



BUENAS PRÁCTICAS | en Conservación y Restauración de
HUMEDALES ALTOANDINOS

BUENAS PRÁCTICAS | en Conservación y Restauración de
HUMEDALES ALTOANDINOS

BUENAS PRÁCTICAS | en Conservación y Restauración de HUMEDALES ALTOANDINOS

CRÉDITOS

Ana Ochoa-Sánchez¹, Esteban Suárez Robalino², Boris F. Ochoa-Tocachi³, Tania Calle⁴, Paola Fuentes⁴, Bert De Bièvre⁴, Andrea Vera⁴, Marcela Torres⁵.

1. Docente investigadora, Escuela de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ciencia y Tecnología y TRACES, Universidad del Azuay. Hidrología y Cambio Climático, ATUK Consultoría Estratégica. Correo institucional: aeochoa@uazuay.edu.ec

2. Profesor, Director del Instituto Biósfera, Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales, Universidad San Francisco de Quito. Correo institucional: esuarez@usfq.edu.ec

3. Hydrology Advisor, Hidrología, ATUK Consultoría Estratégica. Instituto de Investigación Aplicada a la Sostenibilidad (iasur). Correo institucional: boris@atuk.com.ec

4. FONAG, Fondo para la Protección del Agua de Quito.

5. Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica.

Publicado con el apoyo del proyecto “Fortalecimiento de capacidades e Intercambio de experiencias de la Iniciativa Regional de Conservación y Uso Sostenible de Humedales Altoandinos en Conservación y Restauración de Humedales”, código WFF/20/SC/2.

Diseño, ilustración:

Mikelle Almeida Sánchez. 2021.

Código ISBN:

ISBN: 978-9942-8607-1-0



9 789942 860710



CONTENIDO

Introducción.....	7
Lineamientos básicos de conservación y restauración en humedales altoandinos.....	10
Autoevaluación	
Primera etapa.....	11
Segunda etapa.....	12
Tercera etapa.....	13
Cuarta etapa.....	14
Quinta etapa.....	15
Sexta etapa.....	16
Buenas Prácticas para Conservación y Restauración de Humedales Altoandinos.....	18
1. Participación social durante los procesos de planificación e implementación.....	19
2. Políticas para la conservación y uso sostenible.....	22
3. Restauración hidrológica.....	25
4. Recuperación de suelos.....	27
5. Restauración pasiva y activa de vegetación.....	29
6. Mejoramiento de hábitat.....	31
Experiencias en Conservación y Restauración de Ecosistemas Altoandinos.....	34
1. Caracterización hidrológica del Parque Nacional Chirripó (Costa Rica).....	36
2. Educación ambiental para el desarrollo sustentable de los humedales altoandinos del Estado de Táchira (Venezuela).....	44
3. Propuesta de declaratoria como sitio Ramsar del sistema de humedales de la cuenca alta del río Las González (Venezuela).....	50
4. Acciones de conservación realizados por la Asociación de Comisarios del Ambiente de Rangel – ACAR (Venezuela).....	56
5. Recuperación ecológica del Parque Ecológico Distrital Humedal La Vaca (Colombia).....	64
6. Restauración del humedal de Chakana (Ecuador).....	76
7. Restauración del humedal Pugllohuma (Ecuador).....	86
8. Manejo y recuperación de humedales para mejorar la retención de agua en el sector de Punchaucocha (Perú).....	98
9. Creación de la Estrategia Nacional para la Gestión Integral de los Humedales de Bolivia.....	108
10. Monitoreo de los humedales del Salar de Maricunga, (Chile).....	114
11. Manejo sustentable del pastoreo en los alrededores de la Laguna de los Pozuelos (Argentina).....	124
Conclusiones.....	134
Referencias.....	137

INTRODUCCIÓN

La Convención Ramsar, firmada en Ramsar, Irán en 1967, propone la conservación y uso racional de los humedales mediante esfuerzos locales, nacionales y con cooperación internacional (Ramsar, 2014). En el marco de esta Convención, los documentos más actuales y pertinentes a este documento corresponden a la Estrategia Regional para conservación y uso sostenible de humedales altoandinos (Convención de Ramsar y Grupo de Contacto EHAA, 2008) y el Cuarto Plan Estratégico para 2016 - 2024 (Ramsar, 2015). Los objetivos desarrollados en estos documentos requieren de la aplicación local y nacional; y, además, de intercambio de información y experiencias a fin de dar un adecuado seguimiento al estado de conservación en el que se encuentran los humedales e implementar acciones conjuntas enfocadas en su restauración. Por tanto, el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica del Ecuador (MAATEE) en coordinación con el Fondo para la Protección del Agua (FONAG) gestionaron el desarrollo del proyecto "Fortalecimiento de capacidades e Intercambio de experiencias de la Iniciativa Regional de Conservación y Uso Sostenible de Humedales Altoandinos en Conservación y Restauración de Humedales". La elaboración del presente documento constituye un producto fundamental de este proyecto contribuyendo principalmente al objetivo 2 de la Estrategia Regional y al objetivo operativo 4 del Cuarto Plan Estratégico que incentivan el desarrollo de documentos científicos y técnicos que promuevan la conservación y el manejo sostenible de los humedales altoandinos.

Los humedales altoandinos (HAA), según la definición de Ramsar, incluyen principalmente las siguientes biorregiones: páramos, jalcas, punas y Patagonia andina. Estas biorregiones contienen lagos y lagunas de agua dulce, salares, lagunas saladas, bofedales y turberas, aguas termales y géiseres, mallines, totorales, vegas y chuscales (Convención de Ramsar y Grupo de Contacto EHAA, 2008). Desde Costa Rica hasta Argentina y Chile, y en toda la cordillera de los Andes, los ecosistemas de humedales altoandinos se ubican a más de 2000 metros sobre el nivel del mar. En este documento, se hará referencia principalmente a aquellas zonas saturadas como turberas, bofedales, mallines y vegas. Los HAA están caracterizados por su alta biodiversidad y por la importancia de sus servicios ecosistémicos para la región andina. Entre los más importantes servicios ecosistémicos de los HAA están la provisión de agua, alimentos, pastos para ganadería y recursos energéticos para las ciudades y comunidades andinas e incluso para poblaciones ubicadas en zonas bajas; la formación del suelo,

el mantenimiento de los ciclos de nutrientes y la producción primaria; la regulación del ciclo del agua y clima, además de servicios culturales de recreación, espirituales y religiosos, patrimonio cultural y de sentido de identidad. En especial, la provisión de agua y espacios productivos de los HAA tienen enorme importancia económica y cultural para las comunidades andinas.

Sin embargo, estos servicios ecosistémicos están sometidos a presiones climáticas y no climáticas. Las presiones no climáticas más comunes incluyen prácticas no sostenibles como la extracción de agua para usos mineros y agrícolas, el incremento poblacional que lleva a la urbanización, los incendios, la contaminación y una deficiente planificación del uso del suelo y de sus recursos (Benavides, 2014; Convención de Ramsar y Grupo de Contacto EHAA, 2008). Además, el cambio climático incrementa la presión en los HAA poniendo en riesgo su funcionamiento. Por ejemplo, el incremento de temperatura acelera la descomposición de materia orgánica que es uno de los elementos más importantes para la retención de agua. Al mismo tiempo, una menor humedad y saturación de agua en el suelo, contribuyen a la aireación y oxidación, descomposición de materia orgánica, pérdida de estructura del suelo, entre otros efectos, que aceleran y profundizan el deterioro del humedal (Patiño et al., 2021). La disminución del nivel del agua en humedales, por factores climáticos y no climáticos, puede convertir su funcionamiento de sumidero de carbono hacia emisor de carbono (Benavides, 2014; Planas-Clarke et al., 2020), con lo que los HAA no solamente serían afectados por el cambio climático sino que contribuirían a incrementarlo. Es por ello que la conservación y restauración de estos ecosistemas es de suma importancia para el mantenimiento de los servicios ecosistémicos a escala local y global, así como para contribuir a la adaptación y mitigación del cambio climático.

A pesar de su importancia y vulnerabilidad, la extensión de áreas conservadas y las prácticas de restauración implementadas en HAA aún son limitadas. En los Andes Tropicales, existen 31 sitios Ramsar que cubren 47480 km², solamente el 3.6% del área total de lagunas están protegidas (Quenta et al., 2021). El estado de conservación del páramo y puna varía de crítico a vulnerable (Bookbinder et al., 1995). Por ejemplo en Ecuador, los humedales abarcan una superficie de 286.659 ha, de las cuales el 86% se encuentran dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (Jara et al., 2019). Sin embargo, las áreas protegidas no siempre son suficientemente extensas para cubrir zonas relevantes a la conservación como, por ejemplo, cuencas hidrográficas, ecosistemas completos o paisajes integrales.

El presente documento contribuye al fortalecimiento de las capacidades de las personas involucradas en la gestión de humedales, así como de las organizaciones de la sociedad civil, personal técnico y académico. Pone énfasis en la comprensión del rol ecológico de estos ecosistemas y la implementación de buenas prácticas de conservación y restauración con el objetivo de mejorar el manejo de los HAA. En la primera sección se proponen lineamientos generales que permiten evaluar y realizar el seguimiento de las actividades para la planificación e implementación de las prácticas de conservación y restauración. A continuación, se presentan buenas prácticas de conservación y restauración implementadas en HAA agrupadas en seis temáticas. En la última sección, se detallan las experiencias de manejo de HAA recopiladas de los países donde están presentes estos ecosistemas y, finalmente, se brindan conclusiones obtenidas de este trabajo.

LINEAMIENTOS BÁSICOS DE CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN EN HUMEDALES ALTOANDINOS

Los procesos de conservación y restauración incluyen etapas de planificación, implementación y evaluación, por esta razón es necesario tener en cuenta algunos lineamientos básicos que dan soporte a los proyectos que se quieran emprender. A continuación, se presenta un listado de lineamientos para ser evaluados de manera que, con esta herramienta, se pueda valorar su manejo durante todas las etapas de la conservación y restauración.



Autoevaluación

Lineamientos básicos de conservación y restauración en humedales altoandinos

Primera etapa

Conocimiento del sitio de estudio	Evaluación		
	Adecuada (2 pts)	Parcial (1 pt)	Insuficiente (0 pts)
Conformar equipos multidisciplinarios durante todo el proceso.			
Problematizar la realidad ambiental con las diversas instituciones y personas del territorio.			
Recopilar información de monitoreo existente para conocer la situación actual del territorio con miras a trabajar en conservación y restauración en un contexto de manejo integral tomando en cuenta la situación completa del territorio y sus zonas aledañas en aspectos ecológicos, hidrológicos y sociales.			
Conocer la historia del humedal, sus afectaciones y su potencial natural para establecer estrategias de conservación y restauración acordes a ello.			
Conocer las causas principales de degradación en los humedales afectados, analizar impactos directos e impactos aguas arriba.			
Conocer si existen ecosistemas de referencia (sitios relativamente intactos).			
Identificar las zonas de humedales con mayor degradación.			

Puntaje total en la primera etapa:

Segunda etapa

Establecer los objetivos de conservación y restauración	Evaluación		
	Adecuada (4 pts)	Parcial (2 pt)	Insuficiente (0 pts)
Establecer objetivos claros, alcanzables y medibles con indicadores que permitan monitorear las prácticas y sus impactos.			
Priorizar la conservación de humedales en buen estado pero amenazados: preservar y proteger los humedales existentes que se encuentren relativamente intactos para conservar la biodiversidad y los servicios ecosistémicos			
Escoger un sitio representativo donde se pueda realizar un plan piloto de restauración.			
Manejar y monitorear el proceso de forma flexible para que los objetivos puedan ser replanteados y ajustados en el camino.			

Puntaje total en la segunda etapa:



Tercera etapa

Planificar el monitoreo	Evaluación		
	Adecuada (2 pts)	Parcial (1 pt)	Insuficiente (0 pts)
Diseñar un sistema de monitoreo a corto y largo plazo.			
Considerar el procesamiento de datos y la gestión de la información.			
Incluir monitoreo de al menos los siguientes componentes:			
Características del sitio: línea base de identificación de tipos de humedales en el gradiente altitudinal, zonas más y menos húmedas, levantamiento topográfico.			
Factores bióticos: mapeo de vegetación, monitoreo de biodiversidad, servicios ecosistémicos fauna, monitoreo fisiológico de la vegetación.			
Técnicas de restauración empleadas: indicadores que permitan dar seguimiento a las prácticas empleadas (p. ej. % áreas conservación, cobertura áreas de restauración, aumento de cobertura), monitoreo de la restauración.			
Condiciones del suelo: pH, contenido de materia orgánica y carbono, densidad aparente del suelo, porosidad, capacidad de retención de agua, conductividad eléctrica.			

Puntaje total en la tercera etapa:

Cuarta etapa

Planificar las prácticas de Conservación y restauración	Evaluación		
	Adecuada (2 pts)	Parcial (1 pt)	Insuficiente (0 pts)
Identificar técnicas de conservación y restauración que permitan alcanzar los objetivos, anticipando también cambios futuros; consecuencias de las prácticas a implementar (p.ej. aguas abajo).			
Anticipar la sostenibilidad de las prácticas.			
Enfocar en la restauración de la integridad física y ecológica de los humedales.			
Usar restauración pasiva cuando sea posible reduciendo las causas de degradación y permitiendo que el humedal se recupere en el tiempo.			
Elegir especies nativas para la restauración.			
Preferir técnicas de bioingeniería, infraestructura natural y soluciones basadas en la naturaleza.			
Discutir la planificación con personas expertas en humedales, comunidades y políticos locales.			

Puntaje total en la cuarta etapa:

Quinta etapa

Planificar las prácticas de Conservación y restauración	Evaluación		
	Adecuada (4 pts)	Parcial (2 pt)	Insuficiente (0 pts)
Garantizar que las prácticas implementadas en el sitio correspondan a la planificación.			
Replantear las prácticas en caso que no se estén cumpliendo los objetivos adecuadamente.			
Involucrar a organizaciones voluntarias locales en el proceso de implementación, monitoreo y manejo a largo plazo.			
Comunicar y difundir el proyecto.			
Discutir el monitoreo de las prácticas con personas expertas en humedales.			

Puntaje total en la quinta etapa:

Sexta etapa

Evaluar las prácticas	Evaluación		
	Adecuada (4 pts)	Parcial (2 pt)	Insuficiente (0 pts)
Medir o estimar los resultados obtenidos en la conservación y recuperación de humedales conforme a los objetivos planteados.			
Determinar la eficiencia de las prácticas implementadas frente a la tendencia e impacto esperado.			
Evaluar y comparar alternativas y encontrar posibilidades de mejora y priorización entre ellas.			
Determinar posibles efectos negativos o compromisos para identificar salvaguardias posibles.			
Sistematizar, documentar y comunicar los aprendizajes para ampliar, replicar, generalizar y asegurar la sostenibilidad de las prácticas.			

Puntaje total en la sexta etapa:

Evaluación

Adecuada (75–100 pts)

Su práctica considera todos o la mayoría de los lineamientos básicos de conservación y restauración en humedales altoandinos para ser aplicada de manera correcta.

Parcial (40–74 pts)

Su práctica cumple varios de los lineamientos básicos. Sin embargo, necesita reforzar en aquellos aspectos de menor puntaje para obtener resultados satisfactorios.

Insuficiente (0–39 pts)

Su práctica no cumple con los lineamientos básicos de conservación y restauración en humedales altoandinos. Utilice los resultados de esta autoevaluación para identificar mejoras

BUENAS PRÁCTICAS PARA CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE HUMEDALES ALTOANDINOS

La conservación y restauración de los HAA son de gran importancia al verse amenazados por varios factores antrópicos. De allí la importancia de identificar prácticas que se han aplicado a lo largo de la región andina. A continuación, se presenta un conjunto de buenas prácticas en conservación y restauración de HAA, agrupadas según su objetivo en común. Estas prácticas han sido implementadas con éxito en estos ecosistemas y se sugiere replicarlas tomando en cuenta sus objetivos y beneficios a fin de lograr su manejo integral.



1. Participación social durante los procesos de planificación e implementación

Los humedales deben ser considerados como sistemas socio-ecológicos, donde las comunidades, habitantes e instituciones locales participan activamente durante los procesos de planificación, toma de decisiones, desarrollo de políticas, implementación de prácticas y monitoreo. Esta participación es viable mediante la provisión de educación ambiental y una adecuada comunicación durante todos los procesos, que les permita conocer, identificarse y empoderarse de las problemáticas y soluciones planteadas.

Es necesario entonces primero reconocer a las personas e instituciones que están actuando en el sitio que se pretende conservar o restaurar con el fin de tomar en cuenta a la mayor parte de los sectores involucrados. Cuando existen intervenciones agrícolas, como es el caso de muchos sitios en HAA, los productores rurales toman las decisiones con respecto a los ecosistemas, pues las principales formas de tenencia de tierra y uso de agua son comunales (Castillo, 2006). Además de las comunidades, se debe tomar en cuenta a las instituciones gubernamentales que regulan las decisiones que se toman sobre el manejo de ecosistemas, como también a ONGs y organismos internacionales que puedan promover la participación social. La Academia, sobre todo con conocimientos locales es de vital importancia, así como sectores que puedan aportar con financiamiento. Es importante comprender las visiones de cada sector participante y las interacciones entre ellos para coordinar objetivos comunes.

Para facilitar la comunicación y la participación, las comunidades e instituciones locales deben comprender el estado del ecosistema y los beneficios de conservación y restauración. Por ello, la educación ambiental es clave para promover la participación social durante todas las fases del proyecto. La educación busca, entre otros aspectos, promover una cultura responsable acerca de la conservación y restauración de los humedales, fortalecer capacidades de actuación política de los sectores rurales, así como adoptar un enfoque de aprendizaje a través del cual los involucrados sean capaces de aprender y aportar conocimientos y experiencias (Castillo, 2006). Se han llevado a cabo iniciativas de educación ambiental en humedales, por ejemplo, en el Departamento de Caldas en Colombia, donde se dirigió un plan sobre la conservación y manejo de los humedales altoandinos, con el fin de alcanzar la continuidad del desarrollo y la protección de estas áreas. Así mismo, en Guatemala y México, se usaron materiales didácticos como talleres, videos y documentos con lenguaje comprensible

para las comunidades (Secretaría de la Convención Ramsar, 2010). Una interesante experiencia en educación ambiental está descrita en la Experiencia 2 de este documento que describe los procesos de capacitación y elaboración de documentos de educación ambiental que se implementaron en el Estado de Táchira en Venezuela.

Así como las intervenciones prácticas de conservación y restauración son importantes, lo son también las intervenciones sociales conducidas de forma paralela durante todos los procesos de conservación y restauración. Con respecto a las intervenciones sociales, la comunicación es clave y se necesitan personas con habilidades diferentes a las que usualmente implementan intervenciones prácticas. Es común que en HAA se trabaje con comunidades indígenas que poseen su propio sistema de conocimiento, percepción de la relación entre los humanos y la naturaleza, cosmovisión y lenguaje. Es por ello que es necesario establecer diálogos para lograr objetivos comunes, permitiendo que las comunidades compartan sus conocimientos y accedan a intervenciones de manera voluntaria, entendiendo los beneficios directos que estas representan y comprendiendo de manera clara su participación durante los procesos de planificación e implementación de prácticas. La estrategia de mediación es un concepto que permite construir canales de comunicación entre los sectores que tienen menos poder político y mayor responsabilidad de manejo (sector rural) con aquellos que ejercen mayor influencia política (sector gubernamental) (Castillo, 2005, 2006). La comunicación debe permitir que las estrategias de conservación y restauración se construyan con la participación de todos los sectores y no con una imposición de prácticas sesgadas desde las esferas académica y política.

En la cuenca del Río Blanco en Argentina, la creación de un área protegida de humedales altoandinos se llevó a cabo mediante la coordinación de actores locales y nacionales (comunidades, cámaras de comercio, representantes de instituciones educativas, asociaciones deportivas, representantes de comunidades locales independientes y miembros de sectores gubernamentales y científicos) que participaron en la evaluación ambiental de los factores de degradación del sitio, evaluación y mapeo de los servicios ecosistémicos y diseño y formulación de la propuesta para la creación de un área natural protegida (Rubio et al., 2017). Este estudio es un claro ejemplo de una adecuada combinación entre la participación social y el actuar político para la creación de zonas de conservación de HAA, utilizando sistemas de manejo basados en ecosistemas. Otro ejemplo de participación social exitosa está detallado en este documento en la experiencia de la Asociación de Comisarios del Ambiente de Rangel en Venezuela (Experiencia 4).



2. Políticas para la conservación y uso sostenible

Todos los países de la región andina son signatarios de la Convención de Ramsar que propone la participación de gobiernos nacionales y locales, comunidades locales, sector productivo, organizaciones no gubernamentales, instituciones académicas y el apoyo internacional para la consecución de la gestión sostenible de humedales (Convención de Ramsar y Grupo de Contacto EHAA, 2008), que incluye la planificación e implementación de prácticas de conservación y restauración. Así también, son parte de varios acuerdos internacionales, por ejemplo, el Convenio sobre la Diversidad Biológica (PNUMA, 1992) que incluye políticas de biodiversidad en humedales. Dentro de cada país donde existen HAA, los agentes gubernamentales encargados de llevar a cabo los objetivos de las estrategias acordadas con estos entes internacionales son los Ministerios correspondientes en cada país, como los Ministerios del Ambiente y Agua. Así mismo, dada la importancia de los humedales, se han creado varias instituciones en la región andina que tienen como objetivos la conservación y restauración de HAA, por ejemplo, Grupo Páramo, Grupo para la Conservación de los Flamencos Altoandinos, FONAG, FONAPA, los nodos nacionales de la Red de Humedales Altoandinos RAMSAR junto a los Ministerios del Ambiente en cada país y Universidades como la San Francisco de Quito y Pontificia Universidad Javeriana. Es importante crear sinergias entre los tratados existentes para que se busquen objetivos comunes de conservación y restauración.

