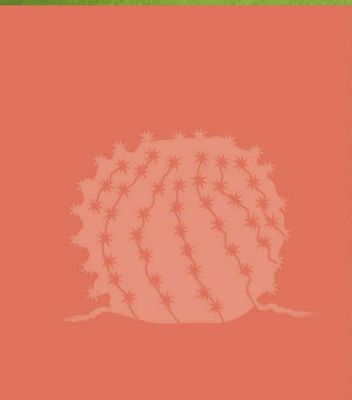
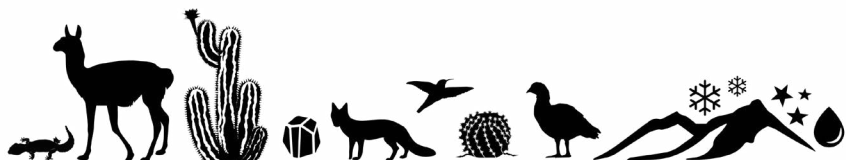




Guion Turístico Cordillera de Elqui



EDITORIAL



Edición general:
Felipe Cecchi

ISBN:

Año: 2024

Colaboradores:
Valentina Aliste
Alfredo Ardiles
Álvaro Ayala
Claudia Hernández
Antonio Maldonado
Giulia de Pasquale
Nicole Schaffer
Simone Schauwecker

Para mayor información:
www.ceaza.cl
www.difuciencia.cl
turismociencia@ceaza.cl

Descarga online:
www.difuciencia.cl/guion_cordillera_elqui.pdf



Diseño y diagramación:
Janina Guerrero

Fotografías:
Archivo CEAZA
Claudia Hernández
Antonio Maldonado
Marcelo Marambio
Jorge Ramírez

Guion Turístico Cordillera Elqui © 2024 del Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas, CEAZA®, está bajo licencia Creative Commons Reconocimiento-Compartirigual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visitar <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

05

Glaciares

13

**Turberas de altura
o bofedales**

17

**Paleoclima y
vegetación**

20

Nieve y ríos

23

**Biodiversidad altoandina
en el Santuario de la
Naturaleza Río Cochiguaz**

26

Bibliografía



Presentación

El sector cordillerano de la provincia de Elqui, en la región de Coquimbo, es un vasto territorio que alberga diversos e importantes ecosistemas.

Estos lugares de vida proveen múltiples beneficios a los seres humanos y a otros seres vivos, siendo fundamentales para sostener a las comunidades humanas y a toda la biodiversidad local. Dado el rol que posee la cordillera de los Andes en la dinámica hídrica de la región, estos espacios resultan además particularmente relevantes hoy en día, en el contexto de la mega sequía regional y del cambio climático global.

Por estas y otras muchas razones, creemos que este territorio debe ser conocido, valorado y protegido.

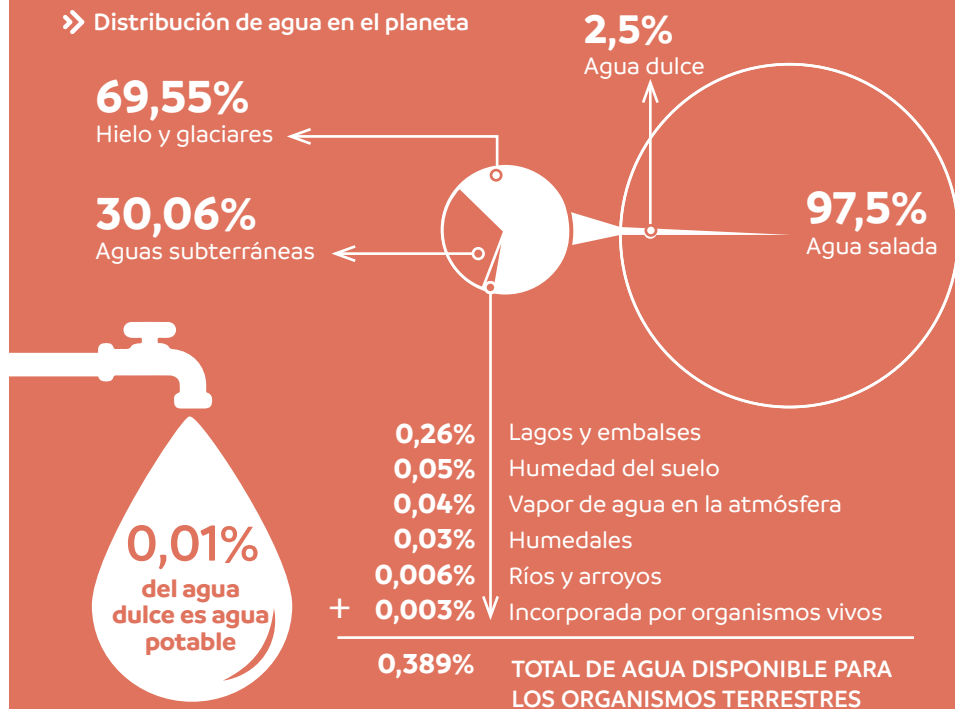
El presente guion turístico es un material de divulgación del conocimiento elaborado en el marco del proyecto “Fortalecimiento del turismo desde la identidad basada en la naturaleza”, financiado por el Fondo de Innovación para la Competitividad Regional, de la región de Coquimbo, que tiene como objetivo promover el desarrollo de una actividad turística con un fuerte sentido de valoración y pertenencia al entorno natural regional. En él se presenta información, agrupada en cuatro secciones, que aborda diversas temáticas relevantes desde el punto de vista de la historia natural de nuestra región, y que esperamos puedan hacer crecer el interés por seguir conociendo y queriendo nuestro rico patrimonio natural y cultural.

