



MANUAL INTRODUCTORIO AL

# MANEJO DE VEGAS Y BOFEDALES

MEDIANTE PRÁCTICAS TRADICIONALES DE  
CULTURAS ANDINAS EN EL NORTE DE CHILE





MANUAL INTRODUCTORIO AL  
MANEJO DE  
**VEGAS Y BOFEDALES**

MEDIANTE PRÁCTICAS TRADICIONALES DE  
CULTURAS ANDINAS EN EL NORTE DE CHILE

MANUAL INTRODUCTORIO AL

**MANEJO DE VEGAS Y BOFEDALES**

MEDIANTE PRÁCTICAS TRADICIONALES DE CULTURAS ANDINAS EN EL NORTE DE CHILE

Enero 2016

Corporación Norte Grande (Ed) Jorge M. Gonnet, Claudio Lopez, Diego E. Aranibar, Elisabeth Lictevout

Fotografía: Jorge Gonnet

Diseño, Portada y Composición: Gabriela Vanni N.



## **PRÓLOGO:**

Una de las prácticas ancestrales más destacadas de los Pueblos Andinos, es el manejo de bofedales; éste, que usa técnicas de champeo, canalización, construcción de pequeños diques entre otros, se utilizan para optimizar el uso del agua, preservar sus fuentes y, que cumpla con la función principal de mantener adecuadamente irrigado el bofedal; todo, con el propósito de que el ganado de llamas, alpacas y la vida silvestre en general, cuenten con una buena fuente de alimentos y hábitat natural.

Sin embargo, con el paso del tiempo, esto que en la actualidad hemos denominado “manejo de vegas y bofedales en base a técnicas ancestrales” ha generado, además, una serie de beneficios ambientales; a contar: permite la existencia de una rica diversidad de flora y fauna silvestres, y constituyen, en la actualidad, un buen indicador referido a las fuentes de aguas continentales en cabeceras de cuencas, entre las características más destacadas.

Ése, es el sentido principal de este manual, contribuir a dimensionar y valorar la multiplicidad de beneficios culturales, económicos y ambientales entre otros, que desencadena la práctica ancestral de la gestión del agua en humedales de la Puna y, cuyos impactos positivos se generan en el corto plazo y perduran en el tiempo.

Esperamos que este documento sea de interés y utilidad para la inspiración de comunidades y especialistas interesados en implementar medidas que permitan la sostenibilidad de ecosistemas vitalmente claves como los humedales altoandinos y del altiplano en los Andes Áridos de Sudamérica.

## **AGRADECIMIENTOS**

Pablo Chambe (Villablanca)

Familia Moscoso y Challapa (Cancosa)

Familia Castro Quispe (Cariquima - Huaytane)

Familia Ticona (Collacagua)

Familias Lucas y Esteban (Salar de Huasco)



## ÍNDICE

- 09** Nuestra huella hídrica
- 13** ¿Qué son las vegas y bofedales altoandinos y del altiplano?
- 15** Vegas y bofedales en tiempo y espacio
- 19** Interpretando procesos ecológicos
- 20** Procesos de deterioro de humedales altoandinos y del altiplano: causas y efectos
- 22** Relación de mutualismo entre la cultura aymara y los humedales del altiplano mediada por la cría de camélidos
- 26** La importancia del rescate de técnicas ancestrales para optimización del uso del agua
- 29** Aplicación de técnicas tradicionales de manejo
- 41** Bibliografía





## NUESTRA HUELLA HÍDRICA

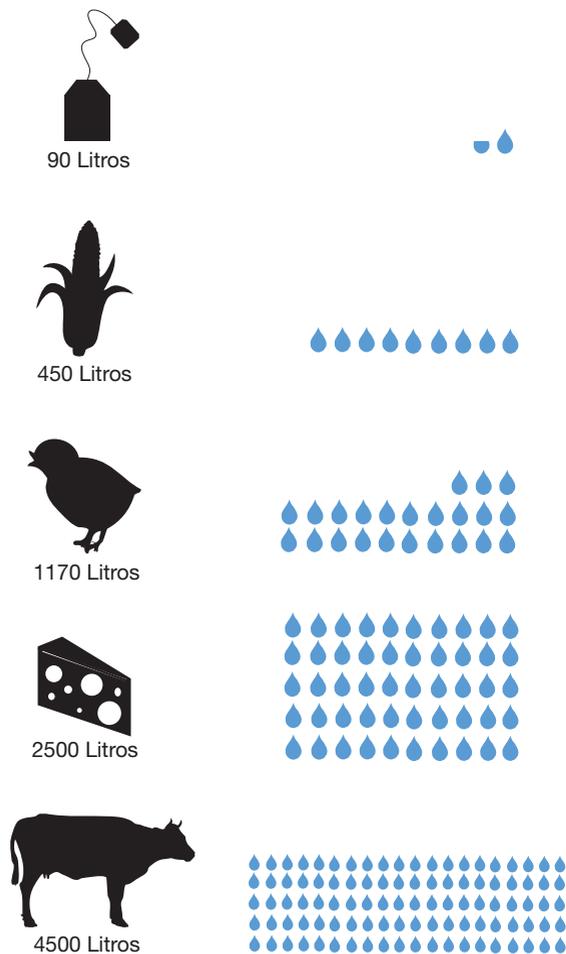
El ser humano y sus actividades provocan modificaciones sobre los ecosistemas naturales. Nuestro aprovechamiento de los servicios ecosistémicos y los recursos naturales deja una impronta sobre el ambiente natural, conocida como huella ecológica humana.

Esta huella es fácilmente reconocible cuando el ser humano interviene paisajes naturales y los modifica de acuerdo con la actividad. Pero además, la cadena productiva de bienes y la prestación de servicios requieren energía, materiales, transporte, agua, producción de residuos resultantes como dióxido de carbono entre otros y tienen efectos sobre el ambiente natural mucho menos perceptibles.

Distintas fuentes de producción de energía arrojan como subproducto grandes cantidades de dióxido de carbono a la atmósfera. El incremento de la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera fue identificado como el principal responsable del calentamiento por efecto invernadero. Para cuantificar el impacto de la producción de bienes y servicios, se creó un indicador llamado huella de carbono. Suele expresarse en unidades de dióxido de carbono arrojado a la atmósfera por cada unidad de bien producido o de servicio prestado.

Imagen panorámica de vega y bofedal (tapiz verde)  
de Cancosa al pie del Nevado Sillahuay en el  
Altiplano de Tarapacá, Chile.