La práctica política más efectiva hacia la conservación ha sido declarar a los humedales como áreas protegidas. También en el marco de la Convención de Ramsar, se han elaborado planes de conservación y restauración de sitios Ramsar. En los países donde los humedales son propiedad del estado, la declaración de área protegida es más sencilla; no es el caso de países donde los recursos están concesionados, pues se crean conflictos y no se puede asegurar el uso sostenible de estos ecosistemas humedales (Convención de Ramsar y Grupo de Contacto EHAA, 2008). Es importante tener un conocimiento integral del sitio de estudio para que las áreas protegidas no se limiten a zonas de humedales pequeñas, sino que tomen en cuenta las cuencas hidrográficas de aporte e incluso las interdependencias de los ecosistemas para una adecuada delimitación de la zona a conservar (p.ej. la puna en los Andes centrales está interconectada con glaciares, bofedales y parches de bosque). En este documento se presenta una experiencia sobre la propuesta para la declaratoria de sitio Ramsar a los humedales de la cuenca Las González en Venezuela (Experiencia 3).

La estrategia política sugerida por la Convención de Ramsar para la implementación de prácticas de conservación y restauración es llevar a cabo coordinaciones entre los países participantes de la estrategia de HAA. Cada vez más, los países de Latinoamérica están optando por el manejo de recursos naturales basados en las comunidades. La participación de gobiernos locales y comunidades es positiva siempre y cuando se tomen algunos aspectos en consideración. El financiamiento de los gobiernos nacionales debe ser suficiente para que los esfuerzos locales puedan implementar prácticas suficientes en la conservación y restauración. Además, se debe fortalecer las capacidades y habilidades locales y del personal técnico. El manejo de conflictos que ocurren entre comunidades y gobiernos locales, especialmente cuando los HAA se extienden a través de fronteras provinciales, nacionales o internacionales, requiere la intervención de gobiernos nacionales y la implementación de políticas con una adecuada comunicación entre los sectores involucrados (Iñiguez Gallardo et al., 2013). El enfoque de “abajo hacia arriba” y la descentralización en el manejo ambiental son consistentes con incentivar a las comunidades y gobiernos locales, que toman las decisiones de las prácticas en los HAA, a formar parte de todos los procesos hacia la conservación y restauración de los humedales. Sin embargo, se deben tener presentes los desafíos que aquello implica, tales como los diversos intereses y posibles conflictos al momento de decidir sobre el manejo de ecosistemas que están siendo degradados. Un ejemplo de estos posibles conflictos se suscitó en los humedales de páramo al Sur del Ecuador que atraviesan cuatro cantones. Los gobiernos locales proponían por un lado la nacionalización de un área protegida local; y, por otro lado, la construcción de una vía que amenazaba la conservación del mismo humedal (Pinel et al., 2018).

En este caso, los gobiernos locales mantenían diferentes intereses y se evidenció que la descentralización llevó a conflictos sin que exista una entidad encargada de manejarlos. Los gobiernos nacionales deben tener conocimiento suficiente de las relaciones de poder y la realidad que se vive en cada una de las zonas de HAA para coordinar las políticas de manejo que se pueden aplicar a cada caso.

El pago por servicios ambientales es una política que también puede contribuir a la conservación de HAA al servir de herramienta de incentivo y financiamiento a las comunidades y gobiernos locales y lograr un uso sostenible de los recursos. Existen experiencias de pagos por servicios ambientales en áreas protegidas de Latinoamérica donde se han considerado la protección de cuencas, el servicio ecosistémico de secuestro y fijación de carbono y la recreación y belleza escénica (FAO/OAPN, 2009). Algunos países tienen ya políticas y normativas para emplear el pago por servicios ambientales,

mientras otros han realizado incentivos, compensaciones y proyectos por iniciativas locales. De todas formas, es un tema aún en desarrollo pero que podría aportar a incrementar las áreas de conservación y a mejorar el manejo de HAA que usualmente carecen de medios económicos para implementar prácticas sostenibles.

Finalmente, se debe considerar que la construcción de políticas debe aprovechar los hallazgos de investigación y vincular al sector científico-académico. El diálogo de saberes entre la academia, las comunidades locales, indígenas y campesinas, y las y los hacedores de políticas es fundamental para garantizar el desarrollo de políticas basadas en evidencia y para garantizar su éxito y sostenibilidad.



3. Restauración hidrológica

Para escoger la o las prácticas adecuadas que lleven a recuperar el balance de agua de un humedal, es necesario conocer el sitio de intervención; es decir, estudiar sus características hidrológicas y los factores de estrés que han causado o están causando una disminución de la cantidad y regulación de agua en el humedal. Los aspectos más importantes incluyen la caracterización del clima, hidrología e interacciones entre la atmósfera, la vegetación y el suelo. Este paso, aunque necesario, puede resultar bastante costoso y requiere de un largo periodo de tiempo que permita elaborar una línea base como referencia del estado inicial del HAA a intervenir. Un ejemplo de este esfuerzo está detallado en este documento en la experiencia del Parque Nacional Chirripó en Costa Rica (Experiencia 1). Una alternativa para reducir el tiempo requerido para el levantamiento de una línea base es “cambiar espacio por tiempo” y monitorear de manera simultánea un HAA conservado o menos intervenido, de similares características y cercano que funcione como referencia del HAA a intervenir.

El objetivo principal de la restauración hidrológica es recuperar el nivel freático del ecosistema para restaurar su capacidad de almacenamiento y regulación hidrológica. La regulación hidrológica natural permite aprovechar el agua de los periodos lluviosos para que los periodos secos sean menos dañinos y no pongan en riesgo el funcionamiento futuro del HAA (p.ej. las características de los suelos de retener agua pueden verse afectadas durante periodos de sequía extensos). Las siguientes prácticas que han sido implementadas para restablecer la hidrología de los HAA:

- Bloqueo de zanjas: las zanjas son muy comunes en los humedales y constituyen un problema severo pues ocasiona el descenso del nivel del agua y la oxidación de los humedales (Schimelpfenig et al., 2014). Bloquear estas zanjas o rellenarlas es una práctica relativamente sencilla que puede ser efectuada con material natural como suelo o vegetación del propio humedal. Esta práctica de restauración fue llevada a cabo en el humedal del Parque Nacional de Huascarán en Perú, donde consiguieron elevar el nivel de agua a niveles parecidos a los de humedales conservados en la cercanía y además notaron que la tasa de acumulación de carbono aumentó (Planas-Clarke et al., 2020). Otras experiencias de bloqueo y relleno de zanjas están detalladas en este documento para los casos de los humedales Chakana (Experiencia 6) y Puglllohuma (Experiencia 7) en Ecuador.

- Construcción de represas: son pequeñas estructuras a modo de escalones transversales al flujo de agua localizados en el fondo del cauce degradado, con una altura menor al nivel de base original del sistema. Los materiales para construcción de estas represas deben ser adecuados, de preferencia naturales, tales como troncos o restos de madera y suelo o vegetación proveniente del propio humedal. Estructuras de este tipo fueron implementadas en la cuenca Laguna de los Pozuelos en Argentina (Experiencia 9), logrando un mayor tiempo de retención de agua en el sistema durante la época lluviosa y el embalse parcial de la escasa esorrentía del río durante la época seca (Amaya et al., 2019).

Estas técnicas de restauración tienen un beneficio directo al incrementar la cantidad de agua en los humedales y aumentar su capacidad de retención de carbono. Esto implica el mejoramiento de los servicios ecosistémicos y además contribuye a la mitigación del cambio climático.



4. Recuperación de suelos

Los suelos de los humedales son particularmente sensibles a cambios en la hidrología inducidos por erosión de quebradas, construcción de drenajes y sequías prolongadas. La degradación de suelos ocasiona pérdida de la vegetación propia de zonas húmedas, aumento de escorrentía, reducción de infiltración de agua en el suelo, reducción en la productividad, entre otros impactos (Brandt & Townsend, 2006). La ganadería intensiva modifica las características físicas del suelo produciendo compactación, la cual es una de las formas más severas de degradación de suelos. Esta compactación de suelos tiene consecuencias severas en la hidrología de los humedales pues inhibe la infiltración, disminuye la disponibilidad de agua, aumenta la escorrentía y la erosión (Harden, 2001; Valentin et al., 2005). Todo esto lleva a un impacto en los ecosistemas y en las comunidades locales. Por ejemplo, las comunidades locales, al experimentar una disminución de la disponibilidad o calidad del agua para sus cultivos y otras actividades productivas aguas abajo, pueden profundizar su dependencia en la ganadería. Esto conlleva a incrementar el número de animales y a extender las zonas de pastoreo aguas arriba. El sobrepastoreo, a su vez, disminuye aún más la capacidad de almacenamiento y regulación del agua por compactación de los suelos en los HAA y ecosistemas cercanos, lo cual reduce todavía más la disponibilidad de agua en los periodos de estiaje. El estrés hídrico resultante obliga a las comunidades a buscar zonas de pastoreo cada vez más altas y cercanas a las fuentes de agua, profundizando esta dependencia en la ganadería, el sobrepastoreo y otras prácticas no sostenibles. Esta espiral de pobreza y degradación debe ser rota y revertida mediante la restauración y conservación de los HAA, así como del mejoramiento y diversificación de las prácticas productivas para evitar la ocupación del suelo aguas arriba y en fuentes de agua.

En HAA, las prácticas de recuperación de suelos involucran, en principio, el retiro del tensionante y, por tanto, de la causa de compactación del suelo, lo cual permite la recuperación de las propiedades hidrofísicas del suelo. Esto es conocido como "restauración pasiva" y es descrita en mayor detalle en la siguiente sección. Otras prácticas involucran acciones físicas directas, tales como la construcción de estructuras de control de erosión. En el Departamento de Cochabamba en Bolivia, se construyeron miles de estructuras de este tipo que permitieron la evaluación a corto y largo plazo de su funcionamiento. Las estructuras incluían principalmente la construcción de pequeñas represas, terrazas, plantación de árboles y otras estructuras en menor cantidad (Hartman

et al., 2016). Estas estructuras tienen la finalidad de reducir la velocidad del agua aumentando su retención, capturar sedimentos finos, reducir la escorrentía y la erosión. Adicionalmente, es importante recordar que las técnicas de recuperación de suelos se deben realizar en las áreas de influencia de los humedales. La consideración de integridad del paisaje es fundamental y se debe resaltar la importancia de la recuperación de las cuencas hidrográficas en su conjunto.

La restauración del suelo lleva a incrementar los servicios ecosistémicos importantes para las comunidades, como la restauración de vegetación para un uso sostenible en pastoreo. La elevación de nivel de agua, como consecuencia también de la implementación de las estructuras de control de erosión, fortalece su seguridad hídrica, especialmente en zonas semiáridas o áridas, contribuyen a la recarga de agua subterránea y a la estabilidad de flujos de agua en zonas aguas abajo (Hartman et al., 2016). Además, la restauración de suelos contribuye a la mitigación del cambio climático pues regenera su capacidad de capturar carbono y de ser un sumidero, en lugar de un emisor de carbono. Es importante enlazar la restauración al mejoramiento de servicios ecosistémicos, para asegurar que las comunidades tengan interés en mantener un manejo sostenible de los HAA a largo plazo.



5. Restauración pasiva y activa de vegetación

La restauración pasiva consiste en eliminar el o los disturbios que están afectando al humedal, tales como agricultura intensiva, pastoreo y quemadas intencionales. El control de estos factores tensionantes del ecosistema permite que la vegetación se regenere por sí sola. Si bien es una práctica que presenta ventajas económicas y técnicas, en comparación con la restauración activa de vegetación, se la debe realizar cuando el daño en el humedal es bajo, la resiliencia es alta y se cuenta con suficiente tiempo para obtener resultados (Aguirre et al., 2013). Es necesario un adecuado monitoreo para asegurar que la recuperación sea óptima, pues puede ocurrir invasión de especies. Además, los registros generados por un sistema de monitoreo permitirán conocer los cambios sucesionales hasta alcanzar una vegetación propia de zonas saturadas.

La restauración pasiva de vegetación puede ser también útil durante la elaboración de planes piloto de restauración de vegetación, pues se puede tomar en cuenta a esta práctica como una referencia comparativa con la restauración activa. En un sitio de páramo de frailejones ubicado en Carchi al norte del Ecuador, se compararon prácticas de restauración activa (introduciendo especies nativas) con restauración pasiva, encontrando que el éxito de las prácticas depende de la pendiente del terreno, debido a la disponibilidad de agua y a las características propias de la vegetación (Rodríguez-Echeverry & Leiton, 2020). Por tanto, en sitios nuevos donde no exista información previa, es necesario realizar planes piloto para poder determinar las mejores prácticas de restauración y las especies de vegetación más adecuadas, antes de aplicarlas a escalas mayores.

La restauración activa implica la introducción de vegetación en los humedales perturbados o en las zonas aledañas. Esta restauración necesariamente debe involucrar el uso de especies nativas que aporten diversidad funcional al ecosistema en recuperación, para que los resultados a largo plazo sean adecuados. En el lago Junín en Perú, se llevó a cabo la restauración activa de vegetación mediante rechampeo, trasplante de esquejes y siembra directa (Amaya et al., 2019). El rechampeo consistió en implantar núcleos de vegetación de humedal en el suelo desnudo, de preferencia debe realizarse en épocas lluviosas para que se asegure un alto contenido de humedad en el suelo. El trasplante de esquejes o macollos se realizó en zonas cercadas para resguardarlos del ganado. La siembra directa de semillas permitió una mayor cobertura de la zona y una mejor composición vegetal; sin embargo, se desconoce acerca de la supervivencia de

las especies que usualmente con este tipo de práctica de siembra de semillas, resulta menor que al restaurar con plántulas, núcleos o macollos. Dos experiencias de siembras y trasplante de plantas en humedales están detalladas en este documento en el Humedal La Vaca en Colombia (Experiencia 5) y en Punchaucocha en Perú (Experiencia 8).

En zonas de páramos, la restauración activa ha resultado exitosa. Esto es importante, pues estas áreas son de recarga hídrica de los humedales. En el caso de páramos se ha realizado restauración mediante la introducción de macollas de pajonal, sembrando arbustos y trasplantando tapetes de hierbas. Este tipo de práctica forma núcleos de restauración que dan paso a mayor diversidad, transportando plantas, semillas y musgos y manteniendo una fuente de semillas permanente que atraen fauna que consume, dispersa y disemina las semillas (Aguirre et al., 2013). Se debe tomar en cuenta además que, en sitios con pendiente elevada, el viento puede limitar la supervivencia de las plantas, por lo que se recomienda introducir las plántulas con vegetación alrededor, evitando el suelo desnudo, por ejemplo, introduciendo adicionalmente material vegetal (p.ej. "mulch"). Esto permite mantener la humedad en el suelo alrededor de la vegetación (Aguirre et al., 2013). Otra alternativa para evitar la erosión en suelo desnudo y taludes es la aplicación de una capa o biomanto, construido a partir de un biotextil (yute, fique o cualquier otra fibra natural) (Aguirre et al., 2013). Tomando en cuenta estas prácticas se asegura una supervivencia alta de la vegetación en comparación con la introducción de semillas. Estas estrategias son eficaces en zonas con procesos de regeneración lentos debido a la baja productividad primaria neta, las bajas temperaturas, las altas variaciones de temperatura día - noche, y los suelos ácidos, tal como ocurre en la alta montaña tropical (Rojas Zamora, 2013). Además, se recomiendan estas prácticas en zonas degradadas especialmente por ganadería (Insuasty et al., 2011)



6. Mejoramiento de hábitat

La restauración de los HAA mediante la aplicación de prácticas que permitan recuperar los suelos y la hidrología, tienen como consecuencia también la recuperación de la flora y fauna del ecosistema. Así mismo, en algunas zonas degradadas por erosión, quemadas, extracción de cobertura vegetal, ocurre una revegetación natural con el paso del tiempo. Sin embargo, se pueden emplear prácticas adicionales, pues las especies en las zonas específicas de degradación y con suelo desnudo no se rehabilitan a menos que se mejoren las condiciones del hábitat (Schumann et al., 2008). Esto incluye eliminar las presiones ejercidas por los humanos, los animales, quemadas, entre otros.

Una importante práctica para mejoramiento de hábitat es el manejo y control de ganado. Es común encontrar en zonas de HAA sobrepastoreo con reemplazo de animales nativos, que causan compactación de suelos, erosión; y, en consecuencia, pérdida de agua (Amaya et al., 2019). Por ello, es necesario llegar a acuerdos de ganadería sostenible que tengan en cuenta las necesidades de producción de las comunidades locales y los beneficios ecosistémicos de la conservación y restauración. Analizar la capacidad de carga del sitio de estudio contribuye a la correcta elaboración e implementación de un plan de manejo de pastoreo. Para calcular la capacidad de carga o receptividad, en los humedales del Lago Junín en Perú y en la Laguna de los Pozuelos en Argentina, se utilizó el método de la productividad primaria neta (Golluscio et al., 2009) con el fin de establecer la carga ganadera adecuada que soportaría el humedal sin degradación (Amaya et al., 2019). Esto permite planificar e implementar las zonas de humedales que deben ser cercadas para evitar el pastoreo, las zonas en las que se puede permitir el pastoreo, la duración del mismo y la rotación de la carga; todo ello para evitar el sobrepastoreo y permitir la recuperación natural de la vegetación. De ser posible, es recomendable reemplazar ganado no nativo por ganado nativo (p.ej. bovino por llamas, Amaya et al. (2019)). En una experiencia similar en los pastos altoandinos de Ishinca en Perú, se construyeron zonas de exclusión a baja elevación, donde solamente dentro de ellas se permitía el pastoreo, reduciendo las regiones de pastoreo (Byers, 2010). Además, la suspensión de prácticas de quema anual de pastos permite la recuperación del suelo. Después de estas medidas, la proporción de suelo descubierto se redujo y fue reemplazada por pastizales y vegetación natural. Además, el agua se almacenó en mayor cantidad en la zona, poniendo en evidencia la alta resiliencia de los HAA de la zona y la efectividad de las prácticas implementadas. Así mismo, en el sitio de pajonal de Jatunhuaycu ubicado en el área de conservación hídrica Antisana en Ecuador, se

construyeron cercas de púas que rodeaban los proyectos piloto de restauración ecológica con el objetivo de proteger las prácticas de restauración al evitar el ingreso de ganado de propietarios privados vecinos al área. En este documento se detalla la remoción de pastoreo en Chakana en Ecuador (6) y el manejo de ganadería en Argentina (9).

Otra práctica para el mejoramiento del hábitat es la recuperación de la fauna en los sitios de HAA degradados. En zonas de páramos degradados, por ejemplo, la presencia de arbustos disminuye y los mamíferos pequeños pierden su hábitat; por lo que la construcción de refugios mediante el uso de arbustos y troncos de la zona permite recuperar el hábitat de mamíferos (Aguirre & Torres, 2013). Además, la construcción de perchas artificiales para aves permite su desplazamiento, y con ello, los excrementos de aves contribuyen a la dispersión de semillas que ayudan a la revegetación y al enriquecimiento de suelos, además de incrementar la fauna del páramo. En este documento se detalla la recuperación de flora y fauna del humedal La Vaca en Colombia (Experiencia 5).



EXPERIENCIAS EN CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE HUMEDALES ALTOANDINOS

Este apartado muestra un alcance del Plan de Acción Estratégico de Humedales Altoandinos de RAMSAR (Convención de Ramsar y Grupo de Contacto EHAA, 2008) en cada país. Los objetivos del Plan incluyen educación ambiental, creación de asociaciones locales para manejo de humedales, propuestas para declaraciones de sitios de conservación, prácticas de conservación y restauración, entre otros; por lo que la temática de las experiencias es variada.





COSTA RICA

1. Caracterización hidrológica del Parque Nacional Chirripó

Turberas de Talamanca

- Actores involucrados

Guardaparques, Comunidad local, Académicos

- Autores/ institución

Dr. Germain Esquivel-Hernández y Dr. Ricardo Sánchez-Murillo. Grupo de Investigación en Isótopos Estables y Laboratorio de Manejo de Recurso Hídrico, Escuela de Química, Universidad Nacional Costa Rica.

Lic. Enzo Vargas-Salazar. Parque Nacional Chirripó, Área de Conservación La Amistad-Pacífico, Sistema Nacional de Área de Conservación.

- Contacto

germain.esquivel.hernandez@una.ac.cr
+(506) 2277-3484, +(506) 8346-5949

Descripción de la experiencia

El Páramo es un ecosistema montañoso ubicado entre 11 ° N y 8 ° S, en la región montañosa superior por encima de los 3000 m s.n.m., y debajo de la línea eterna de nieve a unos 5000 m s.n.m. La vegetación se caracteriza por un follaje similar a la tundra que consiste en pastos, pequeñas hierbas y arbustos. En Costa Rica, el Páramo está confinado principalmente a la Cordillera de Talamanca, donde en 1975, el gobierno costarricense creó el Parque Nacional Chirripó, lo que resultó en la protección de ~10 000 ha de este frágil ecosistema en un rango de elevación de 3000-3820 m s.n.m.

El Páramo del Parque Nacional Chirripó también se caracteriza por la presencia de formas glaciares, dentro de las cuales se incluyen cerca de 30 lagos de origen glaciar. Estos lagos pueden considerarse centinelas del cambio climático y de los ecosistemas porque conservan la evidencia de cambios pasados en el clima y el medio ambiente debido a procesos naturales y actividades antropogénicas.