Glaciares

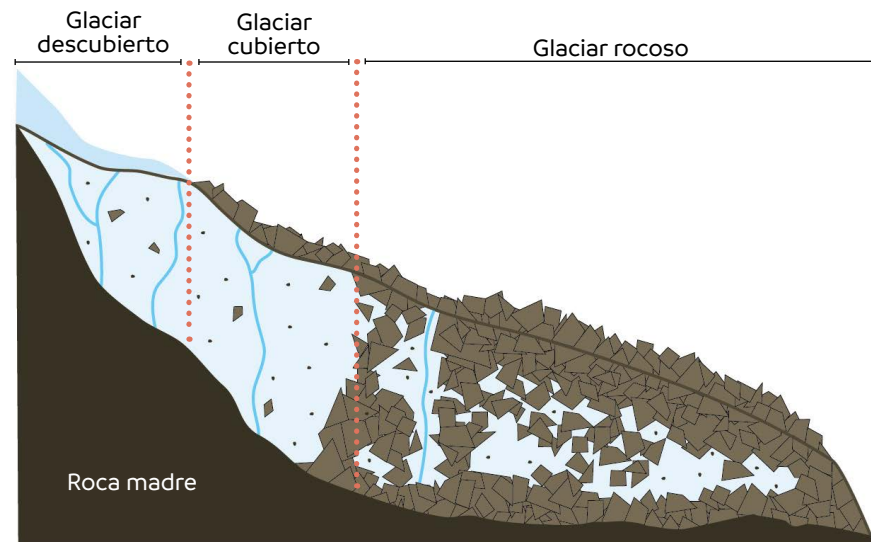
Los glaciares son grandes masas de hielo permanente que se forman en la superficie terrestre por la acumulación y compactación de nieve que cae año tras año. Durante las temporadas de primavera y verano, se produce la fusión del hielo de los glaciares, generando importantes aportes de agua al sistema hidrológico, al suministrar agua a los ríos y acuíferos subterráneos.

La mayor parte de los glaciares se encuentran en las zonas polares, pero también se dan en las zonas de gran elevación, en los cordones montañosos alrededor del mundo, como la cordillera de los Andes. Actualmente el hielo acumulado en los glaciares de las montañas, y sobre la Antártica y el Ártico, constituye casi un 70% del agua dulce de nuestro planeta.

