisiones, 4 Clases, 16 órdenes y 16 Familias respectivamente.
- Las familias vegetales con mayor porcentaje de presencia son: Poaceae (24%) y Asteraceae (12%).
- La vegetación evaluada se distribuye en cinco tipos de comunidades con especies representativas: a) Pajonal (*Festuca orthophyla*) b) Matorral (*Parastrephia quadrangularis*) c) Pastizal (*Aciachne acicularis*) d) Bofedal (*Distichia muscoides* y *Oxychloe andina*) y e) Roquedal (*Acarospora sp.*)
- La cobertura vegetal determina que en cuatro bofedales (Huaytire, Chaullapujo, Jacopunco y Livicalani) existe la dominancia de *Distichia muscoides* (33,8 – 41,3 %) y *Oxychloe andina* (13,8 – 36,7 %) y solo en B. Surapata se presenta otras especies: *Lilaeopsis sp* y *Lachemilla diplophylla*.
- La cobertura vegetal de los alrededores de cada bofedal determina que en tres zonas (Huaytire, Chaullapujo y Jacopunco) la especie *Festuca orthophyla* es quien presenta dominancia total y solo en Livicalani se presenta *Calamagrostis breviaristata* como la especie más abundante.
- La diversidad de especies vegetales de la comunidad de Huaytire no incluye especies endémicas, mientras que la cobertura vegetal es reducida respecto a espacios naturales del mismo tipo cercanos (Moquegua).

B. Avifauna:

- Se registraron 17 especies de aves; agrupadas en 12 familias y 7 órdenes. Siendo los órdenes con mayor número de especies los *Passeriformes* y *Anseriformes* (28%) y con menor frecuencia le siguen los *Charadriiformes* (17%), *Ciconiiformes* (11%), *Falconiformes* (6%) y *Phoenicopteriformes* y *Gruiformes* (5%).
- Los Bofedales con mayor número de especies correspondió a: Huaytire y Chaullapujo con 14 especies cada uno.
- La mayor abundancia de la avifauna lo presenta: *Phoenicopus chilensis* con un 16,44 %, seguido de *Anas specularioides* con 14,04 %.
- El bofedal con mayor índice de diversidad de aves le corresponde a Huaytire; los bofedales Jacopunco, Chaullapujo y Livicalani presentan mediana diversidad y el bofedal Suripata baja diversidad.
- La riqueza de especies de aves es reducido en comparación a otros bofedales de la zona sur (Arequipa y Puno), por la pérdida de cobertura vegetal y espacios que requieren las aves.

C. Herpetología:

- Se registraron cuatro especies de reptiles del mismo género (*Liolaemus*), los mismos que se distribuyen entre los diferentes bofedales evaluados.
- La especie *Liolaemus alticolor* presenta mayor abundancia (37,5 %), seguido de *Liolaemus* sp (31,25 %).
- La curva de acumulación de especies indica que los cinco lugares de evaluación aun no son suficientes para conocer la riqueza total de especies en la zona de estudio.

- Los valores de diversidad Shannon muestran que en los diferentes bofedales evaluados la diversidad es pobre.
- La riqueza de especies de reptiles es similar a lo reportado para otros bofedales de la zona sur peruana.

D. Mamíferos

- Se determinó cuatro especies de mamíferos en la zona de estudio, dos de tipo silvestre (*Phyllotis chilensis* y *Lagidium viscacia*) y dos de tipo doméstico (*Lama pacos* y *Lama glama*).
- La especie más abundante corresponde a *Llama pacos* con una dominancia de 78,32 %, seguido de *Lagidium viscacia* con 21,06%.
- La curva de acumulación de especies para mamíferos refiere que aún es necesario un mayor esfuerzo de muestreo y evaluación de bofedales para conocer la riqueza total de mamíferos.
- *Lama pacos*, es el mamífero de mayor importancia económica para los pobladores de Huaytire, aprovechando su carne y lana para su beneficio propio.
- La riqueza de especies de mamíferos de la comunidad de Huaytire es pobre por efecto de la desertificación del hábitat y pérdida de cobertura vegetal.

E. Ictiología

- Se registraron cuatro especies de peces: *Orestias agassii*, *Orestias luteus*, *Salvelinus fontinalis* y *Oncorhynchus mykiss*.
- El bofedal con mayor abundancia de individuos corresponde a Jacopunco (340), seguido del bofedal Huaytire (167).

- La especie con mayor abundancia corresponde a *Orestias agassi* con 595 individuos (55,71%).
- La población de Huaytire en la actualidad no aprovecha el recurso ictiológico que le genere una mejora en su economía y calidad de vida.

2. Tipo de Suelo, Régimen Hídrico, Capacidad de carga y Parámetros fisicoquímicos

- El tipo de suelo que presentan los bofedales de la comunidad de Huaytire se caracterizan por ser de tipo orgánico y arenoso-limoso, siendo el porcentaje de materia orgánica bajo (6 y 25%).
- El régimen hídrico de la zona de estudio muestra un comportamiento más seco que húmedo, dos meses son para precipitación (< 80 mm) y diez meses sin lluvia. En estas condiciones son las escorrentías subterráneas de agua que mantienen a los bofedales.
- Los bofedales evaluados de la comunidad de Huaytire y anexos presentan condiciones adecuadas de rendimiento de pasto en temporada seca, el tipo de ecosistema hidromorfo les permite mantener un contenido de agua constante, asegurando la formación de una biomasa vegetal permanente.
- El rendimiento de pasto varía entre 4,917.33 y 8,174.43 (KgMS/Ha); siendo el bofedal Huaytire y Chaullapujo los que mayor rendimiento presentan.
- La capacidad de carga que muestran los bofedales de la comunidad de Huaytire y anexos van desde 11,46 – 19,06 (UAL/Ha/año); los cuales se pueden considerar como valores altos, siendo el valor promedio de CC óptimo de 1,23 UAL/Ha/año.

- Los bofedales de la comunidad de Huaytire se hallan en estado de sobrepastoreo, asociado a problemas hídricos lo que afecta su rendimiento forrajero.
- La calidad del agua del bofedal es buena para aspectos de agricultura, son aguas clasificadas como C1-S1, con bajo peligro de salinidad, no generando efectos dañinos sobre plantas y suelo mismo.
- Los resultados de los parámetros fisicoquímicos del agua de los bofedales indican que son aguas de buena calidad para la agricultura y vida acuática.

3. Condiciones Sociales y Económicas de la Comunidad Campesina de Huaytire

- Los comuneros de Huaytire ven imposibilitado su desarrollo económico por el deterioro de sus recursos naturales pastoriles y desertificación de la zona de estudio.
- El mantenimiento de los bofedales andinos es afectado directamente en cantidad y calidad por la explotación de aguas subterráneas, lo cual repercute en la economía de la población de Huaytire.
- Los comuneros aymaras de Huaytire presentan un comportamiento intenso a la migración, abandonando sus tierras por la falta de pasto y erosión del suelo, así mismo por una descapitalización de la crianza de alpacas.

4. Perturbación ecológica por el Impacto de la minería

- El impacto de la actividad de la minería sobre el área del bofedal de Huaytire corresponde a 3,436.99 Ha, de los cuales se han desecado alrededor de 3,350.43 Ha que representan el 97.48 %. Actualmente solo queda como bofedal “vivo” una área de 86.56 Ha; el mismo que tal solo representa el 2.52 %.

- El bofedal Huaytire muestra un avanzado proceso de desertificación, siendo colonizado por especies vegetales propias de suelos eriazos y arenosos (pe: *Tetraglochin cristatum*).
- La instalación de pozos de extracción de agua subterránea afecta las escorrentías internas que abastecen de agua a los bofedales, según el modelo conceptual para ejemplificar la dinámica hidrológica.
- Los pastores de la zona manifiestan experiencias negativas respecto a la explotación de aguas subterráneas por parte de la actividad minera, pues sus áreas de bofedales paulatinamente se han ido secando, obligándolos a desplazarse definitivamente a otras zonas o a cambiar de actividad productiva.
- Los efectos negativos de la actividad minera sobre la flora y fauna muestran una reducción en la riqueza de especies por la fragmentación del hábitat como consecuencia de la pérdida de cobertura vegetal.
- Es necesario promover la recuperación de bofedales a fin de que los usuarios encuentren los caminos de desarrollo que crean conveniente, de modo tal que se pueda erradicar los crueles niveles de pobreza en los que están sumidos. En otros lugares se ha demostrado que el desarrollo autogenerado es posible, creando nuevas estrategias para seguir viviendo en la zona andina, como por ejemplo la piscicultura.

SUGERENCIAS Y PROPUESTA

1. Propuesta para la Recuperación de Bofedales: Comunidad de Huaytire

Se debe caracterizar la zona de estudio, teniendo en cuenta los criterios y sugerencias de los comuneros que vienen realizando; un manejo de los bofedales en función al consumo de la masa vegetacional por la ganadería a expansión, esta práctica principalmente en el manejo del agua, recuperación de praderas y control de sales.

Se deberá realizar de la siguiente manera:

- **Zona viva del bofedal:**

Esta zona que abarca principalmente los sectores de Chaullapujo, Huaytire, Río Huaytire, entre otros, son fuente de biodiversidad

- **Zona medianamente impactado:**

Zona que abarca los caseríos de Humapalca, Condorcirca y Suripata.

- **Zona impactada :**

Está comprendida la zona de Livicalani Bajo e intermedio Parte de Humapalca y Surajincho que en la actualidad es de propiedad privada de SPCC, siendo esta última observada, por su naturaleza de posesión al no poderse intervenir en zona de carácter privado.

Desde tiempos inmemorables los comuneros que viven circundantes a estos mecanismos de sistemas hidromórficos vienen realizando actividades de manejo de los bofedales ya que de ellos depende la masa ganadera, esta práctica consiste principalmente en el manejo del agua, recuperación de praderas y control de sales y algunos carbonatos del sustrato suelo.

Actividades de manejo-conservación

Mediante la apertura de canales, en estas zonas en donde la pendiente no es favorable, se deberán sugerir como mediadas de manejo, para evitar la erosión hídrica que tiene como objetivo distribuir por todo el bofedal el agua de sus manantiales.

En el aspecto técnico se mencionará algunos criterios a tener en cuenta en el momento que se ejecute:

- Se recomienda que como hay pendiente los canales sean de 20 a 30 cm de profundidad y 40 cm de ancho.
- Con un pendiente entre 2 y 3% formando una Z para disminuir la pendiente y así evitar la erosión del terreno.

Actividades de manejo-conservación mediante riego por inundación

Esta metodología se sugiere en zonas en donde el agua tenga un buen caudal como la parte de cabeza del bofedal principal de Huaytire, por la cantidad de agua que posee, se aplica principalmente en zonas con pendiente moderada con la mayor finalidad de abarcar una mayor extensión.

Actividades de manejo-conservación control de la salinidad y de algunos carbonatos

Esta actividad se deberá sugerir a la comunidad en terrenos en que el sustrato suelo tiene alto contenido de sales disueltas expresada en dS/m en donde las inclemencias climáticas como antrópicas originen la saturación de sales en el suelo, se puede aplicar dos técnicas, por un lado mediante el lavado de la superficie de los suelos en épocas de lluvias o cuando existen buena cantidad de agua y por otra parte,

esparciendo las fecas de los animales disponibles de los defecaderos sobre la superficie cubierta con sales.

Acciones sugeridas para la recuperación de suelos degradados

Como consecuencia de factores tanto climáticos como antrópicos especialmente por la actividad minera y sus demandas ambientales, los bofedales, han sido principal fuente de deterioramiento y se encuentran en la actualidad en notable proceso de deterioro, si a este hecho se suma la pérdida de las prácticas de manejo tradicional debido al despoblamiento de la comunidad de Huaytire, también se estará contribuyendo a la degradación ambiental de estos sistemas, por esta razón, es necesario trabajar con las comunidades aymaras de Huaytire en la recuperación y conservación de técnicas ancestrales para el manejo y conservación de los bofedales:

2. Ampliación del bofedal

Es posible convertir áreas de secano en bofedales, ampliando de esta manera la superficie del bofedal, para ello es esencial contar con una cantidad de agua suficiente y permanente, para proporcionar un riego constante a la pradera que se quiere convertir, generalmente los ganaderos realizan este trabajo en las áreas inmediatamente adyacentes a los bofedales.

Estos tipos de trabajos deben efectuarse principalmente durante la época de lluvia (Diciembre a Enero) en caso de realizarse antes de este periodo, debe disponerse de agua permanente para mantener el sustrato húmedo y asegurar el enraizamiento de las champas.

La pradera (formada por champas de plantas vigorosas y establecidas), debe permanecer por lo menos un año o más antes de que sea utilizada por el ganado en forma esporádica. Se recomienda cercar el área.

Recuperada para evitar que los animales consuman los brotes tiernos, alterando el proceso de acumulación de reservas nutritivas por las plantas.

2.1. Recuperación de bofedal mediante la metodología de riego en malla y trasplante

Esta metodología se ha desarrollado con éxito en diferentes zonas altoandinas de similar realidad para recuperar y conservar por su alto valor ambiental en las zonas de Chile y se detalla a continuación (Figura 72).

a) Selección del área:

Una vez elegido el sector que se desea recuperar, se debe limpiar el área manteniendo una pendiente moderada que facilite el desplazamiento del agua.

b) Inundación:

Lavar el sitio de la existencia de sales que pudiera existir y posteriormente anegar el sector, esto permitirá disminuir el estrés de la vegetación al ser implantada.

c) Abonado del suelo:

Para enriquecer de nutrientes el suelo y asegurar el prendimiento, incorporar estiércol (guano) pulverizado de los animales que pastan por el sector, esto debe aplicarse antes y después de la implantación tanto al suelo como a las champas, por lo menos una vez al año.

d) Extracción de champas:

Se deberá realizar en sitios vigorosos del bofedal de similares características al sector intervenido, se extraerán champas de unos 30 cm, aproximadamente, estos pueden ser efectuados con

un pico y otra herramienta similar que permita hacer corte y formar los bloques.

e) Implantación de las champas

Cada champa o bloque del bofedal es colocado a una distancia de 10 a 15 cm, entre uno y otro en el área previamente habilitada, una vez colocado, regar por inundación una vez por semana hasta conseguir la implantación definitiva (enraizamiento).

f) Área recuperada

Al cabo de cinco años se observa que las separaciones entre bloques han desaparecido, obteniéndose un bofedal compacto y vigoroso.

2.2. Recuperación de sustrato de suelo del bofedal mediante la metodología de incorporación del compost:

Fuentes De Residuos Orgánicos

Actividad pecuaria

En esta actividad, se generan una gran variedad de residuos de origen vegetal y animal. Los *residuos vegetales* están integrados por restos de pasturas no aptas desde el punto de vista comercial para uso de alimento en el ganado de camélidos sudamericanos (tallos, fibras, cutículas, rastrojos, etc., procedentes de diversas especies de pastos. El contenido de humedad de este tipo de residuos es relativo dependiendo de varios factores. Características de las especies cultivadas, ciclo fenológico de pastos, tiempo de exposición a los factores climáticos, manejo, condiciones de la disposición, etc.

Entre los *residuos animales*, se incluyen excrementos sólidos y semisólidos (estiércoles) y líquidos purines. Desechos de faena, cadáveres, sobrantes de beneficios de los camélidos sudamericanos,

etc. Los estiércoles y purines son los residuos que presentan mayor interés por la concentración espacial que alcanzan en producciones como la crianza de camélidos para beneficio, entre otros y por el impacto ambiental negativo que producen en la mayoría de los casos.

Estiércoles: es una descripción general de cualquier mezcla de heces, orines y desperdicios. La composición físico-química del estiércol varía de una producción pecuaria a otra, dependiendo entre otros factores del tipo de ganado, de la dieta, y de las condiciones bajo las cuales se produce el estiércol. *Purines:* a diferencia de los estiércoles los purines tienen un alto contenido de agua, por lo que son manejados como líquidos.

Alternativas De Tratamiento De Los Residuos Orgánicos

La recuperación, reutilización y/o transformación de los residuos en insumos útiles a los sectores productivos es una opción con posibilidades, en la medida que las alternativas surjan como consecuencia de un diagnóstico objetivo de la problemática ambiental de cada sector.

Las alternativas seleccionadas, están adecuadas técnicamente a las características locales, viables económicamente y sustentables ecológicamente. Sobre estas bases es posible validar, adecuar y promover tecnologías de alternativa que representen una solución efectiva y ajustada a cada realidad.