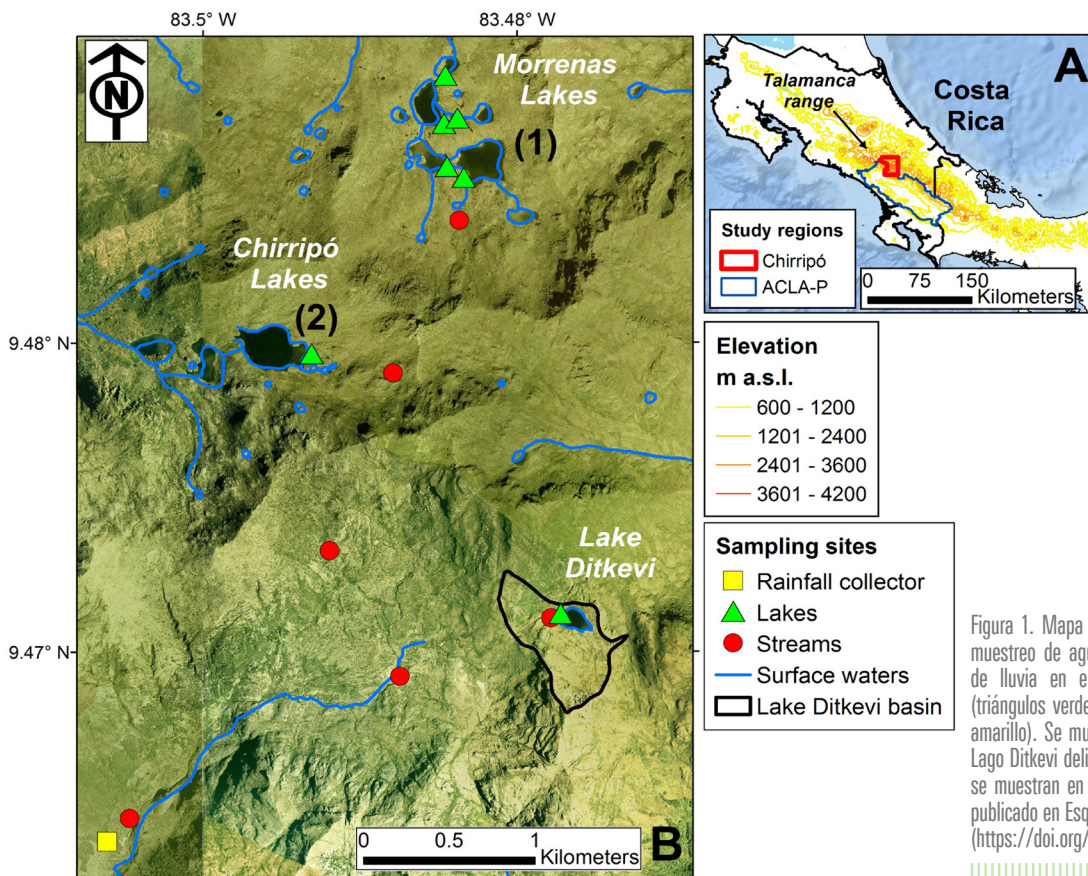


Figura 1. Mapa que describe los puntos de muestreo de aguas superficiales y de agua de lluvia en el Parque Nacional Chirripó (triángulos verdes, círculos rojos y cuadrado amarillo). Se muestra además la cuenca del Lago Ditkevi delineada en negro. Los arroyos se muestran en azul. El mapa mostrado fue publicado en Esquivel-Hernández et al., 2018 (<https://doi.org/10.1002/hyp.13286>).

Desde 2015 y hasta la fecha se ha desarrollado una caracterización hidrológica de las condiciones del Páramo de Chirripó, la cual incluye el registro de las condiciones meteorológicas, el muestreo y análisis de muestras de lluvia, arroyos, nacientes y agua de los lagos. La principal herramienta que se utiliza para interpretar la información obtenida es el uso de isótopos estables.

Debido a que el Parque Nacional Chirripó está ubicado en una zona remota, y no es posible realizar trabajo de campo con la frecuencia deseada, los guardaparques han sido esenciales para el desarrollo del proyecto, ya que se han encargado de la recolección de muestras de lluvia diaria, muestras de aguas superficiales (nacientes, arroyos y lagos) semanalmente, y durante el periodo 2015-2018 del registro diario de las condiciones meteorológicas en Chirripó. A principios de 2019, la instalación de una estación meteorológica automática significó un avance en el registro de las condiciones meteorológicas en este páramo. Adicionalmente, los servicios de transporte o acarreo que prestan las comunidades aledañas han sido esenciales para el desarrollo de las giras de muestreo semestrales y para el transporte de las muestras que recolectan los guardaparques. Este esfuerzo ha supuesto la generación de una base de datos con más 500 muestras de agua de lluvia y 350 muestras de aguas superficiales, además de un registro continuo de la precipitación, humedad relativa y temperatura desde abril 2015 hasta la fecha. Se cuenta además con registros de temperatura de suelo y un mapa batimétrico para uno de los lagos glaciares. Se adjuntan fotografías alusivas al trabajo realizado en Chirripó.



Fotografía: Estación meteorológica automática (al fondo) y el colector de muestras de agua de lluvia para análisis isotópico (al frente).

Logros, efectos e impactos

El proyecto de investigación desarrollado en Chirripó ha permitido avanzar nuestra comprensión del papel de los biomas tropicales como el páramo centroamericano en el ciclo global del agua y ayudará a establecer información de referencia relevante para el análisis de escenarios futuros de cambio climático. Además, la investigación en Chirripó ha permitido la generación de oportunidades para la capacitación de los guardaparques y otros actores locales a través de la participación en trabajo de campo. Esta capacitación y participación de los guardaparques se ha enfocado en realizar labores experimentales básicas (por ejemplo, han participado en el muestreo de precipitaciones y aguas superficiales), pero además se ha dado capacitación teórica mediante charlas en línea para fomentar su participación en nuestro proyecto de investigación. Los miembros de la comunidad también estarán involucrados en nuestros proyectos a través de su participación en talleres de difusión de resultados.



Fotografía: Mediciones de pH, temperatura y conductividad eléctrica en los sistemas de aguas superficiales del Páramo de Chirripó.



¿Qué hizo posible el éxito de esta experiencia? _____

La naturaleza colaborativa de nuestra investigación aprovecha los recursos intelectuales y analíticos de una institución académica y la experiencia del gobierno en conservación y manejo de ecosistemas tropicales. Este enfoque colaborativo es particularmente relevante para la investigación desarrollada en Chirripó debido a las limitaciones logísticas inherentes a la realización de mediciones biogeoquímicas complejas en ecosistemas aislados. Por lo tanto, nuestro proyecto aprovecha la experiencia de los miembros del equipo para analizar la información y generar conclusiones relevantes que ayudan a alcanzar el objetivo común de mejorar nuestra comprensión del ciclo del agua y su estado de conservación en el Páramo.

Lecciones aprendidas _____

Las lecciones aprendidas en este proyecto son:

- La posibilidad de realizar investigación de alto nivel de forma conjunta entre entes gubernamentales e instituciones académicas.
- La necesidad de capacitación e involucramiento de los funcionarios a cargo del resguardo de las áreas protegidas, tales como los guardaparques.
- La importancia de comprometerse a desarrollar investigaciones de mediano a largo plazo, vitales para mejorar el entendimiento de las condiciones climáticas e hidrológicas que controlan el ciclo del agua en sistemas montañosos remotos como el Páramo Centroamericano.

Perspectivas de sostenibilidad

Se ha puesto especial cuidado que el trabajo experimental cumpla con las siguientes condiciones: i) La recolección de muestras de agua de lluvia y aguas superficiales ha estado a cargo solamente de los guardaparques o de los académicos involucrados en el proyecto, ii) Las muestras que se recolectan son de un volumen muy pequeño (~30 mL) y no impactan los sistemas hídricos. Otras mediciones tampoco conllevan un impacto para el ecosistema y iii) Se realizan giras de campo solamente dos veces al año y áreas con fácil acceso, con el fin de minimizar la perturbación de la vegetación y el sistema de agua superficiales.



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA

2. Educación ambiental para el desarrollo sustentable de los humedales altoandinos del estado de Táchira

Sistema lagunar del Parque Nacional General Juan Pablo Peñalosa en los páramos del batallón y la negra, sector del estado Táchira de la República Bolivariana de Venezuela

- Actores involucrados

Unidades educativas asociadas al Sistema lagunar

- Autores/ institución

Fundación EcoHumana

Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL)

Universidad Simón Bolívar (USB)

Universidad de Carabobo (UC)

Instituto Nacional de Parques (INPARQUES)

Secretaría de la Convención Ramsar (Proyecto No. WFF/07/VE/01)

- Contacto

José Moncada. E-mail: moncदारangel@yahoo.es

Descripción de la experiencia

La experiencia se desarrolló entre los años 2008 y 2009 gracias al apoyo económico del Fondo de Humedales para el Futuro. El objetivo del proyecto fue promover la Educación Ambiental para el Desarrollo Sustentable de los humedales altoandinos del estado Táchira, por medio de un programa orientado al ámbito formal. Esto se realizó a través de la capacitación de estudiantes de educación superior y docentes de las comunidades escolares relacionadas con el Parque Nacional General Juan Pablo Peñaloza en los Páramos del Batallón y La Negra, y la producción de materiales educativos impresos.

El proyecto constó de cuatro componentes:

(1) Elaboración de los modelos pedagógicos de integración; (2) Capacitación de estudiantes de educación superior; (3) Capacitación de docentes relacionados con el área protegida, y (4) Producción de materiales didácticos dirigidos a estos docentes.

Los resultados de cada fase se resumen en:

1. Se analizaron los programas de cuarto, quinto y sexto Grado del Subsistema de Escuela Primaria Bolivariana, elaborándose dos (2) esquemas de integración: uno referido a los humedales altoandinos en general, y el otro referido al Parque Nacional General Juan Pablo Peñaloza en los Páramos del Batallón y La Negra como área que protege los humedales altoandinos
2. Se capacitaron 20 estudiantes de la carrera de educación en biología, rural, preescolar, informática e integral de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL) en sus Institutos Pedagógicos de Caracas y Gervasio Rubio. En el curso titulado "*Educación Ambiental para la sustentabilidad de los humedales altoandinos de Venezuela*", los alumnos recabaron información base sobre el área, estudiaron las ideas previas de docentes y estudiantes hacia los humedales altoandinos. Posteriormente los estudiantes formados iniciaron la elaboración de las unidades didácticas y participaron como cofacilitadores del taller de capacitación de docentes.

3. La capacitación de los docentes se inició con un taller de inducción e información básica sobre humedales, para luego realizar una serie de reuniones de seguimiento y acompañamiento en las escuelas con el fin de promover la incorporación de esta temática en los Proyectos de Aprendizaje.

Finalmente, se elaboraron dos Unidades Didácticas Ambientales (UDA): una sobre el Parque Nacional (*Asiento de humedales altoandinos*) y otra sobre los humedales altoandinos del estado Táchira (*Humedales en las alturas*), las cuales contienen estrategias didácticas para abordar el tema en aula.

Logros, efectos e impactos

La sustentabilidad de los humedales altoandinos como temática integradora del Currículo Básico Nacional y el Sistema Educativo Bolivariano

La intervención educativa realizada a través del desarrollo de las Unidades Didácticas Ambientales (UDAs) y los Proyectos de Aprendizaje (PA), tanto en educación superior como en la Educación Básica, generó un incremento en el conocimiento y la valoración de estos ecosistemas en las comunidades educativas abordadas. El desarrollo de estas estrategias de planificación favoreció la incorporación de los humedales como temática integradora en la Educación Básica venezolana, quedando pendiente darle continuidad al proyecto en otros humedales venezolanos.

Capacitación de estudiantes de Educación Superior

Se capacitaron 20 estudiantes de la carrera de educación en biología, rural, preescolar, informática e integral de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador en sus Institutos Pedagógicos de Caracas y Gervasio Rubio. En el curso titulado "*Educación Ambiental para la sustentabilidad de los humedales altoandinos de Venezuela*", los alumnos recabaron información base sobre el área, estudiaron las ideas previas de

docentes y estudiantes hacia los humedales altoandinos. Posteriormente los estudiantes formados iniciaron la elaboración de las unidades didácticas y participaron como cofacilitadores del taller de capacitación de docentes.

Como impacto de esta actividad es interesante destacar que el curso fue incorporado al Currículo del SubPrograma de la Maestría en Educación Ambiental del Instituto Pedagógico de Caracas (UPEL). La asignatura se siguió dictando para apoyar otros humedales.

Capacitación de docentes de las escuelas aledañas a los humedales altoandinos y sus Proyectos de Aprendizaje

Se capacitaron 25 docentes de aula en temáticas relacionadas con el conocimiento y valoración de los humedales altoandinos y el desarrollo de Proyectos de Aprendizaje sobre este tema. Los compromisos asumidos por los docentes llevaron a la producción de Proyectos de Aprendizaje adaptados al Currículo Básico Nacional y al Sistema Educativo Bolivariano. Durante el proceso de seguimiento y acompañamiento, los docentes manifestaron un continuo interés en el tema, lo que asegura un nivel de motivación y compromiso para seguir desarrollando esta temática en próximos períodos escolares.

Las Unidades Didácticas como propuestas para el trabajo en aula

Las dos (2) Unidades Didácticas Ambientales (UDA) publicadas en 2009 fueron un aporte al uso de estas estrategias de planificación en el aula. En su diseño, se consideró la incorporación de diversas estrategias didácticas que permiten consolidar y hacer más efectiva la praxis docente en cualquier temática que se quiera abordar. En particular, aquellas relacionadas con el uso del ambiente como recurso y fin del proceso de enseñanza y aprendizaje.

Difusión de la experiencia

La experiencia construida para promover la Educación Ambiental para el Desarrollo Sustentable de los humedales altoandinos del estado Táchira fue difundida mediante la publicación de un artículo de la revista Aula y Ambiente de la UPEL (Vol.10, No.19 - Año 2010) denominado "Educación Ambiental en humedales altoandinos del estado Táchira, Venezuela: Una experiencia en educación superior y capacitación docente"

(Disponible en https://issuu.com/revistaaulayambiente/docs/aula_y_ambiente_-_n19), así como su presentación durante el 5WEEC (*World Environmental Education Congress*, Montreal, Canadá, 10-14 Mayo, 2009) con la ponencia “Educación Ambiental para la sustentabilidad de humedales altoandinos: experiencia en la educación superior venezolana” (Link del Congreso: <https://weecnetwork.org/congresses/5weec/>). con la ponencia “Educación Ambiental para la sustentabilidad de humedales altoandinos: experiencia en la educación superior venezolana” (Link del Congreso: <https://weecnetwork.org/congresses/5weec/>).



Fotó: José Mmrcada

Fotografía: Laguna Verde del Páramo del Batallón, estado Táchira con el grupo de docentes capacitados. Parque Nacional General Juan Pablo Peñalosa en los Páramos del Batallón y La Negra.

¿Qué hizo posible el éxito de esta experiencia?

- Apoyo económico del FHF (Proyecto No. WFF/07/VE/01)
- Conformación de un equipo de trabajo entre la ONG, las tres (3) universidades y el Instituto Nacional de Parques (INPARQUES).
- Compromiso personal de los investigadores.

Lecciones aprendidas

La importancia del seguimiento y acompañamiento a los procesos de capacitación docente.

Descripción de la experiencia

Fue realizado entre 2008 y 2009, y no se realizó seguimiento a largo plazo al trabajo desarrollado debido a que el grupo de universidades se abocó a trabajar en otros humedales venezolanos.

Se desconoce si los actores gubernamentales responsables del área protegida continuaron con el trabajo emprendido.

Durante el proceso de seguimiento y acompañamiento, los docentes manifestaron un continuo interés en el tema, lo que asegura un nivel de motivación y compromiso para seguir desarrollando esta temática en próximos períodos escolares.

El curso fue incorporado al Currículo del SubPrograma de la Maestría en Educación Ambiental del Instituto Pedagógico de Caracas (UPEL). La asignatura se siguió dictando para apoyar otros humedales.

Este proceso se replicó hasta el año 2012 en otras áreas con humedales no altoandinos, asociados a los estados Guárico, Falcón y Zulia.

3. Propuesta de declaratoria como sitio Ramsar del sistema de humedales de la cuenca alta del río Las González

Sistema de humedales cuenca alta del río Las González del estado Mérida de la República Bolivariana de Venezuela

- Actores involucrados

División de Parques Nacionales, Dirección Regional Mérida del Instituto Nacional de Parques (INPARQUES).

Coordinación del Parque Nacional Sierra de La Culata.

Unidad de Diversidad Biológica de la Unidad Territorial de Ecosocialismo (UTE) - Mérida (Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo - MINEC).

- Autores/ institución

Ing. For. Román Gerardo Pineda (INPARQUES)

TSU Héctor Prieto (MINEC)

- Contacto

José Moncada. E-mail: moncदारangel@yahoo.es

Descripción de la experiencia

Los humedales altoandinos son ecosistemas estratégicos no sólo en el aspecto ecológico, sino que también juegan un papel importante en lo económico, social y cultural, en las comunidades cuya dinámica se desarrolla en las áreas de influencia inmediata e inclusive en las más alejadas, al contener reservorios de agua, primordial para la vida y para el desarrollo de estas comunidades; asimismo, tienen una diversidad biológica singular, muchas de sus especies de plantas y animales no se encuentran en ningún otro lugar y en ellos se congregan temporalmente varias especies de aves migratorias. Incluyen lagos, lagunas, turberas, céspedes, ríos, arroyos y otros cuerpos de agua definidos como humedales en la Convención Ramsar, incluyendo sus cuencas de captación, que se encuentran en la Cordillera de Los Andes y otros ecosistemas montañosos de América Latina.

En nuestro país, la mayoría de los humedales se encuentran dentro de áreas protegidas, especialmente en los Parques Nacionales y los Refugios y Reservas de Fauna Silvestre, lo mismo ocurre con los Humedales Altoandinos. Estos humedales se encuentran en los páramos y no constituyen cuerpos de agua aislados sino sistemas o complejos, esenciales para la dinámica de las microcuencas en las altas montañas y en otros sistemas hidrográficos. Los humedales altoandinos son considerados por la Convención de Ramsar como ecosistemas de gran fragilidad asociada a causas naturales como el cambio climático, las sequías prolongadas y la intervención humana.

A partir del año 2006 se inició un trabajo ininterrumpido por más de tres (3) años en la región, donde participó personal técnico de INPARQUES y de la denominada actualmente UTEC Mérida del MINEC. Durante este lapso se conformó el Comité Estadal de Humedales del Estado Mérida, se realizó la implementación de la Estrategia Regional de Humedales Altoandinos en nuestro país, se formuló y comenzó a ejecutar el Proyecto de Inventario de Humedales, se plasmó la información requerida en las Fichas Informativas de Ramsar para las propuestas de humedales Altoandinos y se planificó la socialización de las propuestas, lográndose hacer reuniones en las comunidades de la Cuenca Alta del río Chama y en la comunidad de Cañada de Las González, emplazada dentro del propuesto Sitio Ramsar Sistema de Humedales Cuenca Alta del río Las González.

Para el momento se han trabajado dos (2) propuestas que han cumplido parcialmente sus etapas previas para incluirse dentro de la Lista de Humedales de Importancia Internacional, y pasarían a ser los primeros en esta categoría en el país.

Particularmente adelantada, se encuentra la propuesta del Sistema de Humedales Cuenca Alta del río Las González. Aquí se localiza la comunidad del Páramo de Los Conejos o Cañada de Las González, comunidad andina tradicional, integrada por familias dedicadas a la agricultura, en especial la producción de papas y algunas hortalizas en menor grado, para autoconsumo; con ganadería a baja escala, muy extensiva, y la recolección de especies etnobotánicas; algunos pobladores se dedican a la prestación de servicios turísticos, actividad socioeconómica para la cual esta zona tiene un gran potencial por su relevancia y singularidad paisajística y cultural; sin embargo, a raíz de la pandemia que se instauró en el año 2020, la actividad turística prácticamente ha desaparecido o se ha reducida a su mínima expresión.

Los beneficios ambientales (disponibilidad hídrica) del área, hacen necesario e impostergable el establecimiento de programas y proyectos enmarcados en el desarrollo rural sostenible y la mitigación de impactos ambientales negativos, con la participación activa y protagónica de las comunidades locales, con la finalidad de garantizar su sostenibilidad en el tiempo.

Durante los últimos cinco (5) años, se conformó un equipo interinstitucional que estuvo integrado por personal de la Dirección Regional Mérida del Instituto Nacional de Parques y de la Unidad de Diversidad Biológica de la UTEC - Mérida para evaluar los humedales ubicados en la cuenca alta del río Las González (Parque Nacional Sierra de La Culata) dada su importancia estratégica por los servicios ambientales que se derivan de su conservación, especialmente lo referente al suministro de agua para los acueductos que surten las poblaciones de Lagunillas y San Juan en el municipio Sucre del estado Mérida y numerosas comunidades rurales del municipio Campo Elías. Este equipo estuvo conformado por personal de la División de Parques Nacionales y Coordinación del Parque Nacional Sierra de la Culata, de la Dirección Regional Mérida de INPARQUES y de la Unidad de Diversidad Biológica de la UTEC - Mérida (MINEC).



Foto: Adriana Morales.

Fotografía: Rosetal de Espepeletia, Estado Mérida.



Logros, efectos e impactos

Entre las actividades realizadas por el equipo de evaluación y actualización de la propuesta de declaratoria como Sitio Ramsar del Sistema de Humedales Cuenca Alta del río Las González, estuvieron:

- Realización de reuniones con la comunidad de la Cañada de Las González con la finalidad de informar sobre el proyecto.
- Visitas al área para:
 1. Realizar el inventario de Humedales de la cuenca alta del río Las González (se diseñaron los formatos para el acopio de información y se hicieron pruebas para evaluar su efectividad en campo)
 2. Evaluar el estado de conservación de los humedales inventariados (diseño de formatos).
 3. Evaluar los linderos del propuesto Sitio Ramsar Altoandino.