## HUELLA HÍDRICA DE LOS ALIMENTOS



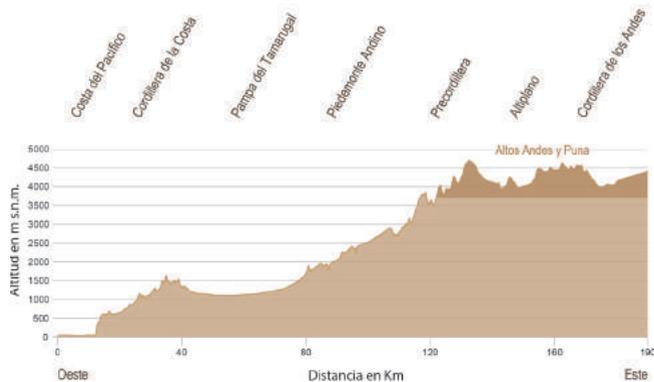
Este concepto se extiende al agua como recurso primario y a los procesos ecosistémicos que la mantienen disponible y de buena calidad. La huella hídrica es un indicador alternativo del uso del agua para calcular los litros de agua que consume una persona o una empresa para elaborar un producto o servicio. Considera tanto los usos directos como los indirectos. Permite relacionar la gestión del agua con el consumo y el comercio.

Para reducir la huella hídrica, es necesario mejorar la eficiencia hídrica, el tratamiento y el reúso del agua. Además, los efectos del uso de recursos y servicios sobre el planeta pueden minimizarse o compensarse con acciones tales que puedan mejorar el acceso al agua a la población humana o mejorar el estado de conservación de humedales naturales -principales reservorios de agua - y los procesos que la mantienen apta para consumo y producción.

Este manual fue producido en el marco del Proyecto “Mejoramiento de vegas y bofedales altoandinos y altiplánicos de Tarapacá, mediante técnicas tradicionales de manejo”. Este proyecto integra pobladores ganaderos aymaras y su conocimiento para el mejoramiento del estado de vegas y bofedales detectados con proceso de degradación en el Altiplano de la Región de Tarapacá, Chile.

Humedales mejor conservados incrementan la eficiencia del uso del agua para su mantenimiento, productividad y preservación de procesos ecológicos que la mantienen disponibles y de buena calidad. Es decir, requieren menor cantidad de agua para llevar a cabo sus funciones vitales que brindan recursos naturales y servicios ecológicos a las poblaciones humanas.

Las culturas de pueblos originarios andinos, principalmente ganaderos han utilizado y manejado las vegas y bofedales para incrementar su productividad y optimizar su rendimiento aplicando conocimiento ancestral que ha evolucionado por milenios en el Altiplano y los Altos Andes de Sudamérica.



Perfil topográfico y geomorfológico de la Región de Tarapacá con localización de la zona de Altos Andes y Puna

El modo de vida de los pueblos andinos del Norte de Chile, el Altiplano de Bolivia y del Noroeste de Argentina, han demostrado que la conservación de la biodiversidad y de los servicios de los humedales es compatible con su aprovechamiento. La cultura viva y muchos paisajes y ecosistemas actuales del Altiplano y Altos Andes de la Región Tarapacá son una evidencia.

Este proyecto busca valorar y rescatar las antiguas prácticas de manejo y conservación de los humedales por culturas andinas; e incentivar la transmisión de conocimientos de las antiguas a las nuevas generaciones.

Agradecemos los conocimientos brindados y la participación activa de las Familias Aymaras: Castro-Quispe de Huaitane y Cariquima, Chambe de Villablanca, Moscoso y Challapa de Cancosa, Ticona de Collacagua y Lucas y Estebán del Salar de Huasco. Estas familias propusieron sectores de vegas y bofedales en proceso de deterioro inminente. Se intercambiaron ideas sobre las técnicas de abordaje de las mejoras de vegas según cada situación que se planteaba.

A continuación, presentamos las características generales de las vegas y bofedales de los Altos Andes y Puna<sup>1</sup>. Luego, contamos las acciones y experiencias desarrolladas entre 2013 y 2015 en el marco del proyecto. Al final, concluimos con las estimaciones sobre la cantidad de agua restituida al ecosistema con los mejoramientos de vegas y bofedales deteriorados en ese período.

---

<sup>1</sup> Las zonas de vida definidas como Altos Andes y Puna corresponden a zonas geográficas por encima de los 3700 m s.n.m, incluidas en la Cordillera de los Andes y el Altiplano en la Región de Tarapacá.





## ¿QUÉ SON LAS VEGAS Y BOFEDALES ALTOANDINOS Y DEL ALTIPLANO?

Las vegas (y bofedales) son ecosistemas de humedales naturales de la Región Altoandina y de la Puna, por encima de los 2600 m de altitud hasta más de 5000 m; rango que puede variar según la latitud. Estos humedales se componen principalmente de hierbas denominadas graminoides (similares a los pastos o Gramíneas) pertenecientes a tres familias dominantes: *Gramíneas*, *Juncáceas*, y *Cyperáceas*. Acompañan una gran diversidad de hierbas dicotiledóneas.

Representantes de la cultura aymara de Tarapacá, Chile, llaman en general “vegas” a estos sistemas de humedales. El nombre original en lengua aymara es “ok’o”. Se han registrado otros términos para llamarlos, como: “ciénagos” en comunidades Kolla Quechua y Atacama de Jujuy, Argentina; y “mallín” en la cultura mapuche para denominar humedales de características muy similares de los bosques de los Andes Australes y estepas de la Patagonia de Chile y Argentina. Muchas publicaciones técnico-científicas de Bolivia utilizan más frecuentemente el término “bofedal” para llamar a estos humedales del Altiplano.

En el ámbito académico de Chile, se los menciona más frecuentemente como “bofedales”. No obstante, en las más actualizadas clasificaciones, el término bofedal refiere estrictamente a los parches con plantas en cojín, en general con elevada y constante disponibilidad de humedad. Se ha acuñado el concepto de Sistemas Vegetacionales Azonales Hídricos Altoandinos y del Altiplano, el cual incluye diferentes tipos fisonómicos de la vegetación, más allá de las plantas en cojín, que pueden componer los parches de humedales en estas ecorregiones (Ahumada y Faúndez, 2009).

El tipo de parche fisonómico de la vegetación de los humedales altoandinos y del altiplano depende de la altitud, la ubicación que ocupen dentro de una cuenca, de los caudales de alimentación y de las características físico-químicas de las aguas, entre los principales factores ecológicos.

Bofedal en sitio cercano a una vertiente.  
Al fondo, manada de llamas de cría facilitada por la elevada productividad.



## VEGAS Y BOFEDALES EN TIEMPO Y ESPACIO

Las vegas y bofedales son relativamente escasos en el paisaje de los Altos Andes, ocupando muy bajo porcentaje del territorio (de un 2 a un 5 %). Se distribuyen en parches de diferente fisonomía, forma y tamaño, más o menos aislados e inmersos en una matriz dominante de hábitat árido a desértico conformado por matorrales y pajonales abiertos. Crecen siempre asociados al agua, ya sea superficial, de vertientes, ríos, arroyos y lagunas o agua subterránea de poca profundidad. La cantidad de agua disponible, el clima, las estructuras geológicas, la topografía y el sustrato son factores determinantes de su estructura, distribución, tamaño y forma.