Las alternativas que se han manejado con mayor o menor resultado para la reutilización y/o reconversión han sido:

- Los residuos como fuente de alimento animal
- Los residuos como fuente energética
- Los residuos orgánicos como fuente abonos

a. Los residuos orgánicos como materia prima para la producción de abonos orgánicos

Los abonos son todas aquellas sustancias o compuestos de origen abiógeno o biógeno que presentan alguna propiedad positiva para los suelos y cultivos de pastos naturales o la recuperación de biomasa de bofedales.

Los abonos orgánicos o bioabonos, son aquellas sustancias que pertenecen al campo de la química orgánica, y que son en general incorporados directamente al suelo sin tratamientos previos. La aplicación de estiércoles y purines es una práctica tradicional de abonado orgánico. Si bien potencialmente, la incorporación al suelo de residuos orgánicos llega a tener algún efecto beneficioso sobre la estructura y fertilidad de los suelos, Cuando incorporamos residuos orgánicos frescos o en proceso incipiente de biodegradación al suelo, el orden natural, conlleva a que se cumplan los procesos de mineralización. Es frecuente, que para que esta serie de procesos se cumplan, se produzca un alto consumo de oxígeno e inclusive si los materiales aportados no tienen una buena relación carbono/nitrógeno se agoten inicialmente las reservas de nitrógeno del suelo.

METODOLOGÍA 1
RECUPERACIÓN DE BOFEDAL MEDIANTE RIEGO EN MALLA CON ALTERNANCIA DE TRANSPLANTES DE BIOMASA

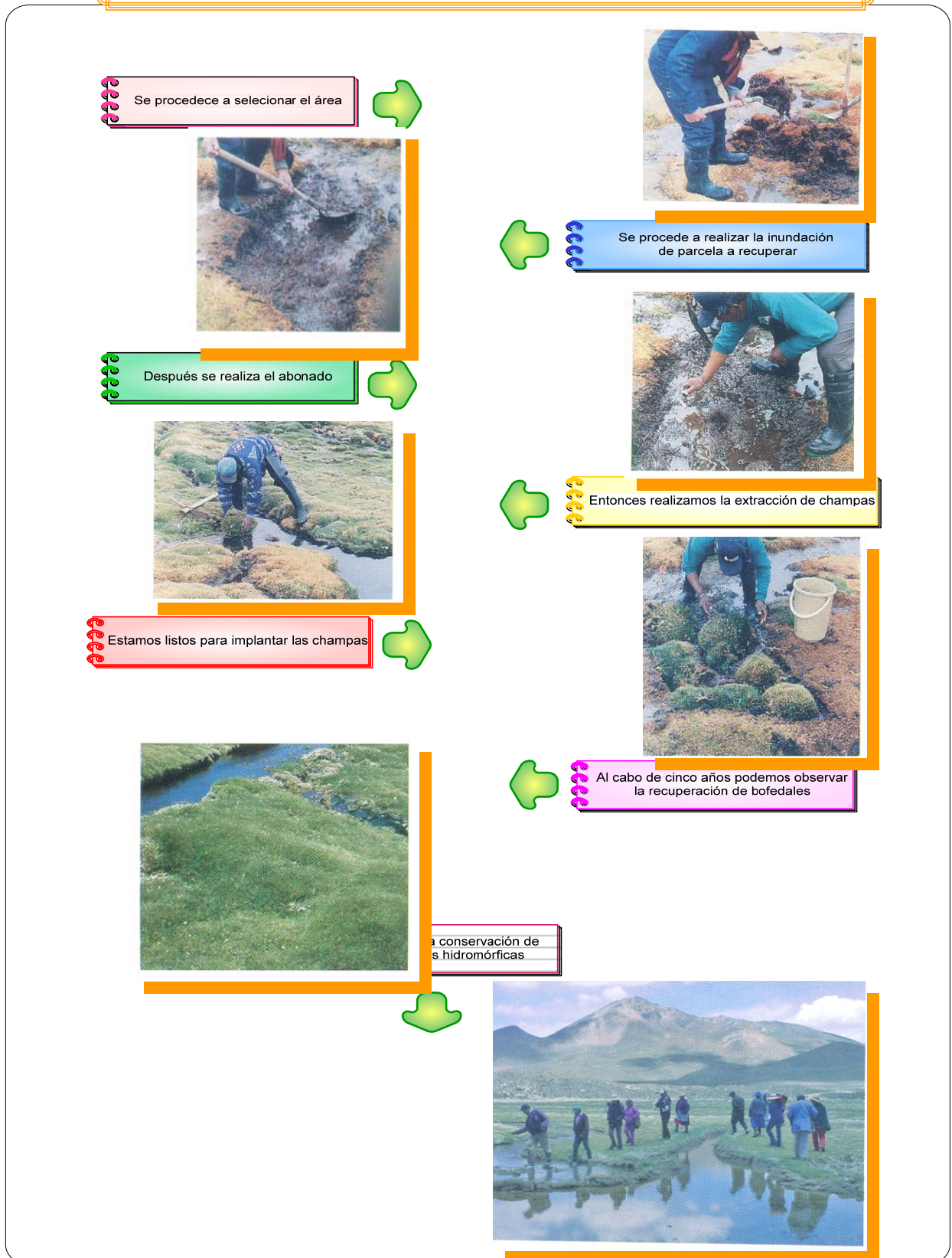


Figura 72. Metodología para la recuperación de Bofedales

b. Los residuos orgánicos y su Terminología Básica

- **El Humus**

Se puede definir como sustancia de orgánica de composición compleja, muy estable, resultante de la acción final de los microorganismos sobre los restos orgánicos. Su estabilidad no es absoluta, en climas templados, un 2% del mismo se mineraliza anualmente. Puede formar complejos con los minerales de arcilla “complejos arcillo - húmicos”, de gran estabilidad y que forman la base de la fertilidad duradera del suelo.

- **La humificación**

Se define como el conjunto de procesos de síntesis que terminan en la formación de compuestos húmicos coloidales de neoformación, a expensas de los productos más o menos solubles resultantes de la descomposición de la materia orgánica fresca. Los factores biológicos formadores de humus son: la actividad microbiológica y la actividad animal (lombrices y artrópodos), que condicionan la división mecánica de los restos orgánicos, su incorporación a la materia mineral y la formación de complejos órganos minerales.

- **Humus mull**

Se forma cuando la degradación de la materia orgánica se da en suelos ricos en Calcio, con un pH mayor que 5,5 con buena aireación y alta actividad microbiológica.

Este tipo de humus, produce grumos estables, dando al suelo buena estructura y resistencia a la erosión.

- **Humus moder**

Se genera cuando la descomposición de los residuos orgánicos se produce en suelos con un pH entre 4 a 5,5 y en donde la actividad microbiológica es intermitente por cambios térmicos bruscos o reducida por bajas temperaturas. Si bien este tipo de humus no presenta las propiedades del mull, beneficia al suelo.

- **Humus mor**

Se genera en suelo ácidos con pH inferior a 4, compactados o encharcados con mala aireación o en climas muy fríos con escasa actividad microbiológica.

3. Distribución del agua en bofedales recuperados

La red de distribución del agua, es decir, la forma en que los canales son colocados en terreno, debe permitir regar todo el bofedal por igual, es decir, que el riego sea lo más uniforme posible (Figura 73).

Para este fin, hay que siempre tener en cuenta la forma del terreno. De esta forma, es necesario conocer la pendiente del terreno donde se encuentra el bofedal, y la forma de este.

Si el bofedal se encuentra en una hondonada, o en una quebrada, difícilmente el bofedal se va a regar entero si se hace un canal central únicamente. Por esta razón, se propone el siguiente diseño de la red de canales para el riego del bofedal, que se observa en la siguiente imagen:



Figura 73. Distribución de canales en un bofedal con lomajes en sus costados.

La Figura 73 muestra el diseño de la red por canales, para el caso particular de un bofedal entre lomas o cerros, se basa los dos canales que bordean el bofedal, o la parte de interés que se desee regar, u hacer salidas a estos canales que distribuyan el agua en varios puntos a lo largo del canal principal.

A partir de estos canales principales, que bordean al bofedal, el riego puede efectuarse en distintas formas: por surcos, por tendido, por bordes y por regueras en contorno (sistemas productivos bajo riego). Tipos de riego:

A) *Riego por tendido* es un sistema en que básicamente se deja correr libremente el agua desde los canales principales, inundando desordenadamente el bofedal, dejando zonas sin agua. Este sistema tiene la gran desventaja de que no asegura que todo el bofedal se

riegue, ya que con el paso del tiempo el agua tiende a encausarse y a generar canales pequeños en el bofedal. Esto último es lo que normalmente ocurre en los bofedales, pero la problemática de no controlar el flujo del agua es importante.

B) *Riego por bordes* Este sistema, en lugar de surcos, utiliza bordes. La forma de un sistema de riego por bordes se puede observar en la siguiente Figura 74.

Este sistema de riego se basa en mantener el agua sobre el suelo por un largo período, pero no retenerla. Para este fin, la pendiente del terreno tiene que ser muy baja, de hasta un 1,5 %. El sistema se basa en separar el terreno en platabandas, las que se separan entre sí por bordes, que son murallas o contenciones bajas de tierra, de no más de 20 centímetros de altura. Las platabandas tienen que tener muy poco desnivel, y poca diferencia entre ellas, es decir, las platabandas vecinas tienen que tener máximo 10 centímetros de diferencia en de altura entre ellas (manual técnico riego sequía).

Riego por bordes, se basa en hacer especies de montículos largos para retener el agua, de no más de 20 centímetros de altura

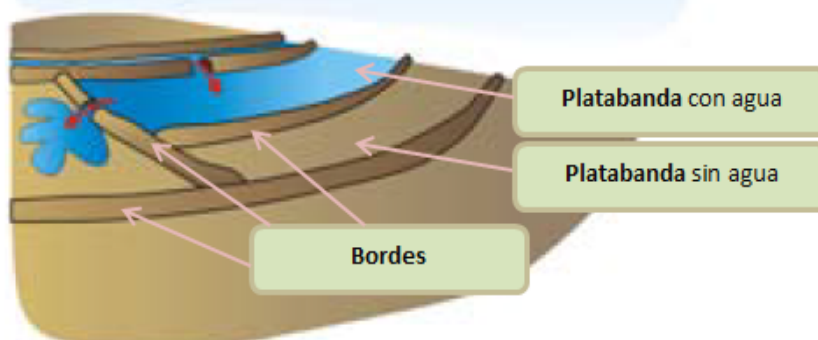


Figura 74. Diagrama de funcionamiento un sistema de riego por bordes

La ventaja de este sistema es que permite que el agua permanezca más tiempo sobre el bofedal, y lo cubra más uniformemente, asegurando un riego más efectivo y eficiente. Las desventajas es que requiere de pendientes muy bajas para ser aplicado, y también necesita de grandes caudales para el riego.

C) *Riego por surcos en contorno* corresponde a aquel en el que el agua se canaliza, desde los canales principales, por especies de surcos que siguen la forma del terreno no en forma recta, sino que siguiendo la forma curva del paisaje, en este caso del bofedal. Este sistema es básicamente lo mismo que un sistema de riego por surcos, con la excepción de que estos no son rectos, si no que respetan la forma del terreno, con el único fin de respetar la pendiente natural del terreno, y erosionar menos el suelo. Este sistema, sin embargo, se puede modificar para que, en lugar de usar surcos, utilice regueras, las cuales se realicen respetando la forma del terreno.

D) *Riego por regueras en contorno* su diseño se puede observar en la siguiente Figura 75.

Este sistema tiene la ventaja de poder ser aplicado en terrenos de alta pendiente (2 a 10 %), ya que los bordes de las regueras, como se observa en la figura N°11, se realizan respetando la forma del terreno y la pendiente de este. Estos bordes pueden ser permanentes o temporales; si son permanentes, se pueden reforzar los bordes inferiores con piedras para permitir que se desborden y el agua pase a otra reguera. Por otra parte, a diferencia de los bordes, las regueras pueden ser más pequeñas, ya que al respetar la pendiente del terreno, no siempre pueden ser grandes.

Las desventajas de este sistema es que requiere de mucha mano de obra para mantener los bordes, ya que si no se mantienen, estos se desgastan, se desarman, y dejan de cumplir su función, convirtiéndose en un sistema de riego por tendido.

Una vez vistas las distintas opciones de riego, la decisión de elegir un sistema u otro dependerá de las características del terreno (forma y pendiente), de la cantidad de agua con que se pueda contar (caudal), y de la mano de obra y herramientas disponibles para establecer alguno de estos sistemas.

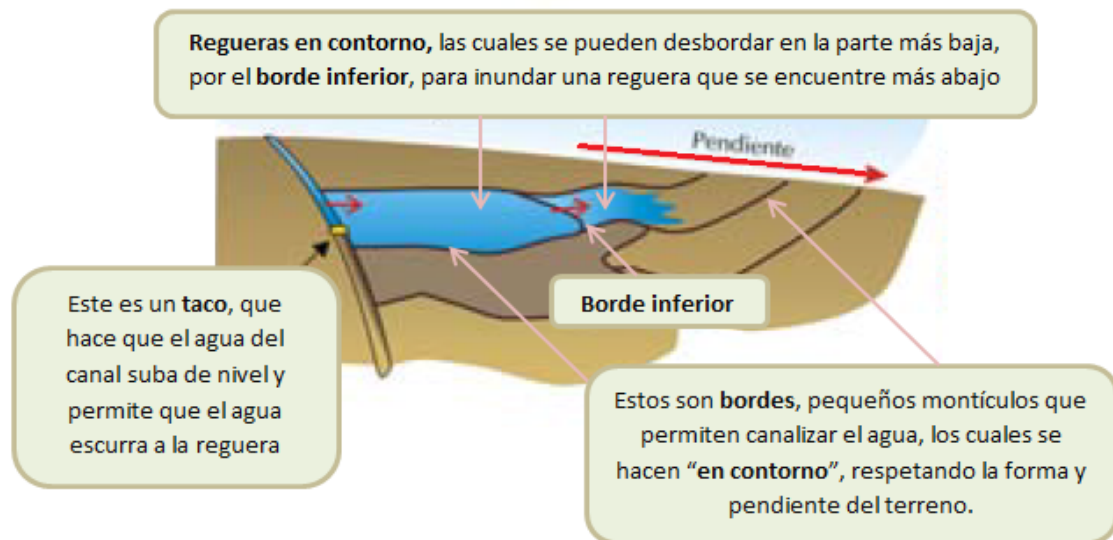


Figura 75. Diagrama por riego por regueras en contorno

BIBLIOGRAFÍA

1. ALT – PNUD. 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 – Poopo – Salar de Coipasa. Subcontrato 21.12. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional del Altiplano – Puno.
2. Alzérreca, H. 1992. Producción y utilización de los pastizales de la zona Andina de Bolivia. REPAAN/IBTA. 101/01. Imprenta PAPIRO. La Paz, Bolivia.
3. Alzérreca, H. 2001. Los campos naturales de pastoreo del Parque Nacional Sajama (PNS) y su capacidad de carga. Proyecto Manejo de Áreas Protegidas y Zonas de Amortiguación, Cooperación Técnica Alemana (MAPZA-GTZ). Informe de Consultoría. La Paz, Bolivia.
4. APHA. 1989. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association, 20a Ed. Washington D.C.
5. Arévalo, R. 2005. Complejo Marcapomacocha. Ed. Turberas Altoandinas. Espacios Frágiles de Vida y Cultura. Proyecto Peatlands in de Tropical Andes. Global Peatlands initiative/NC-IUCN/ECOPAR/GRUPO PARAMO. Quito. Ecuador. 33-40 p.
6. Bottolph, L. & Coppock, D. 2001. Project Alpaca: Intensified alpaca production lead to privatization of key grazing resources in Bolivia. Rangelands 23:10 - 13
7. Brako, L. y Zarucchi, J. 1993. Catalogue of the Flowering Plants and Gymnosperms of Peru. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 45: 1-1286.