Con la información de campo se elaboró el Nuevo mapa de la propuesta de Sitio Ramsar, ampliándose la superficie con relación a la propuesta del año 2007 y finalmente se procedió al llenado de la Ficha Informativa Ramsar en formato electrónico (actualización).

¿Qué hizo posible el éxito de esta experiencia? _____

El trabajo realizado cumplió con los objetivos propuestos, ya que permitió reformular parcialmente la propuesta de Sitio Ramsar elaborada inicialmente en el año 2007, particularmente en lo que a superficie se refiere; además permitió conocer con mayor nivel de detalle la conformación de los humedales en el sitio y sus relaciones funcionales, sus bondades ecológicas y la principal problemática que los viene afectando.

Lecciones aprendidas _____

Entre los factores que más éxito aportaron a la experiencia estuvo la integración de un equipo interinstitucional para el levantamiento de información y la participación de miembros de la comunidad, que mostraron expectativas con relación a la propuesta de declaratoria de Sitio Ramsar.

Perspectivas de sostenibilidad _____

La promoción de actividades sostenibles en el área, pasa por la elaboración de un plan de acción que previa identificación de la situación actual del área, la problemática que presenta y la identificación de objetivos claros y precisos, permita la formulación y desarrollo de actividades que a la par de generar acciones positivas sobre los humedales acá presentes, redunden beneficios económicos a la comunidad, siempre teniendo en cuenta la conservación del recurso hídrico y la diversidad biológica del área como aspectos fundamentales del mismo. En este sentido, es necesaria una activa participación de la comunidad en la identificación de estrategias de acción que puedan ser impulsadas desde el seno de la misma.



4. Acciones de conservación realizados por la Asociación de Comisarios del Ambiente de Rangel – Acar (Venezuela)

Nacientes de los cursos de agua que conforman la cuenca alta del río Chama del estado Mérida de la República Bolivariana de Venezuela.

- Actores involucrados

Asociación de Comisarios del Ambiente de Rangel (ACAR) - Guardianes del Páramo.

- Autores/ institución

Coordinación ACAR: Sra. Ligia Parra Albarran. 3000 agricultores, conformados en 48 Comités de Riego del Municipio Rangel del estado Mérida. Grupo Ecologista Sembradores de Esperanza (Universidad Simón Rodríguez). Consejos Comunales Municipio Rangel del estado Mérida. 48 Comisarios de Ambiente, 1 por cada Comité de Riego. Organizaciones de Base dentro del equipo: ASESALUD (Asesoría en Salud Comunitaria y Huertos familiares completamente orgánicos). CONAPLAMET (Comisión Nacional de Plantas Medicinales). PROINPA (Productores integrales del Paramo). MUCURATIVAS (Cooperativa Plantas Medicinales). Liceo Nocturno Carrera TC. MED. en Agroecología. Flia. Parra Albarran, Comunidad Misinta.

- Contacto

Ing. For. Román Gerardo Pineda (INPARQUES)
TSU Héctor Prieto (MINEC)

Descripción de la experiencia

ACAR son las siglas de la Asociación de Comisarios del Ambiente de Rangel, del estado Mérida de la República Bolivariana de Venezuela. Es una asociación sin fines de lucro, sin discriminaciones partidistas, religiosas, de base social.

Su Misión es cuidar y resguardar las nacientes de los cursos de agua que conforman la Cuenca Alta del Río Chama y al ambiente en general en pro de alcanzar una mejor calidad de vida para los habitantes del Municipio Rangel y aguas abajo dentro de un esquema de desarrollo sustentable.



Fotografía: Situación inicial del sitio donde se realizó el proceso de "Siembra del agua" (Asociación de Comisarios del Ambiente de Rangel - ACAR, Guardianes del Páramo, los Consejos Comunales y los Comités de Riego).

Por otra parte, su Visión se vincula con una organización de referencia obligada en materia de gestión y desarrollo ambiental, representante y defensora de los derechos ambientales individuales y colectivos del conglomerado humano que hace vida en el Municipio; sustentada en la participación comunitaria y en el realce del conocimiento ancestral vinculado a la innovación tecnológica. Su éxito se debe a la participación de



Fotografía: Situación posterior del sitio donde se realizó el proceso de "Siembra del agua" (Asociación de Comisarios del Ambiente de Rangel - ACAR, Guardianes del Páramo, los Consejos Comunales y los Comités de Riego).

las comunidades del Municipio Rangel en cada una de las actividades previstas dentro de la organización. Su consigna: Amor, Unión, Paz y Trabajo... Amar y respetar a nuestra madre naturaleza es deber y conciencia de todos.

Las nacientes de los cursos de agua que conforman la Cuenca Alta del Río Chama y los propios cursos de agua, se ven sometidos a presiones de diferente índole, incluyendo gran cantidad de basura que arrojan de forma irresponsable en los terrenos y carreteras, "están en peligro los humedales y la sobrevivencia de los frailejones,, especies únicas en el mundo y que solo existen en nuestro páramo merideño".

Entre las zonas más afectadas, de acuerdo con Parra, se encuentra la parte alta del Pico El Collado del Cóndor (antes Pico El Águila), áreas de la Laguna de Los Guaches, la vía a Piñango, Laguna La Victoria, el municipio Cardenal Quintero y la vía que conduce a la población de Chachopo, "puesto que los comerciantes y los residentes ante la falta de recolección de los desechos sólidos por parte del Aseo Urbano, llevan la basura a esos lugares. Aunado a lo anterior, también se presentan problemas por la basura que arrojan los turistas".

Dicha situación impulsó a un grupo de residentes de Mucuchíes, preocupados por el deterioro del ambiente, quienes decidieron conformar la Asociación de Comisarios del

Ambiente de Rangel (ACAR) y quienes se hacen llamar Guardianes del Páramo, cuyo objeto es valorar el paisaje, agua, frailejón, flora y fauna, la cual está siendo afectada por grandes cantidades de basura, arrojada por gente del municipio Rangel, vecinos de otras comunidades, comerciantes y turistas.

El grupo, coordinado por Ligia Parra, cuenta con el apoyo de Elpidio Dávila, Nidia Parra, Javilea Espinoza, Ana Villarreal, Tomás Zerpa, Alcaldía de Rangel, Concejo Municipal, Guardería Ambiental, Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez, Instituto nacional de Parques (INPARQUES), Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo (MINEC), Tribunal Superior Agrario, Comités de Riego y las comunidades de La Granja, El Mocoa, El Pueblito, La Asomada y Musui, así como también medios de comunicación como las emisoras radiofónicas Ondas del Páramo y CDR 98.7 FM, el portal informativo Mérida Digital y los diarios impresos Frontera y Pico Bolívar.

Adicionalmente, prestan una valiosa colaboración al grupo la Posada Pie Grande, el Liceo Nocturno Mucuchíes y Ciudadmille-de la Universidad de Los Andes.



Foto: ACAR.

Fotografía: Enseñando amor y respeto por la naturaleza en la cuenca alta del río Chama, estado Mérida (Asociación de Comisarios del Ambiente de Rangel - ACAR, Guardianes del Páramo, los Consejos Comunales y los Comités de Riego).



Foto: ACAR.

Fotografía: Futuros ecologistas en las nacientes de los cursos de agua que conforman la cuenca alta del río Chama del estado Mérida (Asociación de Comisarios del Ambiente de Rangel - ACAR, Guardianes del Páramo, los Consejos Comunales y los Comités de Riego).

Logros, efectos e impactos

- Beneficiarios:
 - Directos: 3007 Agricultores
 - Familias: 11.200
 - Personas: 22.200
 - Indirectos: Barinas, Trujillo y Zulia
- Integración de todos los productores del Municipio Rangel en el trabajo de la ACAR
- 8 Comités de riego y consejos comunales (otros que se están constituyendo)
- 168 Nacientes en resguardo (Febrero 2011)
- Escuelas anexadas al programa, Apoyos especiales

- Liceos
- Universidades Nacionales (ULA, UNESUR, UNELLEZ, LUZ, Simón Rodríguez, Bolivariana)
- Universidades Internacionales (Tübingen - Alemania y Holanda)
- Primer premio ganado en Ecuador en el 2009 por Proyecto Páramo Andino
- Interés de varios pueblos y estados vecinos en replicar el trabajo realizado en el Municipio Rangel
- Generación de empleo para los egresados del Liceo Nocturno carrera: AGROECOLOGÍA (Charlas, Educación y Orientación hacia las escuelas y liceos sobre el amor a nuestra madre Naturaleza por parte de los alumnos que van a egresar).

¿Qué hizo posible el éxito de esta experiencia? _____

- La voluntad comunitaria y la participación de la gente.

Lecciones aprendidas _____

- La importancia de valorar los aportes de los comunitarios y el poder de organización de la base social.

Perspectivas de sostenibilidad _____

- Por ser una iniciativa comunal se ha mantenido dentro de la concepción de la Asociación de Comisarios del Ambiente de Rangel (ACAR) - Guardianes del Páramo, los Consejos Comunales y los Comités de Riego.



COLOMBIA

5. Recuperación ecológica del Parque Ecológico Distrital Humedal La Vaca (Colombia)

Complejo de humedales urbanos del distrito capital de Bogotá, conformado por 11 parques ecológicos distritales de humedal.

Caso específico: Parque Ecológico Distrital Humedal La Vaca

- Actores involucrados

Comunidad de la localidad de Kennedy, Banco de Semillas, Guardianes del agua, Fundación Grupo social, Catasix.

- Autores/ institución

Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá (SDA), Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá E.S.P. (EAAB E.S.P.), Alcaldía Local de Kennedy y comunidades aledañas.

- Contacto

Luisa Fernanda Moreno Panesso
Subdirectora de Políticas y Planes Ambientales
Secretaría Distrital de Ambiente - Alcaldía Mayor de Bogotá
Tel: (571) 3778816 – 3002841128
<luisa.moreno@ambientebogota.gov.co>

Descripción de la experiencia

El humedal de La Vaca (Norte), declarado como Parque Ecológico Distrital de Humedal (PEDH), según el Decreto 190 de 2004 (Plan de Ordenamiento Territorial) se encuentra al sur-occidente de la ciudad de Bogotá D.C, y pertenece a la Localidad de Kennedy. Este ecosistema, al igual que otros diez humedales de la ciudad fueron designados como al Complejo de Humedales Urbanos del Distrito Capital de Bogotá para ser incluido en la lista de Humedales de Importancia Internacional Ramsar (Imagen 1). El área legal del PEDH La Vaca (Norte) es de 5,7 hectáreas, y se ubica entre la Avenida Dagoberto Mejía y la Carrera 91 Sur; entre el costado sur del cerramiento de Corabastos y la calle 41 Bis A Sur.

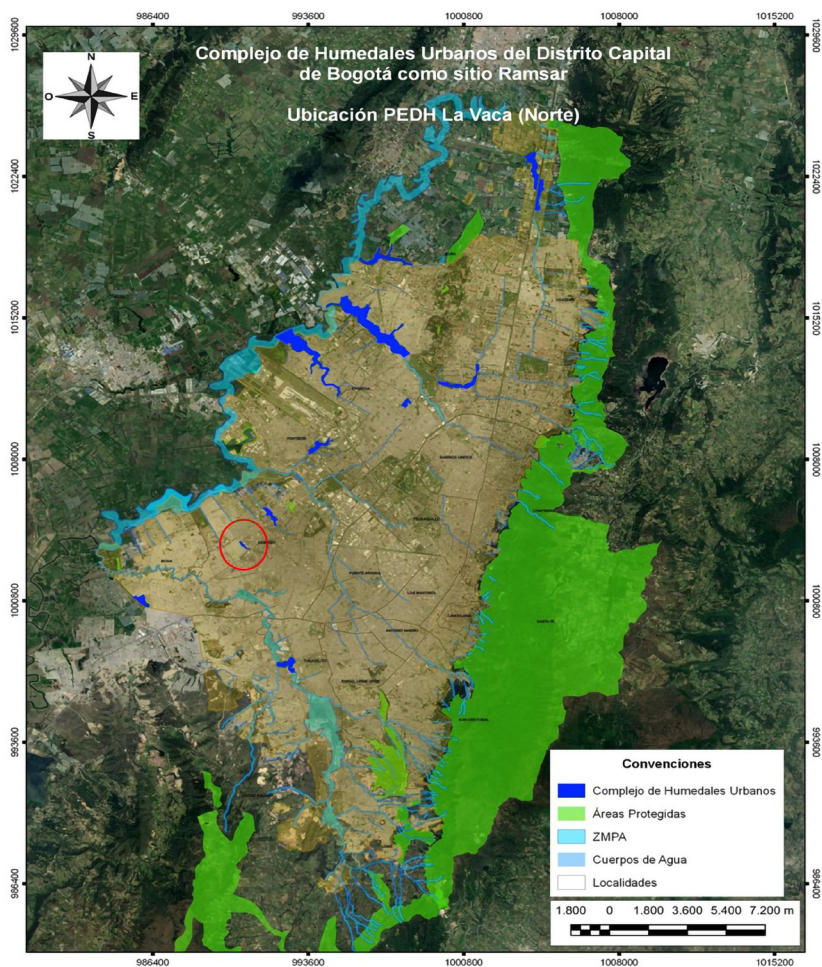


Imagen 1. Ubicación geográfica del PEDH La Vaca (Norte) (enmarcado en un círculo rojo) que hace parte del Complejo de Humedales Urbanos del Distrito Capital de Bogotá como sitio Ramsar. Fuente: SDA, 2021.

Desde finales de la década de los ochenta e inicios de la década de los noventa, los humedales del sur occidente de Bogotá D.C. y, en este caso, el Parque Ecológico Distrital de Humedal La Vaca (Norte), sufrieron procesos de contaminación de sus aguas y pérdida de áreas inundables. La baja calidad del agua y las conexiones erradas de aguas servidas o industriales, dieron lugar al deterioro de la biodiversidad y de algunas de las funciones del PEDH La Vaca.

Por otra parte, el desarrollo urbano de la ciudad es considerado la principal causa de la pérdida de áreas de humedal, fenómeno correlacionado con la migración de campesinos a la ciudad. Con el crecimiento demográfico aumentó la demanda de vivienda, impulsando el desarrollo urbano no planificado en detrimento de los humedales, a lo que se suma la baja capacidad con la que contó el gobierno local de la época para manejar esta situación.

El proceso de urbanización informal, sin planificación promovió la división y la venta de las antiguas haciendas de la Sabana para la construcción de viviendas, a lo que se le conoce como "loteo". Este proceso dio lugar a la desecación de los cuerpos de agua con la disposición de escombros y basura, eliminando sistémicamente los humedales de la zona.

El desconocimiento sobre la composición, función y valor de los humedales, sumado a percepciones negativas de estos como lugares insalubres, mal olientes, peligrosos o ausentes de desarrollo, fueron comunes en el imaginario de los habitantes y autoridades de la ciudad hasta inicios de la década del noventa. Este es el contexto en el que se consolidaron, en este periodo, los catorce barrios que componen el área de influencia del humedal. Los habitantes de estos barrios iniciaron procesos organizativos como, por ejemplo, el Comité Sectorial para mejorar las condiciones de sus viviendas, la conectividad al servicio eléctrico, acueducto, alcantarillado, mejoramiento de vías y, en general, por el reconocimiento legal de sus barrios y la titulación de sus predios.

Sin embargo, con el Acuerdo 9 de 1990 del Concejo de Bogotá D.C. creó el Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente (DAMA), y con el Acuerdo 02 de 1993 prohibió la desecación o relleno de lagunas y pantanos existentes y delegó a la EAAB definir estas áreas.

Para el año 1994 el Concejo de Bogotá emitió el Acuerdo 19, el cual declaró reservas ambientales naturales de interés público y patrimonio ecológico de la ciudad a los humedales y dictó disposiciones para que la EAAB adelantara la acotación de los cuerpos de los humedales, entre ellos el PEDH La Vaca (Norte).

Esta declaración generó un conflicto entre los intereses de los pobladores locales (con sus exigencias de garantías de derechos a la vivienda, servicios domiciliarios, accesibilidad y a la propiedad de sus predios), y los derechos colectivos a gozar de un ambiente sano con la conservación de los humedales.

A partir del interés del gobierno de la ciudad y de los ciudadanos de llegar a puntos de acuerdo y mediante asambleas ciudadanas masivas y la conformación de mesas de trabajo se acordó elaborar un estudio técnico que establezca la viabilidad de recuperación de estos ecosistemas de humedal en la ciudad. Una de las conclusiones de este estudio fue la necesidad de hacer una re-definición del área del PEDH La Vaca (Norte) y centrar esfuerzos en la recuperación de las áreas del humedal que aún no estaban excesivamente impactadas por la urbanización.

Este proceso resultó en el reasentamiento, a inicios de la década del 2000, de 160 familias que habitaban en el área del humedal, a través de mesas de trabajo promovidas por el Comité Sectorial de las comunidades aledañas y el gobierno de la ciudad, con el objetivo de garantizar los derechos de estas poblaciones en su mayoría vulnerables. Como fruto de esta mesa de trabajo, se consolidó un programa de recuperación del PEDH La Vaca (Norte).

En este proceso, las organizaciones comunitarias de los barrios vecinos como Bancos de Semillas y su líder Dora Villalobos asumen el liderazgo de los procesos de conservación y restauración del Humedal, implementando metodologías de diálogo y concertación con las entidades competentes, la autogestión, y el uso de los recursos jurídicos, como la instauración de la acción popular 04-0016 de 2004, para garantizar el cumplimiento al programa de recuperación del PEDH La Vaca (Norte).

Logros, efectos e impactos

Desde finales de la década del 2000, se establece una mesa de seguimiento al programa de recuperación del humedal y de la implementación de su Plan de manejo Ambiental con la participación de los ciudadanos, de actores económicos de su entorno, y de las instituciones del gobierno de la ciudad. Para el año 2010 se construye un aula ambiental y, desde el 2015, se implementan con mayor frecuencia los procesos de monitoreo ambiental, comunitario, y los procesos de restauración ecológica participativa.

El principal logro ha sido la recuperación de gran parte de las funciones del PEDH La Vaca (Norte), a través de acciones como la reconfiguración hidrogeomorfológica del cuerpo de agua y la restauración ecológica mediante la siembra de árboles, arbustos y hierbas. Esta iniciativa ha sido considerada como un referente de participación ciudadana unido al trabajo de las instituciones Distritales.

Se resalta la implementación de un biofiltro natural desarrollado a partir de plantación de juncos (*Schoenoplectus californicus*), al igual que el proceso de corrección de las conexiones erradas, el control a los vertimientos, la siembra de aproximadamente 1.816 árboles y arbustos nativos como el Duraznillo (*Abatia parviflora*), Chilco (*Baccharis latifolia*), Tomatillo (*Solanum ovalifolium*), Lupino (*Lupinus mutabilis*), Aliso (*Alnus acuminata*), Laurel de cera hojiano (*Morella pubescens*), Sangregado (*Croton funckianus*), Pino romerón (*Retrophyllum rospigliosii*), Cedro (*Cedrela montana*), y Nogal (*Juglans neotropica*), entre otros, y la consolidación de árboles de alto porte de especies como Sauce (*Salix humboldtiana*) (Imagen 2), Estas acciones han mejorado significativamente la calidad del agua del humedal y han fomentado la recuperación de la flora acuática y terrestre, junto con su fauna asociada. Durante el año 2020 se sembraron 200 individuos de especies de plantas nativas, bajo la dirección de la Secretaría Distrital de Ambiente como autoridad ambiental, con apoyo de entidades aliadas y participación ciudadana.

Los procesos de restauración ecológica y de restauración participativa han permitido la recuperación de los suelos del humedal y de una diversidad de especies de flora nativas.

Asimismo, se avanzó en la adquisición de los predios que se encontraban en la Zona de Manejo y Preservación Ambiental-ZMPA de humedal, se realizó el reasentamiento de comunidades ubicadas sobre el humedal, y se ejecutaron las obras de retiro de basura y material de relleno del espejo de agua.



Imagen 2. Ubicación de los individuos arbóreos y arbustivos nativos sembrados en el PEDH La Vaca (Norte). Fuente: SDA, 2021.

La apropiación y participación de las comunidades y habitantes vecinos ha sido uno de los mayores logros para la conservación y recuperación de este ecosistema. Esta participación ha transformado a esta iniciativa en un referente de participación y articulación de las comunidades y las instituciones públicas para la recuperación de un ecosistema de humedal y para la educación ambiental de la ciudad.

¿Qué hizo posible el éxito de esta experiencia? _____

Sin lugar a duda la participación ciudadana ha sido fundamental como generadora de propuestas y acciones para la conservación y restauración del humedal. Esto ha permitido una articulación y aprendizaje entre la comunidad y las instituciones.

Los aprendizajes sociales e institucionales a lo largo de las décadas han madurado modelos y procesos de gobernanza ambiental para la conservación de los humedales de la ciudad. Se resalta la creciente conciencia ambiental de las instituciones distritales y de la ciudadanía en general.

La articulación interinstitucional, para este caso entre la actual Secretaria Distrital de Ambiente (anteriormente Departamento Administrativo del Medio Ambiente), la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá E.S.P. (EAAB E.S.P.) y las autoridades locales, es un modelo de trabajo conjunto en favor del humedal.

Lecciones aprendidas _____

El desarrollo de un modelo normativo que se adapta a las necesidades y contexto socio económico del humedal. Lo que va desde la política pública de humedales del Distrito Capital, su plan de acción y su priorización, hasta la implementación de Planes de manejo Ambiental que se deben actualizar periódicamente.