» Distribución de agua en el planeta



» Tipos de glaciares

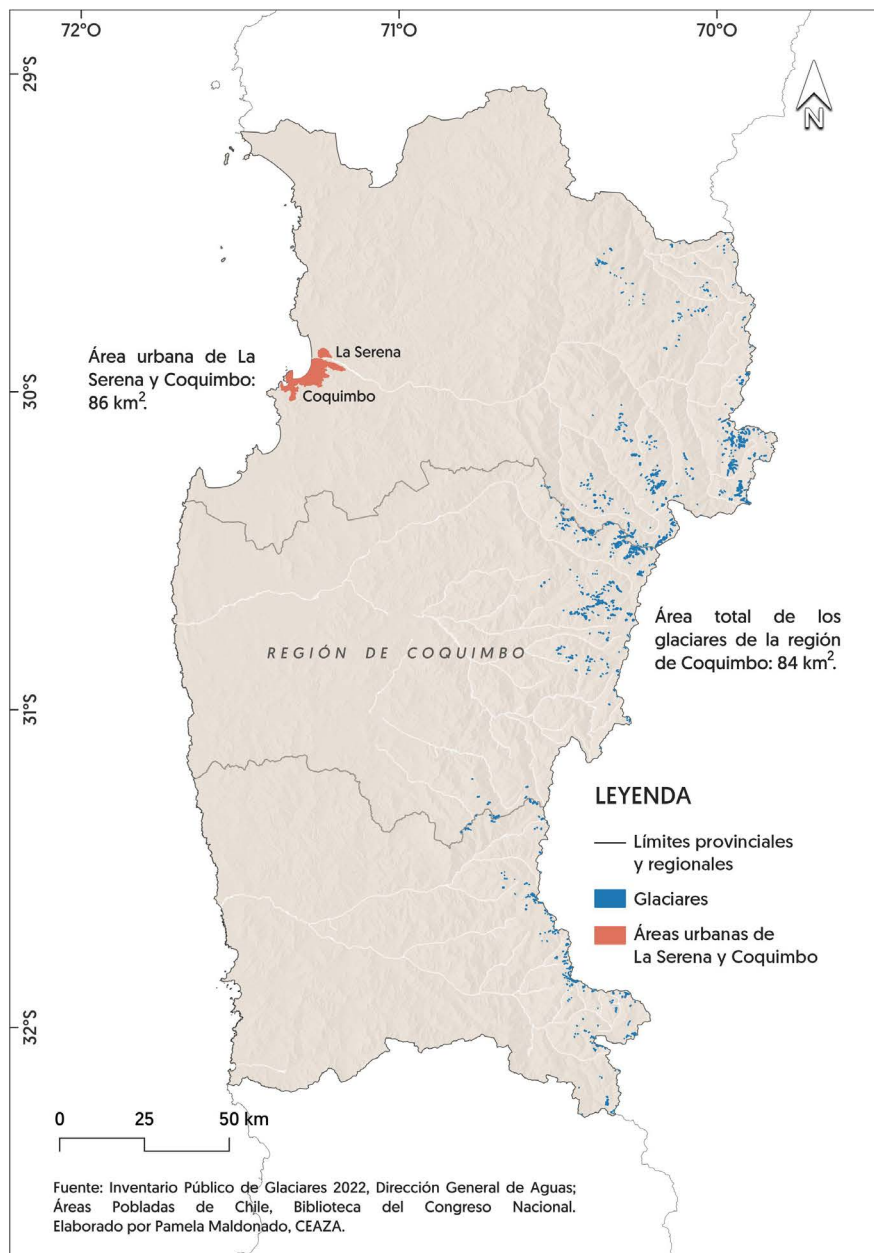


Además de glaciares compuestos por hielo macizo y nieve, que pueden estar descubiertos o cubiertos por una delgada capa de roca y sedimento; en la región de Coquimbo existen también glaciares rocosos, compuestos por una masa de rocas, fragmentos rocosos y hielo.

En las zonas áridas y semiáridas, como la región de Coquimbo, debido al bajo aporte de precipitaciones y especialmente durante periodos secos, los glaciares cumplen un rol fundamental ayudando a mantener un flujo mínimo en los cauces de agua.

De acuerdo al Inventario Público de Glaciares (DGA, 2022), en la región de Coquimbo existen aproximadamente 900 glaciares, que se encuentran todos a más de 3500 metros de elevación. Ocho de ellos son glaciares

descubiertos y de gran tamaño (de más de una hectárea), 127 son glaciaretos (de menos de una hectárea), y el resto, es decir la gran mayoría de ellos, son del tipo glaciares rocosos. De estos últimos aún se conoce poco, pero se estima que, aunque contienen proporcionalmente menos agua que los glaciares no rocosos, debido a su gran cantidad, los glaciares rocosos probablemente hacen un aporte hídrico clave durante periodos secos, representando una importante reserva de agua para la red hidrográfica de la región en el contexto de la mega sequía y calentamiento global. Los glaciares rocosos, por encontrarse menos expuestos, son además menos sensibles a las variaciones climáticas que los glaciares no rocosos. Por esta razón, en los últimos años han adquirido mayor relevancia como reservorios naturales de agua.