8. Cam, H. y López, E. 2010. Los Peces de la Reserva Nacional de Salinas y Aguada Blanca, Arequipa y Moquegua. Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Ministerio del Ambiente.
9. Cardozo, A. 1996. Estudios sobre Consumo y Digestibilidad aparente de la Llama en Bolivia, VI Convención Internacional sobre Camélidos Sudamericanos. PAC, IBTA, ABOPA, UTO. Oruro, Bolivia.
10. Castellaro, G. 2004. Composición Botánica de la Dieta de Alpaca (*Lama pacos* Linn.) en un Pastizal del Secano Mediterráneo de la Zona Central de Chile. Universidad de Chile, Facultad de ciencias Agronómicas.
11. Caziani S. & Derlindati, E. 1999. Humedales altoandinos del noroeste de Argentina: su contribución a la biodiversidad regional. P-p 1-13, en: A. Malvárez (Ed.). Tópicos sobre Humedales Sudamericanos. Editorial Universidad de Buenos Aires. UNESCO, Montevideo.
12. Caziani, S y Derlindati, E. 2000. Humedales Alto andinos del Noroeste de Argentina: Estado Actual y Conservación. Consejo de Investigación. Universidad Nacional del Salta. Argentina.
13. Cerrate, E. 1969. Maneras de Preparar Plantas para un Herbario. Museo de Historia Natural, Botánica. *Serie I de Divulgación* n 1: 1-15, Lima.
14. Coaguila, I. & Machaca, J. 2008. Bofedales en la Reserva Nacional de Salinas y Aguada Blanca. Reserva Nacional Salinas Aguada Blanca Arequipa- Perú.
15. Condori, E. & Col. 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 – Poopo - salar de Coipasa. Universidad Nacional del Altiplano – Puno.

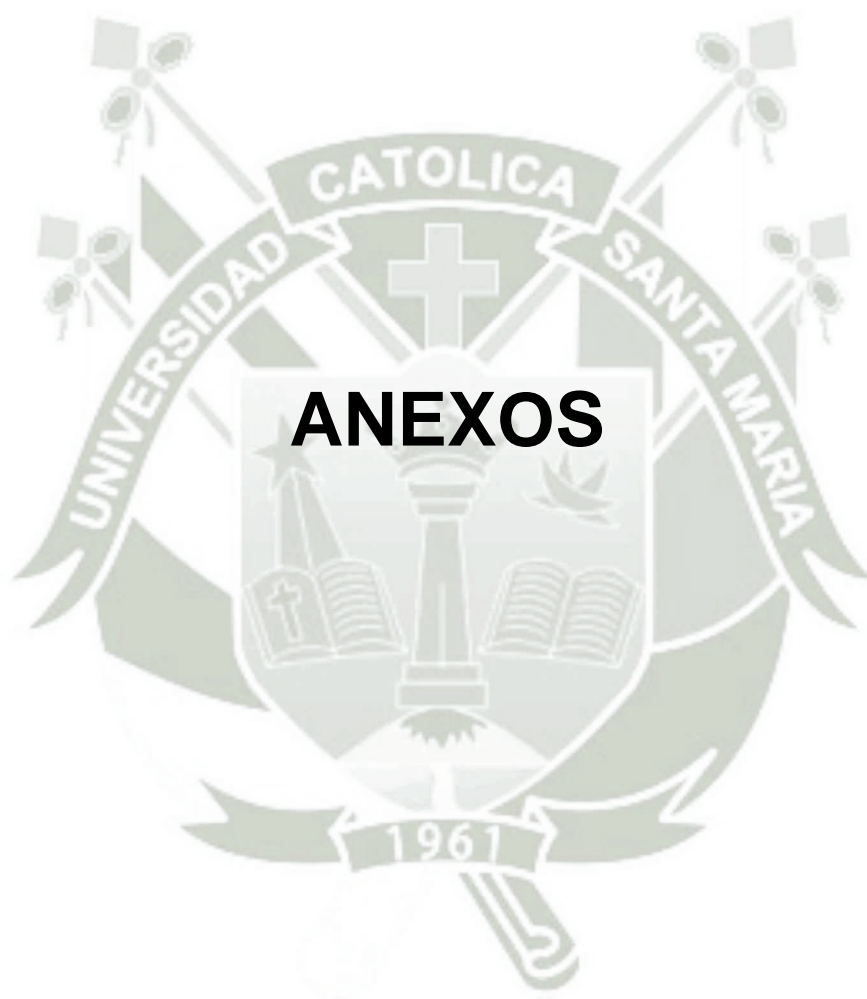
16. Contreras, R. 2007. Uso de las Vegas y Bofedales de la Zona Cordillerana y Precordillerana de la Región de Atacama (Tesis). Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales, Departamento de Manejo de Recursos Forestales.
17. Coronel, J., Barra, N. & Aguilera, J. 2009. Bofedales Alto Andinos de Bolivia: Vegetación Acuática y Factores Ambientales. *Rev. Biol. Ecol y Cons. Amb.* 26:23-2 UMS, Cochabamba, Bolivia.
18. Coronel, P. 2011. Bofedales de la Cuenca del río Suches: Caracterización de la Fauna Acuática, Componente Florístico e Identificación de un Área de Monitoreo para detectar efectos de la Minería Aurífera. Comunicación Personal. Bolivia.
19. Chang, F. & H. Ortega. 1995. Additions and Corrections to the List of Freshwater Fishes of Peru. *Publ. Mus. Hist. Nat. UNMSM (A)* 50:1-12.
20. Donato, J. 1996. Ecología de dos Sistemas Acuáticos de Páramo. Ed. Guadalupe LTDA. Santa Fe de Bogotá, D.C. Colombia. 15-68. 10-150 p.
21. Espinosa, A. 2000. Censo Neotropical de Aves Acuáticas Acuáticas 1999 (sección Chile). *Boletín Chileno de Ornitología* 7: 39 - 47.
22. Flores, D. 2002. Identificación y Análisis de Cambios en Bofedales de la Cordillera Occidental y del Altiplano de Bolivia. Tesis de Maestría en Levantamiento de Recursos Hídricos: Manejo y Conservación de Cuencas. Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba. Bolivia. 22- 59 p.
23. Flores, O. 1985. Rebeliones Indígenas, Quechuas y Aymaras. Centro de Estudios Andinos Cuzco. Perú.
24. Flórez, A.; F. Bryant; J. Gamarra; J. Pfister; J. Arias. 1986b. Empadre de alpacas al año de edad usando pasturas en la región altoandina del

- Perú. Programa de Apoyo a la Investigación Colaborativa en Rumiantes Menores. Reporte Técnico N° 83. Lima, Perú. p 25-28.
25. Fontúrbel, S. & Rocha, R. 2004. La región Altoandina de Bolivia. Ecología, Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Ed. Publicaciones Integrales, La Paz. ISBN 99905-04490
26. Gobierno Regional de Tacna (GRT). 2006. Proyecto de Zonificación Económica y Ecológica de Tacna. Boletín Regional. Tacna. 5- 145 p.
27. Gunderson, L. 1999. Resilience, flexibility and adaptive management: antidotes for spurious certitude. *Ecology and Society*. USA. 3(1): 7.1-6
28. Gunderson, L., Holling, L & Petersen, D. 2002. Resilience of Large Scale Resource Systems. Island Press. ISBN: 1-55963-971. 287
29. Hammer, O., Harper D.A.T. and Ryan P. D. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontología Electrónica* 4(1): 9pp. http://palaeoelectronica.org/2001_1/past/issue1-01.htm
30. Hoffmann, A., M. Kalin, F. Liberona, M. Muñoz y J. Watson. 1998 *Plantas Altoandinas en la Flora Silvestre de Chile*. Ediciones Fundación Claudio Gay, Santiago.
31. Huisa, J. 2004. Selección de Pastos Naturales en los Andes del Perú. Universidad Nacional San Antonio Abad Del Cuzco, Facultad de Agronomía y Zootecnia, Centro de Investigación en Camélidos La Raya.
32. Hurtado, C. 2006. Evaluación y Soportabilidad de los Bofedales de la Cuenca del Uchusuma Zona Altoandina de Tacna. *Rev. Ciencia y Desarrollo*: 13:103-106. UNJBG. Tacna.
33. Icochea, J. y N. Carrillo. 1995. Estado Actual de la Diversidad de Reptiles en el Perú. Libro de Resúmenes del Seminario-Taller: La

- Diversidad Biológica en el Perú: Estado actual y bases para un Programa Nacional.
34. Instituto Nacional de Estadística e Informática. 1997. Conociendo Tacna: directorio departamental de centros poblados. Ed. Otdeti. Lima-Perú. 34-56 p.
 35. Izurieta, X. 2005. Turberas Alto andinas: Espacios Frágiles de vida y cultura. Ed. Global Peatland Initiative/NC-IUCN/ECOPAR/Grupo Páramo. Quito. Ecuador. 1-20 p.
 36. Ludwig, D., Hilborn, R & Walters, C. 1993. Uncertainty, Resource Exploitation and Conservation: Lessons from History. USA. Science 260:17-36
 37. Ludwig, D., Walker, B & Holling, C. 1997. Sustainability, Stability and Resilience. USA. Conservation and Ecology. 1(1):8
 38. Magurran, E. 1988. Ecological Diversity and its Measurement. Princeton University Press, New Jersey, 179 pp.
 39. Mateucci, D. y Colma, A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. OEA, Monografía Científica N° 22. 168+vi pp. Washington.
 40. Moreno, Cl. 2001. Manual para Evaluación de la Biodiversidad en Reservas de la Biosfera: Manuales y Tesis SEA 2 ED. GORFL, S.A. Madrid, España. 1-110.
 41. Naiman, R., Magnuson, J., McKnight, D and Stanford, J. 1995. The Freshwater Imperative: A research agenda. Island Press, Washington, DC. 165 p.
 42. Navarro, G. 2004. Zonas de Vegetación Potencial de Bolivia: Una Base para el Análisis de Vacíos de Conservación. Artículo Científico. Rev. Bol. Ecol. 15: xxx – xxx. Bolivia.

43. Parra, F., Torres, J. y Ceroni, A. 2004. Composición florística y vegetación de una Micro cuenca andina: el Pachachaca (Huancavelica). Rev. Ecología Aplicada año/vol. 3, nº 1-3 Lima- Perú.
44. Parra, F., Torres, J & Ceroni, A. 2004. Composición Florística y Vegetación de una Microcuenca andina: el Pachachaca (Huancavelica). Rev. Ecología Aplicada: vol. 3: núm. 2. Pp 9-16. UNALM.
45. Pearson, P. 1982. Distribución de Pequeños Mamíferos en el Altiplano y los Desiertos del Perú. Zoología Neotropical. Anales del VII Congreso Latinoamericano de Zoología, 263-284
46. Pedraza, J. 2005. Introducción al Lenguaje, Historia, Cultura y Religión del Pueblo Aymara. Rev. Aymara Uta, jaya mara aru. www.aymara.org/nanaka/index.php. 1-10
47. Prieto, G., H. Alzérreca, J. Laura, D. Luna y S. Laguna. 2002. Características y distribución de los bofedales en el ámbito boliviano del sistema T.D.P.S. En: Rocha, O. y C. Suárez (Eds.) 2002. Uso pastoril en humedales alto andinos. Talleres de capacitación para el manejo integrado de los humedales alto andinos de Argentina, Bolivia, Chile y Perú. Sitio Ramsar-Lago Titicaca (sector boliviano). Huarina, 28 de octubre al 1 de noviembre de 2002. Convención Ramsar, WCS/ Bolivia. La Paz, Bolivia.
48. RAMSAR, 2005. Estrategia Regional de Conservación y Uso Sostenible de los Humedales Altoandinos. Ramsar COP9 DOC, 26 Documento de información.
49. SENAMHI, 2008. Reporto meteorológicos del Departamento de Candarave. Servicio nacional de meteorología e Hidrología.
50. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). 2005. Boletín Meteorológico e Hidrológico de Tacna. 5-30 p.

51. Squeo, F., Barry, G., Aravena, R. & Espinoza, E. 2006. Bofedales: high altitude peatlands of the central Andes. *Revista Chilena de Historia Natural*. 79: 245-255
52. Troncoso, R. 1982. Caracterización ambiental del ecosistema bofedal de Parinacota y su relación con la vegetación. Tesis Ing. Agr., Facultad de Agronomía, Veterinaria y Forestal, Universidad de Chile. Santiago, Chile. Pg. 222.
53. UNALM. 2009. Análisis de suelo. Facultad De Agronomía – Departamento de Suelos, Laboratorio de análisis de suelos, Universidad Agraria La Molina
54. Varas, E. 2000. Estudio Sociológico y Desarrollo de la comunidad campesina de Huaytire, Provincia de Candarave-Tacna. Comunicación Personal. Universidad Nacional Agraria la Molina.
55. Villalobos, H. 2009. Evaluación Ambiental de la E.C. Porocota-Orcopampa. Informe Técnico. Compañía Minera Buenaventura-Arequipa.
56. Walker, B., Holling, C., Carpenter, S. & Kinzig, A. 2004. Resilience, adaptability and Transformability in Social–Ecological Systems. Ed. *Ecology and Society*. USA. 9(2): 5
57. Zeballos, H., Ochoa, A., & Lopez, E. 2010. Diversidad Biológica de la Reserva Nacional de Salinas y Aguada Blanca. Ed. PROFONANPE, DESCO. Lima-Perú.



ANEXO I

FORMACIONES VEGETALES DE LA COMUNIDAD DE HUAYTIRE

A. Pajonal



B. Bofedal



C. Roquedal



D. Pastizal



E. Matorral



ANEXO II

METODOLOGIA DE TRABAJO

Evaluación de fitomasa



Avistamiento de aves



Captura de peces



Evaluación de cobertura vegetal



Captura de roedores



1961 Evaluación de calidad del agua



ANEXO III

Diversidad Biológica de la comunidad de Huaytire

3.1 Vegetación de Bofedales

Calamagrostis ovata



Oxychloe andina



Werneria pygmaea



Distichia muscoides



Alchemilla diplophylla



Aciaschne pulvinata



3.2 Avifauna

Chroicocephalus serranus



Muscisaxicola alpina



Phoenicopterus chilensis



Chloephaga melanoptera



Lessonia oreas



Plegadis ridgwayi



3.3 Mamíferos

Lagidium viscacia



Lama glama



Lama pacos



Phyllotis chilensis



3.4 Reptiles

Liolaemus cf. jamesi



Liolaemus alticolor



3.5 Peces

Salvelinus fontinalis



Orestias luteus



Oncorhynchus mykiss.

