

# Caso del Bofedal Cochapampa, cuando la minería puede ayudar a mejorar el uso eficiente del agua.

Iván Salomon Salas Aguilar

HUDBAY PERU S.A.C, Av. Jorge Chávez 235, Piso 7, Miraflores, Lima, Perú (ivan.salas@hudsonminerals.com)

---

## RESUMEN

Los bofedales (humedales altoandinos) son considerados ecosistemas frágiles, con características y recursos singulares, con baja resiliencia ante eventos naturales y presión antropogénica los cuales producen una profunda alteración en su estructura, composición y funciones, estas características hacen que la protección de estos ecosistemas sea legislada a nivel nacional e internacional.

Hudbay Perú viene ejecutando el Plan de Manejo de Bofedales como parte de su compromiso de compensación ambiental el cual tiene como objetivo mejorar las condiciones del ecosistema del Bofedal de Cochapampa ubicado en territorio de la comunidad campesina de Chilloroya a 4300 m.s.n.m (comunidad de influencia directa de la Unidad Minera Constancia). Estos trabajos consisten fundamentalmente en reducir la carga ganadera y la actividad de pastoreo que realizan los usuarios del bofedal en esta zona, a razón de que esta actividad antrópica afecta seriamente las condiciones naturales del bofedal el cual en la época de secas de los andes es fuente de agua y pastos para la actividad ganadera.

El bofedal de Cochapampa también provee de agua a la comunidad de Chilloroya para ser usado en actividades agropecuarias, principalmente para el riego de parcelas de pastos forrajeros que son la fuente de sustento principales de la economía familiar por la producción de leche, queso y carne.

Se ha revisado bibliografía y trabajos acerca de la huella hídrica de la producción de los principales productos derivados de la ganadería (carne, queso y leche) donde se puede verificar que el uso del recurso hídrico no resulta ser eficiente comparado con otro tipo de actividades productivas en este caso la agricultura en sistemas protegidos (invernaderos), esto en un contexto de cambio climático y condiciones de estacionalidad de los andes peruanos.

Desde esta perspectiva, se propuso cambiar el uso tradicional del recurso hídrico (agua) proveniente del bofedal de Cochapampa, considerando la variable cambio climático y contrastando la huella hídrica de los productos tradicionales vs la huella hídrica de productos alternativos.

Como resultado a la fecha en la comunidad de Chilloroya se tienen instalados 12 invernaderos los

cuales están dedicados a la producción de fresa, generándose a su vez una actividad económica alternativa alrededor de este producto.

## 1. Introducción

El Bofedal es un ecosistema alto andino también conocido como humedal de altura este ecosistema se encuentra presente en los Andes según muchos autores desde los 3800 msnm (Rivas-Martínez & Tovar 1982, Maldonado Fonkén 2010), La extensión de los Bofedales en el Perú está estimada en 549 360 hectáreas que es alrededor del 0,4% de la superficie del País (MINAM 2012) dentro de sus características particulares este ecosistema es hidromórfico compuesto de vegetación herbácea hidrófila, se establece en territorios planos, en depresiones o con ligera inclinación, están permanentemente inundados o saturados de agua. Su vegetación es densa y compacta siempre verde de porte almohadillado o en cojín; la fisonomía de la vegetación corresponde a herbazales de 0,1 a 0,5 metros (MINAM, 2019). En muchas partes de los andes peruanos este ecosistema es denominado como oqhoconal que en idioma quechua significa “zona húmeda”. (Maldonado, 2015).

El bofedal de Cochapampa geopolíticamente está ubicado en el departamento o región Cusco, provincia de Chumbivilcas, distrito de Velille, comunidad campesina de Chilloroya. Pertenece a la microcuenca del río Chilloroya y localmente es conocido como Cochapampa, el área que comprende el ecosistema de bofedal propiamente dicho es aproximadamente de 92 ha, esta área está dividida en 19 parcelas pertenecientes a igual cantidad de “usuarios” de la comunidad de Chilloroya, siendo la ganadería de ovinos y vacunos la principal actividad económica de sustento que los usuarios del bofedal ejecutan en este área en la época de secas pues esta brinda el forraje necesario para el sustento de su ganado, siendo a la vez esta actividad identificada como la principal causa de degradación de este ecosistema.

El bofedal se encuentra en la zona sur de la CC de Chilloroya a 4300 ms.n.m (imagen 1) y las aguas que discurren de este ecosistema van en dirección sur a norte dando inicio al río Chilloroya el cual pasa por dicho centro poblado ubicado a 4050 ms.n.m. (Figura 1).

Esta condición fue propicia para que en la C.C de Chilloroya se implementase un el sistema de irrigación denominado “Sistema de Riego Pacawasi” el cual capta las aguas provenientes del bofedal y a través de un sistema de conducción de 17 kilómetros incluidas las subredes abastecen con agua de riego a un total de 33 beneficiarios para el riego de parcelas de pastos cultivados y para bebida en ganadería.