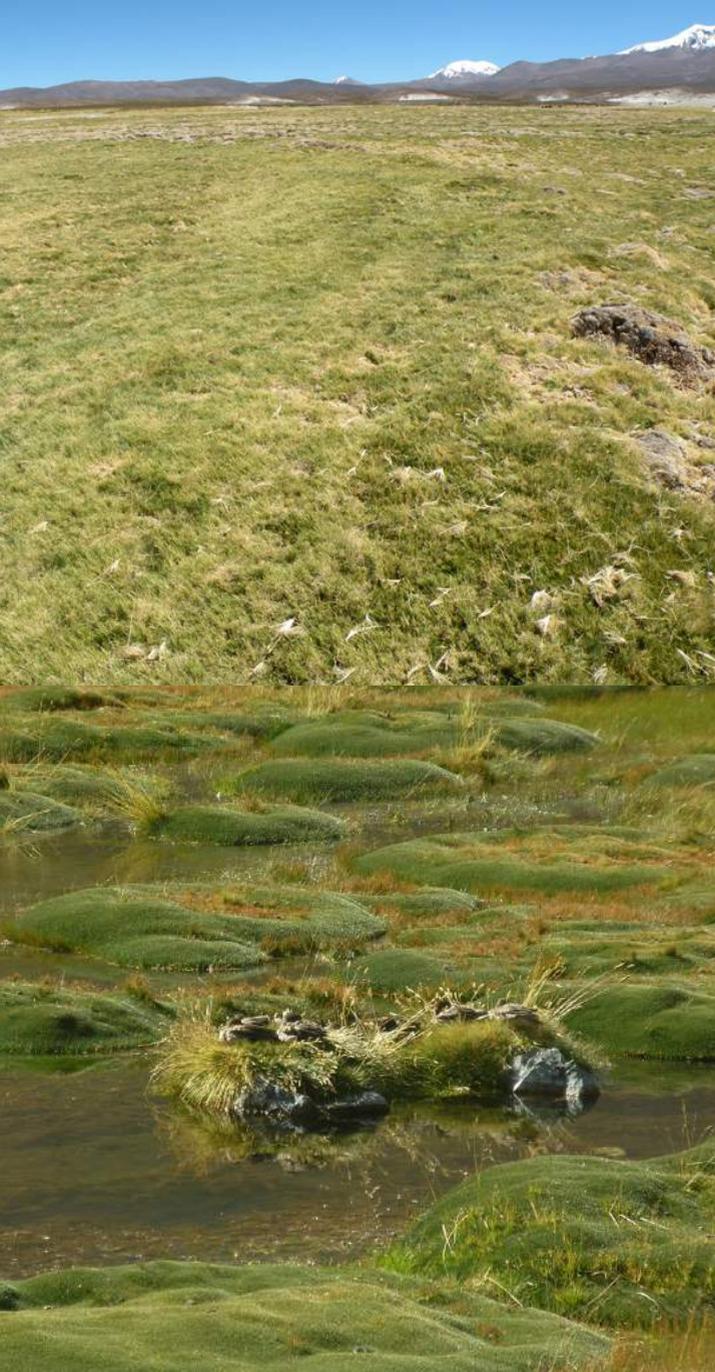
Cada parche puede ser homogéneo y contener una forma dominante de plantas, es decir una fisonomía determinada; o bien puede ser heterogéneo internamente y presentar una mezcla de parches de comunidades vegetales con plantas dominantes de diferente arquitectura o forma de crecimiento. Básicamente, se distinguen 3 tipos de parches según la fisonomía de la vegetación de vegas y bofedales:

### PAJONALES:

- 1 Las especies dominantes son pastos altos de macollos, de más de un metro, de los géneros *Deyeuxia* y *Festuca*.

Parche fisonómico de pajonal hídrico, es decir con elevada saturación de agua.





## LAS PRADERAS DE CÉSPEDES:

Formadas mayormente por graminoides bajos, en general rizomatosos, de menos de 20 cm de las Familias: *Juncaceae*, *Cyperaceae* y *Gramineae*

2

Parche de pradera de céspedes bajos.

Las comunidades vegetales dominadas por plantas de crecimiento en cojín de los géneros *Oxychloe*, *Patosia* y *Distichia* (todas *Juncáceas*) y *Zameioscirpus* (Familia *Cyperaceae*).

3

Aspecto de la vegetación en cojín  
de un bofedal hídrico.

A estos 3 grandes grupos fisonómicos de parches de vegas y bofedales acompañan hierbas dicotiledóneas rastreras o en roseta con crecimiento, en general, rizomatoso y estolonífero, es decir propagando rebrotes mediante raíces y tallos gemíferos, respectivamente. Los juncuales o espartillares, compuestos por plantas con forma de varas altas, frecuentes en pantanos y lagunas de altura, pueden ser considerados otro grupo fisonómico. A menores altitudes, en hábitats precordilleranos y quebradas, las vegas pueden tornar hacia fisonomías de pajonales altos (> 3 m) de cortaderas (*Cortaderia* spp), denominados cortaderales.

Los diferentes grupos fisonómicos pueden combinarse con factores físicos, como la disponibilidad de agua y la concentración y calidad de sales, entre los más importantes, que generan variantes de los parches fisonómicos descritos. Por ejemplo, los bordes de vegas, en general, son más secos que las zonas bajas y centrales más saturadas de agua. Cuando hay presencia de sales en el sustrato, los bordes también son más salinos que las zonas de suelo saturado de agua. El gradiente hídrico y de salinidad, como otros factores del sustrato, determina el conjunto de plantas que puede habitar los diferentes microhábitats dentro de un parche de vega, generando heterogeneidad en las fisonomías de sus comunidades vegetales.

Vista de bofedal con lagunas sin agua con costra de sal en período seco.

---



Los parches de vegas y bofedales internamente muestran claros gradientes de humedad que, en general, incrementan desde el borde externo del parche hacia los sectores centrales y/o más bajos. Las áreas marginales usualmente están dominadas por especies pastos, pajonales (Fam. *Gramineae*) y céspedes (*Cyperaceae*) relativamente tolerantes al estrés hídrico del borde, en su interfase con ripio o arena que forman el sustrato más frecuente de las estepas contiguas.

Hacia los sectores más húmedos de los parches de vegas y bofedales, se hacen más escasas las especies típicas del borde, y comienzan a dominar plantas con mayor requerimiento de humedad como Juncáceas en cojín (Ej.: *Oxychloe andina*) y especies de pastos más asociados a agua permanente.

Detalle del aspecto de una planta en cojín, *Patosia clandestina*.