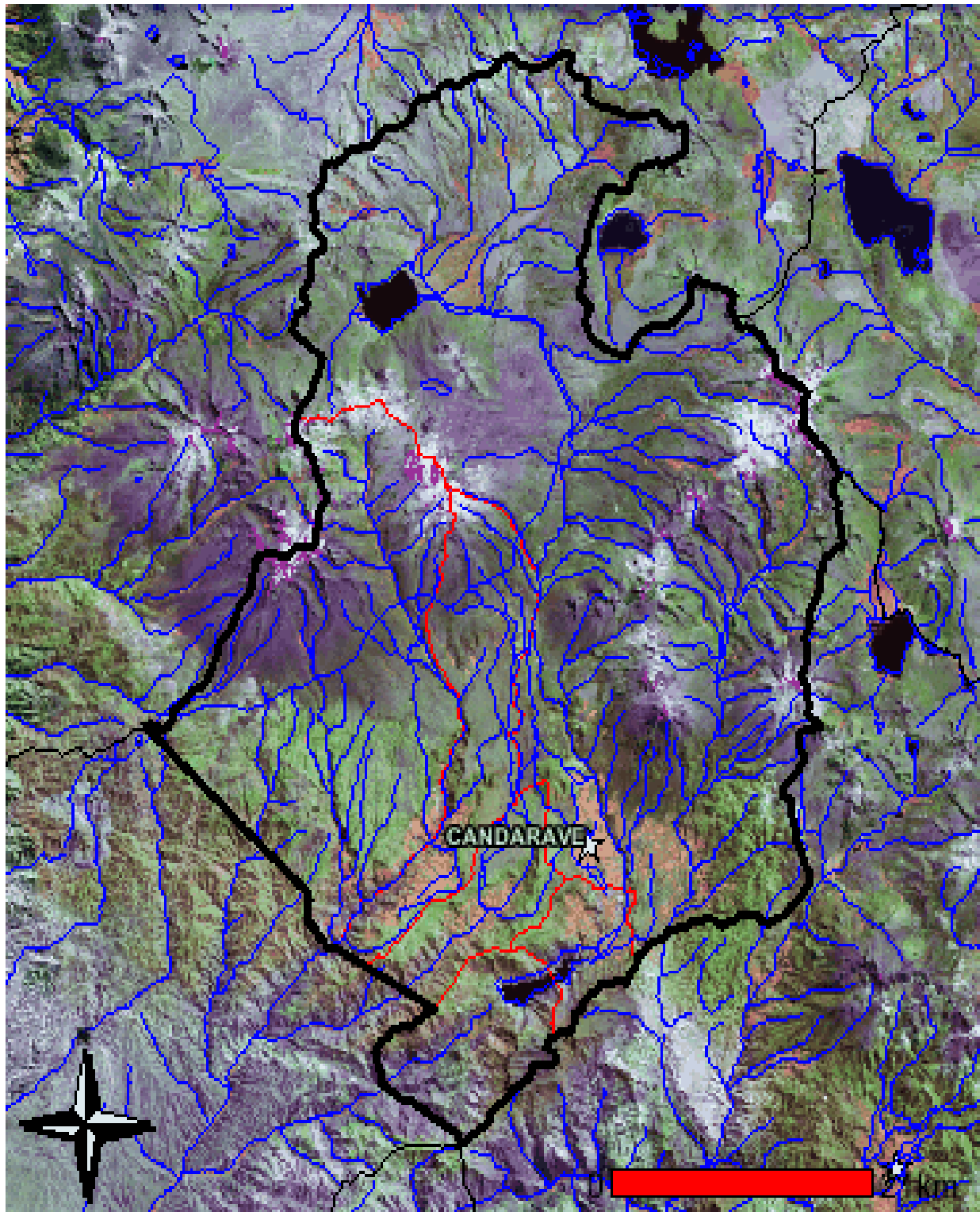


Orestias agassi



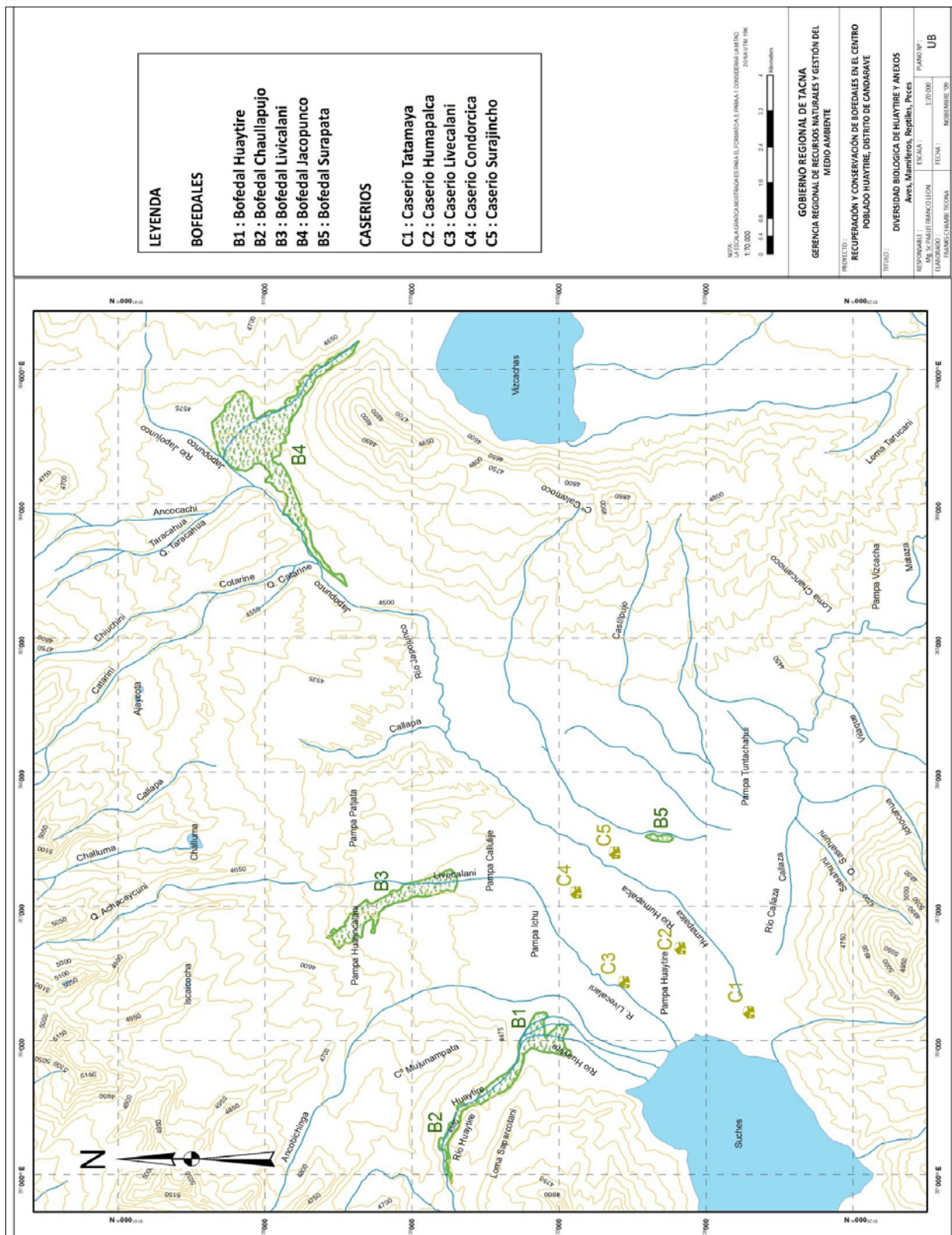
ANEXO IV

CUENCA HIDROLOGICA DE LOCUMBA: C. HUAYTIRE - CANDARAVE



ANEXO V

BOFEDALES EVALUADOS DE LA COMUNIDAD DE HUAYTIRE



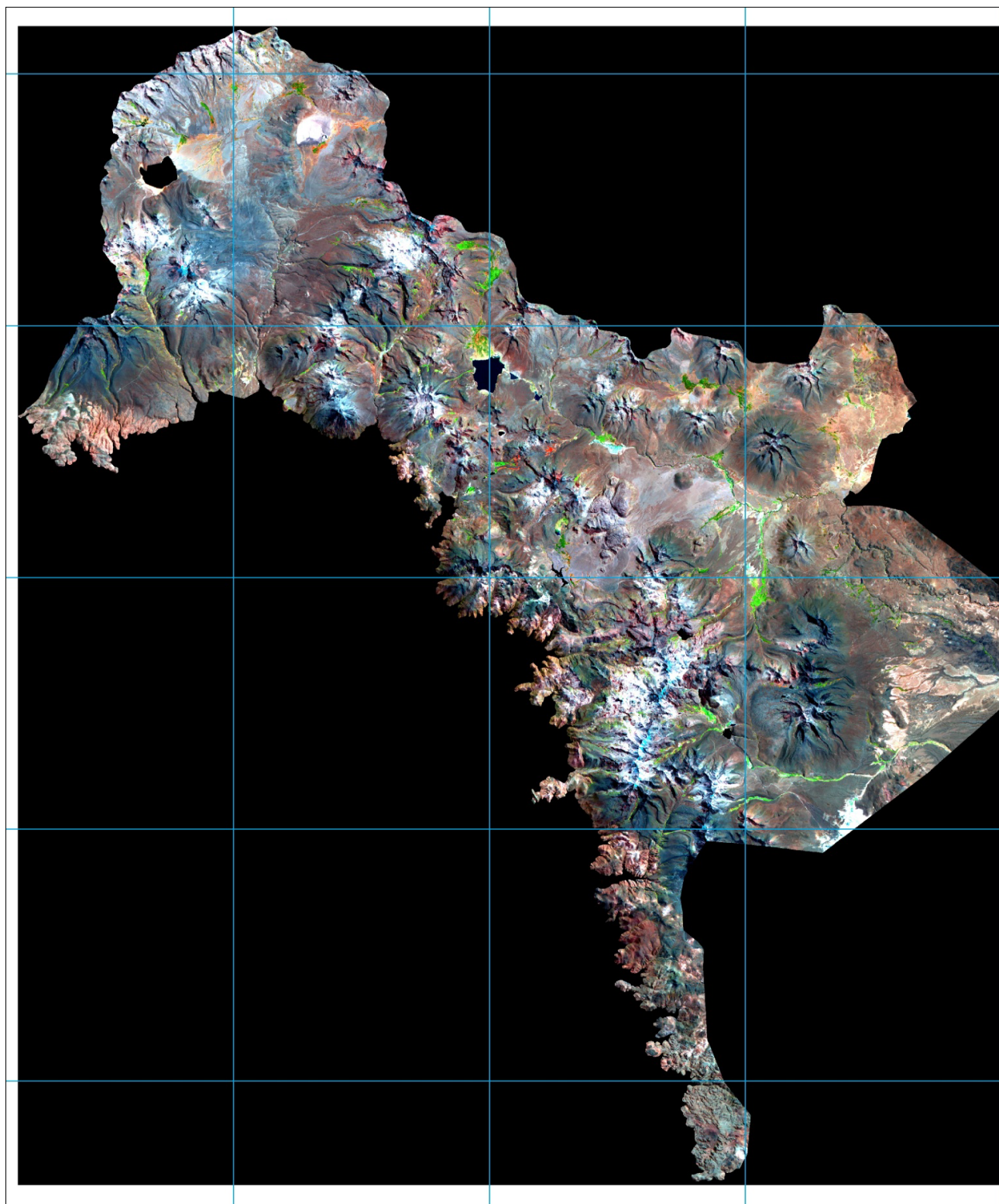
ANEXO VI

A: BOFEDALES DE LA PROVINCIA DE CANDARAVE - 2001



ANEXO VI

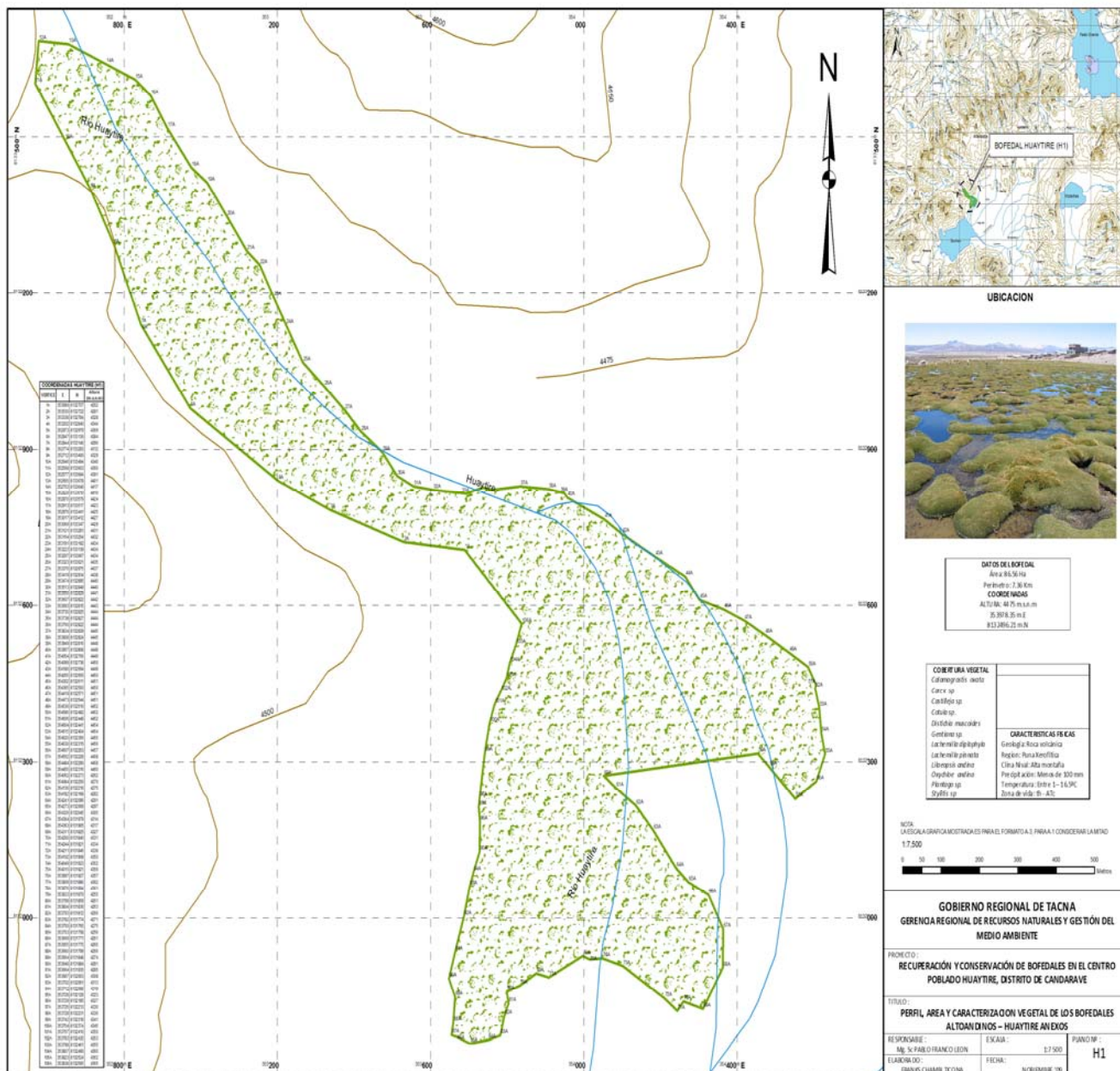
B:BOFEDALES DE LA PROVINCIA DE CANDARAVE - 2012



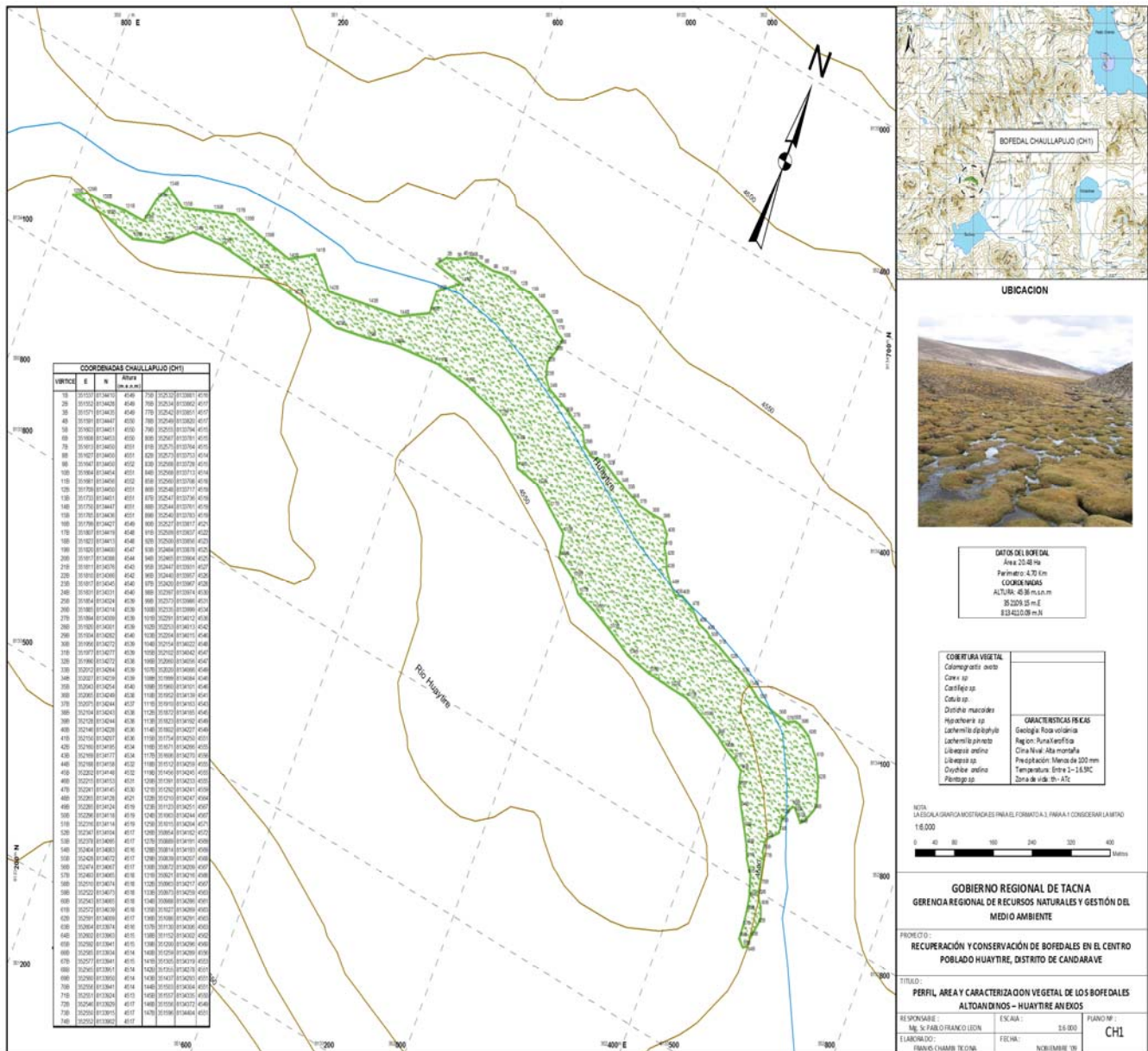
ANEXO VII

Mapas de los Bofedales Evaluados

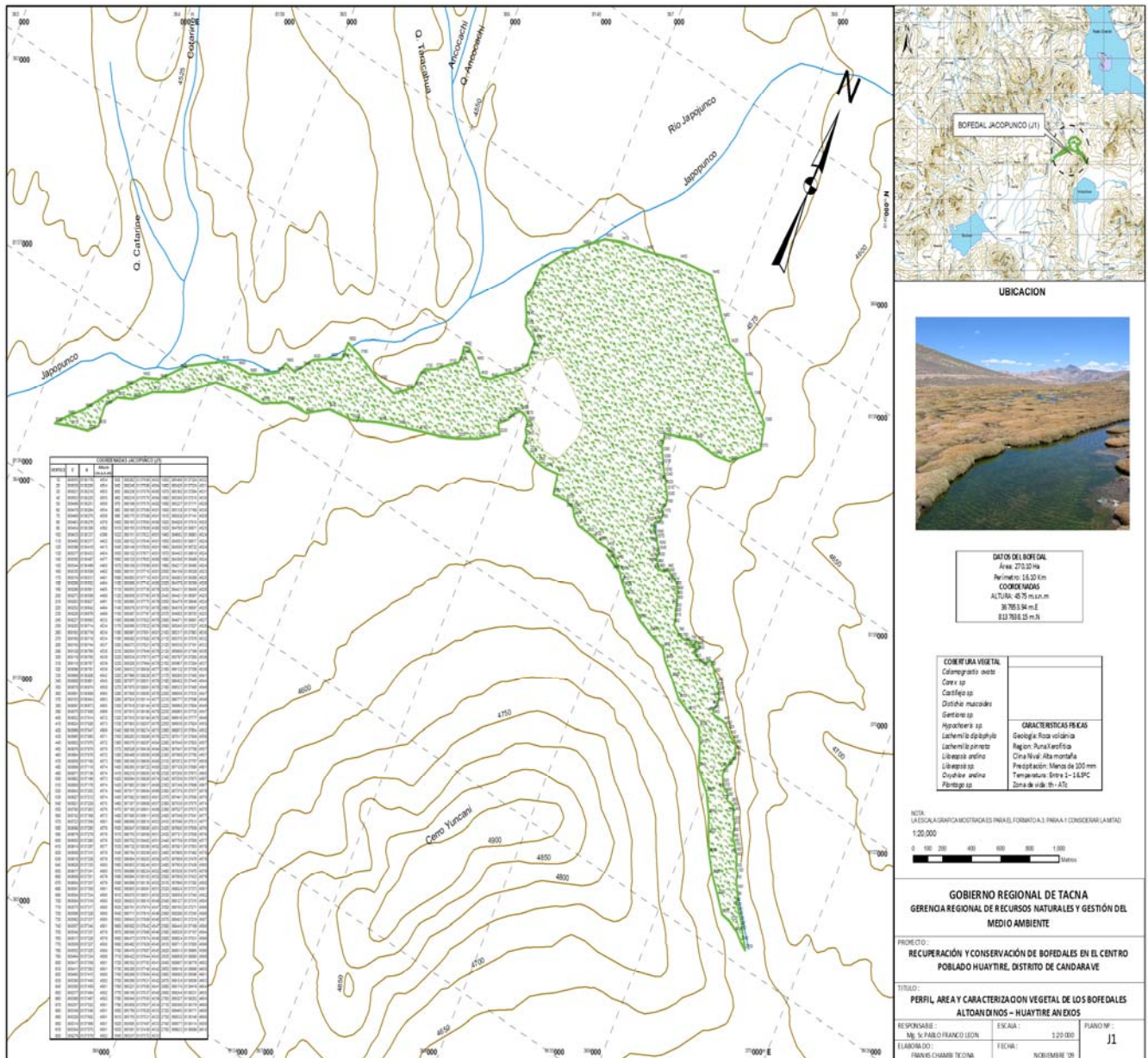
B. Huaytire



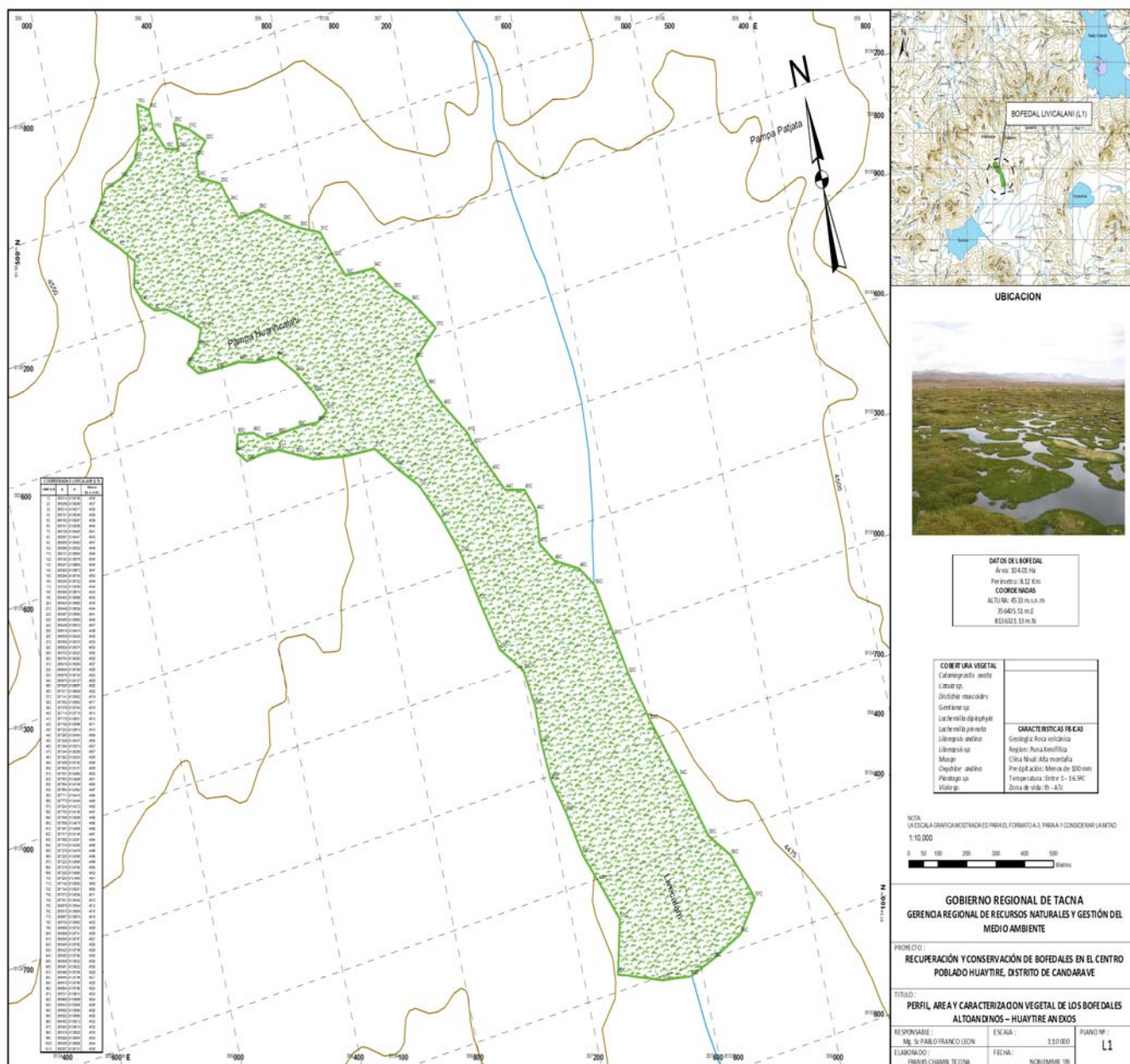
B. Chaullapujo



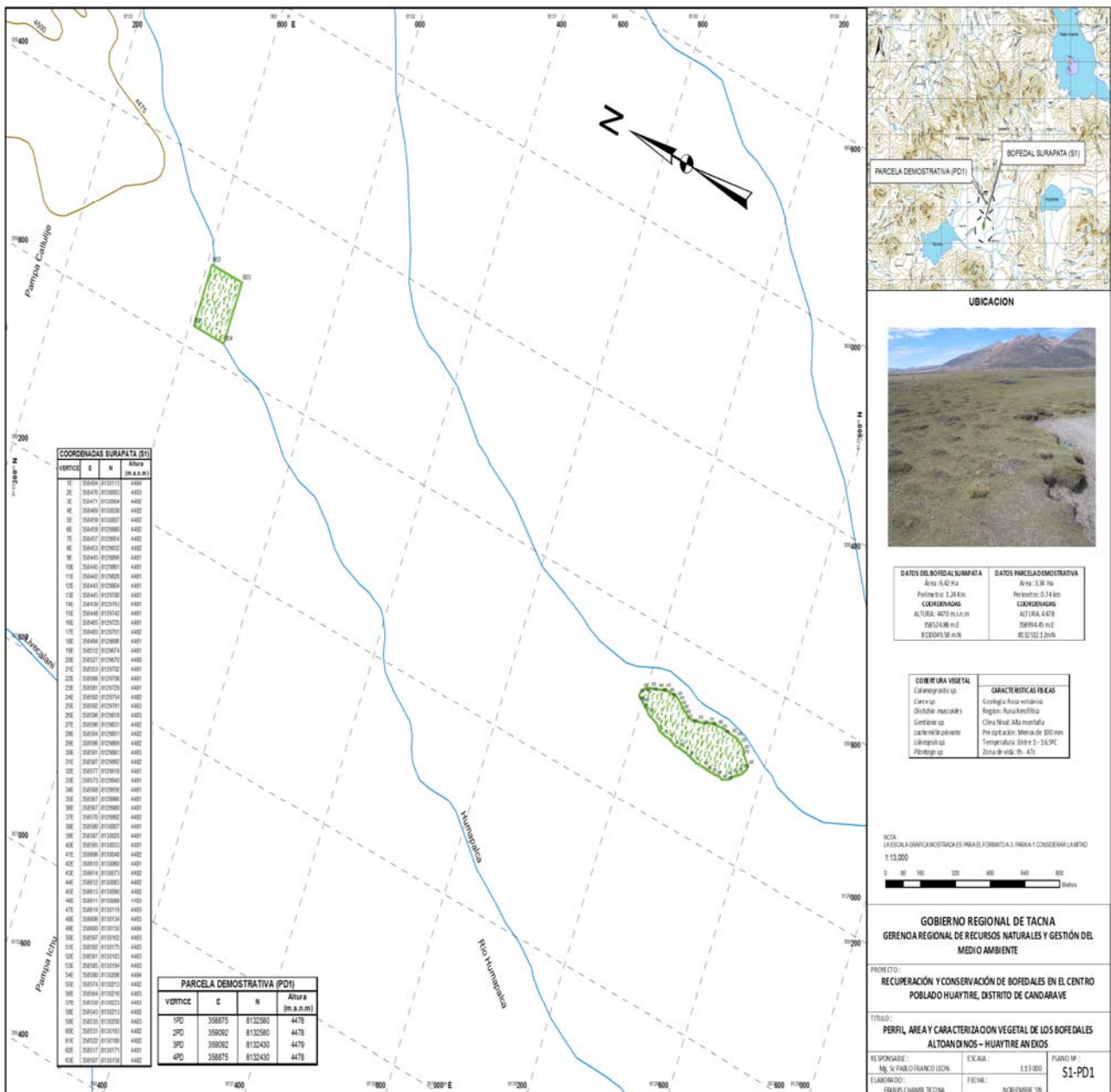
B. Jacopunco



B. Livicalani



B. Surapata



ANEXO VIII

PROMUEVEN CORREDOR TURÍSTICO HACIA LA ZONA ANDINA DE TACNA: TARATA-CANDARAVE

El Turismo es una actividad que ha tenido un gran desarrollo en los últimos años a nivel mundial y nacional. Sin embargo no lo ha sido para Tacna, pese a tener un invaluable Patrimonio Turístico, debido a su desconocimiento y nula difusión.

Tacna es conocida básicamente por ofertar circuitos turísticos históricos, culturales y comerciales practicados en el centro de la ciudad, lamentablemente todas las instituciones que prestan servicios turísticos, no lo hacen de manera óptima, empezando por los hoteles, los cuales muchas veces su infraestructura no es la adecuada, los restaurantes tienen el mismo problema de infraestructura, muchas veces improvisan en sus servicios, el personal de estas instalaciones no están debidamente capacitados para atender al cliente, lo que muchas veces causa la insatisfacción del cliente por un gesto inadecuado, las agencias de viajes en la ciudad de Tacna solo se limitan a la venta de pasajes, en vez de elaborar nuevos paquetes turísticos para la ciudad, para que así el turista se encuentre con algo nuevo siempre y tenga ganas de volver a visitar nuestra ciudad.

La ruta Tarata – Candarave es un corredor turístico que cuenta con variados atractivos de interés. Entre ellos destaca el camino inka Tarata - Ticaco, a lo largo del cual se hallan sitios arqueológicos de interés y bellos paisajes constituidos por las quebradas Chakawira y Ticalaco. Es de notar en el circuito, el increíble paisaje cultural formado por la construcción, a lo largo de miles de años, de innumerables andenes preinkas.