El área total de glaciares en la región de Coquimbo es de aproximadamente 84 km², y es equivalente a toda la superficie del área urbana de La Serena y Coquimbo.

Glaciar Tapado

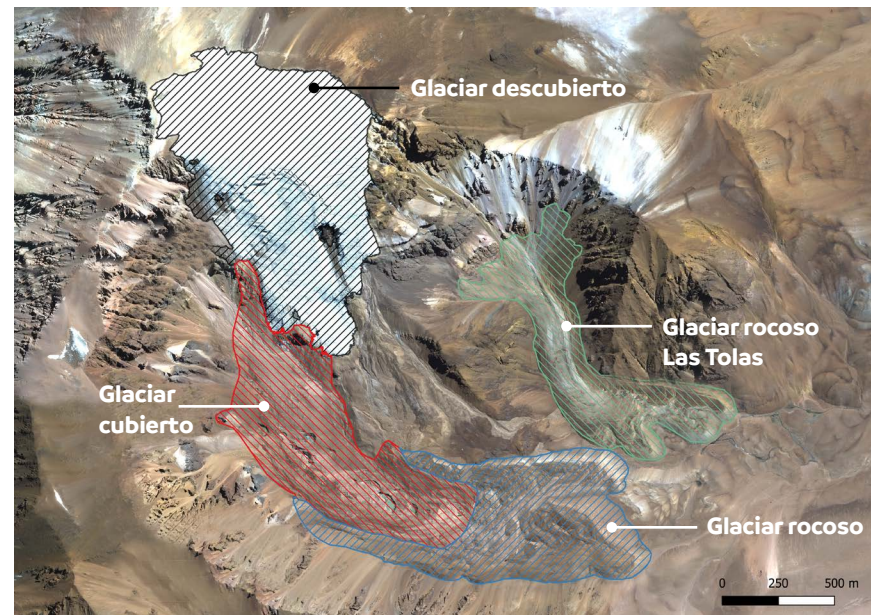
El complejo glaciar Tapado es un grupo de glaciares ubicados sobre el cerro Tapado, en la parte alta de la cuenca del río Elqui, en la comuna de Vicuña, cercano al límite internacional. El complejo está formado por glaciares descubiertos, cubiertos y rocosos, a una elevación que va aproximadamente desde los 4300 hasta los 5500 m s.n.m. El glaciar Tapado, con un área de 1,7 kilómetros cuadrados, es el quinto de mayor tamaño de la zona norte, y el más

grande de la región de Coquimbo. Se estima que el complejo glaciar puede contener un volumen superior a los 50 millones de metros cúbicos de agua.

La importancia de los glaciares para la mantención del sistema hídrico en las zonas áridas se puede constatar en el caso del glaciar Tapado, del que se estima que sus deshielos aportan, durante el verano, alrededor de un millón de metros cúbicos de agua.



Mapa de ubicación del glaciar Tapado



Ubicación de los diversos tipos de glaciares que componen el complejo glaciar Tapado.

Por sus características, el glaciar Tapado constituye el “laboratorio natural” más importante para el estudio glaciológico en la región de Coquimbo. Este glaciar es monitoreado regularmente y se han realizado diversos estudios científicos acerca de sus procesos y variaciones. El glaciar Tapado está formado por una sección de nieve y hielo expuesto y otra sección cubierta por sedimentos y rocas.

Uno de los elementos más característicos y fascinantes que se pueden apreciar sobre el glaciar Tapado, son

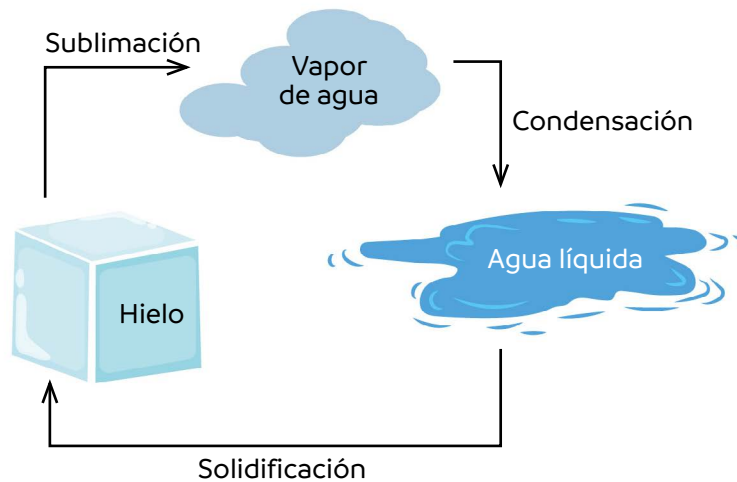
los penitentes. Estas formaciones de hielo existen en muy pocos lugares en el mundo, en lugares muy secos, ventosos y con alta radiación solar. Tienen forma de cuchillas delgadas que se orientan hacia el sol. Su formación se asocia a las condiciones de intensa radiación solar y baja humedad, propias del ambiente de los Andes del norte de Chile y Argentina. Estas condiciones propician el proceso de sublimación del hielo, es decir, el paso del agua en estado sólido (hielo) a su estado gaseoso (vapor de agua) sin pasar por el estado líquido.