La conformación de un modelo de administración o gobernanza de los humedales de la ciudad que prioriza las necesidades de cada ecosistema con una fuerte apuesta por la participación ciudadana.

La importancia de establecer el régimen de usos permitidos y prohibidos en el interior de las áreas definidas de humedal.

La educación ambiental y gestión social como estrategias de sensibilización y concienciación de la ciudadanía.

Perspectivas de sostenibilidad

Un marco normativo sólido y apropiado por la institucionalidad y la ciudadanía, que incluya convención Ramsar, la legislación nacional, y la construcción de la política pública de humedales del Distrito Capital, El Plan de ordenamiento territorial y los Planes de manejo Ambiental de cada uno de los humedales de la ciudad.

Relevo generacional, en la medida de que todos los grupos etarios reciben educación ambiental según el contexto socioeconómico para la protección y recuperación del patrimonio ambiental.

Centro de Investigación e Innovación Comunitaria como epicentro para reconocer el ecosistema a través de la investigación.

Empoderamiento de la comunidad para asumir el cuidado y la administración del ecosistema.





Foto: Dora Villalobos Burgos.

Fotografía: Humedal La Vaca.







ECUADOR

6. Restauración del humedal de Chakana

Reserva Chakana (Hacienda Antisanilla)

- Actores involucrados

Universidad San Francisco de Quito
Fundación de Conservación Jocotoco

- Autores/ institución

Esteban Suárez / Segundo Chimbolema / Antonio Páez / Adela
Espinosa / Marcelo "Pancho" Cuichán / Fernando Males

- Contacto

esuarez@usfq.edu.ec

Descripción de la experiencia

El humedal de Chakana donde se implementó esta iniciativa de restauración es una turbera de aproximadamente 21,3 ha ($0^{\circ}26'46.25''S$; $78^{\circ}18'25.36''W$) ubicada en la provincia de Pichincha, en los predios de la ex-hacienda Antisanilla. Esta turbera se encuentra a 3770 m en una amplia meseta que bordea el flanco oriental del flujo de lava de Boliche o Muertepungo. Su eje más largo desciende en dirección hacia el sureste desde 3798 hasta 3744 m de elevación y con una inclinación promedio de 7,4%.



Foto: USFO.

Fotografía: Reserva Chakana, Fundación Jocotoco.



Al ser parte de los extensos páramos que ascienden hacia el volcán Antisana, la propiedad de Antisanilla ha experimentado una historia larga de uso. En 1802, Alexander von Humboldt visitó este lugar. Y en 1881, el explorador y alpinista británico Edward Whymper recorrió esta zona y, de hecho, pasó una noche en la antigua casa de hacienda que hasta el día de hoy se encuentra entre el flujo de lava de Muertepungo y el humedal de Chakana. En su relato de la primera ascensión al Antisana, Whymper describe una enorme caravana de chagras (vaqueros) que subían en sus caballos para arrear al incontable hato de ganado que pastoreaba en las extensas faldas del volcán.

Durante siglos, y hasta hace muy poco tiempo, estos páramos han sido constantemente utilizados para la crianza de ganado vacuno y ovino, con los consiguientes incendios que frecuentemente acompañan las prácticas ganaderas en los páramos húmedos de Colombia y Ecuador. Y, a pesar de que no contamos con información más detallada, sabemos que hasta el año 2014 la zona de Antisanilla era sitio activo de pastoreo para un hato que fluctuaba entre 600 y 1400 cabezas de ganado. Como parte del manejo de esta zona, en una fecha que ha sido imposible determinar, los antiguos propietarios de la hacienda Antisanilla abrieron en la turbera al menos cinco canales longitudinales y dos canales oblicuos, formando un sistema de zanjas de 3,16 km de longitud. Adicionalmente, se abrió una acequia de 0.76 km (Canal H, Figura 1) que cortaba la cabecera de la turbera, desviando una gran cantidad de agua que debería haber entrado en el humedal. El corte de estos canales, unido al constante pastoreo por el ganado de la hacienda, convirtió a la turbera en un gran potrero dominado por especies exóticas o resistentes al pastoreo como *Anthoxanthum odoratum*, *Cotula australis*, y *Poa annua*.

En el año 2014, la propiedad de Antisanilla fue comprada por la Fundación de Conservación Jocotoco, dando lugar a la implantación de varias estrategias para reducir la presión del ganado y restaurar los ecosistemas nativos. Además de la reducción del hato ganadero y su exclusión de la zona de la turbera, en el año 2016 se cortaron 20 canales adicionales, paralelos a las líneas de pendiente del humedal y con una longitud total de 4,86 km (Figura 1). Estos canales fueron abiertos con la intención de restaurar hábitat para aves acuáticas, pero tuvieron la consecuencia inadvertida de acelerar el drenaje de la turbera, incrementando la urgencia de implementar un proceso de restauración de la hidrología y la vegetación del humedal.

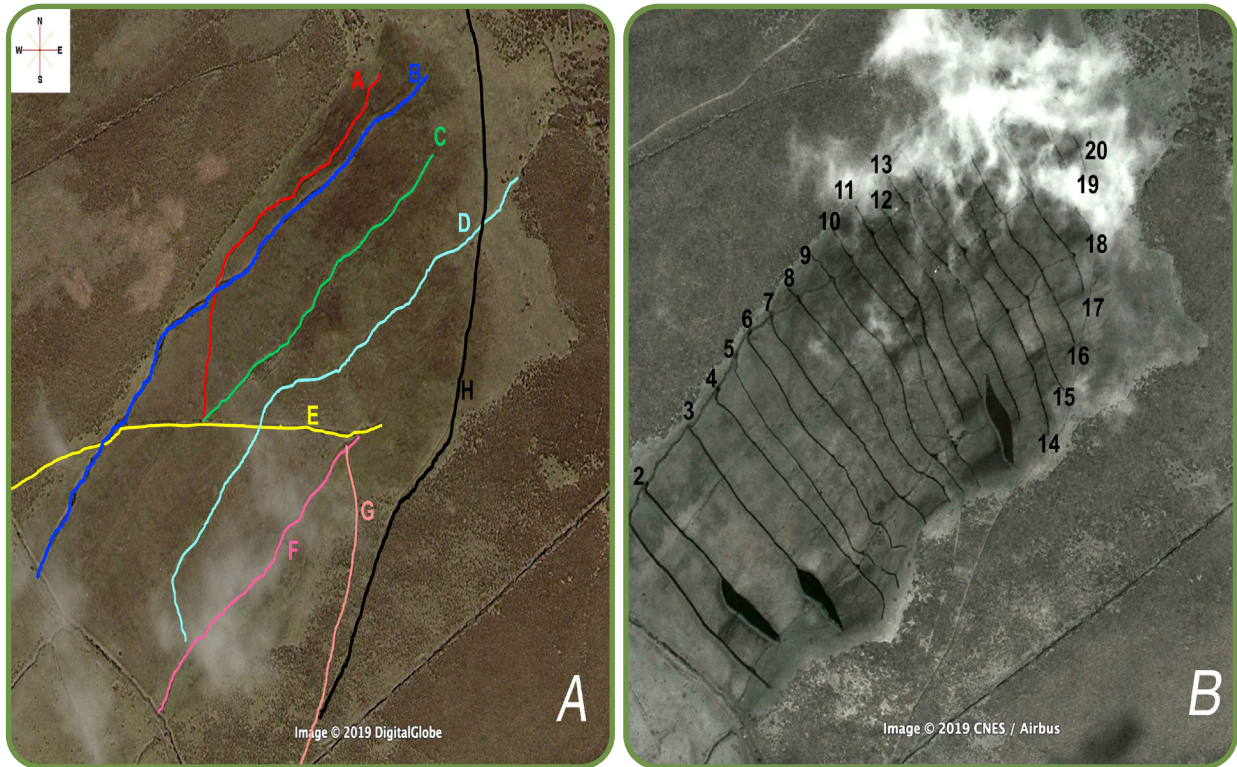


Figura 1: Reserva Chakana, Fundación Jocotoco.



El proceso de restauración

A partir de noviembre del año 2017, iniciamos la planificación de la restauración de la turbera de Chakana, con base en un acuerdo de colaboración entre la Universidad San Francisco de Quito y la Fundación Jocotoco, y con el apoyo técnico de científicos de Michigan Technological University y el Servicio Forestal de los Estados Unidos de América. En preparación para la restauración, en febrero de 2017 instalamos un sistema de seis pozos de nivel freático que debían ser monitoreados cada dos semanas por un gestor ambiental de la Fundación.

La línea base de nivel freático fue complementada con dos sistemas de monitoreo de la vegetación. Para el primer sistema, establecimos de manera estratificada un total de 30 cuadrantes de 90 x 90 cm, intentando cubrir todos los tipos de vegetación que se observaban en la turbera. Dentro de cada cuadrante utilizamos un sistema de 81

puntos de intersección cada 10 cm para estimar la cobertura y composición de especies. Para el segundo sistema, utilizamos el mismo cuadrante de 90 x 90, para monitorear la dinámica de la vegetación en los canales transversales. Para este sistema, establecimos tres cuadrantes ubicados aleatoriamente en cada uno de cuatro canales (canales 18, 16, 9 y 6).

El proceso de neutralización de los canales se realizó en dos fases. En la primera fase (noviembre-diciembre 2017) bloqueamos los canales de la parte más alta de la turbera (canales 11 a 20; Figura 1), e iniciamos el trabajo en los canales longitudinales A, B, C, D, y H. Al iniciar la restauración en la zona alta buscábamos reducir progresivamente la energía y el volumen de agua que circulaba por los canales transversales. En la segunda fase (enero-febrero 2018) bloqueamos los canales 1 a 10, y completamos el trabajo en los canales longitudinales. Para los canales transversales, utilizamos pacas de heno para construir cerca de 350 bloqueos, mientras que para los canales longitudinales utilizamos 50 barreras construidas con tablas de madera rústica. En algunos canales que eran muy anchos y profundos, utilizamos las barreras de madera combinadas con pacas de heno instaladas en el lado inferior (aguas abajo) de la barrera para ayudar a estabilizarla y permitir la colonización de vegetación

Resultados preliminares y evaluación de la restauración:

En el caso de Chakana, los resultados del proceso de restauración se pueden analizar a tres niveles: colonización de los canales longitudinales, colonización de los canales transversales y cambios en la matriz de la vegetación.

Canales longitudinales: en el humedal de Chakana los canales longitudinales coincidían con las áreas más húmedas de la turbera, es decir las áreas más bajas por las que el agua tiende a circular. Por su mayor humedad, estas zonas presentaban parches pequeños de *Juncus* sp. (totora) limitados a los bordes de los canales antes de la restauración. A partir de la construcción de las barreras, las zonas húmedas se expandieron a lo largo de los canales y promovieron una rápida extensión de los parches de totora (Figura 2).

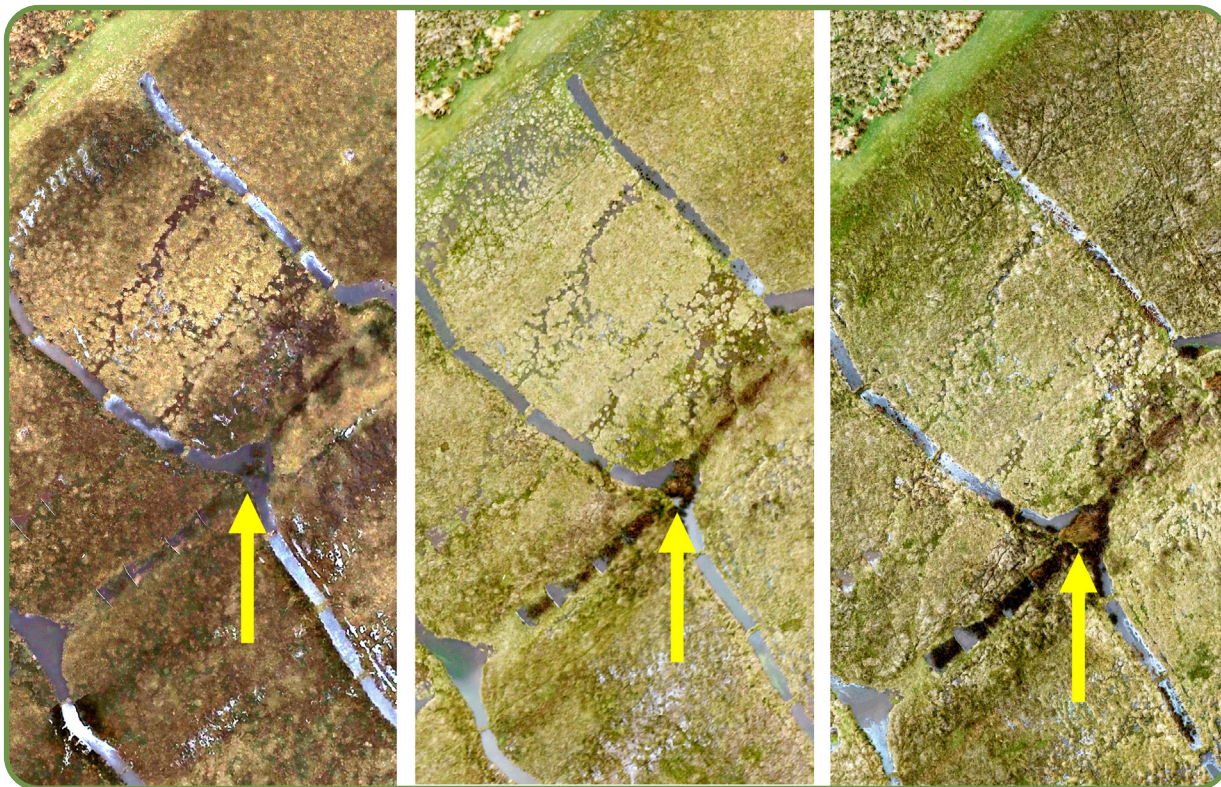


Figura 2. Parches de totora que colonizaron áreas de los canales..



Canales transversales: en este sitio los canales transversales representaban un problema particular. Por un lado, los canales eran numerosos y extensos, con amplitudes promedio de 1,5 m y profundidades que variaban entre 25 y 40 cm. Por otro lado, al estar interconectados a través de los canales longitudinales, los canales de la parte baja de la turbera movían cantidades de agua mucho más grandes que los de la parte superior. Dadas estas circunstancias, estos canales fueron bloqueados con barreras de heno y su restauración se está desarrollando a partir de un proceso de sucesión secundaria desencadenado por la inmovilización del agua en los canales.

Al limitar el movimiento del agua, los canales pasaron de comportarse como un sistema lótico, hacia un estado léntico con aguas casi estancadas. Este estancamiento dio lugar a la formación de capas espesas de algas, que aparecieron dentro de los 3 primeros meses desde el bloqueo de los canales. En algunos casos, estas capas de algas llegaron a cubrir casi todo el espejo de agua de los canales. Al mismo tiempo, al no poder fluir por los canales, el agua comenzó a percolarse o desbordarse lentamente, lo que resultó en una rápida saturación del suelo en los espacios entre los canales.

Aproximadamente a los 3 meses desde la neutralización de los canales, las algas comenzaron a morir y su biomasa, al descomponerse, pasó a servir como sustrato para una paulatina colonización, primero por plantas acuáticas y, luego, por plantas típicas de humedal como *Caltha sagittata*, y *Ranunculus flagelliformis*. Finalmente, aproximadamente 18 meses después del inicio de la restauración, los canales comenzaron a ser colonizados por *Eleocharis dombeyana* que, en algunas secciones, ya ha cerrado completamente el espejo de agua de los canales más someros de la parte superior del humedal. Este proceso sucesional se puede observar en el ejemplo de la Figura 3, que muestra el cambio en la cobertura de los canales en dos cuadrantes permanentes. En estos ejemplos la cobertura vegetal aumentó desde 10% hasta cerca del 80% en 3 años, a través de un proceso dinámico de i) desaparición de las algas, ii) aumento y posterior declive de la cobertura de plantas acuáticas, y iii) eventual dominancia de *Eleocharis dombeyana*.

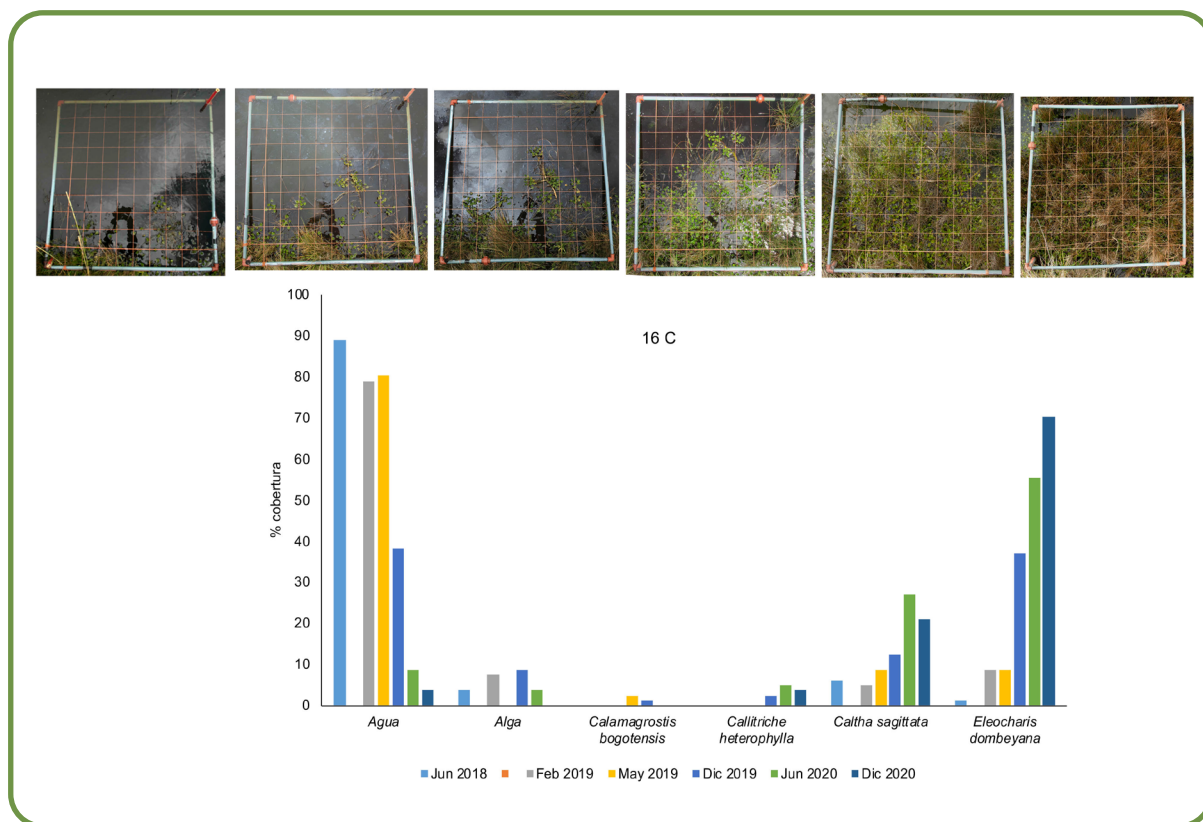


Figura 3. Cambio en la cobertura de canales después de implementada la restauración durante el periodo 2018 – 2020.

Este proceso de sucesión no fue homogéneo entre canales. En los canales más profundos, el proceso ha sido mucho más lento y, en algunos casos, casi imperceptible. En estos lugares es posible que la restauración pasiva de los canales no sea suficiente y quizás se requiera un esfuerzo adicional para reducir la profundidad de los canales y/o proveer un sustrato inicial para facilitar el establecimiento de la vegetación.

En cuanto a los cambios en la matriz general de la vegetación del humedal, aun no tenemos un análisis definitivo de los datos, pero nuestras observaciones sugieren que se está dando un cambio integral con disminución de las especies exóticas y aumento de especies típicas de turberas alto-andinas como almohadillas de *Plantago rigida*, totoras, y varias especies de *Cyperaceae*.

Logros, efectos e impactos

Hasta el momento, esta iniciativa de restauración tiene resultados verificables en dos ámbitos. Por un lado, los resultados del monitoreo muestran cambios en la cobertura vegetal que son consistentes con una recuperación de la funcionalidad de la turbera. Los canales, por ejemplo, han perdido su espejo de agua y están siendo colonizados por vegetación típica de humedales de páramo. Así mismo, los canales longitudinales cada vez son menos evidentes y están llenándose de totoras y otras especies que reducen el movimiento del agua, estabilizan los canales, y proveen hábitat para otras especies de plantas y animales típicos de turberas. Por otro lado, este proceso ha permitido el desarrollo y adaptación de técnicas de restauración de turberas de páramo que servirán de base para guiar y promover otros proyectos similares.

Desde esta perspectiva, y una vez que los cambios en la vegetación son evidentes, los próximos pasos de este proyecto están dirigidos a cuantificar los posibles efectos de la restauración sobre la dinámica del carbono almacenado en la turbera. Esto incluye, principalmente, cuantificación de la productividad y la biomasa aérea y subterránea de la vegetación, y una evaluación de los patrones espaciales y temporales de las emisiones de gases de efecto invernadero.

¿Qué hizo posible el éxito de esta experiencia? _____

Las principales fortalezas para el éxito de esta iniciativa han sido la confianza y un fuerte compromiso de colaboración entre las instituciones involucradas. Por el lado de la academia, la Universidad San Francisco de Quito aportó el diseño, la gestión técnica, y el monitoreo de toda la iniciativa. Por el lado de la organización de conservación, Jocotoco facilitó el libre acceso al área, fondos para la restauración, y respaldo y acompañamiento a todas las fases del proyecto. Desde esta perspectiva, el desarrollo de la iniciativa ha sido un proceso colaborativo con metas claras y compartidas que han asegurado un funcionamiento fluido del proyecto.