A continuación se detalla los principales sitios de atracción turística en el corredor propuesto para la región Tacna:

- | | |
|---|---|
| 1. MIRADOR DE LA APACHETA | 12. AGUAS TERMALES DE CHILLIKOLLPA |
| 2. ESTIKE PAMPA | 13. CAIDAS DE AGUA E IGLESIA COLONIAL DE KONCHANCHIRI |
| 3. IGLESIA DE TARUKACHI | 14. AGUAS TERMALES DE KALACHAKA |
| 4. TATA CURA | 15. AGUAS TERMALES DE YABROKO |
| 5. IGLESIA DE TARATA | 16. LAGUNA DE ARIQOTA |
| 6. CAMINO INKA TARATA - TICACO | 17. CENTRO POBLADO SANTA CRUZ |
| 7. SITIO ARQUEOLÓGICO <u>SANTA MARÍA</u> | 18. BOSQUE DE QUEÑUALES |
| 8. ANDENERIA DEL PAISAJE CULTURAL DE TARATA | 19. VOLCÁN YUKAMANI |
| 9. <u>PINTURAS RUPESTRÉS</u> EN RETEN DE TIKALACO | 20. VALLE GEOTERMAL DE AGUAS CALIENTES |
| 10. IGLESIA DE TICACO | 21. AGUAS TERMALES CALIENTES |
| 11. <u>BAÑOS TERMALES</u> DE PUTINA (EN TICACO) | |



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA DE AREQUIPA

ESCUELA DE POSTGRADO

PROGRAMA DOCTORAL EN CIENCIAS AMBIENTALES

PROYECTO DE TESIS DOCTORAL

IMPACTO DE LA MINERIA SOBRE LA COMUNIDAD DE
HUAYTIRE, PROVINCIA DE CANDARAVE-TACNA:
EVALUACION SOCIO AMBIENTAL, BIODIVERSIDAD Y
ECOLOGIA, 2012

MSc. PABLO JUAN FRANCO LEÓN

REGION DE TACNA

2013

I. PREÁMBULO

La comunidad campesina de Huaytire se encuentra ubicada en la provincia de Candarave, departamento de Tacna. Su altitud está comprendida entre los 4,452 y 5,200 msnm. Cuenta con una población aproximada de 360 personas. La comunidad de Huaytire cuenta con 64 comuneros.

La comunidad campesina de Huaytire es de gran importancia para la ecología de la provincia de Candarave, ya que es el lugar donde nacen diversas fuentes de agua que abastecen a toda la zona. Entre los recursos hídricos con los que cuenta la comunidad tenemos a la Laguna de Suches, cuyos afluentes son los ríos Huaytire y Livicalane; además de los ríos de Masocruz, Callazas y Japopunco. Asimismo los ojos de agua de Cotapaccha, Chacllapuju, Suches, Incallaca y Viscahumpe. La principal fuente de agua es el río Callazas que provee de agua a los bofedales y el río Chacllapuju que provee de agua a la comunidad.

La comunidad de Huaytire se encuentra asentada sobre un relieve de llanura volcánica, rodeada de pastos naturales y bofedales, los cuales son de vital importancia para la ganadería local. Estos bofedales son la principal fuente de alimentación de los camélidos que crían los comuneros y de las diversas especies que habitan en la zona.