---



En general los humedales que crecen en cabeceras de las cuencas, es decir más cerca de las fuentes de recarga en precipitaciones, nevadas y derretimiento de glaciares, muestran características asociadas a agua dulce y a condiciones más frías, lo que determina la composición de especies. A medida que el agua drena hacia zonas más bajas de las cuencas, va ganando minerales y se torna más salobre, lo que produce un cambio en la composición de especies y muchas veces de la fisonomía original.

A su vez, la ubicación relativa de las vegas y bofedales en las cuencas, sea en vertientes o en cursos de agua principales o bien en lagunas, puede someter la vegetación a perturbaciones por crecidas, aluviones o deslizamientos de suelo, determinando el tipo de comunidad que resulte según las características de la perturbación, como: frecuencia, naturaleza e intensidad.

Existen estudios que demuestran que las vegas y bofedales de los Altos Andes y Puna pueden llegar a tener varios miles de años de edad. Algunas hipótesis señalan que las vegas de la Ecorregión Altoandina, al sur de la Región de Acatama (Norte de Chile), podrían datar de la época posterior al último avance de glaciares (entre 10000 a 12000 años antes del presente). Esa circunstancia coincide con el hallazgo de restos arqueológicos de los primeros cazadores-recolectores en esa región, cuya presencia puede haber estado facilitada por el retroceso de los hielos, la formación de los sistemas de vegas y el seguimiento de las manadas de camélidos silvestres. Los estudios sobre la edad de las vegas y bofedales se basan principalmente en la datación de radio carbono y del polen. Los sedimentos orgánicos pueden superar los 5 m de profundidad, dependiendo del potencial generador de suelo y del tiempo transcurrido desde origen del parche.

Los sistemas vegetacionales hídricos azonales de altura tienen su período vegetativo de crecimiento y reproducción durante la primavera y verano, mientras que las plantas reducen notablemente su actividad metabólica durante el período desfavorable de otoño e invierno. Mientras más al sur nos hallamos, el período vegetativo se reduce a unos 4 ó 5 meses. En el Altiplano de Tarapacá, dura unos 8 meses.

Aspecto de césped *Carex Gayana*, parte vegetativa.



La variación del clima a lo largo de los años y entre 2 ó 3 años sucesivos influye en la productividad de los humedales altoandinos y del altiplano, básicamente influenciada por la disponibilidad de agua y también por las temperaturas del período vegetativo.

## INTERPRETANDO PROCESOS ECOLÓGICOS

Las comunidades vegetales de vegas y bofedales pasan por diferentes etapas desde que se originan hasta que llegan a su madurez o clímax; pudiendo llegar a morir si cambian drásticamente las condiciones ambientales que le dieron vida.

Al comienzo de la formación de una vega, las primeras plantas colonizadoras son especies tolerantes a condiciones muy variables y duras del ambiente. En esas condiciones, los flujos regulares de agua con cierta energía (tendientes a lóticos) pueden cambiar repentinamente su curso en lechos inestable de ripio y arena. Existe arrastre de sedimento y erosión; la formación de suelo es casi nula. Muchos sectores pasan por períodos con déficit hídrico o grandes fluctuaciones de la disponibilidad de agua.

En las primeras etapas de la formación de una vega, se producen procesos de colonización y establecimiento de plantas. Las plantas establecidas pueden aportar materia orgánica, promover procesos de formación de suelos, provocar la distribución irregular del agua, ampliando su área de humectación y producir semillas o retener otras semillas dispersadas por el viento o el agua. Así, las primeras plantas colonizadoras facilitan el establecimiento de otras plantas y así se va incrementando la cobertura verde, la productividad y la disponibilidad y calidad de hábitat.

Las vegas y bofedales tienen elevada productividad relativa en comparación con la matriz árida circundante de hábitat. Por ello concentran un gran número y diversidad de animales, y constituyen uno de los principales motivos de valoración entre los pueblos andinos para la explotación ganadera de camélidos.



Durante el período vegetativo, las vegas y bofedales, producen grandes cantidades de materia vegetal por unidad de área, variable que se conoce como productividad primaria neta. Por ello tienen una gran capacidad de carga, es decir de albergar y alimentar un número relativamente alto de herbívoros o consumidores primarios y depredadores o consumidores secundarios. Las vegas y bofedales constituyen un eslabón clave en la cadena trófica, tanto del medio acuático como terrestre. A su vez, como todo humedal, conecta los procesos atmosféricos del ciclo del agua (precipitación, evaporación, infiltración y escorrentía) e influye en el clima local.

Las vegas y bofedales constituyen un permanente proceso de formación de suelos, en este caso hidromorfos, ricos en materia orgánica. Toda la vegetación producida durante el período vegetativo, a la que se suman las heces de los herbívoros, entra en descomposición durante los meses de letargo. Esta capa de vegetación muerta remanente, al principio, queda sepultada bajo el hielo y la nieve durante el período frío. Luego, comienza a formar parte del suelo como sustrato de los nuevos rebrotes y germinaciones en primavera. La descomposición de la vegetación sepultada, o sea en atmósfera reductora, es en general anaeróbica. Así, comienzan los procesos de formación de la turba, sedimento orgánico originado por proceso de reducción (lo inverso a la oxidación).

## **PROCESOS DE DETERIORO DE HUMEDALES ALTOANDINOS Y DEL ALTIPLANO: CAUSAS Y EFECTOS**

Las vegas y bofedales pueden ser deteriorados por una gran diversidad de factores, a los que podemos discriminar entre los de origen natural, relacionados con el clima y la hidrología, y aquéllos de origen antrópicos asociados a los efectos de las actividades y obras humanas sobre los ecosistemas naturales.

Entre los factores naturales, encontramos las variaciones interanuales de precipitaciones que provocan sequías, a veces duraderas de varios años consecutivos acentuando los efectos negativos sobre la producción y cobertura vegetal. La disminución de la disponibilidad de agua se puede deber también a desvíos naturales de los ríos y arroyos o cambios en la ubicación de las vertientes que conforman sus fuentes de riego y humectación por terremotos, deslizamientos de laderas, eventos excepcionales de crecidas y procesos de erosión y sedimentación de los cauces.

Las obras y actividades humanas también pueden impactar negativamente los humedales del Altiplano y Altos Andes cuando no se aplican manejos y monitoreos adecuados a estos ecosistemas. Es el caso del emplazamiento de infraestructura, por ejemplo la traza de carreteras y caminos, y otros movimientos de suelo, como en los



emprendimientos mineros. Es el caso también de la reducción de caudales de ríos, de vertientes y de la disminución del nivel del agua subterránea por extracción de agua para la industria minera como también para el consumo humano. Existen también impactos indirectos donde se han modificado los torrentes y cursos de agua naturales, con inundación o desecamiento de sectores. Finalmente, se ha observado que la suspensión del manejo del agua por parte de los pueblos andinos ganaderos también ha afectado algunas vegas. Sus fuentes de riego eran originariamente administradas y manejadas con el fin de incrementar la superficie de potreros. La tendencia decreciente de la población rural ganadera, en muchas comunidades, ha provocado que los canales, los tranques y el relieve han quedado a merced del clima, las crecidas y la distribución espontánea del agua.