Lecciones aprendidas _____

En el ámbito técnico, esta iniciativa demostró que, si las presiones son removidas efectivamente, la recuperación de la vegetación de la turbera puede proceder con relativa velocidad. En este sentido, la remoción casi completa del pastoreo en la turbera ha sido clave para facilitar su recuperación.

Las técnicas para bloqueo de drenajes que se utilizaron en esta iniciativa son efectivas, fáciles de implementar, y relativamente baratas. En particular, el uso de pacas de heno para bloquear los canales demostró ser eficiente no solo para limitar el movimiento del agua, sino también para ayudar a recuperar el relieve y rellenar los canales más profundos. Adicionalmente, la colocación de tapetes de vegetación encima de los diques, acelera su estabilización y permite que se pierdan con el tiempo, contribuyendo a generar un aspecto “más natural” en los canales restaurados.

Nuestro sistema de monitoreo de la vegetación antes, durante y después de la restauración ha sido eficiente para documentar el proceso de recuperación de la vegetación y es fundamental para permitir el manejo y evaluación de la iniciativa. Por el contrario, nuestro sistema de monitoreo del nivel freático tuvo problemas de implementación que nos impidieron establecer una línea base sólida antes de la restauración. Desde esta perspectiva, hasta ahora nuestros datos no nos permiten establecer si el nivel freático en el humedal ha respondido a las medidas de restauración, aunque estos cambios parecen evidentes en la respuesta de la vegetación.

La evaluación de un proceso de restauración requiere una línea base de información lo más completa posible que debe generarse antes del proceso de restauración. Sin esa línea base, el monitoreo y manejo adaptativo de la iniciativa son difíciles y tienen altos niveles de incertidumbre. En este contexto se recomienda el desarrollo de indicadores sensibles pero fáciles de implementar que permitan valorar la trayectoria y avance de los procesos de restauración.

Perspectivas de sostenibilidad

En el caso particular de la turbera de Chakana, la sostenibilidad de la iniciativa de restauración está garantizada por las condiciones de tenencia de la tierra y los objetivos de la Fundación Jocotoco. El hecho de que la turbera pertenezca a una fundación de conservación y sin fines de lucro permite asegurar que el uso del suelo no cambiará en un futuro cercano. En cuanto a los fondos para la restauración, se estima que la inversión inicial fue la más fuerte debido a que requería la neutralización de los canales. Pero una vez que esa fase inicial se ha superado, la restauración pasiva de la turbera no debería requerir un alto nivel de financiamiento.

7. Restauración del humedal Pugllohuma

Pugllohuma

- Actores involucrados

FONAG/ Empresa de Agua de Quito EPMAPS/ TNC/
Universidad San Francisco de Quito

- Autores/ institución

Paola Fuentes/ Luna Delerue/ Bert de Bievre
Silvia Salgado /Tania Calle - FONAG

- Contacto

bert.debievre@fonag.org.ec

Descripción de la experiencia

El humedal Pugllohuma tiene alrededor de 14 hectáreas, y está ubicado en el Área de Conservación Hídrica Antisana, que es manejada por el FONAG y colinda con la Reserva Ecológica Antisana. Es un aportante del río Antisana cuyo caudal es captado por la Empresa de Agua Potable de Quito para el sistema La Mica Quito Sur. El humedal se encuentra a 4115 m.s.n.m; su precipitación promedio anual es de 800 mm y su temperatura promedio es de 6,5 °C. Posee una pendiente de 6,65° lo que corresponde a un terreno casi plano, en el que la escorrentía tiende a ser baja.

Hasta el 2010 y desde hace más de 100 años, este humedal formó parte de la extensa hacienda Antisana. En el año 2011, la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito (EPMAPS) compró el área con el objetivo de de proteger las microcuencas que suplen de agua a la ciudad,

Las acciones antrópicas en Pugllohuma datan de más de un siglo. Durante el régimen de hacienda existían aproximadamente 22.000 animales (entre ganado vacuno, equino y ovino), entre los cuales figuraban 17.000 ovejas.vw

El humedal Pugllohuma fue uno de estos ecosistemas dentro de la hacienda destinados para el uso ganadero, para lo que se construyeron zanjas “sangraderas” para desecarlo y así facilitar el ingreso de ganado. Según personal que trabajó en el lugar, esta acción evitó que “las ovejas consuman el agua y se enfermen” (FONAG, 2016).

En la siguientes fotografías se puede observar alrededor de 3680 metros de drenajes artificiales que conectan casi 100 pozas hasta un drenaje natural principal.



Foto: FONAG

Fotografía: Drenajes artificiales

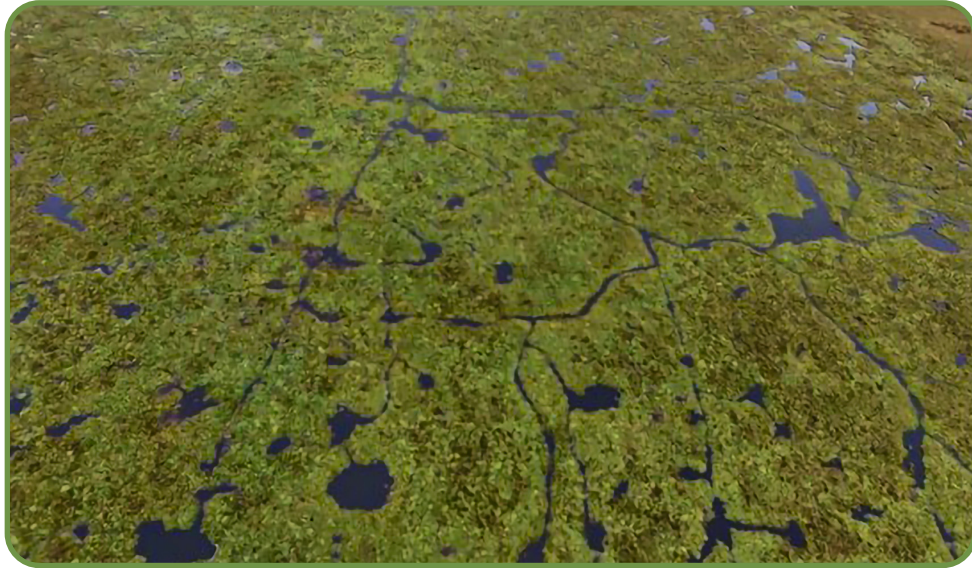


Foto: FONVAG

Fotografía: Drenajes artificiales



El proceso de restauración

El humedal Pugllohuma es de tipo estacional. A pesar de que recibe flujos de escorrentía subsuperficial y subterránea de sus vertientes vecinas, su saturación depende en gran parte de la precipitación. Esta condición hace que el humedal posea un nivel freático variable y el impacto de la desecación sea mayor.



Foto: FONVAG

Fotografías: Variabilidad del nivel freático



El perfil de la turba no se satura de forma permanente, y las zanjas de drenaje han bajado el nivel del agua, lo que podría reflejarse en la regulación hídrica y en la capacidad de resiliencia del ecosistema y la respuesta a la restauración. Para mitigar el desecamiento por drenajes o zanjas artificiales y mejorar las condiciones hídricas de la turbera alterada, se bloquearon los drenajes mediante diques de madera, técnica que se utilizó por la facilidad y bajo costo de su implementación.

En una primera fase, se construyeron 50 diques en las zanjas en las que se observaba mayor velocidad en su flujo de agua y que eran de mayor tamaño como se observa en las siguientes fotografías. Durante la segunda fase, en mayo de 2018, se construyeron 100 diques adicionales.

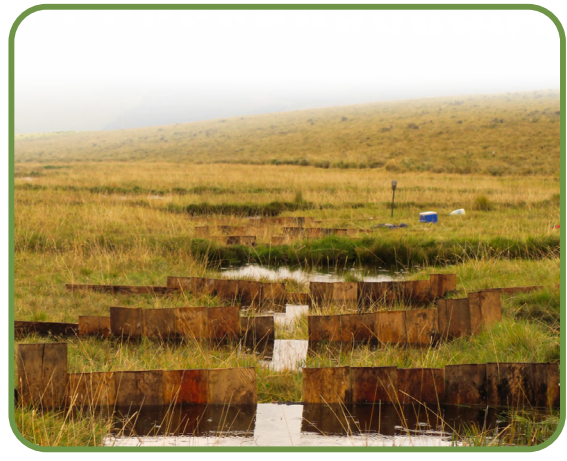


Foto: FONAG

Fotografías: (a) Bloqueo a la salida de una poza y (b) Bloqueo en un drenaje

Monitoreo de la restauración

Los resultados del proceso de restauración se pueden analizar en cuatro indicadores: dinámica hídrica, propiedades fisicoquímicas del suelo y vegetación.

Dinámica hídrica

Los sistemas de drenaje artificiales (Figuras 1) controlan en gran medida la profundidad o el nivel del espejo de agua. Para comprender esta dinámica se evaluó el nivel freático antes y después de la restauración. Para ello, se instalaron 18 pozos de 1m de profundidad en los que se midió el nivel freático un año antes de la instalación de diques (línea base) y luego de la restauración.

Los pozos se distribuyeron en cuatro transectos perpendiculares a los drenajes. Adicionalmente, se instalaron dos sensores de nivel automáticos que registran alturas cada 5 minutos. Con los datos de los sensores automáticos, se calcula la constante del tiempo de recesión del nivel freático en períodos secos posteriores a eventos de lluvia, con base en el modelo del reservorio lineal (Buytaert, y otros 2004). Este análisis en períodos secos después de eventos de lluvia permite analizar el comportamiento de la capacidad de retención del humedal, y tiene la ventaja de ser teóricamente independiente del nivel freático inicial.

Vegetación

Con el objetivo de obtener la línea base de la composición florística del humedal se realizó el establecimiento de transectos lineales en dos fases: Primera fase en el 2016, antes del inicio de la restauración, se establecieron tres transectos lineales de 50 m distribuidos en el humedal en tres zonas: en la parte alta afectada por la presencia de pozas; en la parte media, donde se presenta mayor saturación y mayor densidad de drenajes; y en la parte baja, donde se podría observar un cambio de la vegetación semiacuática a tolerante y a pradera. La información se registró mediante la metodología de puntos de intercepto cada 50 cm para estimar la cobertura y composición de especies. Esta metodología se repitió en un segundo muestreo en el año 2019 para comprobar su efectividad y analizar si hubo algún cambio.

Segunda fase: con el fin de muestrear áreas donde se aprecian los cambios en menor tiempo como consecuencia del bloqueo en los drenajes, se establecieron tres transectos de 30 m con cinco cuadrantes de 1m² separados cada 5; es decir, se ubicó un cuadrante de 1m² en la zona inundada del drenaje y los otros cuadrantes alejados de dicha zona. Adicionalmente, dentro de cada cuadrante se registraron 25 puntos de

intersección, cobertura de la vegetación, necromasa, agua y suelo descubierto. En ambas metodologías se analizó la riqueza, abundancia, diversidad, dominancia y similitud de cada uno de los transectos.

Logros, efectos e impactos

Como resultado del bloqueo de los drenajes se debería esperar que el rango entre los niveles máximo y mínimo del nivel freático disminuya. Este patrón reflejaría una mejor regulación del humedal, es decir, niveles freáticos más constantes en época seca. El nivel freático es afectado por los drenajes, sin embargo, la magnitud del impacto medido en los pozos puede variar de acuerdo con su distancia a los diques. Los pozos ubicados cerca de diques pueden exhibir una mayor respuesta por el área de inundación que provoca el bloqueo, que en los que se encuentran distantes. En promedio, el nivel freático en los pozos cerca de drenajes bloqueados es 8% más alto que en los pozos distantes a los bloqueos; sin embargo, no alcanza aún el nivel de los pozos ubicados en zonas sin drenajes cuyo nivel freático promedio es 10% más alto.

Para comprender el efecto de los diques en el tiempo, se consideró el periodo de noviembre del 2016 hasta noviembre del 2017 como línea base pre-bloqueo y hasta noviembre del 2018 la evaluación del bloqueo. El año evaluado luego de la restauración fue mucho más seco (200 mm menos). En el año pre-bloqueo los pozos en áreas sin drenajes tuvieron un nivel freático 11 % más alto que los pozos cercanos a drenajes. Luego del bloqueo la respuesta se invirtió, y los pozos cercanos a drenajes tuvieron un nivel freático 11% más alto que los pozos sin drenajes cercanos. Este patrón sugiere que los diques ayudan a sostener el nivel freático durante la época seca.

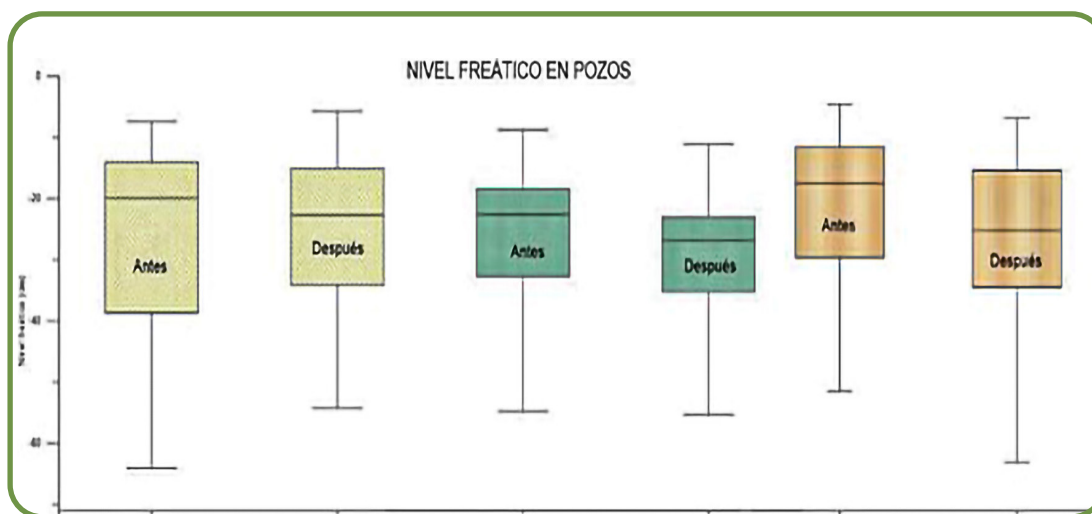


Figura 1. Diagrama de cajas de mediciones manuales antes y después del bloqueo A Cercanos a drenajes B Distantes a drenajes y C sin drenajes cercanos

En los pozos cercanos a los drenajes artificiales (Figura 1) después del bloqueo se reduce el rango intercuartil a pesar de ser un año más seco. La influencia del clima se ve tanto en los pozos “distantes a drenajes”, como en los pozos sin drenajes (Figura 1 literal B y C).

El rango intercuartil del nivel freático en los pozos cercanos a drenajes bloqueados se reduce en promedio en 4 cm (21%).

Constante de tiempo de recesión

Los datos de altura de agua en el Pozo donde se colocó un sensor automático fueron analizados en episodios de ausencia de lluvia durante varios días para identificar la constante de tiempo característica del vaciamiento del humedal. Se analizaron seis en el período de línea base, y siete en los años siguientes a la restauración. Los resultados obtenidos indican que en promedio el tiempo característico de la recesión aumenta después del bloqueo, pasando de 17 días \pm 12% a 24 días \pm 18%, lo que significa que el agua sale del humedal más lentamente después de la restauración.

Vegetación

El mayor porcentaje de cobertura de la vegetación corresponde a *Plantago rigida* y los transectos fueron muy parecidos entre sí. Las áreas cercanas a los drenajes tienden a estar dominadas por especies tolerantes a altos niveles de inundación como las almohadillas de *Plantago rigida*, mientras que las especies herbáceas erectas y amacolladas son menos frecuentes.

La necromasa puede ser confundida con especies que cambian su aspecto físico durante el periodo seco dentro de los drenajes, como por ejemplo algunas especies de briofitas que permanecen en estado de latencia durante la sequía (Hernández y Monasterio 2005). Por esta razón, se está trabajando sobre una propuesta para un estudio más detallado sobre el rol de las briofitas después de la restauración.

¿Qué hizo posible el éxito de esta experiencia? _____

Un factor clave para el éxito de nuestra experiencia se debe a que el Área de Conservación Hídrica Antisana pertenece a la Empresa de Agua Potable de Quito y es manejada en coordinación con el FONAG, a mediante la participación de un equipo de guardapáramos de las dos instituciones en la zona. Al ser un área cuyo uso exclusivo es la conservación y recuperación se pueden desarrollar investigaciones que fortalecen la comprensión de los ecosistemas de páramo, entre ellos de los humedales.

Otro factor relevante fue el acompañamiento de la academia. Con el apoyo de la Universidad San Francisco de Quito, en junio del 2017 se instalaron los diques -a modo de prueba- como parte del Taller de Restauración de Turberas organizado por esta institución. También la Estación Científica Agua y Páramo fomenta la investigación en el área para complementar el entendimiento de las turberas.

Por otra parte, el FONAG considera importante el monitoreo del impacto de las acciones de conservación y para ello cuenta con un equipo técnico que se encarga de dar seguimiento, mantenimiento de los sensores instalados, y análisis de la información.

Es necesario monitorear constantemente los indicadores de cambio que pueden ser relevantes para evaluar procesos de restauración. Por ejemplo, a más de tener en cuenta el caudal, otro indicador relevante en nuestro caso, es el carbono orgánico disuelto, que no fue considerado desde un inicio en nuestro monitoreo.

El registro de datos en campo y procesamiento de la información son claves para obtener conclusiones válidas y mantener la calidad de los datos. Por ello el FONAG ha incorporado plataformas virtuales para la colecta y procesamiento de datos.

Es importante generar indicadores que permitan reflejar las hipótesis planteadas con relación a los procesos de restauración y manejo.

Hasta ahora hemos dado el primer paso que es caracterizar las formas de vida de la vegetación poco tiempo después de la restauración. El siguiente paso será la caracterización funcional de éstas para profundizar en las diferentes estrategias adaptativas de las especies conforme el humedal pasa de un ambiente principalmente terrestre a un ambiente semiacuático. Con esa información se podrá responder preguntas sobre cómo se dan los procesos de sucesión en un humedal camino a su recuperación, es decir, como se da la dinámica del ecosistema

Perspectivas de sostenibilidad

La restauración del humedal Pugllohuma tiene un horizonte a largo plazo. Esto se debe a que se encuentra en un predio propio destinado a la conservación. Si bien no es una condición fácil de replicar en otros sitios o para otras instituciones, en el caso de esta investigación está garantizada su sostenibilidad.

Un aspecto importante en términos de sostenibilidad para el FONAG es el fortalecimiento de capacidades, tanto para el equipo de monitoreo (técnicos y profesionales) como para el equipo de Guardapáramos. Los Guardapáramos, al permanecer en el área, después de un proceso de capacitación y acompañamiento, pueden desempeñar un papel importante en la toma de datos.

Para finalizar, el involucramiento de la academia a través de la Estación Científica Agua y Páramo permite establecer líneas de investigación que son complementarias para comprender de manera integral los ecosistemas fuentes de agua. Investigadores de universidades han visto una buena oportunidad de emprender proyectos de investigación a mediano y largo plazo en el área.



PERÚ

8. Manejo y recuperación de humedales para mejorar la retención de agua en el sector de Punchaucocha

Humedales de Punchaucocha

- Actores involucrados

Comunidad Campesina de Laraos
Ministerio del Ambiente — Proyecto MERESE FIDA
Municipalidad Distrital de Laraos
Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP),
a través de la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochas.

- Autores/ institución

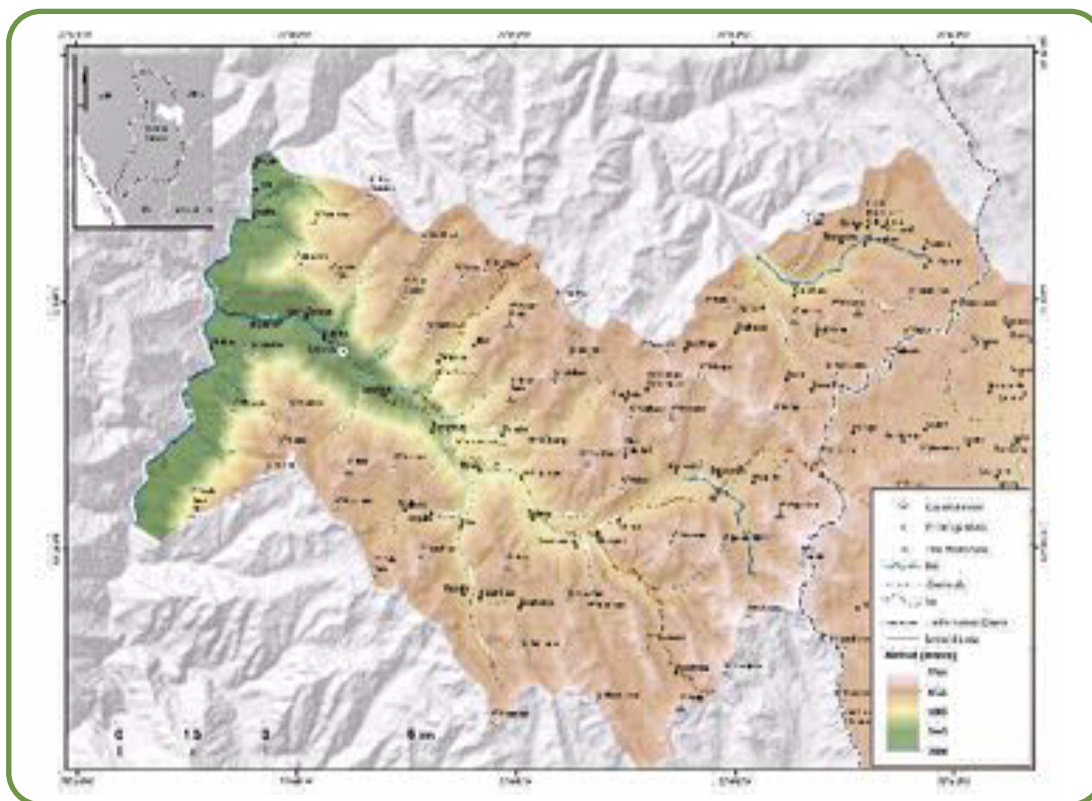
Leonardo Montes Cáceres - Coordinador Cuenca Cañete Proyecto MERESE
— FIDA/MINAM . Jerónimo Chiarella Viale - Coordinador Proyecto MERESE
— FIDA/MINAM

- Contacto

Leonardo Montes Cáceres — Coordinador de Cuenca Cañete
Correo: lmontes@minam.gob.pe; Celular: 983616429
Jerónimo Chiarella Viale - Coordinador Proyecto
Correo: coor-fida@minam.gob.pe; Celular: 992760598

Descripción de la experiencia

La Comunidad Campesina de Laraos se encuentra en el distrito de Laraos, provincia de Yauyos, departamento de Lima. Se encuentra ubicada a una altitud de 3,550 m.s.n.m. y su territorio forma parte de la Reserva Paisajística Nor-Yauyos Cochabambas.