Los humedales andinos (bofedales) forman parte de los ecosistemas de páramo, jalca y puna, así como otros ecosistemas altoandinos. Así mismo juegan un rol vital en el desarrollo de las cuencas andinas, así como de otros sistemas hidrográficos, ya que sus aguas fluyen hacia las vertientes de la amazonia y hacia las costas del Pacífico y el Caribe.

Estos ecosistemas mantienen una diversidad biológica única y se caracterizan por un alto nivel de endemismos de flora y fauna; de igual forma, son considerados como ecosistemas frágiles por la Convención Internacional de Rasar. Su alta fragilidad está asociada a causas naturales

(extensas sequias en la puna) y antrópicas (agricultura no sostenible, pastoreo excesivo y desarrollo de la actividad minera en páramos y puna).

Muchos humedales altoandinos se están perdiendo de manera acelerada sobre todo por el mal manejo y desconocimiento de su importancia social, económica y ecológica. Tal como ocurre en la zona andina de Tacna (Provincia de Candarave); lugar que sufre los impactos de la actividad minera como la pérdida de cobertura vegetal, recurso hídrico y desplazamiento de los comuneros hacia la costa ocasionando una mayor pobreza de estas personas.



II. PLANTEAMIENTO TEÓRICO

1. Problema de Investigación

La comunidad de Huaytire está ubicada en cabecera de cuenca, por lo que explotar agua en esta zona impide que esta discurra hacia las zonas más bajas, afectando a la agricultura y ganadería. La cuenca hidrográfica de Huaytire nace en la montaña, esta son en su mayoría abastecida con agua procedente de los numerosos humedales andinos (bofedales) y glaciár. Dichos humedales constituyen la principal fuente de agua que abastece a toda la provincia de Candarave y Locumba, de ahí la importancia de proteger a estos ecosistemas a través de evaluaciones y planes de gestión.

Para los agricultores y comuneros de la provincia de Candarave, la convivencia con la minería es imposible, porque es directamente responsable de la desertificación de más de 2,500 hectáreas de bofedales en la zona de Huaytire (frontera con Moquegua), peor aún consideran que la actividad minera es directamente responsable de la desaparición de 69 vertientes hídricas de las subcuencas de Callazas, Salado y Tacalaya; así mismo, en la zona aún existe la presencia de bombas para extraer agua de subsuelo que abastece las necesidades hídricas que requiere la actividad minera, lo que afecta la cobertura vegetal ocasionado pérdida y procesos de desertificación.

En el Perú, los bofedales andinos son lugares muy importantes para el desarrollo de comunidades de pastores de puna, quienes se han especializado y adaptado tanto física como socialmente a la práctica de la ganadería, teniéndose como resultado un importante espacio para la vida y desarrollo de una riqueza cultural en los andes (Izubarieta, 2005). Sin embargo, en los últimos años los estudios sobre estos ecosistemas andinos, no se han realizado de manera intensa. Las instituciones encargadas han intentado cuantificar estos ecosistemas, teniendo en

cuenta solamente algunos departamentos y considerando únicamente aspectos descriptivos referidos a situaciones específicas como estudios de avifauna y vegetación pantanosa. Así mismo en diferentes lugares andinos del Perú existen muchos de estos ecosistemas que faltan conocer y sobre todo determinar la importancia que tienen en el desarrollo social y sostenible de cada región, así también es necesario investigar qué valor económico presentan y que servicios ambientales ofrecen.

Por todo lo anteriormente descrito se plantea el siguiente enunciado del problema:

¿Cuál es el impacto de la minería sobre la comunidad de Huaytire y sus bofedales?

1.1. Descripción del Problema

La presente investigación está ubicada en el contexto de la Ecología Aplicada analizando, estimando y proyectando tendencias de variables abióticas y bióticas que permite interpretar la dinámica ecológica de estos ecosistemas frente a los efectos de la actividad minera. En el Cuadro 1 se detalla las variables, indicadores y subindicadores.

Cuadro 1. Detalle de Variables

VARIABLES	INDICADORES	SUBINDICADORES
Evaluación de la Biodiversidad	Abundancia Riqueza de especies Cobertura vegetal Distribución Diversidad Curva de acumulación	Nº Individuos S CV (%) 1-Lambda H Ecuación Clench
Estado actual Bofedales	Clasificación de Suelo Parámetros fisicoquímicos del agua Fitomasa Composición botánica Comunidad de camélidos	% de MO pH, OD, Dureza STD, T°, CE. KgMs/Ha % de área Auquenidos/ha Nº familias UAL/ha/año Regimen hídrico
Impacto de la minería	Comunidad de campesinos Capacidad de carga Clasificación de bofedales Desertificación Hidrología	% deforestación Q= A * Vm

La investigación se realizará mediante un diseño **Descriptivo Correlacional**:

G1	x	O1
G2	x	O2
G3	x	O3
G4	x	O4
G5	x	O5
G6	--	O6

Este tipo de diseño está referido a un conjunto de procedimientos o estrategias de investigación orientada a la evaluación del impacto de los tratamientos en aquellos contextos donde la asignación de las unidades no es al azar, y al estudio de los cambios que se observan en los sujetos en función del tiempo. Se puede trabajar con varios grupos (G) al mismo tiempo y realizar sobre ellos observaciones diferentes (O).

Este método a menudo implica el uso de encuestas por muestreo a gran escala, y el análisis estadístico sofisticado.

1.2. Justificación del Problema

Las comunidades campesinas en diferentes partes del Perú están afectadas por la tensión social y la desintegración que conlleva la actividad minera, las mismas que para quebrar la resistencia que las comunidades locales, compran sus tierras a bajo costo generando discrepancia entre los dueños de los predios.

La cultura Andina es una cultura fuertemente basada en la agricultura y crianza de camélidos, siendo las actividades económicas principales, por lo que su visión del mundo o *cosmovisión* de la población es proteger los campos naturales de pastoreo (bofedales). Estas actividades tradicionales se ven vulnerables porque las comunidades sufren el impacto de una minería no sostenible, expulsión de sus tierras, o por causa de la sequía o contaminación de agua.

Los humedales alto andinos, como otros ecosistemas acuáticos en general, están considerados entre los más productivos de la tierra. Estos ecosistemas constituyen verdaderas máquinas de producir vida (Lambert, 2003), desde pequeños microorganismos, invertebrados, peces y aves.

Los bofedales desde el punto social constituyen recursos muy importantes para la economía pastoril del Altiplano de la zona sur del Perú. Son componentes críticos de los sistemas de producción pastoril por su cualidad de proveer forraje durante todo el año. En zonas donde la precipitación pluvial es uní modal, con una época húmeda y una seca muy marcada, el forraje de otras fuentes solo está disponible con la calidad suficiente durante la época húmeda, siendo los bofedales, por tanto, la única fuente de forraje con calidad apropiada para la alimentación animal durante la época seca (Buttolph & Coppock, 2001).

Estos ecosistemas son extremadamente frágiles y cambios drásticos del régimen hídrico resultan en la rápida e irreversible destrucción del hábitat. Aun alteraciones menores del clima, la cantidad de agua o las formas de manejo, pueden resultar en cambios dramáticos de su composición y diversidad florística.

En la zona sur la actividad minera ha causado impacto ambiental al ocasionar transformabilidad del ecosistema a espacios desérticos, así mismo las comunidades campesinas se han visto afectadas, lo que condicione a que tengan que cambiar de actividad o desplazarse a otros lugares. Por todas estas razones se hace necesario realizar la investigación propuesta a fin de proponer estrategias de manejo y conservación de este ecosistema.

2. Marco Conceptual

RAMSAR (2008) considera que el valor de los bofedales está referido a que estos ecosistemas reportan a menudo beneficios económicos enormes, como por ejemplo:

- Abastecimiento de agua (cantidad y calidad)
- Pesca (muchos humedales permiten el crecimiento de peces y sirven para el desarrollo sostenible de las personas)

- Recursos energéticos, como turba y materia vegetal
- Recursos de vida silvestre
- Un amplio espectro de otros productos como hierbas medicinales
- Posibilidades de recreación y turismo.

Además, los humedales poseen atributos especiales como parte del patrimonio cultural de la humanidad – están asociados a creencias religiosas y cosmológicas y a valores espirituales, constituyen una fuente de inspiración estética y artística, aportan información arqueológica sobre el pasado remoto, sirven de refugios de vida silvestre y de base importantes tradiciones sociales, económicas y culturales locales. Las funciones, los valores y atributos en cuestión sólo pueden mantenerse si se permite que los procesos ecológicos de los humedales sigan funcionando. Desafortunadamente, y a pesar de los progresos realizados en los últimos decenios, los humedales siguen figurando entre los ecosistemas más amenazados del mundo, sobre todo a causa de la continua desecación, conversión, contaminación y sobreexplotación de sus recursos.

Según RAMSAR (2009) los humedales altoandinos están hidrológica y ecológicamente unidos a masas adyacentes de aguas subterráneas, pero el grado de interacción puede variar enormemente. Algunos humedales pueden ser completamente dependientes de la descarga de aguas subterráneas en cualesquiera condiciones climáticas, en tanto que otros pueden tener un grado de dependencia muy limitado.

La Corporación de Ambientes Acuáticos de Chile (2005) considera que sin lugar a dudas el recurso más importante para la vida en el planeta y probablemente en todo el universo es el agua, **es el recurso de recursos**. Sin embargo, hay muy poca agua dulce disponible para consumo humano: el 88% del agua del mundo es salada, el otro 12% es dulce; de ésta, el 8% está congelada, y de la que resta, el 3.9% está

bajo tierra y sólo el 0.1% restante está disponible para el ser humano. La escasa agua disponible para el ser humano está en los humedales, ecosistemas que poseen una enorme importancia, no solo para la biodiversidad, sino por que proveen de funciones de apoyo y productos esenciales para las comunidades humanas en el mundo en desarrollo e industrializado. El término humedales comprende una gran variedad de ecosistemas donde existe agua, en niveles fluctuantes, y donde existe un tipo de suelo y flora y fauna muy distinta de aquellos ambientes terrestres. Son sistemas intermedios entre ambientes permanentemente inundados y ambientes normalmente secos. Las zonas áridas y semiáridas cubren el 33% de la superficie de la tierra (Contreras, 2002). En estas zonas áridas del mundo la escasa agua disponible está depositada en los humedales. Por ello, el beneficio que proporcionan los humedales a la sociedad se ve incrementado en las zonas áridas del planeta, como también en aquellas zonas que sufren importantes procesos de desertificación. Los humedales de las zonas áridas representan una proporción apreciable de los humedales del mundo por lo que actualmente se está desarrollando un programa de conservación de estos ecosistemas (Corporación Ambientes Acuáticos de Chile, 2005).

Holling (1998) propone que un aspecto clave del manejo ambiental es el concepto de **resiliencia**. Inicialmente se comprende como la capacidad para que un ecosistema resista y se recupere de los efectos de la cosecha, la eliminación o extracción debidas al uso humano, y puede extenderse su significación a la capacidad de que los sistemas sufran y resistan eventos dañinos mayores tales como los deslizamientos de tierra, las erupciones volcánicas o las inundaciones. Aunque las primeras investigaciones de los ecosistemas tendían a dibujar los ecosistemas como predecibles y estables, la investigación reciente ha corregido estas premisas para subrayar que mucha de la dinámica del ecosistema desafía los intentos para predecirlos y modelarlos. Los desastres concebidos como intrusiones violentas de

caos en los asentamientos humanos y territorios, no proporcionan la visión holística necesaria para realmente comprender la relación bidireccional entre las sociedades y los ecosistemas. Luego, lo que tenemos es una diana en movimiento, como sugiere el concepto de resiliencia, ya que la mayoría de los sistemas naturales son cada vez más difíciles de predecir y modelar.

Walker, Holling, Carpenter² & Kinzing (2004) consideran que los Ciclos adaptativos y Efectos inter-escalas de las dinámicas de los Sistemas Ecológicos Sociales (SESs) se pueden describir y analizar bien en términos de un ciclo, conocido como ciclo adaptativo que pasa por 4 fases. Dos de ellas – las fases de crecimiento y explotación (r) combinándose en una fase de conservación (K) – abarcan una curva hacia delante lenta y acumulativa, durante la cual las dinámicas del sistema son razonablemente predecibles. Mientras continúa la fase K , los recursos empiezan a ajustarse y el sistema se vuelve progresivamente menos flexible y sensible a choques externos. Esto es inevitablemente seguido por un colapso caótico una fase de emisión (Ω) que rápidamente da paso a una fase de reorganización (α) que puede ser rápida o lenta y durante la cual es posible la innovación y nuevas oportunidades. Juntas, las fases Ω y α abarcan una curva hacia atrás impredecible. La fase α lleva a una fase r que puede asemejar la fase r previa o ser significativamente diferente.

Esta metáfora del ciclo adaptativo está basada en los cambios observados en los sistemas, y no implica ciclos fijos y regulares. Los sistemas pueden retroceder de K a r o de r directamente pasar a Ω o retroceder de α a Ω . Finalmente (e importante), los ciclos ocurren en un número de escalas y las SESs existen como “panarquías” – ciclos adaptativos interactuando a través de múltiples escalas. Estos efectos inter-escalas son de gran significancia en las dinámicas de SESs.

Walker, Carpenter, Anderies, Abel, Cumming, Janssen, Lebel⁵, Norberg, Peterson & Pritchard (2002) proponen que la meta del

manejo adaptativo de la resiliencia es prevenir que un SESs se mueva a una configuración indeseable. Depende en que el sistema sea capaz de afrontar choques externos encarando incertidumbres irreducibles. Alternamente, esto requiere entender donde se encuentra la resiliencia en el sistema, y cuando y como puede perderse o ganarse. Por lo tanto se pretende descubrir los puntos de intervención en un SESs donde uno pueda aumentar la resiliencia de configuraciones deseables a futuros cambios, incluyendo aquellos que no son previstos. El proceso de tratar de aumentar la resiliencia a cambios imprevistos es diferente que tratar de mejorar la actuación del sistema durante tiempos de estabilidad y crecimiento, como se ejemplifica en un enfoque de análisis de decisión. Ambos son necesarios, pero hasta esta fecha, el énfasis en los SESs ha sido mayor en este último. En el análisis de decisión, se evalúan posibles políticas usando la distribución probable de las trayectorias del sistema que cada política genera. El proceso de análisis de decisión identifica la política que maximiza la utilidad esperada, o minimiza las pérdidas esperadas.

Según la Red Mexicana de Investigación Ecológica (2005) el enfoque de manejo adaptativo aborda cuestiones del manejo ecosistemas y los recursos como un proceso de experimentación y aprendizaje continuos. La interacción entre investigación ecológica y el monitoreo por un lado y la gestión y manejo por otro -esto es la aplicación de políticas, arreglos institucionales, prácticas de producción, conservación y restauración- en la interface entre ecosistemas y socio sistemas, siendo esto el elemento esencial del enfoque del manejo adaptativo. Para esta red este es el único enfoque lógico bajo las circunstancias de incertidumbre y de generación continua de conocimiento, donde el manejo es diseñado para ampliar el aprendizaje y proveer la retroalimentación sistemática del monitoreo y la investigación con el manejo. El enfoque del manejo adaptativo y la investigación ecológica de largo plazo están en suma, estrechamente ligados.

3. Antecedentes Investigativos

Hurtado (2006); Considera que el sobrepastoreo es el principal problema de los bofedales que reduce la cobertura vegetal. Por otra parte, los bofedales presentan varios problemas como: mala circulación del agua, salinización y actividades antropogénicas (sistemas de trasvase de agua).

RAMSAR, (2005); Señala que los humedales altoandinos están ubicados principalmente en los ecosistemas de páramo, jalca y puna. Conforman sistemas con una gran variedad de ambientes que de acuerdo con su tipo y origen pueden comprender: lagos y lagunas de agua dulce (glaciar, volcánico y tectónico), salares (antiguos mares evaporándose), lagunas saladas (mares antiguos con poca alimentación de agua dulce), lagunas salobres (mares antiguos con mayor dilución de agua dulce), bofedales y turberas (inundación o fuentes subterráneas), aguas termales y géiseres (actividad volcánica cerca de fuentes de agua), mallines (con aportes superficiales y subterráneos, que les dan carácter de “oasis” en zonas áridas), entre otros.

Prieto (2008), Considera que la importancia de los bofedales para la ganadería de alpacas se da básicamente por dos razones: 1) la presencia de humedad en el subsuelo que está relacionada con la excelente salud de los animales y la buena calidad de lana, y 2) los principales pastos consumidos por las alpacas crecen en estas praderas frescas y frías. Por estas razones, el clima de la puna alta es favorable para las alpacas y hace que éstas se conviertan en un valioso recurso económico, las tierras ubicadas fuera de este clima, con excepción de las orillas del lago Titicaca no les son propicias.