## **2.0 Marco teórico**

### **2.1 Flora y fauna de los Bofedales**

La composición botánica y la diversidad de bofedales exhiben una variación considerable en función de la ubicación, altitud, topografía, humedad, exposición, latitud, influencia del ganado, etc. Además, la mayoría de los bofedales son complejos de diferentes comunidades de plantas (Ruthsatz 2012). Weberbauer (1945) describe cuatro comunidades de plantas hidrófilas que pueden asociarse con humedales denominados bofedales en diferentes partes del país. (M Fokén, 2010).

En Perú, las especies dominantes suelen ser *Distichia muscoides* Nees & Meyen (Juncaceae, (común en todo el Perú) o *Distichia acicularis* Balslev & Lægaard (generalmente registrada en el norte del país). Cabe mencionar que, según Ramírez (2011), es posible encontrar una tercera especie: *Distichia filamentosa* Buchenau, en bofedales peruanos (Ancash). *D. filamentosa* también se ha registrado en bofedales bolivianos y chilenos (Ruthsatz 2012), lo que significa que es muy probable que también esté presente en el sur de Perú. Las observaciones de campo confirman que los musgos están presentes con una cobertura muy pequeña en comparación con las especies de *Distichia*. Y el resto de plantas acompañantes son generalmente comunes a más de una de las comunidades de bofedales

Los bofedales son un recurso importante para los animales silvestres, ya que les proporcionan agua, alimentos, refugio y sitios de anidamiento (Maldonado Fonkén & Maldonado 2010). En estos hábitats se pueden observar alimentándose o bebiendo agua a la “vicuña” *Vicugna vicugna* y al “guanaco” *Lama guanicoe* (camélidos silvestres). Lo mismo ocurre con el “venado cola blanca” *Odocoileus virginianus* y la “taruca” *Hippocamelus antisensis*, siendo esta última la única especie de venado cuyo rango se extiende hasta la línea de nieve.

Roedores tales como “vizcacha” *Lagidium peruanum* y varios ratones (*Akodon boliviensis*, *Auliscomys pictus*, *Calomys lepidus*, *Necromys amoenus*, *Phyllotis osilae*, *Phyllotis xanthopygus*, etc.) también se alimentan en estos hábitats. De otro lado, atraídos por la presencia

deherbívoros, así como por el agua, los carnívoros como el “puma” *Puma concolor*, el “zorro andino” *Lycalopex culpaeus* y el gato del pajonal” *Leopardus colocolo* también pueden visitar bofedales. De acuerdo con Tellería et al. (2006), los bofedales operan como hotspots locales para aves, manteniendo a las especies que están primariamente asociadas con una variedad de otros hábitats como río y lagos (i.e. patos, incluyendo *Anas flavirostris* y *Anas specularoides*; Figura 4b), praderas húmedas (*Avefria andina* *Vanellus resplendens*, huallata *Chloephaga melanoptera*; Churrete de ala barrada *Cinclodes fuscus*, Negrito andino *Lessonia oreas*, etc.) y estepas de gramíneas (palomita dorada *Metriopelia aymara*, agachona mediana *Thinocorus orbignyianus*, etc.). La riqueza de la fauna de aves se correlaciona positivamente con el tamaño del bofedal y la proximidad a los cuerpos de agua abiertos permanentemente. Maldonado Fonkén & Maldonado (2010) enumeran otras aves registradas en bofedales en la región de Ancash. Y al sur de los Andes peruanos, el “suri” *Rhea pennata*, es otra especie característica que también se ha observado en bofedales de la puna xerofítica (Moquegua). Los bofedales también son importantes para los animales que viven en praderas húmedas y estanques, como los anfibios (Tellería et al. 2006). Estos incluyen el sapo *Rhinella spinulosa* (Figura 4c) y las ranas *Gastrotheca marsupiata*, *Pleurodema marmorata* y *Telmatobius jelskii*. Las tres primeras de estas especies se reproducen en arroyos de flujo lento (Angulo et al. 2004, 2010; Cortez et al. 2010).

### **2.2 Agua y turba**

Los bofedales ocupan áreas que reciben agua del derretimiento de glaciares, ríos, lagos y acuíferos subterráneos (agua subterránea) además de la precipitación, almacenándola en las partes altas de las cuencas. La escorrentía de bofedales es lenta y, en muchos casos, el agua se filtra a través del suelo antes de reanudar el flujo en un nivel inferior. De esta manera, los ecosistemas bofedal regulan el flujo de agua y aseguran la estabilidad del suelo. Aunque no reemplacen la función de almacenamiento de agua de los glaciares, los bofedales también almacenan cantidades considerables de agua, lo cual es importante en el contexto del cambio climático (Leyva 2008, Gobierno Regional de Ayacucho 2007, CDC 2005, Salvador & Cano 2002; en Maldonado Fonkén 2010).