Mapa de Ubicación.

La principal actividad económica que genera ingresos es la ganadería de camélidos, especialmente alpacas para la venta de fibra y carne. La agricultura es en primer orden para el autoconsumo y se caracteriza por el uso de andenes.

Sin embargo, esta actividad económica también ha causado problemas en los humedales de Pachaucocha por el sobrepastoreo de alpacas – vacunos. Los ovinos,

vacunos y alpacas que se crían en las partes altas, toman agua sobre todo de los bofedales. Las alpacas son las que más se alimentan de los bofedales. Esto ha causado la reducción de cobertura vegetal, suelo compactado y la pérdida de capacidad de infiltración, reduciendo los humedales.

Ante esta problemática, la Comunidad Campesina de Laraos decidió participar en el Primer Concurso para la presentación de subproyectos de conservación y uso sostenible de ecosistemas alto-andinos en la Cuenca de Cañete, convocado por el Proyecto MERESE-FIDA, ejecutado por el MINAM. De esta manera, se logró obtener financiamiento para la implementación del subproyecto “Manejo y recuperación de humedales para mejorar la retención de agua en el sector de Punchaucocha” presentado por la Comunidad Campesina de Laraos, el mismo que tenía como objetivo principal recuperar 85 hectáreas de humedales degradados por exceso de capacidad de carga animal. Para esta iniciativa también se contó con el apoyo de la Municipalidad Distrital de Laraos.

El subproyecto “Manejo y recuperación de humedales para mejorar la retención de agua en el sector de Punchaucocha” contaban con 3 objetivos específicos: Proteger los humedales con cerco de malla ganadera, instalar gramíneas en áreas degradadas y construir canales internos para incrementar áreas de humedales.

Antes de implementar las actividades en campo para el cumplimiento de los objetivos descritos en el subproyecto “Manejo y recuperación de humedales para mejorar la retención de agua en el sector de Punchaucocha”, la comunidad contó con asistencia técnica, mediante capacitaciones, para la recolección de esquejes de especies de pastos nativos, para la realización de los hoyos en el suelo y la forma de transplantar, para el trazado de los canales a pendiente cero que permita empozar y humedecer el suelo.

Una vez capacitada la comunidad, se iniciaron las actividades en campo, tales como el trasplante de pastos e instalación de gramíneas, trazado y construcciones de canales de distribución interna de agua, y la instalación de cerco perimétricos con fines de conservación. Para la actividad de trasplante de pastos e instalación de gramíneas, se empleó tres especies de pastos nativos para bofedales, que son la *Calamagrostis ovata* (Shura), la *Festuca F* (Dolichophylla) y la *F. gimnanta* (Chojo). Con respecto a la actividad de trazado y construcción de canales de distribución interna de agua, se realizaron faenas comunales para el trazado de canales a pendiente cero que permita empozar y humedecer el suelo que beneficie de humedad a las plantas, y el trazado permitirá

trasportar o conducir el agua de los manantiales o riachuelos a las partes secas. Por último, para la actividad de instalación de cerco con fines de conservación, se empleó tubo galvanizado y malla ganadera de 9 hilos.

Un factor clave para el éxito de las actividades fue el compromiso de las familias beneficiadas para desarrollar las acciones del subproyecto. Las familias se organizaban para realizar los trabajos de campo, mediante jornales laborales, previo consenso con en Asamblea Comunal donde se determinaba el costo por hora de trabajo. Cabe precisar que la mayor parte de este trabajo fue valorado como contrapartida de la comunidad al subproyecto, es decir, no eran remuneradas directamente por el Proyecto.



Foto: Michell León.

Fotografía: MERESE-FIDA.



El logro de estas acciones ha contribuido a la recuperación de 85 hectáreas de humedales, 8 hectáreas de resiembra de gramíneas con especies de pastos nativos, y a la construcción de 16 hectáreas de construcción de canales de distribución interna. Esto ha permitido mejorar y recuperar la cobertura vegetal, y contar con la presencia de aves en la laguna.

Con las acciones realizadas, se llevó a cabo un intercambio de experiencias para mostrar el logro de las acciones a los actores (EMAPA Cañete, Junta de Usuarios, ONGs, entre otros) y tomadores de decisión de la parte baja de la cuenca con la finalidad de promover e implementar el Mecanismo de Retribución por Servicios Ecosistémicos – MERESE.



Foto: Michell León.

Fotografía: Proyecto MERESE-FIDA (MINAM).



Logros, efectos e impactos

La implementación de esta experiencia permitió alcanzar los siguientes logros:

- Recuperación de 85 hectáreas de humedales degradados de la laguna de Punchaucocha, afluente al río Huanpuna.
- Distribución de agua de manera adecuada a zonas potenciales de los humedales y mejorar las gramíneas instaladas debido a la construcción de 16 ha de canales internos.
- Incremento o mejoramiento de la cobertura vegetal, mediante la resiembra de gramíneas con especies nativas, instalados en 8 hectáreas.
- Cambio de comportamiento en los líderes, comuneros y comuneras sobre la importancia de conservar los ecosistemas.
- Capacitación a comuneros y comuneras en temas relacionados para la implementación de las acciones del subproyecto, lo que les permitirá replicarlo en sus demás actividades.
- Capacitación a comuneros y comuneras para optimizar el desarrollo de actividades productivas, como la agricultura sostenible y la acuicultura.

¿Qué hizo posible el éxito de esta experiencia?

Los factores que aportaron al éxito de la experiencia son:

- El trabajo articulado entre el equipo técnico del proyecto y las autoridades de la comunidad para la realización de las actividades.
- El compromiso de comuneros y comuneras para realizar las acciones en campo.

- El asesoramiento y acompañamiento permanente en la ejecución de las actividades del subproyecto.
- La capacitación permanente para el manejo de recursos económicos con la finalidad que los gastos sean invertidos de acuerdo con el subproyecto.
- El apoyo de las instituciones locales, como la Municipalidad Distrital de Laraos y la Reserva Paisajística Nor-Yauyos Cochas.

Lecciones aprendidas

- Planificar las actividades, considerando las estaciones climáticas. Esto permitió aprovechar mejor las épocas de lluvia para el desarrollo de las plántulas de pastos naturales y también para evitar retrasos en la ejecución de otras actividades.
- Considerar en el presupuesto, gastos para la contratación de personal técnico y administrativo que facilite la elaboración de reportes o trámites administrativos que requiera el subproyecto.
- Con el trabajo articulado entre los actores locales se puede desarrollar subproyectos que beneficien los ecosistemas altoandinos para el aprovechamiento de las comunidades en la parte alta de las cuencas, como también en la parte baja.

Perspectivas de sostenibilidad

Para hacer sostenible las acciones realizadas con el subproyecto, la comunidad se comprometió a la intangibilidad del área de intervención, por un período de 5 años. Esto ha permitido que la comunidad reconozca el esfuerzo y los recursos invertidos, y hayan visto una oportunidad para promover el turismo paisajístico de la localidad.

Por otro lado, es una experiencia que consideran como oportunidad para el financiamiento a las organizaciones que conserven las áreas de intervención, mediante los MERESE.

Las acciones realizadas con el subproyecto se encuentran dentro del área de amortiguamiento de la Reserva Paisajística Nor-Yauyos Cochas, lo que con su asistencia técnica hará posible la sostenibilidad de la conservación de estos ecosistemas.



Foto: Mitchell León.

Fotografía: Proyecto MERESE-FIDA (MINAM).



ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA

9. Creación de la estrategia nacional para la gestión integral de los humedales de Bolivia

11 sitios Ramsar: Bañados del Izozog y el río Parapetí, Cuenca del Tajzara, El Pantanal Boliviano, Lagos Poopó y Uru Uru, Lago Titicaca, Laguna Concepción, Los Lípez, Palmar de las Islas y las Salinas de San José, Río Blanco, Río Matos y Río Yata.

- Actores involucrados

Ministerio de Medio Ambiente y Agua de Bolivia, Equipo de la Unidad de Gestión y Conservación de las Macroecoregiones de la Amazonía, Llanos, Yungas, Chiquitania y Pantanal.

Descripción de la experiencia

El Estado Plurinacional de Bolivia tiene la extensión más grande de humedales reconocidos como sitios Ramsar, con un área total protegida de 14 842 405 hectáreas (Figura 1). A pesar de ello, han sido múltiples las intervenciones humanas que han puesto en peligro a estos humedales. Actividades como la minería, ganadería y cambio climático han llevado a algunos de ellos a secarse por completo, como es el caso del Lago Poopó. Esto llevó a impactos negativos significativos en la biodiversidad y ciclo hidrológico de los sitios. Es por esto que, para una conservación y uso racional de los humedales, se creó una Estrategia Nacional para la Gestión Integral de los Humedales y sitios Ramsar de Bolivia. Mediante esta estrategia, Bolivia busca aunar esfuerzos y unificar políticas a mediano y largo plazo que permitan la conservación y uso sostenible de los humedales. La creación de la Estrategia Nacional contribuye a los objetivos del Plan Estratégico de Ramsar y a la Estrategia Regional de conservación y uso sostenible de los humedales altoandinos.

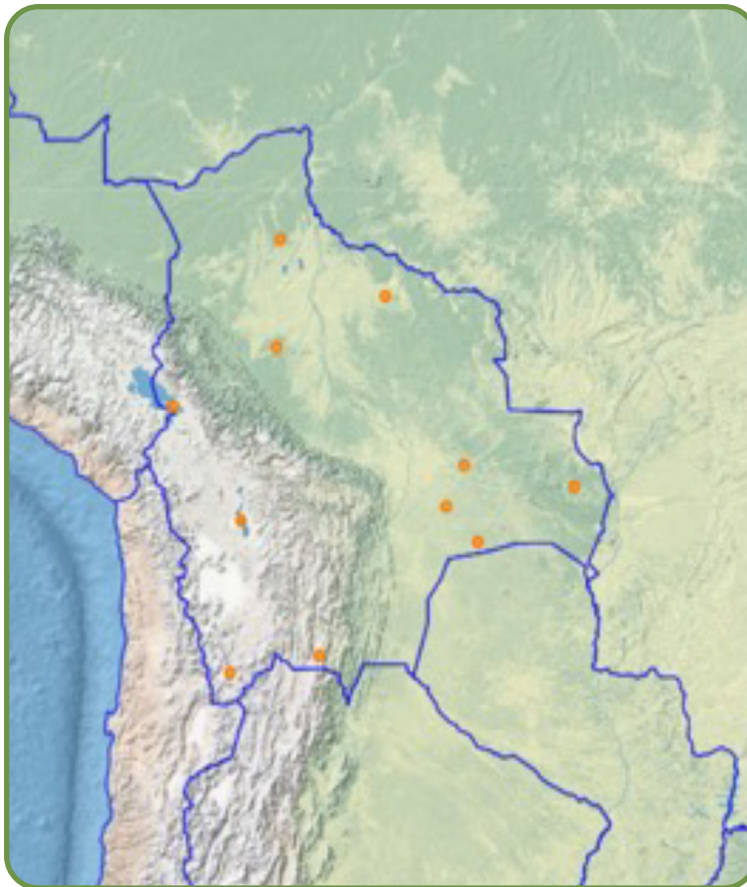


Figura 1. Sitios Ramsar en Bolivia. Fuente: ramsar.org.

Logros efectos e impactos

Mediante la conformación de la Estrategia Nacional para la Gestión Integral de los Humedales en Bolivia se logró lo siguiente:

- Creación de un marco jurídico e institucional
- Creación de una geodatabase que recopila la información de varias instituciones del país sobre los humedales: ubicación, características, información espacial y narrativa, datos socioeconómicos de la población, vivienda, datos agropecuarios.
- Determinación de la situación actualizada de los humedales mediante un análisis detallado de las características y presiones antropogénicas y naturales en cada cuenca.
- Análisis de los principales retos y desafíos hacia la conservación y uso sostenible de los humedales.
- Establecimiento de principios y lineamientos estratégicos para la conservación y uso sostenible de los humedales.
- Determinación de acciones prioritarias urgentes para llevar a cabo acciones específicas que impulsen la implementación de la Estrategia Nacional.

Que hizo posible el éxito de esta experiencia

La elaboración de la Estrategia Nacional tiene una visión integral que incluye un diagnóstico analítico considerado por cuencas: cuenca endorreica, cuenca del Amazonas y cuenca del Plata. Esta gestión integral considera algunos factores, como la caracterización de humedales, tensionantes e implicaciones socioeconómicas ambientales. A partir de ello, se consideraron principios y lineamientos estratégicos y aspectos operativos para la implementación de la estrategia con prioridades de acción. Esta visión de la Estrategia Nacional facilita su implementación y éxito.

Lecciones aprendidas

La Estrategia Nacional permitió considerar la articulación estructural de las funciones ambientales, ecológicas y sociales con la economía. La gestión de humedales se considera de forma integral mediante la declaración de áreas protegidas a extensiones amplias que cubren importantes sitios de humedales y con la visión de un desarrollo sostenible y equilibrado.

Perspectivas de sostenibilidad

La unificación de varios planes de acción y manejo a nivel local en una sola Estrategia Nacional que considera planes de acción prioritarios a mediano y largo plazo, facilita la implementación de estrategias que lleven a la conservación y uso sostenible de los humedales.





CHILE

10. Monitoreo de los humedales del salar de Maricunga

Complejo Lacustre Laguna del Negro Francisco-Laguna Santa Rosa

- Actores involucrados

MMA, CONAF, Centro de Ecología Aplicada, DGA, SAG, Dirección de Planificación y Desarrollo Gobierno Regional de Atacama.

- Autores/ institución

MMA, CONAF, Centro de Ecología Aplicada.

- Contacto

npenroz@mma.gob.cl

Descripción de la experiencia

Debido a las amenazas que tienen los humedales altoandinos presentes en la cuenca del Salar de Maricunga, en la Región de Atacama, los cuales han provocado daño ambiental, con la desecación de algunos humedales, se postuló un proyecto que pudiese utilizar toda la información ambiental presente en el sector, de los servicios públicos y también de las empresas privadas, con tal de desarrollar una plataforma web que almacene dicha información y en la cual también se puedan visualizar tendencias de los datos almacenados. Lo anterior es con el fin de poder prever cuando alguno de los humedales presentes en la cuenca del Salar de Maricunga se esté deteriorando, utilizando para ello el seguimiento a variables forzantes, como es el nivel del agua o el área del espejo de agua, entre otros parámetros.



Figura 1: Región de Atacama (III Región) de Chile.



Figura 2: Sitio Ramsar Complejo Lacustre Laguna del Negro Francisco-Laguna Santa Rosa (área borde amarillo) y Parque Nacional Nevado de Tres Cruces (polígonos verdes).



Fotografía: Desecación de humedal de la cuenca del Salar de Maricunga, por extracción de agua para uso productivo.

Este proyecto se presentó con el respaldo del comité de gestión intersectorial del sitio Ramsar, que está compuesto servicios públicos con competencia en el área en cuestión, como son el Ministerio del Medio Ambiente, Corporación Nacional Forestal, Dirección General de Aguas, Servicio Agrícola y Ganadero, Universidad de Atacama y Dirección de Planificación y Desarrollo Gobierno Regional de Atacama. Por medio de este comité se presentaron los apoyos institucionales al proyecto y son los conformantes de este comité quienes participan en los diferentes reuniones, talleres y capacitaciones que se han realizado, con el fin de informar o tomar decisiones relevantes.

Por medio del proyecto se realizó la compra de equipos, que permitieran un adecuado monitoreo de las variables forzantes de los humedales a las cuales se les está haciendo seguimiento. La información monitoreada por ellos servirá de insumo para ir actualizando la información almacenada en la plataforma web y poder realizar un mejor seguimiento ambiental.



Foto: Natalia Penroz.

Fotografía: Sustracción de sensores instalados en Laguna Santa Rosa, para extracción de datos.





Fotografía: Monitoreo de Laguna con sonda multiparamétrica.

El proyecto se postuló en la convocatoria de Bienes Públicos de la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), puesto que se enfocó en el desarrollo y sustentabilidad de nuevas actividades productivas a desarrollar en el área, asociadas principalmente al sector minero y también turismo de intereses especiales, siendo esos dos rubros los beneficiarios directos de la ejecución del proyecto.

En base a lo anterior es que se espera que la plataforma web, funcione como un sistema de alerta temprana que apoye la toma de decisiones, con tal de dar sustentabilidad a las actividades productivas y así no generar daño ambiental en los humedales altoandinos.

Descripción de la experiencia

Se pudo desarrollar una herramienta que almacenará y relacionará toda la información ambiental generada por diversos sectores, sobre el monitoreo de los humedales del Salar de Maricunga. Esta plataforma permite que todos los interesados en desarrollar alguna actividad productiva en el sector puedan evaluar sus condiciones ambientales y tomar decisiones en pro de compatibilizar su actividad con la protección y conservación de estos frágiles ecosistemas altoandinos.

Esta plataforma es de acceso público y en ella se pueden evaluar y definir tendencias de los parámetros definidos como variables forzantes de los humedales altoandinos del Salar de Maricunga.

Además, la plataforma se irá actualizando semestralmente con la nueva información, obtenida de los sensores instalados, del monitoreo público y privado, lo que permitirá el correcto seguimiento del estado de los humedales.

¿Qué hizo posible el éxito de esta experiencia?

El trabajo intersectorial fue fundamental para poder postular este proyecto y llevarlo a cabo, lo cual es resultado del trabajo del comité de gestión intersectorial del sitio Ramsar.

Respecto a la ejecución del proyecto, fue importante poder contar con una gran base de datos, público y privada, que sirvió como insumo de la plataforma web.

También fue importante el apoyo y buena disposición de las autoridades de los servicios participantes y por supuesto el apoyo financiero de la Corporación de Fomento de la Producción de Chile.

Lecciones aprendidas

La necesidad de tener alternativas para poder llevar a cabo los objetivos del proyecto, puesto que producto de la situación sanitaria debido al Covid-19, muchas actividades se tuvieron que modificar o no realizar, con lo cual hubo que generar otras instancias que dieran cumplimiento a los objetivos propuestos.

Perspectivas de sostenibilidad

Dentro de la convocatoria de financiamiento, fue fundamental definir la sustentabilidad del bien público, con lo cual, el servicio mandante del proyecto, junto a su co-ejecutor se comprometieron a mantener la plataforma web y actualizarla, con tal de mantenerla útil en el tiempo.



Foto: Natalia Penroz.

Fotografía: Flamencos en Laguna Santa Rosa-





ARGENTINA

11. Manejo sustentable del pastoreo en los alrededores de la laguna de los pozuelos

Sitio Ramsar Laguna de los Pozuelos (22° 20' S - 66° 00' W), Provincia de Jujuy

- Actores involucrados

Pobladores de la cuenca de Pozuelos, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Subsecretaría de Agricultura Familiar y Desarrollo Territorial — Coordinación Jujuy, Administración de Parques Nacionales, Ministerio de Ambiente de la Provincia de Jujuy, Corporación para el Desarrollo de la Cuenca de Pozuelos, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación.

- Autores/ institución

Román Baigún, Daniel Blanco /Fundación Humedales - Wetlands International

- Contacto

Punto Focal Nacional Ramsar:

Gabriela Gonzalez Trilla, Directora Nacional de Gestión Ambiental del Agua y los Ecosistemas Acuáticos, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
dnaguas@ambiente.gob.ar

Fundación Humedales — Wetlands International:

Román Baigún, rbaigun@humedales.org.ar
Daniel Blanco, deblanco@humedales.org.ar

Descripción de la experiencia

La Laguna de los Pozuelos es un humedal altoandino que se ubica a una elevación de 3.700 msnm, pertenece a una cuenca endorreica de 380.000 ha, en el extremo norte de la provincia de Jujuy, Argentina.

Debido a su gran importancia para la biodiversidad y para las comunidades que dependen de ella para su subsistencia, la Laguna de los Pozuelos, ha sido designada Sitio Ramsar (1992), Reserva de Biosfera del Programa MaB-UNESCO (1990), Monumento Natural de la Administración de Parques Nacionales (1981), y, más recientemente, Sitio de Importancia Internacional de la Red Hemisférica de Reservas para Aves Playeras (2014).

Las principales amenazas que sufre este humedal son el cambio climático, y el sobrepastoreo y pisoteo por el ganado doméstico, que también significan un factor de deterioro y pérdida de áreas de vegas y de su productividad. Esto conlleva impactos sobre la biodiversidad, los medios de vida, y el acervo cultural de las comunidades.