Los primeros síntomas de estrés o afectación de los bofedales y vegas es la desecación de sectores más elevados y/o en sus bordes externos, disminuyendo allí la cobertura de agua en el suelo. Un balance hídrico negativo (disminución del aporte de agua y/o incremento de la descarga) produce, por un lado, desecación de las plantas y, por otro, incremento de la costra de sal que se manifiesta en superficie. Así, se desencadenan procesos cinérgicos que terminan por provocar mortandad de plantas. El suelo pierde la sujeción de las raíces de las plantas y de la cobertura verde, quedando vulnerable a la erosión por el agua y por el viento. Las cosas empeoran más cuando hay pérdida de suelo y de los niveles del relieve que modifica los cauces del agua y cambia la red de drenajes del bofedal y de las vegas..

Cuando ya el sistema del humedal está completamente afectado, con el tiempo comienzan a aflorar los restos de las plantas muertas casi carbonizadas negras, relictos de la acumulación de materia orgánica y descomposición progresiva en estratos en una atmósfera reductora, es decir sin aire, sin oxígeno.

Cualquiera sea el factor disparador de los procesos de deterioro, las diferentes causas pueden interactuar para dejar una vega o bofedal en condiciones de deterioro irreversibles.

Las consecuencias inmediatas del deterioro y de la pérdida de vegas y bofedales son la disminución de la producción vegetal y la reducción de la superficie y fragmentación de los parches forrajeros o potreros, aislándolos más entre sí, tanto para la ganadería como para la vida silvestre y la biodiversidad natural. Se pierde suelo por erosión y falta de arraigo de la cobertura vegetal y se alteran las tasas de los procesos del ecosistema relacionados con el ciclo del agua en las cuencas, muchos de ellos aún no estudiados ni dimensionados. Además, un gran volumen de toda esa materia orgánica en descomposición de una vega afectada es emitido a la atmósfera, contribuyendo con los gases no deseados del efecto invernadero sobre el planeta.



Guanaco, *Lama guanicoe*



Vicuña, *Vicugna vicugna*



Llamas, *Lama glama*



Alpaca, *Lama pacos*

## RELACIÓN DE MUTUALISMO ENTRE LA CULTURA AYMARA Y LOS HUMEDALES DEL ALTIPLANO MEDIADA POR LA CRÍA DE CAMÉLIDOS

Los sistemas de vegas y bofedales son hábitats muy favorables para el establecimiento y desarrollo de las culturas humanas en los Altos Andes. La concentración de recursos como agua, buenos suelos, elevada productividad primaria y secundaria, elevada heterogeneidad de hábitats en la interfase o ecotono entre estepas áridas y humedales; estas características ambientales han favorecido la presencia humana en la región.

Los primeros habitantes del Altiplano y de los Altos Andes se remontan a más de 10.000 años comprobado fehacientemente; y la ocupación es continua hasta el presente. El paso de hábitos cazadores-recolectores hacia ganaderos, y agricultores se estima entre unos 4000 a 5000 años antes del presente para las culturas de los Altos Andes y Puna, sin saber a ciencia cierta una fecha más precisa por falta de evidencias.

Las culturas del Altiplano conocen muchísimas, sino la totalidad, de las especies de plantas de los bofedales y las estepas por la gran diversidad de usos, entre ellos: sus valores espirituales, su uso forrajero, para la construcción y medicinas. A continuación, se mencionan algunos ejemplos de los usos de algunas plantas típicas de los bofedales.



**AA NERVOSA:**

**Alimenticia, se consume la base blanca de sus hojas y de su pie floral en ensalada.**

La orquídea *Aa nervosa*, en la imagen superior: aspecto de la planta; en la imagen inferior: vástago floral. La base de hojas y del vástago son buenos alimentos.



**DEYEUXIA CURVULA:**

**Forrajera, muy apetecida por los camélidos. Además, en material arqueológico se recuperaron cordeles confeccionados con sus cañas floríferas.**

El pasto bajo *Deyeuxia curvula* que crece en los bordes salinos de las vegas.





### **DEYEUXIA EMINENS:**

Forrajera, muy apetecida por los animales. Utilizada en la construcción, para techar viviendas. En sitios arqueológicos se recuperaron restos de cañas floríferas y partes vegetativas que sirvieron de base para fardos funerarios y camas; además, se encontraron nudos confeccionados con las cañas floríferas. La especie *Deyeuxia desertícola* es utilizada de la misma manera.

Detalle de la paja suave, *Deyeuxia eminens*, uno de las especies más frecuentes de los pajonales hídricos y salinos.



### **OXYCHLOE ANDINA:**

Tiene escaso valor como forraje. Sin embargo sus frutos son muy consumidos por los animales silvestres y antiguamente se hacía una harina similar a la de maíz que constituía un excelente alimento.

Detalle del cojín *Oxychloe andina* con sus frutos con los que se confecciona una harina.



### **HYPOCHOERIS TARAXACOIDES:**

Forrajera, alto valor ganadero, muy apetecida por la llama y la alpaca. Como alimento, se consume la base de la hoja como ensalada y la base de las flores. Como medicina, la raíz se utiliza como remedio para la diarrea en niños.

La hierba en roseta, *Hypochoeris taraxacoides*, buena forrajera y alimento.

***TRIGLOCHIN STRIATA:***

Buena forrajera, especialmente para que los corderos produzcan leche.

La hierba de sitios salinos *Triglochin striata*, buen forraje para corderos.



***DISTICHLIS HUMILIS:***

Chicha: pasto bajo salado. Buen forraje.

*Distichlis humilis*, el césped bajo típico de sectores salinos dentro de las vegas; excelente forraje.



Otro conjunto de plantas, denominadas “llacho”, crecen en suelos con mucha saturación de agua y constituyen excelente forraje preferido por las alpacas. Este grupo de especies son: *Rannunculus cymbalaria*, *Lilaeopsis macloviana*, e *Hypsela reniformis*.

Detalle del conjunto de especies de plantas, denominadas “llacho” por sus mismos hábitos de crecimiento y similar preferencia por la alpaca como forraje.



### **FESTUCA HYP SOPHYLLA:**

Denominada “Huella”, esta planta que crece en los bofedales es muy valorada como excelente forraje y es manejada en champas cuando se pretende aumentar su frecuencia en los potreros.

En algunos lugares, se ha observado el uso de champas en la construcción de paredes y corrales, como en Halsure Grande, en Comunidad Aymara de Cancosa.

Los pueblos aborígenes desde siempre comprenden la importancia de estos humedales por lo que sus prácticas desde tiempos remotos se han centrado en el manejo de los bofedales y vegas con los fines de ampliar las áreas forrajeras e incrementar su productividad neta, y detener procesos de deterioro.