En cualquier estudio de humedales con fines de conservación o manejo, es muy importante determinar el origen del suministro de agua y si existen conexiones hidrológicas con otros humedales o cuerpos de agua. Las asociaciones de los bofedales con los cuerpos de agua son variables. Algunos están vinculados a cursos

de agua como ríos, arroyos, lagos o estanques; y otros a "ojos de agua" (estanques pequeños generalmente alimentados por aguas subterráneas). En el caso de bofedales estacionales, el agua suele ser visible solo durante la estación húmeda.

Como se mencionó anteriormente, la presencia de turba o suelo orgánico debería ser un rasgo característico de los bofedales. Sin embargo, hay pocos estudios sobre la profundidad o características de la turba en bofedales peruanos. Cooper et al. (2010) estudiaron cuatro tipos de comunidades vegetales (plantas de cojín, pastizales húmedos, briofitas y líquenes, juncos y ciperáceas) en Cajamarca (norte de Perú). La primera de estas (comunidades de plantas de cojín que incluyen *Distichia* spp, *Plantago tubulosa* y / o *Oreobolus obtusangulus* Gaudich) registró el mayor contenido de carbono orgánico (30–40 %) y la capa de turba más gruesa (> 7 m). En Arequipa y Junín, Salvador et al. (2014) investigaron sitios con al menos 30 cm de turba (contenido de materia orgánica > 30 %). El mayor contenido de materia orgánica se registró en las turberas de *Oxychloe* (78 %), seguido de las de *Distichia* (69 % ± 14 %), *Plantago tubulosa* (63 %) y una mezcla de *Distichia* y *Plantago tubulosa* (56 ± 26 %). Se necesitan más estudios para aclarar la relación de las comunidades vegetales de bofedales con la profundidad de la turba y el contenido de carbono orgánico (Maldonado Fonkén 2010).

### **2.3 Servicios Ecosistémicos de los Bofedales**

Los bofedales son fuente de una extensa biodiversidad y pueden ser valorados de acuerdo a sus funciones; a sus productos directamente explotables, como los recursos hidrobiológicos y a sus atributos, tales como la diversidad biológica y el patrimonio cultural, que poseen valor por sí mismos o dan pie a otros usos. La combinación de estos aspectos hace que los bofedales tengan un elevado valor natural, social y económico. (MINAM, 2015). Según Flores et al. (2014) y Page y Baird (2016) de los servicios que proveen los bofedales, y en especial las turberas altoandinas son los siguientes:

#### **a) Servicios de provisión**

- Forraje para el ganado: Tradicionalmente los bofedales han sido usados para alimentar a alpacas, pero desde la introducción del ganado vacuno, ovino y equino, diferentes zonas de los bofedales son aprovechados también por estos animales.
- Turba: Como abono para viveros de diferentes partes del país y como una medida de subsistencia, en áreas en que no hay otras fuentes de combustible para la población local.

- Plantas medicinales: Hay especies que crecen en los ambientes más húmedos, que son usados como medicina natural.

- Agua: En las partes bajas de la cuenca, es uno de los servicios más valorados, pero menos investigados.

#### **b) Servicios de regulación**

- Almacén de carbono: La turba, o suelo orgánico presente en los bofedales, son la principal forma de almacenamiento y fijación de carbono.

- Protección de procesos de erosión de la turba y el suelo: El principal factor de erosión es el agua. Mantener una buena proporción de cubierta vegetal permite que por fricción la velocidad del agua vaya disminuyendo al moverse dentro del bofedal.

- Purificación del agua: Se ha visto que los bofedales pueden mejorar la calidad del agua, reduciendo el contenido de metales.

- Almacén de agua: La turba funciona como una esponja que permite retener con más fuerza el agua almacenada en su interior, lo que también permite reducir la velocidad en el movimiento del agua al interior del bofedal.

- Regulación hídrica: Si la turba actúa como una esponja entonces no se liberará agua en la época de estiaje, sino solo durante las lluvias (el excedente que no puede ser almacenado en el bofedal).

- Regulación del clima local: Se relaciona con la cantidad de agua que se almacena en un bofedal, y el alto calor específico que tiene el agua como compuesto químico. Esto permite que alrededor de un bofedal con mucha agua, como alrededor de una laguna, se amortigüen las temperaturas extremas.

- Regulación climática global: Naturalmente, existe un balance entre el carbono que las plantas capturan por fotosíntesis y que fijan como turba, con el carbono que es liberado como metano, que no conocemos. Se sabe que cuando los bofedales se degradan, liberan el carbono que estaba fijado en la turba, y esto siempre implica una contribución extra de gases de efecto invernadero, que aceleran el cambio climático.

#### **c) Servicios de soporte**

- Refugio de fauna silvestre y de biodiversidad: Los bofedales poseen condiciones únicas dentro del paisaje andino, que permite el mantenimiento de muchas especies vegetales adaptadas a estas condiciones.

- Formación de turba: Es uno de los procesos centrales de mantenimiento de un bofedal, y depende en gran medida del hidroperiodo.

- Mantenimiento del ciclo de nutrientes: El ciclo que mejor se conoce es el de carbono.