Según Palacios (2001), el poblador andino normalmente para la cría de su ganado tiene la limitante de pastizales existentes y la capacidad de sostenimiento de estos, la capacidad es baja debido a que en la puna el régimen de lluvias es estacional de periodo corto, mientras la época

seca es larga con escasez de forraje. Entonces, durante la época seca, la cantidad de pastos para el ganado se reduce solamente a los bofedales. Sin embargo, los bofedales naturales existentes son de poca extensión y restringidos a sitios aledaños a manantiales, pequeñas quebradas y orillas de los ríos que no han cavado caudales profundos. Debido a estas limitaciones es necesario prepararlos para su ampliación, para ello se requiere de riego permanente y abundante, que inunde grandes superficies de tierras. Con este objetivo se construyen canales de riego que llevan las aguas derivadas de los ríos o de las fuentes hacia los lugares donde se desee formar un bofedal.

Según Izurieta (2005) señala en su publicación **Turberas Alto Andinas** que un tipo particular de humedal conocido como bofedal es especialmente singular entre los demás; pues rara vez se observa un espejo de agua que nos haga relacionarlo de algún modo con estos ecosistemas. Parece solo una brillante alfombra verde sobre suelos ondulados, pero contienen bajo ella inmensas cantidades de agua absorbidas de otros humedales contiguos. Quien haya caminado por las montañas de los andes jamás olvidara la suave sensación de caminar sobre estos blandos cojines o camellones.

La sobresaturación de agua, más la condición de anoxia casi total de los suelos, agravadas por el frío intenso de estas regiones; hace que parte de la vegetación que conforma los bofedales se incorpore lentamente al suelo, produciendo turba, razón por la cual también se les conoce como turberas. En el sur del Perú, Bolivia y norte de Chile y Argentina son pequeños oasis que concentran vida en torno a un ambiente desértico de la puna.

Es importante mencionar que estos sistemas acuáticos que se encuentran en las altas montañas andinas constituyen ecosistemas estratégicos tanto por su riqueza en biodiversidad y endemismos, como por los servicios ambientales que ofrecen directa o indirectamente. Las lagunas y turberas son sistemas naturales que cumplen valiosas

funciones ecológicas como reservorios y fuentes de agua, depósitos de carbono (por su grueso suelo orgánico) y bancos genéticos.

Galiano (2002) considera que los bofedales son ecosistemas en Peligro de Extinción, son ambientes hidromórficos ubicados en las partes alto andinas de toda Sudamérica. Ellos forman el hábitat de diversos tipos de pastos naturales que sirven de alimento a algunos camélidos sudamericanos, y que debido a la implementación de algunos proyectos de irrigación se encuentran en peligro de desaparecer irremediablemente. Así mismo menciona que en diversas fuentes de información los consideran como una formación vegetal compuesta de cojines de hierbas y juncos así como también prados turbosos de origen infraacuático, los cuales están compuestos principalmente por plantas de las familias Cyperaceae y Juncaceae, que presentan generalmente un crecimiento compacto o en cojín principalmente en áreas pantanosas del altiplano. Son también llamados por los comuneros como “bofedales”, “Oq`onales”, “huayllares”, “turberas alto andinas (caso de Bolivia)”. Hay quienes consideran que se deben tomar medidas de protección para su conservación.

Según Walker, Holling, Carpenter & Kinzig (2004) consideran que las dinámicas de estabilidad de todos los sistemas relacionados a los humanos y la naturaleza emergen de tres atributos complementarios: resiliencia, adaptabilidad y transformabilidad. La razón para esto es que estas son características de los Sistemas Ecológico Sociales (SESs) que van a determinar su habilidad para adaptarse y beneficiarse del cambio. Así mismo estos autores señalan que algunos de países pobres han emergido en una forma transformada pero, en algunos casos, han sido arrastrados hacia atrás por regímenes autocráticos. En cambio otros empezaron como soluciones locales y luego se desarrollaron como transformaciones cruzando escalas de lo local a lo regional. En todos ellos, los resultados fueron determinados por la interacción de su resiliencia, adaptabilidad y transformabilidad.

Existiendo una gran distinción entre resiliencia, adaptabilidad y transformabilidad. Resiliencia y adaptabilidad tienen que ver con las dinámicas de un sistema en particular, o un grupo de sistemas muy relacionados. En tanto transformabilidad se refiere fundamentalmente a la alteración de la naturaleza de un sistema.

Holling (2001) introduce el concepto de ciclo adaptativo que consiste en analizar las relaciones de escalas, llamadas Panarquías, con las que vinculó las escalas espaciales y de tiempo en un todo conceptual coherente. El ciclo adaptativo permite modelar y comprender el papel del cambio tanto en los ecosistemas como en los sistemas sociales. El Ciclo adaptativo según Holling consiste en:

- El **potencial inherente** de un sistema que está disponible para el cambio, ya que ese potencial determina el rango de posibles opciones futuras. Esta propiedad puede considerarse libremente como la “*riqueza*” del sistema.
- La **capacidad de control interno** de un sistema es el grado de conexión entre las variables y procesos de control interno, es una medida que refleja el grado de flexibilidad o rigidez de tales controles, como son su sensibilidad o no a la perturbación.
- La **capacidad adaptativa** es la resiliencia del sistema, una medida de su vulnerabilidad a impactos inesperados o impredecibles. Se puede considerar esta propiedad como lo opuesto a la vulnerabilidad del sistema.

Según el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2004 (ALT-PUNUD): Considera que la Carga animal es la cantidad de animales que utiliza una unidad de espacio durante un periodo determinado, que puede ser expresado en UNIDADES ANIMAL AÑO (UA/ha/año) o su equivalente mes (UA/m/mes) correspondiente a la especie animal que la utiliza. Para determinar la capacidad de carga

animal es necesario conocer todos los recursos forrajeros con que cuenta un bofedal y además tener presente un método para determinar la capacidad carga (CC) que mantenga la productividad del animal y del bofedal que lo sostiene.

4. Objetivos de la investigación

Objetivo general:

Evaluar los impactos de la minería sobre la comunidad de Huaytire y bofedales de la Provincia de Candarave – Tacna.

Objetivos específicos:

- *Conocer la diversidad, riqueza de especies, abundancia, cobertura y distribución de la flora y fauna del Bofedal Huaytire.*
- *Caracterizar el tipo de suelo, régimen hídrico, capacidad de carga y parámetros físicoquímicos del agua del bofedal Huaytire.*
- *Determinar las condiciones sociales y económicas de la comunidad campesina de Huaytire*
- *Evaluar el nivel de perturbación ecológica del bofedal Huaytire por acción de la actividad minera*

5. Hipótesis

“La comunidad de Huaytire y bofedales presentan impactos negativos por acción de la minería”

III. PLANTEAMIENTO OPERACIONAL

1. Técnicas, Instrumentos y materiales de verificación

Los instrumentos y materiales se muestran en siguiente cuadro:

Variable	Indicadores / Sub indicadores	Técnica e Instrumento	Ítems
Resiliencia Ecológica	Abundancia	Nº Individuos/área	1
	Riqueza de especies	$d = (S - 1) / \ln N$	2
	Cobertura vegetal	$CV = \sum$ Cobertura de todas las especies	3
	Distribución	$f(X) = u \cdot e^{-ax}$	4
	Diversidad	$H' = -\sum (ni / N) \log_2 (ni / N)$	5
	Ecuación de Clench	$Sn = a \cdot n / (1 + b \cdot n)$	6
Estado actual Bofedales	Clasificación del suelo	pH, Materia orgánica, Textura y saturación	7
	Capacidad de Carga	Entrevista y Datos GRT 2010	8
	Comunidades vegetales	Imágenes satelitales	9
	Comunidad de camélidos	Entrevista	8
	Comunidad de campesinos	Entrevista y Datos INEI 2009	10
	Desertificación	Imágenes satelitales	9
	Parámetros fisicoquímicos del agua	Multiparámetro	11

Procedimientos Adicionales

Análisis Multivariado

El análisis multivariado se realizara empleado el paquete estadístico PAST Ver. 10 a partir de una matriz generada del análisis

cuantitativo de especies. Se tendrá en cuenta análisis de componentes principales y de Clusters.

Índices Comunitarios

A. Índice de Dominancia de SIMPSON: (Moreno *et al.*, 2001)

$$D_s = \sum (P_i)^2 = \sum (n_i/N)^2$$

$P_i = n_i / N$, donde “ n_i ” es el número de individuos de la especie “ i ” y N es la abundancia total de las especies.

Diversidad Beta:

B. Índice de Diversidad beta de WHITTAKER: (Moreno *et al.*, 2001)

$$C = \frac{S_A + S_B - 2V_{AB}}{S_A + S_B - V_{AB}} \times 100$$

Donde: S_A y S_B son la riqueza de especies de las comunidades A y B, respectivamente, y V_{AB} es el número de especies en común entre las dos comunidades, de manera que:

$$C = \frac{\text{Especies exclusivas de un sitio}}{\text{Riqueza total para ambos sitios combinados}} \times 100$$

Diversidad Gamma:

C. Índice de SCHLUTER Y RICKLEFS: (Moreno *et al.*, 2001)

1. Proponen la medición de la diversidad gamma con base a los componentes alfa, beta y gamma.
2. $\text{Gamma} = \text{Diver. } \alpha \text{ promedio} \times \text{Diver. } \beta \times \text{dimensión de la muestra}$
3. $\text{Divers. } \alpha \text{ promedio: No. Promedio de especies en las comunidades del paisaje}$
4. $\text{Divers. } \beta$: inverso de la dimensión específica, es decir : $1/\text{número promedio de comunidades ocupadas por una especie.}$

Dimensión de la muestra: número total de comunidades

Moreno *et al.* (2001), deriva tres ecuaciones para la diversidad gamma, la primera basada en la riqueza de especies, la segunda en el índice de Shannon-Wiener y la tercera en el índice de Simpson:

a. $\text{Gamma} = \alpha \text{ promedio} + \beta$

b. $\text{Beta} = \sum_j q_j (S_t - S_j)$

Donde:

q_j = peso proporcional de la comunidad j , basado en un área o cualquier otra medida de importancia relativa.

S_t = número total de especies registradas en el conjunto de comunidades.

S_j = número de especies registradas en la comunidad j

Identificación de las especies.

Para la identificación de las especies, las muestras serán enviadas al Herbario Takana (HTK) de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann – Tacna. Se utilizará el sistema de clasificación de las Angiospermas (Magnoliophyta) de Cronquist (1998).

Los nombres científicos seguirán las pautas del Catálogo de Gimnospermas y Angiospermas de la Flora Peruana (Brako & Zarucchi, 2003).

La identificación de fauna registrada se realizará en el Museo de Historia Nacional de la UNMSM- Lima.

Para facilitar el estudio se elaborarán fichas de identificación de datos de campo para cada especie.

Recursos Materiales

Materiales Biológicos

- Muestras Biológicas diversas de flora y fauna

Materiales de Campo

- GPS modelo Magellan de 12 canales. Modelo 62 SC.
- Multiparametro portátil digital. Hanna 456M.
- Cámara Digital Canon modelo BM-500 24 MPX
- Tijera de podar y rejillas de godal
- Envases de plástico 100 ml
- Pinzas de mango largo
- Cinta métrica 200 m

- Prensas de madera, navajas, tijeras, papel periódico
- Binoculares
- Carpas portátiles

Materiales de Laboratorio

- Microscopio Binocular con Sistema de Video
- Cilindros de Sedimentación de 30 y 50 ml
- Centrifuga de 10,000 rpm
- Computador con tarjeta de captura de imágenes digitales
- Campana de vidrio, tubos de ensayo, crisoles de porcelana
- Formol al 4, 10 y 20 %
- Alcohol 70%
- Bibliografía especializada (Claves Taxonómicas)
- Mapas, Cartas e imágenes nacionales y satelital de Tacna
- Aqua-Merck: batería para análisis de NO_3 , PO_4 y SO_4

2. Campo de Verificación

2.1. Ubicación espacial

El trabajo se desarrollará en el Departamento de Tacna, Provincia de Candarave, anexo Centro Poblado de Huaytire, que se encuentra ubicada al Noreste de Tacna, $70^{\circ}22'28.04''$ de longitud Oeste, $16^{\circ}54'14.43''$ latitud sur y una altitud de 4 600 msnm.

El área de estudio corresponde un ecosistema semi-áridos, con temporadas de lluvias entre los meses de diciembre, enero,

febrero y marzo. Con precipitaciones que van desde 1.2 – 134 mm. La temperatura oscila entre los 4 °C a 15 °C. El clima de la zona es frío con variaciones de temperatura entre el día y la noche con fuertes vientos helados y continuas nevadas en época de lluvias.

2.2. Ubicación temporal

El centro poblado de Huaytire se ubica entre los límites de la región de Tacna y Moquegua, de modo que la zona de estudio es un área coyuntural para ambas regiones por el recurso hídrico que existe en el lugar.

Los campos naturales de pastoreo (bofedales) que existen en Huaytire son ecosistemas de muchos años de existencia que a través del tiempo se han mantenido solos, sin embargo la vulnerabilidad a la falta de agua afecta considerablemente su cobertura vegetal.

2.3. Unidades de Estudio

Población

La población del centro poblado de Huaytire son 170 habitantes (INEI, 2003). De tal forma que se recogerá información de las actividades socio económico que realizan los pobladores y uso que le dan al bofedal. El tamaño muestral se estimara según la siguiente ecuación:

$$\text{Sierra, P. (1979): } n = \frac{4 \cdot N \cdot P \cdot q}{E^2 (N-1) + 4 \cdot P \cdot Q}$$

n : es el tamaño muestral que se calculará

4: es una constante

P y q : son las probabilidades de éxito y fracaso que tienen un valor del 50%, por lo que P y $q =$ cada uno es 50

N : es el tamaño de la población

E^2 : es el error seleccionado por el investigador

3. Estrategias de recolección de datos

La recolección de información de las condiciones socio-económicas de la población de comuneros de Huaytire, se obtendrá de la base de datos de la Gerencia de Desarrollo Social de Gobierno Regional de Tacna.

Los datos de campo serán procesados y vaciados a matrices de información, los que serán analizados estadísticamente para su interpretación.

Se empleará histogramas, correlaciones, dendrograma de similaridad, análisis de componentes principales y otros recursos necesarios para su mejor interpretación.

IV. Cronograma de Trabajo

Actividades	Meses - 2013																			
	Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Recolección de datos			X	X	X	X														
Salidas de Campo					X	X	X	X												
Análisis de muestras - Laboratorio									X	X	X	X								
Estructuración de resultados													X	X	X	X				
Informe final																	X	X	X	

V. BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Álvarez, S. 2005. La Descomposición de Materia Orgánica en Humedales: la importancia del componente microbiano. *Revista Científica y Técnica de Ecología y Medio Ambiente: Ecosistemas*. España. 2(1):1-13.

Alzérreca, H., Prieto, G. & Laura, J. 2001. Características y Distribución de los Bofedales en el Ámbito Boliviano. Ed. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y Autoridad Binacional del Lago Titicaca. La Paz. Bolivia. 1-190 p.

Apha (American Public Health Association). 1989. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Washington D.C. 1268 p.

Adamus, P. 1996. Bioindicators for Assessing Ecological Integrity of Prairie Wetlands. U.S. Environmental Protection Agency, Western Ecological División (Corvallis, Oregon). Unites States. 1-25 p.

Astrálaga, M., Barrera, X. & Montañez, R. 2005. Taller para la Edición del Documento de Estrategia de Humedales Alto-andinos. Ed. CONICET. Memoria del Taller para la Edición Final del Documento de Estrategia de Humedales Alto Andinos. 1-56.

Brack, A. 2001. *Ecología de un país complejo. La gran geografía del Perú. Naturaleza y hombre*. Ed. Juan Mejía Baca. Barcelona-España. 245-314 p.

Bereciartua, P. & Calcagno, A. 2002. *Gestión Ambiental de Recursos Hídricos: Modelación de Calidad del Agua en Lagos y Embalses*. Ed. Universidad de Buenos Aires. Argentina. 1-35 p.

Baron, N., Clifford, N., Jill, S. & LeroyPoff, L. 2003. *Ecosistemas de Agua Dulce*. *Rev. Ecological Society of América*. No. 10(3): 1-56.