## **LA IMPORTANCIA DEL RESCATE DE TÉCNICAS ANCESTRALES PARA OPTIMIZACIÓN DEL USO DEL AGUA**

Comunidades y familias de la Cultura Aymara, ganaderas y agricultoras, habitan, aprovechan y conservan casi la totalidad de vegas y bofedales de Tarapacá, uso sostenido a lo largo de mucho tiempo, e incluso de milenios en muchos casos. Casi la totalidad de los humedales poseen toponimia aymara y muestran canales, diques, sistemas de administración del agua en las parcelas para su mantenimiento, incremento de la productividad y aumento de la superficie de forrajeo. Es decir, técnicas tradicionales de optimización de la eficiencia del uso del agua en los humedales.

Estudios científicos estiman que el Altiplano de Tarapacá abarca unas 9100 ha de sistemas de humedales del tipo de bofedales, pajonales y vegas, tanto salinos como hídricos y variantes y/o combinaciones de estos tipos de parches básicos.



Canalizaciones y distribución del agua en un bofedal

---



Extracción de champas para canalización

---



Canales y entubados para distribución del agua en bofedales del Salar del Huasco



Dique de champas construido para reducir la velocidad del agua e incrementar la infiltración y humectación

Este valor está sujeto a ajustes mediante estudios más detallados (Ahumada y Faúndez, 2009). El Altiplano de Tarapacá comprende un 21 % de la superficie total de sistemas de vegas y bofedales del Altiplano de Chile entre las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta y Atacama.

Estudios sobre cambio climático indican una mayor variabilidad en los registros de precipitaciones, en particular en las tres últimas décadas, lo que dificulta el poder predictivo de las comunidades locales.

Simultáneamente, existe un proceso de despoblamiento del Altiplano en las últimas décadas. Este proceso responde a las condiciones socioeconómicas vigentes, que atraen la población rural a los centros urbanos, y no por el cambio del clima. Las familias y comunidades mantienen el uso y los derechos de la tierra; no obstante, la población rural residente del Altiplano de Tarapacá ha decrecido en el último siglo.

Los bofedales y vegas han sido utilizados, manejados y conservados desde tiempos inmemoriales. Las tendencias del clima, sumado a los cambios de las actividades humanas tendrían un efecto negativo a largo plazo sobre la conservación de estos humedales, sus procesos ecosistémicos y la diversidad de vida silvestre natural que albergan. Estos procesos tienen consecuencias el debilitamiento del tejido social y cultural de los pueblos aborígenes.

Evidencias de manejo de bofedales en el Altiplano de Tarapacá. Casi todas las vegas y bofedales son manejados desde hace milenios.





Manejo del agua mediante champeo.

## APLICACIÓN DE TÉCNICAS TRADICIONALES DE MANEJO

La mayoría de las técnicas tradicionales de manejo de humedales se basan en la manipulación de champas, es decir, unidades pequeñas y manejables del ecosistema de estos humedales que pueden ser transplantadas en sectores para su rebrote, formación de diques y/o canalizaciones del agua. Las champas son pequeñas porciones funcionales del ecosistema del humedal; conteniendo suelo, plantas y gran diversidad de órganos de propagación de las plantas como semillas, bulbos y rizomas. La palabra “champa” proviene del quéchua y hace alusión a la maraña de plantas y raíces extraídas en una porción de suelo. Este mismo término es actualmente utilizado en español, ya que no existiría una palabra para mencionar este concepto en esta lengua.

El manejo tradicional consiste en distribuir el agua, manejando el microrelieve. Cuando se precisa canalizar agua, se extraen esas champas que luego son utilizadas donde es necesario formar diques. Si es preciso hacer diques sin formar canales, las champas son extraídas de sitios estresados donde la supervivencia de las plantas se ha visto comprometida por factores como erosión, desecamiento, sobrepastoreo, etc. Los diques y canales tienen como finalidad reducir la velocidad de escorrentía del agua y distribuirla por una mayor superficie en el bofedal.

Manejo de bofedales por pobladores locales para incrementar la productividad y la superficie de forraje.



Detalle de un sector muy estresado de donde se pueden obtener champas cuya supervivencia se encuentra comprometida.

---

El efecto de distribuir más homogéneamente al agua se nota inmediatamente; primero, al lavarse las sales de la costra superficial, y luego al hidratar el sistema, tanto en superficie como de manera sub-superficial. El agua, de esta manera, corre más lentamente por una mayor superficie del bofedal manejado. Incrementa la infiltración, lo que hidrata el suelo. La mayor hidratación del subsuelo del bofedal reduce el efecto de la oscilación entre períodos más secos y más húmedos sobre la vega. Es decir, esta humectación del subsuelo inmediato de la vega sirve de reserva de agua, mitigando los efectos de los períodos secos. La saturación del suelo también posibilita mantener un mayor caudal en superficie pasible de ser manejado en su distribución con los trabajos de champeo.



Manejo del microrrelieve con champas. En primer plano se observa un pequeño dique que tapa el drenaje que iría a la derecha obligando al agua a desviarse hacia la izquierda de la imagen.

---



El lavado por disolución de sales es uno de los efectos vitales de la distribución del agua en la superficie de una vega estresada.

---

Otros manejos están destinados a destapar vertientes en caso que sean taponados con crecimientos exagerados de las plantas que se desarrollan en su entorno. Esas champas extraídas también son utilizadas en la distribución del agua.

El conocimiento tradicional de los bofedales y vegas por las culturas andinas y su manejo conservativo durante milenios ha preservado estos humedales estratégicos para el desarrollo humano y hábitat de la biodiversidad natural. La salud de estos ambientes, de la mano de las culturas andinas, ha trascendido los diferentes periodos climáticos a lo largo de milenios.