#### **d) Servicios culturales**

Cuando los bofedales están bien conservados son valorados por:

- Tener belleza escénica y paisajística
- Ser áreas de recreación y turismo.

### **2.1 Actividades antrópicas en bofedales**

Las condiciones ambientales por encima de los 3800 m de elevación generalmente hacen que la agricultura sea difícil o inviable, por lo que la ganadería se convierte en la actividad económica principal de las personas que viven a esta altitud (Maldonado Fonkén 2010). Los bofedales son fuentes importantes de alimento y agua para el ganado, especialmente en las áreas más secas del país (i.e. puna xerófitica) con una fuerte estacionalidad. Además, son elementos clave del manejo ganadero. La práctica tradicional de la crianza de camélidos (alpacas y llamas) se originó en tiempos prehispánicos, junto con el desarrollo de técnicas para utilizar bofedales con el fin de mejorar el éxito de la cría de animales. Una de estas técnicas fue el riego de pastos, que se ha registrado desde tiempos prehispánicos en Canchis (Cusco) y Puno. Algunos autores creen que esta actividad creó muchos bofedales en la puna central y del sur del Perú. Existen varias técnicas de riego de acuerdo con las características de cada sitio, como la disponibilidad de agua y las especies de plantas. Sin embargo, el objetivo general es siempre proporcionar un acceso constante al agua, teniendo en cuenta la alternancia de estaciones (seca y húmeda), así como las interrupciones del suministro durante la congelación. (Maldonado Fonkén 2010).

### **2.4. Legislación**

Los bofedales son considerados como ecosistemas frágiles en la Ley General del Ambiente del Perú (Ley N° 28611, Artículo 99) (Maldonado Fonkén 2010), sobre todo porque de ellos dependen varias especies de flora y fauna amenazadas o endémicas (Birdlife International 2003, León et al. 2006, MINAG 2004, 2006). De acuerdo con el Reglamento de Zonificación Ecológico Económica peruana (DS N° 087-2004-PCM, artículo 9) (PCM 2004), los bofedales son áreas de conservación o protección. De acuerdo con el Reglamento Ambiental Peruano para Actividades de Exploración Minera (DS 20-2008-EM, Artículo 11): “ninguna actividad de exploración o caminos pueden cruzar bofedales o humedales, o causar la colocación de materiales, desechos o cualquier otra materia o sustancia en ellos”. Si se pierden o afectan durante la explotación, se deben implementar medidas de compensación y gestión para permitir la reposición (o sustitución) de sus servicios ambientales (RM N° 092-2014-MEM / DM) (MEM 2014), en la misma línea el (DS N° 040-2014-EM,

Artículo 51) refiere al contenido del Plan de Compensación Ambiental siendo su conservación y uso sostenible promovido por La Estrategia Nacional de Humedales (D.S. N° 004-2015-MINAM).

### **2.5 Plan de compensación**

Las acciones que se ejecutan para hacer frente a un determinado impacto ambiental tienen por finalidad evitar, disminuir o mitigar los efectos adversos del proyecto o actividad, según sea el caso la primera acción que se ejecuta frente a la detección de un impacto ambiental es evitar dicho impacto, si no se puede evitar el impacto debemos mitigar este impacto y si finalmente no podemos evitar y mitigar debemos de compensar el impacto ocasionado, es entonces según estos criterios que dentro de la actividad minera se considera que “cuando en el desarrollo del proyecto se afecten áreas de importancia ecológica identificadas en el estudio ambiental o por la autoridad minera durante la evaluación, tales como bofedales, lagunas, ríos, manantiales, humedales, bosques primarios, ecosistemas frágiles o áreas de alta biodiversidad, siempre que no se puedan adoptar medidas de prevención, corrección, mitigación, recuperación y/o restauración eficaces establecidas por la autoridad, se deberá incluir dentro del estudio ambiental, un plan de compensación ambiental. Las actividades de compensación podrán comprender: recuperación de bofedales, reforestación, manejos de pastos, estructuras de almacenamiento de agua, manejo de suelos, manejo de escorrentía superficial, bajo la concepción del manejo integral de una cuenca o apoyo a áreas naturales protegidas, entre otras; tendientes a recuperar los bienes y servicios ambientales afectados” (EM,2014), en tal sentido Hudbay dentro del marco de los compromisos asumidos en sus instrumentos de gestión ambiental, y como parte de su estrategia de manejo ambiental ejecuta el Plan de Compensación Ambiental (PCA) que tiene como objetivo garantizar el mantenimiento de la biodiversidad y la funcionalidad del Bofedal de Cochabamba, considerando los lineamientos para la Compensación Ambiental en el marco del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (R.M. N°398-2014-MINAM), la Guía General de Compensación Ambiental (R.M. N°066-2016-MINAM), la Guía complementaria para la Compensación Ambiental en Ecosistemas Altoandinos (R.M. N°183-2016-MINAM), así como la Nota Técnica N°9 “Marco Conceptual y Metodológico para estimar el Estado de Salud de los Bofedales” (MINAM, 2014).