Penitentes en sector La Laguna, glaciar Tapado.

© Marcelo Marambio

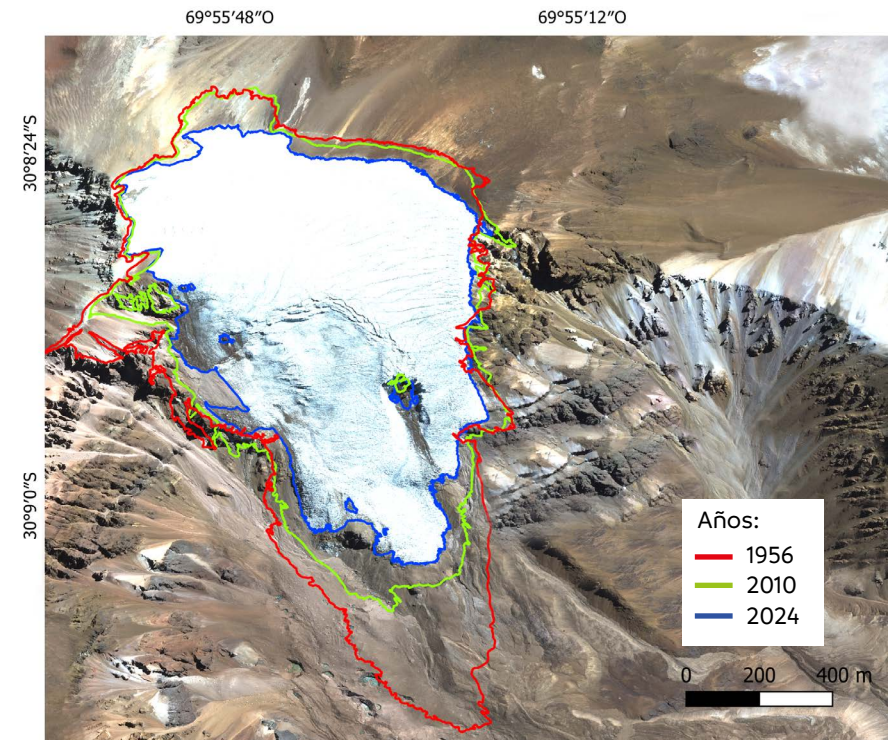
» Cambios de estado del agua



Cambio climático y retroceso glaciar

El aumento sostenido de la temperatura global, producto de las emisiones de gases de efecto invernadero, ha generado, entre otros efectos, un retroceso generalizado de la criósfera (la parte de la superficie terrestre que contiene agua congelada). Uno de los impactos más evidentes de esto es el

retroceso de los glaciares. En el caso del Tapado, mediante la comparación de imágenes aéreas y satelitales se ha podido observar la variación histórica del frente del glaciar desde 1956 hasta la actualidad. En menos de siete décadas su área descubierta se ha reducido cerca de un 29%.



Disminución del área de glaciar descubierta del glaciar Tapado desde 1956 hasta 2024

El retroceso y la desaparición de glaciares es un proceso sobre el que existe un amplio consenso científico a nivel internacional. En los escenarios más severos, se estima que el derre-

timiento del hielo y el calentamiento del océano podrían causar un incremento del nivel del mar de hasta casi 1 metro hacia fines del presente siglo.

Turberas de altura o bofedales

Los humedales, según la definición de la Convención de RAMSAR, son todo tipo de lagos, ríos, acuíferos subterráneos, pantanos, praderas húmedas, turberas, oasis, estuarios, deltas, manglares y otras áreas costeras, arrecifes de coral y todos los sitios artificiales como estanques de peces, arrozales, embalses y salinas. Los humedales cubren casi el 6% del territorio de Chile y 0,4% del territorio de la región de Coquimbo.