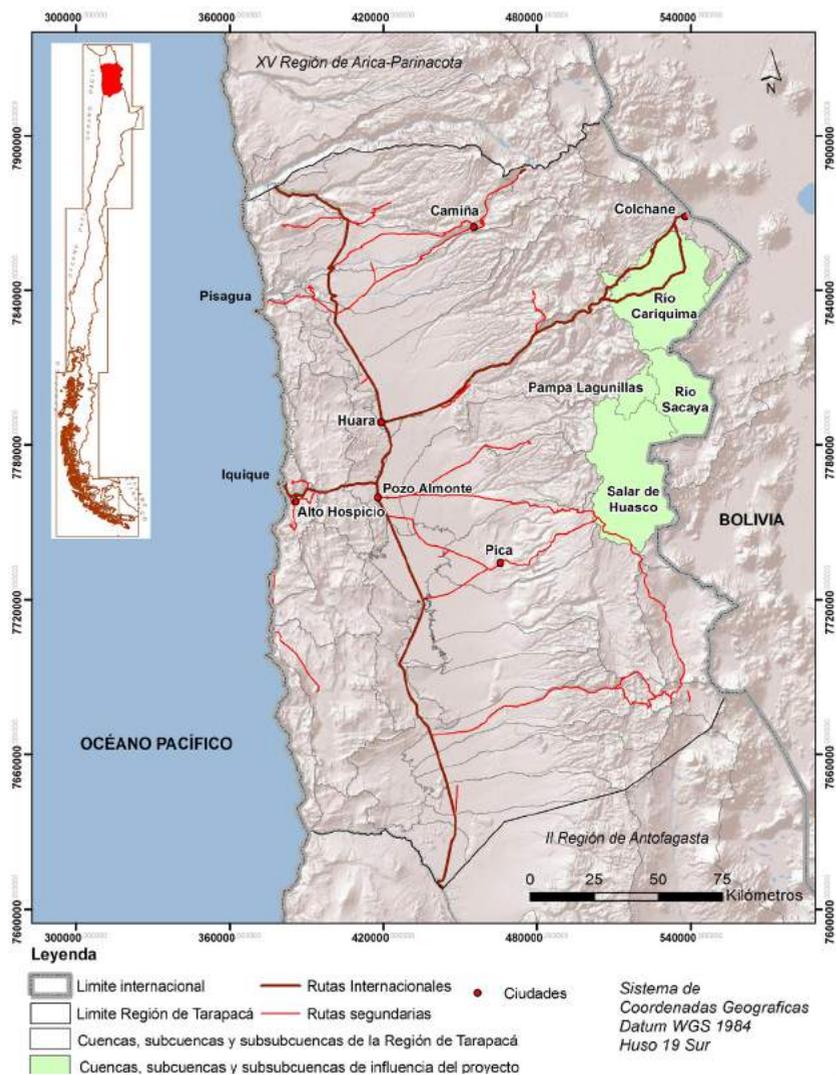
Medición de la velocidad del agua por Don Abdon Moscoso para cálculo de caudales.

---



Panorámica de bofedal en valle de quebrada con ganado de llamas.

---



En la temporada 2014/15, las cuatro familias ganaderas que participaron pertenecen a las comunidades aborígenes aymaras de Cancosa, Villablanca, Huaytane, y Collacagua. Habitan territorios pertenecientes a tres cuencas hidrográficas diferentes. Los sectores se encuentran por encima de los 3900 m de altura.

Durante las visitas en territorios de los participantes, se localizaron sectores de bofedales degradados con posibilidades de manejo para su mejoramiento y detención de los procesos de deterioro. Se seleccionaron tantas áreas de bofedales necesarias tal que sumasen 50 ha a manejar en la temporada de crecimiento (primavera y verano) 2014/15. Los territorios fueron recorridos y medidos entre los meses de julio y septiembre de 2014. Se planificaron los manejos necesarios en detalle según cada situación y el conocimiento consensuado entre los participantes y técnicos.

Ubicación geográfica de las cuencas donde comenzaron las tareas de mejoramiento de vegas para la temporada 2014-2015.



A partir de los meses de agosto y septiembre de 2014 comenzaron los manejos en la distribución de caudales y champeos según las necesidades de las áreas a remediar y en función de la detención de procesos de degradación. Las actividades de manejo se desarrollaron en toda la temporada de crecimiento, hasta febrero de 2015, acorde con la evaluación permanente de la distribución del agua y su rendimiento en las áreas mejoradas.

La Comunidad de Collacagua se encuentra en las nacientes del norte de la cuenca endorreica del Salar de Huasco. Participaron Don Juan Ticona, sus hijas Doña Elsa y Doña Marisol, y su hijo Don Joaquín de la Comunidad de Collacagua.

Sector de Río de la Pampa en abril de 2015, donde Don Joaquín Ticona de Collacagua nos muestra los trabajos de extensión de la cobertura del agua realizado mediante champeos junto a su familia luego de alcanzados los caudales necesarios. Especies de plantas típicas de vegas comienzan a recolonizar y reemplazar las plantas de estepa árida que ocupan la vega con estrés hídrico.



En la comunidad Cancosa participaron Doña Eduarda Castro, Don Semeón Moscoso, y Don Francisco Challapa. El desafío durante esta temporada consistió en desarrollar y regenerar ciertos torrentes y canales de riego hasta mejorar el sector central de la vega o bofedal que se desarrolla a partir de la vertiente Halsure. Este sector observó totalmente amarillento al comienzo de la temporada en septiembre de 2014, antes de comenzar los manejos de mejoramiento.

Don Semeón Moscoso nos muestra un sector de la vega de Halsure con las plantas en cojín secas y nula cobertura de agua en el humedal hacia septiembre de 2014

Inmediatamente aguas debajo de la vertiente principal de Halsure comienzan los trabajos de abrir canales bajo las directivas de Don Semeón Moscoso (gorra blanca), comunero de Cancosa, para facilitar la distribución del agua en los sectores más estresados en octubre de 2014.





OCTUBRE 2014

Llegada de los primeros flujos hacia los sectores con estrés hídrico notable durante el mes de octubre de 2014. Ya en noviembre, la cantidad de agua alcanzada en dichos sectores era satisfactoria para promover el rebrote de la vega en mal estado.



NOVIEMBRE 2014



**PANORÁMICA Y DETALLE DEL SECTOR DE MANEJO 1 EN TEMPLANZA  
PREVIO A LOS MANEJOS (OCT 2014)**



**SECTOR DE MANEJO 1 EN TEMPLANZA LUEGO IMPLEMENTADOS LOS  
MANEJOS EN ENERO DE 2015**

La Comunidad de Villablanca se localiza en la Cuenca del Río Chulluncane, que desciende del faldeo norte del Volcán Sillajuay y del faldeo este del Volcán La Huanapa. En la Comunidad de Villablanca participó Don Paulo Chambe con dos sectores.

El Sector 1 fue el mayor, donde se trazó un canal de más de 500 m con toma desde el Río Chulluncane, que aportó un significativo caudal para mejora del vega que contiene lagunas y alberga una gran diversidad de aves acuáticas propias de vegas y sustenta el ganado de camélidos y ovinos de Don Paulo Chambe.

El Sector 2 de Templanza contaba con un riego muy incipiente y evidencias de un gran estrés hídrico. Se mejoraron sus caudales desde el Río Chulluncane y se administró la distribución más homogénea del agua, incrementando notablemente la productividad de la vega y reduciendo los procesos de erosión.

Sector 1 de Templanza: uno de los puntos de riego de la vega a partir del canal que toma agua desde el canal trazado por el margen sur del humedal.

Sector de Manejo 2 en Templanza: La Imagen inferior muestra la mejora de la vega en verano de 2015 con respecto de las situaciones previas a los manejos que muestran las fotos superiores.

Don Pablo Chambe explica los manejos aplicados al Sector 1 de Templanza y los resultados de la mejor distribución del agua en la vega.