Es así que en una primera instancia se levantó una línea base de este ecosistema, se caracterizó y estimó

el valor ecológico, se determinó el área de trabajo, para así elaborar una propuesta de intervención donde las labores ejecutar serían principalmente las siguientes:

- Identificar y establecer acuerdos de trabajo con los poseedores del bofedal.
- Crear y fortalecer capacidades de los usuarios en la implementación y gestión de pastos cultivados y ganadería.
- Disminuir la carga ganadera de ovinos y vacunos en el bofedal
- Recuperar y/o mejorar los servicios ecosistémicos del bofedal.
- Optimizar el recurso hídrico.

Como resultado de estas acciones se identificaron 19 poseedores de parcelas dentro del bofedal con quienes en su condición de “usuarios del bofedal” se logra establecer un convenio de trabajo dentro del plan de compensación con 15 de los 19 poseedores, con ellos se ejecutaron actividades encaminadas a desarrollar y fortalecer capacidades de los poseedores usuarios del bofedal en temas de manejo ganadero, siembra y gestión de pastos cultivados, elaboración de forrajes, ensilado, gestión de sistemas de riego, conducentes a brindar las condiciones necesarias y dar continuidad a su actividad ganadera pero sin afectar el bofedal de Cochapampa.

Producto de este trabajo se logró implementar 48.21 hectáreas de parcelas de pastos cultivados fuera del bofedal de Cochapampa en las parcelas de secano que poseen los usuarios del bofedal dentro de la comunidad de Chilloroya teniendo como insumo principal el agua de riego proveniente del bofedal de Cochapampa a través del sistema de irrigación de Pacawasi. (Figura 2)

Todas estas actividades fueron desarrolladas en forma intensiva desde el año 2017, logrando desarrollar una muy buena respuesta de trabajo de parte de los usuarios del bofedal alcanzando los objetivos programados.

## 2.6 Análisis de Riesgos y Vulnerabilidades

### 2.6.1 Cambio climático

En los últimos años, la agricultura de los Andes ha mostrado mayor sensibilidad al cambio climático, favoreciendo procesos de erosión del suelo, retroceso de glaciares, pérdida de cobertura vegetal, incremento en la intensidad de lluvias y alteración en la dinámica de los cultivos de la región como: papa, quinua, maíz, entre otros. (Lozano et al 2021), no es una excepción el caso de las actividades agropecuarias que se ejecutan en la C.C de Chilloroya debido no solamente a la cantidad de agua disponible para el sustento de esta actividad a la cual cada vez más comuneros empezaron

a dedicarse trayendo como consecuencia conflictos referentes al uso de agua.

Pese a ser el cambio climático un fenómeno adverso, éste exige medidas de adaptación, eso quiere decir organizar las poblaciones de tal forma que puedan cambiar hábitos productivos y organizativos principalmente. En este contexto se requiere la lectura del territorio para poder identificar las cabeceras de cuenca, los ojos de agua, manantes, los vasos de agua. Con esta identificación se puede hacer siembras y cosechas de agua. También se puede realizar otras actividades productivas agropecuarias, cultivos en invernaderos, uso de nuevas tecnologías en el uso del agua, nuevas formas de gestión en la crianza de animales (menos animales de mejor calidad), cultivo de pastos estacionales y sus transformaciones para la alimentación de los animales, etc.

### 2.6.2 Uso actual de agua-huella hídrica

La huella hídrica es un indicador medioambiental que sirve para estimar el volumen de agua dulce que se usa en la producción de bienes y servicios. Es un indicador geográficamente explícito, ya que no solo muestra el volumen de agua consumida y contaminada, sino también su ubicación. La huella hídrica de un producto en particular es el volumen de agua dulce utilizada para producirlo, medido en el lugar donde se llevó realmente a cabo la producción de dicho producto. Además, se trata de un concepto global, ya que la huella hídrica hace referencia a la cantidad de consumo de agua en varias etapas de la cadena de producción.

Existen diferentes tipos de huella hídrica, en función de la fuente de la que proviene el agua

- **Huella hídrica azul.** Responde a la cantidad de agua que procede de fuentes superficiales o subterráneas que se utiliza para la producción de un producto o para la provisión de un servicio. El agua dulce que se encuentra en la superficie terrestre incluye lagos, estanques, embalses, ríos, arroyos y humedales (bofedales en este caso). Estas fuentes y reservas de agua engloban un 0,3% del volumen del agua dulce total de la Tierra. Estas masas de agua cumplen con importantes funciones en el ambiente como puede ser la regulación del clima o del ciclo hidrológico.
- **Huella hídrica verde.** En algunas ocasiones se utiliza agua de lluvia para el proceso de fabricación de un producto. Se calcula observando el volumen de agua de lluvia que

se incorpora al proceso productivo y que no pasa a ser agua residual.

- **Huella hídrica gris.** Este tipo de huella hídrica sirve como indicador del nivel de contaminación del agua dulce derivado de la totalidad del proceso productivo y de comercialización de un producto. La huella hídrica gris es el valor resultante de calcular la cantidad de agua necesaria para diluir las sustancias contaminantes hasta que el agua sea lo suficientemente limpia como para pasar los controles de calidad que marca la ley.