En este contexto, la Fundación Humedales / Wetlands International ha trabajado en este sitio tanto a escala de cuenca, como a nivel predial, desde abril de 2017 hasta fines de 2020 como parte del Programa “Conservando los Humedales Altoandinos para la Gente y la Naturaleza (2017-2024)”. A una escala mayor ha facilitado la realización del Plan de Gestión de Reserva de Biosfera Laguna de los Pozuelos en conjunto con las comunidades y autoridades locales y, simultáneamente, en una escala menor, ha llevado adelante pilotos demostrativos de mejores prácticas de manejo en su zona Núcleo para contar con experiencias concretas y replicables, a fin de enfrentar las amenazas que afectan a este humedal altoandino.

Como parte de estos pilotos, se ha contribuido al manejo sustentable del pastoreo del ganado en los alrededores de la Laguna de los Pozuelos, implementado acciones de manejo y restauración de vegas degradadas. Adicionalmente, y como estrategia de adaptación al cambio climático, se han dirigido esfuerzos para mejorar el uso del escaso recurso agua en los bebederos para el ganado mediante el reemplazo de aguadas alimentadas por la napa freática, con bombas solares.

Más específicamente, las acciones vinculadas a la implementación de prácticas sustentables de pastoreo del ganado en los humedales que rodean la laguna de los Pozuelos, incluyeron i) el cálculo de la biomasa en pie y la capacidad de carga estimadas a partir de experimentos de exclusión del ganado; ii) la elaboración del plan de manejo del pastoreo del ganado acordado con las comunidades, a través de procesos participativos e inclusivos, y con la revisión y aportes técnicos desde la Administración de Parques Nacionales (APN), la Subsecretaría de Agricultura Familiar y Desarrollo Territorial – Coordinación Jujuy (SAF), el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), y las autoridades a cargo de la administración del sitio; y iii) la implementación de este plan, incluyendo el manejo de aguadas, el descanso de cuadros de pastoreo, la adecuación de carga ganadera y reemplazo de ovinos por llamas cuando ameritó, entre otros. Dicho plan tiene como visión que todo manejo sustentable de la ganadería que se efectúe en el sistema de humedales de la Laguna de los Pozuelos, redundará en una mejor producción ganadera a largo plazo, a la vez que contribuirá a la conservación de los humedales y de la biodiversidad de la región.

Las acciones de manejo y restauración de vegas se basaron en la realización de obras de arte, en alianza con las comunidades y las autoridades locales responsables del manejo de los humedales, para levantar el nivel de base de tres cursos de agua. Las obras tuvieron el objetivo de demorar el paso del agua, atrapar el sedimento para recuperar el nivel de base degradado por la erosión y recuperar la colmatación de los humedales aledaños, sin interrumpir el flujo normal del agua. La elevación del nivel de base de los cursos de agua provoca el aumento de la cota de humectación del suelo, incrementando la productividad de las vegas y humedales asociados a los cursos de agua. Para ello se instalaron dos tipos de estructuras: azudes, formados por escalones transversales al flujo del agua en el fondo del cauce degradado, contruidos con material del lugar, revestidos con membrana geotextil fijada al suelo y protegidos por una cubierta de material de suelo superficial; y empalizadas, con escalones formados por bolsas de arpillera rellenas con sustrato del lugar, alineadas y fijadas con estacas de madera. De esta forma, al mejorar el almacenamiento de agua y retener por más tiempo el aporte de las precipitaciones en estos sistemas, se ha buscado contribuir a contrarrestar las amplias oscilaciones entre los períodos secos y húmedos que intensifican los efectos del sobrepastoreo.



Figura 1: Mapa de ubicación.

Logros, efectos e impactos

La Fundación Humedales / Wetlands International ha facilitado la elaboración del Plan de Gestión de la Reserva de Biosfera Laguna de los Pozuelos (PGRBLP) trabajando con su Comité de Gestión local. El primer borrador de dicho plan fue aprobado por el Comité MaB Argentino, y se remitió en consulta ante otras instituciones. En el PGRBLP se ha incorporado el plan de manejo del pastoreo del ganado que se ha desarrollado para el sitio, en consulta con los pobladores y las instituciones locales.

Para mejorar la capacidad local de implementación del programa, se establecieron alianzas estratégicas con la Administración de Parques Nacionales (APN), la Subsecretaría de Agricultura Familiar y Desarrollo Territorial – Coordinación Jujuy (SAF), y el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). El enfoque de manejo participativo e inclusivo del programa se vio reflejado en la participación de 73 familias, pertenecientes a nueve comunidades, en las actividades del mismo.

En cuanto a mejores prácticas del pastoreo, se está trabajando junto a los productores locales en seis propiedades rurales. A la fecha estos lineamientos para mejores prácticas se han aplicado en 6.981 ha, en forma conjunta con el INTA y SAF.

Para promover un uso más eficiente del agua, se han instalado cuatro bombas solares con bebederos para la hacienda, para reemplazar aguadas alimentadas por la napa freática. A cambio de estas mejoras, los propietarios de las haciendas se han comprometido a aplicar el plan de manejo del pastoreo elaborado para el sitio, así como la reconversión del sistema de bebederos.

Con respecto a restauración de humedales, se elaboró un plan de manejo y restauración de vegas que provee lineamientos de manejo e identifica áreas potenciales para la implementación de acciones de restauración. Hasta la actualidad cinco humedales han sido manejados bajo acciones de restauración en el área protegida (uno en Costa Lagunilla, tres en Río Chico y uno en Río Cincel), cubriendo hasta la fecha un total de 56,6 ha bajo manejo.

En materia de comunicación se ha realizado la publicación técnica “Conservación y manejo de vegas altoandinas en Argentina y Perú” (<https://lac.wetlands.org/download/6648/>), que permite compartir la aproximación del programa con otras ONG, institutos de investigación, autoridades de aplicación, y público en general.

¿Qué hizo posible el éxito de esta experiencia? _____

El éxito del programa está basado en la atención de las necesidades vinculadas a las problemáticas locales detectadas en la línea de base.

El trabajo consensuado con las comunidades, mediante un enfoque participativo e inclusivo, fue fundamental para llevar a cabo las acciones en Laguna de los Pozuelos.

Asimismo, fue fundamental contar con alianzas estratégicas con actores locales de amplia trayectoria y antecedentes de trabajo como los que acreditan los socios locales: APN, SAF, e INTA.

Del mismo modo es esencial la articulación a distintas escalas de gestión, tanto a nivel Nacional como Provincial. En este sentido la Fundación Humedales / Wetlands International cuenta con acuerdos con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación (MAyDS) y con la Secretaría de Biodiversidad del Ministerio de Ambiente de la Provincia de Jujuy (Secr. Biodiv. Jujuy).

Para el desarrollo del programa fue primordial contar con expertos calificados con experiencia para implementar sus enfoques en el territorio, y la sensibilidad para trabajar en conjunto con las comunidades.

La financiación de DOB Ecology a mediano plazo, desde 2017 hasta 2024, facilitó la planificación e implementación del Programa, lo que permite ajustes y la apropiación de las propuestas por parte de las comunidades e instituciones a largo plazo.

Lecciones aprendidas

Para la restauración de humedales fue de suma importancia el rescate de prácticas ancestrales de las comunidades.

Por otra parte, se hizo evidente que, para modificar prácticas de manejo que tienen arraigo cultural, y constatar los cambios en el territorio, es necesario contar con períodos de tiempo relativamente largos. Por ello la financiación de DOB Ecology a mediano plazo fue imprescindible. En esta misma línea, fue necesaria la adaptación de las acciones a los tiempos de las comunidades, alinearse con el cronograma local y, por supuesto, respetar sus festividades. De otra forma hubiera sido difícil, si no imposible, aplicar nuevos lineamientos de manejo.

Para lograr un impacto socioeconómico que mejore la calidad de vida de las comunidades se debe trabajar a escala de cuenca. Por ello se puso énfasis en la facilitación del Plan de Gestión de Reserva de Biosfera Laguna de los Pozuelos.

El vínculo que las instituciones han desarrollado previamente con las comunidades ha servido como un excelente punto de partida para establecer con ellas un rico diálogo e intercambio de conocimientos tradicionales y técnicos.



Foto: Fundación Humedales - Wetlands International

Fotografía: (Autoría: Fundación Humedales - Wetlands International)

La conexión on-line con las comunidades y con los socios locales es muy importante para realizar reuniones virtuales, ante la imposibilidad de estar presentes en forma permanente, tanto para brindar asesoramiento como para coordinar tareas en el terreno. Mantener un contacto frecuente posibilita una relación fluida con las comunidades.

Perspectivas de sostenibilidad

El programa se implementa de forma articulada con APN, SAF, INTA, Sec. Biodiv. Jujuy, y Corporación para el Desarrollo de la Cuenca de Pozuelos, lo que posibilita que las propuestas sean institucionalizadas. Asimismo, en el marco de los convenios de cooperación con MAyDS y Sec. Biodiv. Jujuy, busca potenciar acciones de interés común.

La inclusión del plan de manejo del pastoreo que se elaboró y validó con las comunidades y socios locales como parte integral del Plan de Gestión de la Reserva de Biosfera Laguna de Pozuelos, del programa MaB, UNESCO, ofrece un importante marco para la implementación de los lineamientos en el largo plazo.

De igual manera, las tareas de restauración de humedales son llevadas a cabo en conjunto con integrantes de las comunidades, lo que luego de la finalización del programa podrá adaptarse a nuevas necesidades con el conocimiento compartido en el sitio, contando también con el apoyo de las instituciones locales.



Foto: Fundación Humedales - Wetlands International

Fotografía: (Autoría: Fundación Humedales - Wetlands International)

CONCLUSIONES

Debido a la importancia de los humedales altoandinos (HAA) por sus múltiples servicios ecosistémicos, su endemismo y el papel fundamental que juegan en la hidrología de la región andina y también a la vulnerabilidad que tienen frente a agentes climáticos y no climáticos; la conservación se presenta como una estrategia prioritaria de manejo.

En este documento se han presentado algunas ideas y recomendaciones sobre políticas y la participación social que deben ser tomadas en cuenta para la conservación y manejo de estos importantes ecosistemas. Luego, se presentaron lineamientos generales para que las tomadoras y tomadores de decisiones, personal técnico y responsables de la planificación y el manejo de HAA puedan registrar los procesos necesarios a tomar en cuenta para una adecuada restauración. Además, se presentan prácticas de restauración, con ejemplos de aplicaciones en HAA que, planificadas de forma integral y con previo conocimiento del funcionamiento de cada sitio, pueden contribuir a reestablecer las funciones del ecosistema, incluyendo la recuperación de su régimen hidrológico, vegetación y hábitat. Por último, se recopilaron experiencias muy diversas de conservación y restauración en cada país. En algunas localidades se están conformando políticas y grupos de trabajo para proponer sitios de conservación, mientras en otros sitios se está caracterizando las áreas de estudio, y en otros, ya se han podido observar resultados exitosos de la implementación de prácticas de restauración. De todas formas, todas las experiencias están guiadas a los objetivos de la Convención de Ramsar y del Plan de Acción de Estrategias en HAA hacia la conservación, restauración y uso sostenible

La implementación de prácticas de restauración hidrológica (p.ej. bloqueo de zanjas y construcción de pequeñas represas) encontrados en las propuestas y experiencias en este documento han dado como resultado beneficios en común, como son el aumento de la cantidad de agua en los humedales, que se ha logrado al poder retener por más tiempo el agua disponible durante las épocas lluviosas, evitando las sequías extendidas. Además, algunas prácticas permitieron reducir la erosión en los suelos que por degradación han perdido la cobertura vegetal. Otras prácticas condujeron a mejorar el hábitat. Todas ellas, han permitido la restauración pasiva de la vegetación. La restauración activa en sitios con mayor degradación fue necesaria y condujo también a un restablecimiento de las funciones de los HAA. El monitoreo durante todos los procesos

de planificación e implementación es una fase importante de soporte para caracterizar los sitios de intervención y para tener en cuenta la efectividad de las prácticas.

Este documento presenta múltiples prácticas hacia la conservación y restauración de HHA contribuyendo al fortalecimiento de las capacidades de técnicos, investigadores, tomadores de decisiones y demás sectores involucrados en la temática. Sin embargo, los desafíos para la implementación de prácticas de conservación y restauración en HAA se encuentran principalmente en la falta de atención gubernamental que lleva a la carencia de políticas claras, deficiente manejo y falta de financiamiento; así como la deficiente coordinación entre los diversos sectores involucrados en la gestión de HAA, que inhibe la inclusión de sus experiencias durante la creación de políticas.

Los próximos pasos que se deberían dar en este tema son prevenir la restauración, anteponiendo la conservación, incentivar y financiar estudios que permitan determinar los sitios degradados para iniciar acciones de restauración; prestar atención a las medidas de restauración que se escogen y llevar adelante un adecuado monitoreo para que las soluciones sean a largo plazo; y, crear políticas y planes de acción enfocados a las individualidades de las comunidades y ecosistemas.

REFERENCIAS

Castillo, A. (2006). COMUNICACIÓN PARA LA CONSERVACIÓN : ANÁLISIS Y PROPUESTAS PARA LA RESERVA DE LA BIOSFERA CAMELA-CUIXMALA, JALISCO. In A. L. Barahona (Ed.), Educación para la conservación. Programa Universitario de medio ambiente, UNAM. https://www.researchgate.net/publication/301225209_COMUNICACION_PARA_LA_CONSERVACION_ANALISIS_Y_PROPUUESTAS_PARA_LA_RESERVA_DE_LA_BIOSFERA_CAMELA-CUIXMALA_JALISCO

Convención de Ramsar y Grupo de Contacto EHAA. (2008). Estrategia Regional para la Conservación y Uso Sostenible de Humedales Altoandinos.

FAO/OAPN. (2009). Pago por Servicios Ambientales en Áreas Protegidas en América Latina. <http://www.fao.org/3/i0822s/i0822s.pdf>

Golluscio, R. A., Bottaro, H., Rodano, D., Garbulsky, M. F., Bobadilla, S., Buratovich, O., & Villa, M. (2009). Divergencias en la estimación de receptividad ganadera en el noroeste de la Patagonia: diferencias conceptuales y consecuencias prácticas. In *Ecología Austral* (Vol. 19, Issue 1). www.ovis21.com.ar;

Harden, C. (2001). Soil Erosion and Sustainable Mountain Development. *Mountain Research and Development*, 21(1), 77–83. [https://bioone.org/journals/mountain-research-and-development/volume-21/issue-1/0276-4741\(2001\)021%5B0077%3ASEASMD%5D2.0.CO%3B2/Soil-Erosion-and-Sustainable-Mountain-Development/10.1659/0276-4741\(2001\)021\[0077:SEASMD\]2.0.CO;2.full](https://bioone.org/journals/mountain-research-and-development/volume-21/issue-1/0276-4741(2001)021%5B0077%3ASEASMD%5D2.0.CO%3B2/Soil-Erosion-and-Sustainable-Mountain-Development/10.1659/0276-4741(2001)021[0077:SEASMD]2.0.CO;2.full)

Hartman, B. D., Bookhagen, B., & Chadwick, O. A. (2016). The effects of check dams and other erosion control structures on the restoration of Andean bofedal ecosystems. *Restoration Ecology*, 24(6), 761–772. <https://doi.org/10.1111/rec.12402>

Iñiguez Gallardo, M. V., Helsley, J., Pinel, S., Ammon, J., Rodríguez, F. V. L., & Wendland, K. (2013). Collaborative community-based governance in a transboundary wetland system in the Ecuadorian Andes. *Mountain Research and Development*, 33(3), 269–279. <https://doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-12-00120.1>

Insuasty, J., Gómez-Ruiz, P., Rojas-Zamora, O., de los Angeles, C., & Vargas, O. (2011). ESTRATEGIAS PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE LOS PÁRAMOS EN ÁREAS AFECTADAS POR PASTOREO (PARQUE NACIONAL NATURAL CHINGAZA, COLOMBIA). In O. Vargas & S. Reyes (Eds.), *La restauración ecológica en la práctica*. Universidad Nacional de Colombia. https://www.researchgate.net/publication/260479264_ESTRATEGIAS_PARA_LA_RESTAURACION_ECOLOGICA_DE_LOS_PARAMOS_EN_AREAS_AFECTADAS_POR_PASTOREO_PARQUE_NACIONAL_NATURAL_CHINGAZA_COLOMBIA

Jara, C., Delegido, J., Ayala, J., Lozano, P., Armas, A., & Flores, V. (2019). Study of wetlands in the ecuadorian andes through the comparison of landsat-8 and sentinel-2 images. *Revista de Teledeteccion*, 2019(53), 45–57. <https://doi.org/10.4995/raet.2019.11715>

Patiño, S., Hernández, Y., Plata, C., Domínguez, I., Daza, M., Oviedo-Ocaña, R., Buytaert, W., & Ochoa-Tocachi, B. F. (2021). Influence of land use on hydro-physical soil properties of Andean páramos and its effect on streamflow buffering. In *Catena* (Vol. 202, p. 105227). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2021.105227>

Pinel, S. L., López Rodríguez, F., Morocho Cuenca, R., Astudillo Aguillar, D., & Merriman, D. (2018). Scaling down or scaling up? Local actor decisions and the feasibility of decentralized environmental governance: a case of Páramo wetlands in Southern Ecuador. *Scottish Geographical Journal*, 134(1–2), 45–70. <https://doi.org/10.1080/14702541.2018.1439522>

Planas-Clarke, A. M., Chimner, R. A., Hribljan, J. A., Lilleskov, E. A., & Fuentealba, B. (2020). The effect of water table levels and short-term ditch restoration on mountain peatland carbon cycling in the Cordillera Blanca, Peru. *Wetlands Ecology and Management*, 28(1), 51–69. <https://doi.org/10.1007/s11273-019-09694-z>

PNUMA. (1992). *Convenio sobre la Diversidad Biológica*. www.unccd.int
 Quenta, E., Crespo-Pérez, V., Mark, B., Gonzales, A. L., & Kulonen, A. (2021). Mountain freshwater ecosystems and protected areas in the tropical Andes: insights and gaps for climate change adaptation. EGU General Assembly 2021. <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu21-3448>

Ramsar. (2014). Ramsar. La Convención Sobre Los Humedales y Su Misión. <https://www.ramsar.org/es/acerca-de/la-convencion-sobre-los-humedales-y-su-mision>

Ramsar. (2015). El Cuarto Plan Estratégico para 2016 – 2024.

Rodríguez-Echeverry, J., & Leiton, M. (2020). Restoration strategies for the páramo of frailejones effected by fires in northern Ecuador. *Ecosistemas*, 29(3), 2018–2018. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2018>

Rojas Zamora, O. A. (2013). REUBICACIÓN DE PLANTAS PARA EL ENRIQUECIMIENTO CON ESPECIES NATIVAS EN LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE ÁREAS POTRERIZADAS DE PÁRAMO (PARQUE NACIONAL NATURAL CHINGAZA, COLOMBIA). <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/20207>

Rubio, M. C., Rubio, C., Salomón, M. A., & Abraham, E. (2017). Conservation of ecosystem services in high-altitude Andean wetlands: Social participation in the creation of a natural protected area. *Ecología Austral*, 27(1bis), 177–192. <https://doi.org/10.25260/EA.17.27.1.1.271>

Schimelpfenig, D. W., Cooper, D. J., & Chimner, R. A. (2014). Effectiveness of Ditch Blockage for Restoring Hydrologic and Soil Processes in Mountain Peatlands. *Restoration Ecology*, 22(2), 257–265. <https://doi.org/10.1111/rec.12053>

Schumann, M., Joosten, H., Schumann@uni, M., De, -Greifswald, & De, J.-G. (2008). *Global Peatland Restoration Manual*. http://www.imcg.net/media/download_gallery/books/gprm_01.pdf

Secretaría de la Convención Ramsar. (2010). Fondo de Humedales para el Futuro: Beneficiando el manejo y la conservación de humedales en América Latina y el Caribe.

Valentin, C., Poesen, J., & Li, Y. (2005). Gully erosion: Impacts, factors and control. *Catena*, 63(2–3), 132–153. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2005.06.001>

PUBLICACIONES REALIZADAS A PARTIR DE LA EXPERIENCIA DE COSTA RICA

Chai, L.L., Hernandez-Ramirez, G., Hik, D.S., Barrio, I.C., Frost, C.M., Chinchilla-Soto, C., Esquivel-Hernández, G. (2020). A methane sink in the Central American high elevation páramo: Topographic, soil moisture and vegetation effects. *Geoderma*, 362, 114092. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2019.114092>

Esquivel-Hernández, G., Sánchez-Murillo, R., Quesada-Román, A., Mosquera, G.M., Birkel, C., Boll, J. (2018). Insight into the stable isotopic composition of glacial lakes in a tropical alpine ecosystem: Chirripó, Costa Rica. *Hydrological Processes*, 32, 3588–3603. <https://doi.org/10.1002/hyp.13286>

Esquivel-Hernández, G., Mosquera, G. M., Sánchez-Murillo, R., Quesada-Román, A., Birkel, C., Crespo, P., ... Boll, J. (2019). Moisture transport and seasonal variations in the stable isotopic composition of rainfall in Central American and Andean Páramo during El Niño conditions (2015–2016). *Hydrological Processes*, 33, 1802–1817. <https://doi.org/10.1002/hyp.13438>

Esquivel-Hernández, G., Sánchez-Murillo, R., Vargas-Salazar, E. (2021). Chirripó Hydrological Research Site: advancing stable isotope hydrology in the Central American Páramo. *Authorea*. January 27, 2021. <https://doi.org/10.22541/au.161173984.42665521/v1>



ISBN: 978-9942-8807-1-0



9 789942 880710