PANORÁMICA Y DETALLE DEL SECTOR DE MANEJO 2 ANTES DE LOS MANEJOS (OCT 2014)



PANORÁMICA Y DETALLE DEL SECTOR DE MANEJO 2 LUEGO DE IMPLEMENTADOS LOS MANEJOS (OCT 2014)



DICIEMBRE 2013



MARZO 2014



SEPTIEMBRE 2014



DICIEMBRE 2014



La Comunidad de Huaytane se localiza en la vertiente norte del Volcán Sillahuay, en la Cuenca del Río Cariquima. De la Comunidad de Huaytane participaron Doña Eulogia Quispe Mamani y Don Gregorio Castro.

La comparación de imágenes entre diferentes períodos y entre años permite observar el incremento en verdor de la vega. Esto se traduce en aumento de la productividad, reducción del suelo desnudo y el lavado de sales que estresaban aún más la vega desecada.

La cobertura superficial de agua en los sectores más extensos donde se aplicaron manejos para el mejoramiento de vegas mostró notables incrementos en todos los casos entre los monitoreos efectuados en los meses de octubre de 2014 y abril de 2015. La cobertura de agua mostró valores casi 4 veces mayores en promedio a finales de la temporada en comparación con las situaciones al inicio de los trabajos. Los manejos implementados para mejoramiento de las vegas y bofedales deteriorados implican un beneficio del incremento de la cantidad de agua almacenada o retenida por estos humedales.

Se estima que una vega en buen estado utiliza un caudal de medio litro por segundo mínimo para el mantenimiento de una hectárea aproximadamente, según un cálculo conservativo. En la Región de Tarapacá, el período de crecimiento y producción de las vegas es de aproximadamente unos 8 meses al año, entre septiembre y abril. Considerando un éxito relativo de un 75% en la mejora de las áreas de vegas manejadas, y un total de 55 ha de vegas manejadas entre 2013 a 2015, estimamos que la cantidad de agua restituida al ecosistema local y a la cuenca alcanza 500 millones de litros como mínimo en un periodo de un año de funcionamiento de las vegas mejoradas.

Las vegas y bofedales bien manejadas tienen numerosos impactos positivos: biodiversidad, retención de suelos, recarga de acuíferos, aumento del pastoreo, etc. Cumplen una función de regulación del agua en la cuenca. Por lo anterior, consideramos que las vegas y bofedales bien manejas permiten compensar la huella hídrica de las actividades productivas intensivas.

**Figura 9:**

Vega de Huaytane fotografiada desde un mismo punto en diferentes ocasiones. Nótese la mejora entre diciembre de 2013 y de 2014, donde se observa un incremento de verdor y reducción de suelo desnudo y sales por los trabajos de mantenimiento.





## BIBLIOGRAFÍA

Ahumada, M. & L. Faúndez. 2009. Guía descriptiva de los Sistemas Vegetacionales Azonales Hídricos Terrestres de la Ecorregión Altipánica (SVAHT). Ministerio de Agricultura de Chile, Servicio Agrícola y Ganadero. Santiago. 118 pp.

Christie, DA, A Lara, J Barichivich, R Villalba, M Morales y E Cuq. 2008. El Niño-southern oscillation signal in the world's highest-elevation tree-ring chronologies from the Altiplano, Central Andes. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*.

Rigoberto AL, M Monasterio, y LF Terceros. 2007. Regímenes climáticos del altiplano sur de Bolivia: una región afectada por la desertificación. *Revista Geográfica Venezolana*. Vol. 48(1): 11-32.

Salazar, C., L. Rojas, A. Lillo, y E. Aguirre. Documento inédito. Análisis de requerimientos hídricos de vegas y bofedales del Norte de Chile. Convenio de Cooperación entre la Dirección General de Aguas, Universidad de Chile y Comisión Chilena de Energía Nuclear. Pp. 12

Squeo, FA, BG Warner, R Aravena y D Espinoza. 2006. Bofedales, high altitud peatlands of the Central Andes. *Revista Chilena de Historia Natural* 79: 245-255.

Urrutia R y M Vuille. 2009. Climate change projections for the tropical Andes using a regional climate model: Temperature and precipitation simulations for the end of the 21st century. *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH*, VOL. 114: 1-15.

Zavala, H. y J. Cepeda. 2006. Caudales ecológicos en vegas altoandinas: un estudio de caso. En CEPEDA P., J. (ed): *GEOECOLOGÍA de los ANDES desérticos*. La Alta Montaña del Valle del Elqui. Ediciones Universidad de La Serena. La Serena. Chile. 525-551 pp.



La Corporación de Estudios y Desarrollo Norte Grande es una Organización de Derecho Privado Sin Ánimo de Lucro fundado en 1992 en la Ciudad de Arica, Norte de Chile.

Desde sus inicios, la Corporación Norte Grande ha desarrollado sus acciones en la sub-región andina de América del Sur, gracias a apoyos de diversas agencias de cooperación para el desarrollo, ha implementado proyectos de corto, mediano y largo plazo en Chile, Argentina, Bolivia y Perú, indirectamente ha apoyado iniciativas en Ecuador.

El equipo de trabajo de la CNG está conformado por profesionales de distintas disciplinas y países que comparten la pasión por apoyar a toda organización humana interesada en realizar acciones que contribuyan a mejorar de manera sostenible las condiciones de vida en comunidades que menos han disfrutado de la prosperidad alcanzada en sus países.

Para ello, entendemos que es relevante ser flexibles en la exploración de soluciones creativas, inteligentes y de largo plazo, de allí creemos en la necesidad de generar la mayor cantidad de alianzas y lazos de colaboración posibles.



Somos una fundación latinoamericana creada en 1994, enfocada en producir cambios a gran escala para el desarrollo sostenible mediante la construcción de procesos de colaboración entre actores de distintos sectores.

En los últimos 20 años Fundación Avina ha impulsado procesos colaborativos que promueven la generación de bienes públicos de calidad y la transición hacia una nueva economía para generar cambios sociales y sistémicos para impactar de manera positiva en el desarrollo sostenible.

Avina ha identificado, incubado y apoyado espacios, instituciones e iniciativas de colaboración a través de las mejores oportunidades de cambio sistémico, tecnologías de futuro, iniciativas sociales innovadoras y nuevos modelos de negocios para producir impacto a gran escala en Latinoamérica.

La Iniciativa +Agua es un espacio creado por Fundación Avina en alianza con Coca Cola Company para promover la compensación de huella hídrica en el sector privado a través de acciones que mejoren el acceso al agua en comunidades vulnerables, y la conservación y protección de fuentes hídricas. La Iniciativa +Agua, ha desarrollado más de 15 proyectos en Argentina, Bolivia y Perú desde su creación el 2012, apoyando así el fortalecimiento de la seguridad hídrica a través de prácticas innovadoras y procesos colaborativos entre distintos sectores.