### **2.7. Propuesta de agricultura sostenible.**

Para efectos del presente trabajo se analizó la huella hídrica azul de cuatro de los productos de esta región altoandina los cuales se obtienen de las actividades agropecuarias tradicionales: la carne de res, carne de cordero, leche y queso. De acuerdo a los estudios de huella hídrica, los productos antes mencionados presentan los siguientes valores: para producir un kilogramo de carne de res se necesita de 15 mil litros de agua, para producir un kilogramo de carne de cordero 8700 litros, para un litro de leche mil litros de agua por lo tanto para producir un kilo de queso se precisan 10000 litros de leche en promedio (dependiendo del tipo de queso). (Fundación Aquae)

Conscientes de que la actividad ganadera en la comunidad de Chilloroya en un corto a mediano plazo aumentará y a la vez la demanda de agua para el riego de los pastos forrajeros nos propusimos desarrollar una alternativa viable que sea eficiente en el uso de agua.

Es en este contexto que desde el año 2020 se busca desarrollar otras alternativas más eficaces para el mejor aprovechamiento del recurso hídrico y el territorio en pos de adaptarnos a estos nuevos escenarios, es así que se origina la propuesta de “cambio de uso del agua” para desarrollar acciones para el uso eficiente de este recurso principalmente desde la perspectiva que el agua es un capital natural el cual debe tener una adecuada inversión, uso y aprovechamiento, en este caso para el desarrollo social y el uso eficiente y sostenible de los servicios ecosistémicos presentes en el territorio.

Evaluando diferentes alternativas nos decantamos por desarrollar una alternativa en la cual se pueda producir productos agrícolas que tengan menor consumo de agua, bajo sistemas protegidos.

#### **2.7.1 Sistemas de agricultura protegida**

La agricultura protegida es aquella que se realiza bajo condiciones que el agricultor puede controlar algunos factores ambientales, con lo cual reduce el impacto que

las condiciones climáticas adversas puedan ocasionar sobre sus cultivos.

Una de las estructuras de más frecuente uso en la agricultura protegida son los invernaderos que son estructuras cerradas, elaboradas con material transparente con suficiente tamaño de área y altura que pueden contener incluso árboles frutales. Bajo este sistema los agricultores logran productos que de otra forma no hubiesen podido ser viables en las condiciones típicas de un terreno, en este caso en los Andes peruanos a más de 4000 m.s.n.m, con variaciones de temperatura invernal de hasta -6 °C y temporada seca de hasta 8 meses al año.

Considerando todas estas variables presentes se iniciaron conversaciones con los usuarios del bofedal de Cochapampa donde se les propuso establecer invernaderos para la producción de fresa con la propuesta de iniciar un cambio en el uso del agua y territorio, generar ingresos económicos adicionales y tener un uso más eficiente del recurso hídrico en comparación a la actividad ganadera.

### **3. Objetivo**

Demostrar el uso eficiente del recurso hídrico a través de la implementación de sistemas de agricultura protegida para el cultivo de fresa.

### **4. Metodología**

Para poder establecer los invernaderos de fresa en los terrenos de los usuarios del bofedal de Cochapampa en sus terrenos de la comunidad de Chilloroya se proyectó ejecutar tres actividades principales:

#### **4.1 Visitas a otras experiencias**

Junta directiva de la comunidad fueron involucrados y e invitados de los usuarios del bofedal a lugares donde ya se habían implementado sistemas de agricultura protegida.

Se visitaron experiencias de cultivo de diversos productos agrícolas bajo invernadero buscando un producto óptimo para su manejo y que tenga a la vez demanda en el mercado, era necesario que antes de poder implementar una opción de producción, se tenga que visitar y constatar “in situ” experiencias que ya tenían desarrollado estos sistemas protegidos de agricultura, se pudo verificar que existe una gran variedad de experiencias, tal es el caso de las comunidades de Ccorao, Matinga y Chillipampa en el distrito de San Sebastián, provincia de Cusco (Figura 3), donde estas comunidades han establecido estos sistemas productivos desde hace más de 10 años logrando una madurez y diversificación de toda su cadena productiva la cual va desde la producción de

gran variedad de flores, legumbres y frutas siendo uno de sus logros comercializar esta su producción casi de forma exclusiva en hoteles y restaurantes turísticos, a la vez se pudo apreciar que las condiciones del territorio donde están emplazados estos centros productivos se encuentran a un máximo de altura de 3500 m.s.n.m. y cuentan con una disponibilidad de recurso hídrico mucho mayor en comparación a la CC de Chiloroya

#### 4.2 Construcción de los invernaderos

Viendo las experiencias en las comunidades antes mencionadas se eligió un modelo y a fines del mes de mayo 2021 se culminó de construir el primer invernadero el cual tenía una capacidad de 240 m<sup>2</sup> (foto 1) construido en armazón metálico y forrado con una cobertura transparente de agrofílm, este invernadero en su interior está diseñado para contener ocho camellones de siembra de 8 metros de longitud cada uno (foto 2) los cuales están forrados con plástico Mulch para fresas, se implementó con un sistema de riego por goteo para lo cual en cada camellón debajo del plástico Mulch se instalaron tres cintas de riego por goteo. (Figura 4).