Caziani, S. & Derlindati, E. 1997. Humedales Alto andinos del Noroeste de Argentina: su Contribución a la Biodiversidad Regional. Ed. Universidad Nacional de Salta. Buenos Aires. 1-13 p.

Carpenter, S. 2001. Copiando con el Colapso: Dinámicas Ecológicas y Sociales en el manejo de Ecosistemas. Biosciencie. 1(3): 1-11.

Carpenter. S. 2005. Eutrophication of Aquatic Ecosystems: Bistability and soil phosphorus. Ed. Center for Limnology - University of Wisconsin, Madison. USA. 102(29): 1-4.

Castro, M. 2004. Inventario Preliminar de Humedales Altoandinos de Costa Rica. Informe Técnico. Proyecto "Peatlands in the Tropical Andes". San José. Costa Rica.

Castro, M., Bahamondes, M. & Molina, L. 2004. Humedales de la Puna: Territorios de Pueblos Indígenas de las Montañas Andinas del Norte de Chile. Trabajo solicitado por la Red Iberoamericana de Humedales, Subprograma XVII de CYTED, en prensa.

Contreras, M. 2003. Desarrollo de un Sistema de Alerta Temprana para Ecosistemas Alto andinos a través de un Seguimiento Ambiental Multiescalado. Ed. Centro de Ecología Aplicada. Comisión Nacional del Medio Ambiente. Chile. 1-71 p.

Contreras, J. 2002. Norte de Chile: Conservación de Humedales Alto Andinos para un Desarrollo Productivo Sustentable. Rev. Ambiente y Desarrollo. Chile. 18(2): 23-25.

Condori, E. & Choquehuanca, D. 2001. Evaluación de las Características y Distribución de Los Bofedales en el Ámbito Peruano del Sistema TDPS. Ed. Universidad Nacional del Altiplano - Facultad de Ciencias Biológicas. Puno. 1-140 p.

Comisión Regional de Recursos Hídricos: Región de Tarapacá. 2005. Plan de Gestión para la Conservación de la Biodiversidad del Salar del Huasco. Ed. CED/PNUD-GEF/CMDIC. Tarapacá. Chile.

Corporación Ambientes Acuáticos de Chile (CAACH). 2005. Alianza Mundial para la Conservación de los Humedales en las Zonas Áridas y Desertificadas. Coquimbo-Chile. Publicación 1.

Dirección Regional Agraria – Tacna. 2004. Diagnóstico Agrario de la Región Tacna. Ed. Dirección Regional Agraria – Ministerio de Agricultura. Tacna. 1-48 p.

Florez, A. 2005. Manual de Pastos y Forrajes Altoandinos. Ed. Oikos Cooperacao e Desenvolvimento y ITDG. Lima. 53 p.

Fundación Humedales. 2004. Caracterización Biofísica, Ecológica y Sociocultural del complejo de Humedales del Valle de Ubaté: Fúquene, Cucunubá y Palacio. Ed. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos: Alexander Von Humboldt. Bogotá, Colombia. 214 p.

Fundación Humedales. 2004. Inventario Simple de Humedales Altoandinos de Colombia. Informe final del Proyecto Peatlands in the Tropical Andes. Bogotá.

Franco, P., Sulca, L. & Cáceres, C. 2000. Cyanophytas de los Humedales del Valle de Ite-Tacna. Libro Resumen del VIII Congreso Nacional de Botánica. Abril 24–28-2000. Arequipa. 51 p.

Galiano, W. 2002. Bofedales (OQ'onales, Huayllares o Turberas). Monografía Personal S/P. 1-5.

Herrera, Y. & Díaz, M. 2004. Política de Humedales del Distrito Capital de Bogotá. Ed. Plan Estratégico para su Restauración, Conservación y Manejo. Colombia. 3-73 p.

Herrera, Y., Díaz, M., Vargas, P., Rodas, J. & Díaz, C. 2004. Política de Humedales del Distrito Capital de Bogotá: Plan estratégico para su restauración, conservación y manejo. Ed. DAMA. Colombia. 1-73 p.

Instituto Nacional de Estadística e Informática. 2000. Conociendo Tacna: directorio departamental de centros poblados. Ed. Otdeti. Lima-Perú. 34-56 p.

Izurieta, X. 2005. Turberas Alto andinas: Espacios Frágiles de vida y cultura. Ed. Global Peatland Initiative/NC-IUCN/ECOPAR/Grupo Páramo. Quito. Ecuador. 1-70 p.

Jaque, X. 2004. Evaluación y Lineamientos de Restauración Fitosociológica de los Humedales de la Cuenca del Río Budi, Región de la Araucanía. Tesis presentada Para optar al Grado de Licenciado en Recursos Naturales. Facultad de Ciencias de la Universidad Católica de Temuco. Argentina. 1-179.

Lambert, L. 2003. Valoración económica de los humedales: un componente importante de las estrategias de gestión de los humedales a nivel de las cuencas fluviales. Ed. Oficina de Ramsar. 1-10

Malvárez, A. 1999. Tópicos Sobre Humedales Subtropicales y Templados de Sudamérica. Ed. Universidad de Buenos Aires y Oficina Regional de Ciencia y Tecnología de la UNESCO para América Latina y el Caribe. Argentina. 1- 229 p.

Moreno, Cl. 2001. Manual para Evaluación de la Biodiversidad en Reservas de la Biosfera: Manuales y Tesis SEA 2 Ed. GORFL, S.A. Madrid, España. 1-110 p.

Montoya, J., Ricard, V., Solé, R. & Rodríguez, M. 2001. La Arquitectura de la Naturaleza: Complejidad y Fragilidad en Redes Ecológicas. Ed. Revista de Ecología y Medio Ambiente: Ecosistemas. España. 10(2): 1-14.

Margoluis, R., Salafsky, N. & Redford, R. 2001. Adaptive Management: A Tool for Conservation Practitioners. Ed. Biodiversity Support Program. Washington. USA. 1-15 p.

Murphy, K. & Kennedy, P. 2002. A review of ecology based classification systems for standing waters. Environment Agency and English nature (SNIFFER). USA. 38-47.

Parenti, L. 1984. A Taxonomic Revision of the Andean Killifish Genus *Orestias* (Cyprinodontiformes, Cyprinodontidae). Ed. Bulletin of the American Museum of Natural History. New York. 178(2): 1-112.

Potapova, M. & Charles, D. 2003. Distribution of benthic diatoms in U.S. rivers in relation to conductivity and ionic composition. Rev. Freshwater Biology. 48(1): 1311-1328.

Prosperi, C. 2001. Composición del Fitoplancton del Embalse San Roque. Ed. Revista de Ciencia y Tecnología – Universidad Tecnológica Nacional. Córdoba. Argentina. 6(13): 1-3.

Quirós, R. 2004. Cianobacterias en Lagos y Embalses de Argentina. Ed. Área de Sistemas de Producción Acuática. Dpto. de Producción Animal, Facultad de Agronomía Universidad de Buenos Aires. Argentina. 23 p.

RAMSAR. 2004. Manual de la Convención de Ramsar Guía a la Convención sobre los Humedales. Ed. Secretaría de la Convención de Ramsar. 3a. Edición. Suiza.

RAMSAR. 2005. Resolución IX.1 Anexo C i: Lineamientos para el manejo de las aguas subterráneas a fin de mantener las características ecológicas de los humedales. Kampala Uganda. 1-24.

RAMSAR. 2005. Iniciativas Regionales en Humedales del Hemisferio Occidental. Ed. Centro Regional para el Hemisferio Occidental. Panamá. 22 p.

Red Mexicana de Investigación Ecológica. 2005. Definición de Criterios para el Manejo de Ecosistemas. Manuscrito en Versión Preliminar. México. 1- 23.

Ramírez, J. & Alcaráz, H. 2002. Dinámica de la Producción Primaria Fitoplanctónica en un Sistema Eutrófico Tropical: Laguna del Parque Norte, Medellín. Ed. Rev. Caldasia: Instituto de Biología, Universidad de Antioquia. Medellín. Colombia. 24(2): 411-423.

Rivera, C. & Díaz, C. 2002. Grandes Taxones de Fitobentos y su Relación con la Hidrología, Física y Química de Pequeños Ríos Andinos. Ed. Revista de la Facultad de Ciencias. Pontificia Universidad Javeriana. Colombia. 9(1): 75-86.

Sánchez, L. 1988. Composición Florística de las Turberas de los Páramos Circundantes a Bogotá y su Relación con algunos Aspectos Físicos-Químicos del Sustrato. Universidad de Colombia. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología. Bogota. 1-140

Stanley, A. 2003. Impulsando una Visión Ecosistémica: Hacia Nuevos Paradigmas en el Manejo de Áreas Protegidas. Ed. Universidad para la Cooperación Internacional, Escuela Latinoamericana de Áreas Protegidas. Costa Rica. 1-6 p.

Tabilo, E. 2006. El Beneficio de los Humedales en la Región Neotropical. Ed. Centro Neotropical de Entrenamiento en Humedales. La Serena, Chile. 73 p.

Tovar, O. y Oscanoa. L. 2002. Guía para la Identificación de Pastos Naturales Alto Andinos de Mayor Importancia Ganadera. Instituto de Montaña. Huaraz. 184 p.

Walker, B., Carpenter, S., Anderies, J. & Nick, A. 2002. Resilience Management in Social-ecological Systems: a Working Hypothesis for a Participatory Approach. Ed. Conservation Ecology. USA. 6(1): 1-14.

Walker, B., Holling, C., Carpenter, S. & Kinzig, A. 2004. Resilience, adaptability and Transformability in Social–Ecological Systems. Ed. Ecology and Society. USA. 9(2): 1-5.



ANEXO I

REGION DE TACNA Y LA PROVINCIA DE CANDARAVE

4 600 msnm

TACNA



CANDARAVE

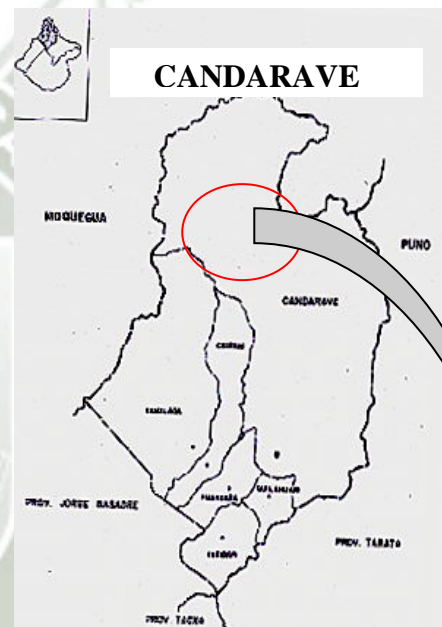
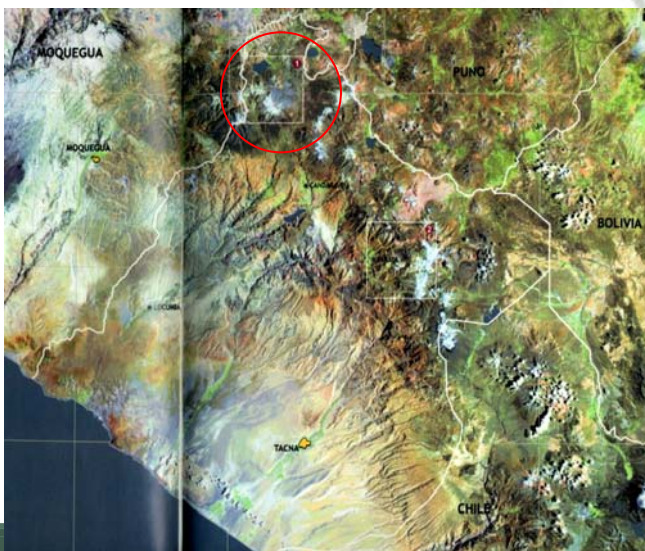
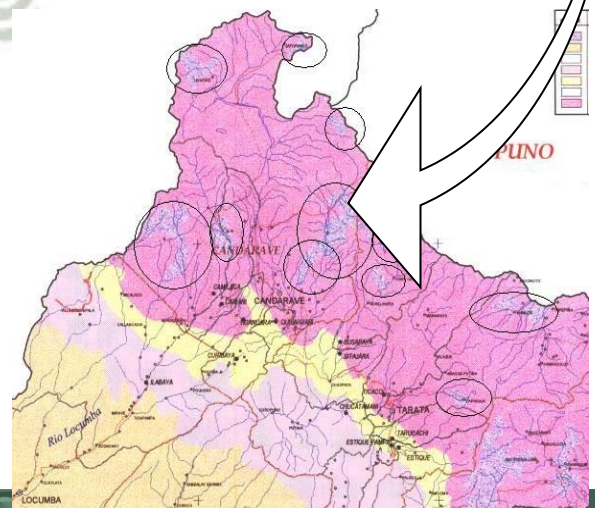


IMAGEN SATELITAL DE LA ZONA DE ESTUDIO



AREA DE BOFEDALES 4600 msnm



ANEXO II

UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA DE AREQUIPA ESCUELA DE POST GRADO

FORMATO DE: ENTREVISTA

ENTREVISTA SOCIOECONÓMICA: DATOS GENERALES DE LA COMUNIDAD

Comunidad:.....
Informante:
Procedencia:.....
Fecha:.....
Edad:.....
Cargo:.....

I. Límites geográficos de la comunidad:

Norte:..... Sur:..... Este:..... Oeste:.....

II. Accesibilidad

Punto de partida
Medio de Transporte.....
Distancia.....
Tiempo.....

III. Número de habitantes: Hombres: Mujeres: Niños:.....

Números de casas: Número de familias:.....

IV. Infraestructura básica:

Denominación	Material	Tiempo de funcionamiento	Observaciones
.....
.....
.....
.....

V. Organizaciones presentes en la comunidad:

Denominación	Infraestructura	Tiempo de funcionamiento	Nº de Beneficiarios
.....
.....
.....
.....

VI. Organizaciones externas funcionando / apoyando en la comunidad:

Denominación Infraestructura Tiempo de funcionamiento N° de Beneficiarios

.....
.....
.....
.....

VII. Problemas principales en la comunidad:

Salud:.....
Educación:.....
Infraestructura:.....
Servicios:.....
Economía.....
Transporte:.....
Uso de recursos naturales:.....
Otros:.....

VIII. Datos familiares

Datos Socioeconómicos

Comunidad:..... Informante:.....
Fecha:..... Casa:.....

1. Composición demográfica:.....
a. Número de habitantes de casa.....
b. Datos personales.....
Nombre.....
Sexo.....
Edad.....
Grado de instrucción.....
Actividades principales.....
Procedencia.....
c. Mortalidad:.....
Personas muertas en casa.....
Tiempo.....
Edad.....
Causa.....
Observaciones.....

2. Economía

a. Recursos silvestres (frutos, plantas medicinales, leña, etc.)

Producto	N°	Peso	Valor	Procedencia	Lugar de venta
----------	----	------	-------	-------------	----------------

.....
.....
.....
.....

b. Construcción de casas

Producto	Nº Peso	Valor	Procedencia	Lugar de venta
----------	---------	-------	-------------	----------------

.....
.....
.....
.....
.....

Armazón:.....

Piso:.....

Paredes:.....

Sogas:.....

Techo:.....

c. Materiales artesanales (mangos canastos, etc.)

Producto	Nº Peso	Valor	Procedencia	Lugar de venta
----------	---------	-------	-------------	----------------

.....
.....
.....
.....
.....

d. Cosecha de cultivos (granos, frutos, hortalizas, tubérculos, etc.)

Producto	Nº Peso	Valor	Procedencia	Lugar de venta
----------	---------	-------	-------------	----------------

.....
.....
.....
.....
.....

e. Crianza de animales domésticos (gallinas, patos, cerdos, pavos, etc.)

Producto	Nº Peso	Valor	Procedencia	Lugar de venta
----------	---------	-------	-------------	----------------

.....
.....
.....
.....
.....

f. Otras actividades económicas (bodegas, cantinas, restaurantes, etc.)

Actividad	Ingreso mensual	Observaciones
-----------	-----------------	---------------

.....
.....
.....
.....

g. Egresos (artículos de primera necesidad, ropa, artefactos, medicina, semilla, etc.)

Concepto	Monto (S/.)	Observaciones
.....
.....
.....
.....

3. Servicios básicos:

a. ¿Tiene fluido eléctrico? Si () No ()

b. ¿Tiene agua potable? Si () No ()

c. ¿Tiene letrinas? Si () No ()

d. Otros.....

***Fuente: INEI, 2009. Perfil Socio demográfico de la Región de Tacna.**