#### 4.3 Desarrollo de capacidades:

Desde el inicio de la construcción del primer invernadero se planificó implementar una serie de talleres de capacitación los cuales fundamentalmente en:

- Gestión y mantenimiento de sistemas de riego.
- Gestión y mantenimiento de estructuras de agricultura protegida.
- Gestión de los cultivos de fresa. Siembra, control fitosanitario, riego, cosecha y comercialización.

La mayoría de estas capacitaciones se llevaron a cabo en viajes de pasantía a otras localidades donde los usuarios del bofedal que se iban a dedicar la producción de fresas fueron capacitados en la práctica en cada uno de los mencionados anteriormente, adicionalmente a esta actividad se estableció un cronograma de capacitaciones y talleres personalizadas en las mismas instalaciones de los invernaderos construidos a los usuarios del bofedal.

#### 5. Resultados:

Desde el inicio de la construcción del primer invernadero hasta el mes de junio 2022 se tienen los siguientes resultados:

1.- Diez invernaderos construidos con los fondos del proyecto, siete de los cuales se encuentran ya en fase

de producción de fresa y tres en fase de desarrollo de los cultivos.

Cabe resaltar que se había planeado construir solamente un invernadero con las dimensiones en área ya descritas (240m<sup>2</sup>), y los demás invernaderos presupuestados en el proyecto iban a ser de 160m<sup>2</sup>, situación la cual no fue aceptada por los usuarios del bofedal quienes de mutuo acuerdo decidieron poner una contrapartida económica para poder acceder a que se o construyan invernaderos de 240m<sup>2</sup> cada uno, para el mes de febrero 2022 se totalizó la construcción de 10 invernaderos de fresa con las mismas características anteriormente descritas

2.- Dos pobladores de la Comunidad de Chilloroya uno de ellos usuario del bofedal y el otro no, al poder evidenciar los resultados que se estaban teniendo decidieron por su cuenta financiar en su totalidad la construcción de dos invernaderos adicionales con iguales características a los anteriores para el cultivo de fresa (uno para cada uno) actualmente estos invernaderos también están en producción.

3. Seis pasantías y talleres de capacitación en otras experiencias de cultivo de fresas bajo sistemas de agricultura protegida en comunidades y poblaciones de los departamentos de Cusco y Apurímac, donde no solo pudieron aprender acerca de la producción de fresa sino de otras alternativas como hortalizas e incluso flores.

4. Mas de 20 talleres teórico-prácticos personalizados dictados por especialistas los cuales enteramente estaban orientados para el desarrollo de capacidades en el establecimiento, y gestión de cultivos de fresa, control fitosanitario, gestión de agua y sistemas de irrigación adicional a esto se sumó la participación libre de más de 20 personas de la CC de Chilloroya.

5.- Uso eficiente del agua por la reducción del consumo de agua de hasta un 90% en comparación a actividades tradicionales como la ganadería. Paralelamente a las actividades de producción de fresa ya mencionadas se ha podido calcular el consumo de agua de esta actividad para lo cual se hizo un seguimiento del riego de los cultivos de fresa bajo condiciones de invernadero de lo cual se ha podido constatar que el consumo de agua para producir un kilogramo de fresa se precisa de 196.36 litros de agua, a una temperatura promedio de 14°C y una humedad también promedio de 57,7%. (Figura 6).

6.- Se ha creado una nueva actividad económica que es una alternativa que genera ingresos económicos en el corto plazo, en octubre de 2021 se tuvo la primera cosecha de fresas, Esta producción es comercializada en su totalidad en la misma comunidad y en ferias

locales de otras comunidades. Diversificación de la economía local y de poblaciones aledañas debido a que la producción de fresa se vende en las tiendas locales, en la feria semanal de la comunidad, además que muchos de los productores de fresa viajan a localidades que están a una y dos horas en tiempo de viaje para vender semanalmente su producción en mercados de estas poblaciones de aledañas.

7.- Generación de “confianza” en la población de las comunidades hacia la empresa minera.

8.- Se está cumpliendo con los objetivos del plan de compensación ambiental ya que cada vez más usuarios del bofedal están reduciendo hasta en un 60% la carga ganadera dentro del bofedal

### 6.Conclusiones:

- Se puede constatar que la adopción de nuevas tecnologías en el uso de agua junto a la decisión de implementar otro método de agricultura nos permite un uso eficiente de este recurso en comparación con actividades productivas tradicionales.
- Con la implementación de estos sistemas de agricultura protegida se tienen nuevas oportunidades de desarrollo y diversificación de la economía de una comunidad.
- Se evidencia que la implementación de estos sistemas de producción agrícola procura la inclusión de todos los miembros de un núcleo familiar con una tendencia al empoderamiento de la mujer en casi el 60% de las experiencias desarrolladas.
- Ambientalmente esta actividad es viable porque permite el uso sostenible de los servicios ecosistémicos del entorno, en este caso particular promueve la recuperación del ecosistema del bofedal de Cochapampa.
- La perspectiva desde la cual se enfocan este tipo de trabajos - experiencias promueve la visión a futuro de los pobladores para el aprovechamiento eficiente de sus recursos naturales dentro de un escenario de cambio climático.

### Agradecimientos

A la jefatura del área de Gestión de Riesgos y Sostenibilidad Hudbay por su apoyo, a los pobladores de la CC de Chilloroya en especial a los usuarios del Bofedal de Cochapampa por su apertura, visión colaboración y amistad, finalmente a nuestros colaboradores W. Saire, SC. Ayala y W. Cardenas que

como personal de campo participan en la implementación de este proyecto.

### Referencias bibliográficas

- Angulo, A., De la Riva, I., Jungfer, K., Córdova-Santa Gadea, J. & Sinsch, U. (2004) *Gastrotheca marsupiata*. En: IUCN 2013 Lista Roja de Especies Amenazadas, Versión 2013.2. Disponible en: [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org), acceso el 20 de mayo de 2014
- Cooper, D.J., Wolf, E.C., Colson, C., Vering, W., Granda, A. & Meyer, M. (2010) *Alpine peatlands of the Andes, Cajamarca, Peru (Turberas Alpinas de los Andes, Cajamarca, Perú)*. *Artic, Antarctic, and Alpine Research (Investigaciones Articas, Antarticas y Alpinas)*, 42(1), 19–33 (en inglés).
- Rivas-Martínez, S. & Tovar, O. (1982) *Vegetatio Andinae, I. Datos sobre las comunidades vegetales de los Andes Centrales del Perú*. *Lazaroa*, 4, 167–187.
- Fundación Aquae, Huella Hidrica <https://www.fundacionaquae.org/calculadoras-aquae/calculadora-huella-hidrica/>
- Maldonado Fonkén, M.S. (2010) *Comportamiento De La Vegetacion De Bofedales Influenciados Por Actividades Antropicas*. Tesis de Maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú, 119 pp.
- MINAM (2012) *Memoria Descriptiva del Mapa de Cobertura Vegetal del Perú*. Ministerio del Ambiente (MINAM), Lima, 76 pp.
- MINAM (2019) *Guía de Evaluación del Ecosistema de Bofedal*, Ministerio del Ambiente (MINAM), Lima.
- Ruthsatz, B. (2012) *Vegetación y ecología de los bofedales altoandinos de Bolivia*. *Phytocoenologia*, 42(3–4), 113–179.
- Salvador, F. & Cano, A. (2002) *Lagunas y Oconales: los Humedales del Trópico Andino*. Cuadernos de Biodiversidad 11, Centro Iberoamericano de la Biodiversidad (CIBIO), Universidad de Alicante, España, 4–9.
- Weberbauer, A. (1945) *El Mundo Vegetal de los Andes Peruanos*. Ministerio de Agricultura, Lima, Peru, 776 pp.
- **Ilustraciones**





Fig.1 Bofedal de Cochapampa, fuente: propia.



Fig. 5 Capacitaciones in situ, fuente: propia



Fig.2 Parcelas pastos cultivados, fuente propia.



Fig. 6 Producción de fresa, fuente: propia



Fig.3 Pasantía, fuente: propia



Fig.7 Comercialización de producto, fuente: propia



Fig. 4 Invernadero con camellones elaborados, fuente: propia

**Perfil profesional**

Biólogo con más de 18 años de experiencia en el área ambiental, desarrollo de planes y proyectos en minería en la conservación de biodiversidad, restauración ecológica, servicios ecosistémicos, cierre de mina y sostenibilidad.

Actualmente estoy trabajando con la empresa Hudbay Perú como Supervisor Senior de Biodiversidad y Cierre, siendo uno de mis principales logros obtener la certificación de nivel "AAA" por la MAC-TSM en la Gestión de Biodiversidad y Gestión Hídrica a nivel de Cuenca para una Operación minera canadiense en Perú.

Mi experiencia incluye la gestión territorial con herramientas GIS, Teledetección, automatización de procesos, gestión remota de ecosistemas con el uso de sensores satelitales y drones, formación de equipos, gestión de contratistas internacionales, consultores, e integración con Sistemas Integrados de Gestión para ISO, MAC-TSM, ICMM, IFC

**Nombre del autor:** Iván Solomon Salas Aguilar

**Cargo:** Supervisor Senior de Biodiversidad & Cierre

**Empresa:** HUDBAY Perú S.A.C

**Correo electrónico:** ivan.salas@hudbayminerals.com

**Teléfono / Celular:** 958-157-520

**Dirección:**

Av. Jorge Chávez 235, Piso 7, Miraflores, Lima, Perú.