Los bofedales son un tipo particular de humedales que se da en las alturas de la cordillera de los Andes, formando parte importante de los ecosistemas altoandinos. Se forman en áreas relativamente planas cercanas a cursos de agua. Vegetacionalmente, predomina en ellos las llamadas “plantas de cojín”.

Las bajas temperaturas y poca oxigenación del suelo permanentemente inundado de los bofedales, provocan una baja descomposición de la hojarasca, por lo que acumulan gruesas capas de materia orgánica llamada turba. Por ello, los bofedales pueden ser considerados turberas de altura. Esta característica hace de los bofedales

La Convención de Ramsar se llevó cabo en la ciudad iraní del mismo nombre en 1971, con el objetivo de promover “la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales, regionales y nacionales y gracias a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo”. Actualmente el convenio está suscrito por 171 países. El convenio creó la categoría de “sitio Ramsar”, que designa y protege a humedales de importancia internacional. Hoy en día, en el mundo hay 2500 de estos sitios. Chile suscribió el convenio en 1981 y actualmente en el país hay 16 sitios Ramsar.

los importantes zonas de captura de carbono.

Los bofedales forman parte de los ecosistemas más productivos del planeta, se destacan por la alta cantidad de especies que albergan y proveen numerosos servicios ecosistémicos esenciales para la humanidad:

acumulan y suministran agua dulce depurada, alimentos y material de construcción (como juncos y otras fibras vegetales), controlan las inundaciones y ayudan a mitigar los efectos del cambio climático. En los Andes, así como en otras partes del mundo donde ellas se desarrollan, las turberas de altura han servido históricamente para la mantención de las actividades de pastoreo y como fuente de materias primas para los grupos humanos locales.

A lo largo de toda la cordillera de los Andes, las turberas de altura, o bofedales, son el soporte de una rica biodiversidad endémica: aproximadamente un tercio de las especies de aves y mamíferos que se encuentran en estado de conservación amenazado en la región andina dependen de los bofedales para anidar y obtener agua y forraje.

En zonas áridas y semiáridas, las turberas de altura tienen un papel fundamental en el funcionamiento hidrológico, acumulando grandes volúmenes

de agua, producto del derretimiento de la nieve invernal y del hielo de los glaciares, y retardando su flujo superficial aguas abajo. Igualmente, estos ecosistemas cumplen un rol fundamental en la infiltración de las napas subterráneas. Este importante rol hidrológico es clave para el funcionamiento de los ecosistemas de montaña y de los ecosistemas que se desarrollan aguas abajo.

En las regiones de Coquimbo y Atacama, las alturas de la cordillera de los Andes se encuentran relativamente cercanas al océano, lo que resulta en una importante pendiente y en la formación de grandes valles como los de los ríos Elqui, Huasco y Copiapó. Estas son las cuencas con flujo permanente de agua y que desembocan en el mar (exorreicas), que se encuentran más al norte en nuestro país. Los flujos de estas cuencas dependen en buena parte del agua que proveen los bofedales. En estas zonas semiáridas los bofedales tienen además la particularidad de que se encuentran cercanos al límite altitudinal de la vegetación.

Las turberas de altura del Área Protegida Privada Santuario de la Naturaleza Estero Derecho frente al calentamiento global y el pastoreo

El Área Protegida Privada Santuario de la Naturaleza (APP SN) Estero Derecho, es un área protegida privada con declaración oficial de Santuario de la Naturaleza ubicada en la zona cordillerana de la comuna de Paihuano, en terrenos que históricamente han pertenecido a la Comunidad Agrícola Estero Derecho. El objetivo general del área protegida es conservar muestras representativas de la biodiversidad

andina de la región de Coquimbo, las fuentes de agua y las manifestaciones culturales e históricas locales. Entre otros atributos ecológicos, dentro del área existen numerosos bofedales, que se desarrollan en el fondo del valle, donde se acumulan las aguas producto del derretimiento de la nieve invernal y del hielo de los glaciares rocosos.

En el escenario de crisis climática en que nos encontramos, con un progresivo aumento de la temperatura global, se espera que las temperaturas de la zona andina de Coquimbo se eleven cerca de 3° C durante los veranos, acelerando el derretimiento de las nieves. Sí bien el derretimiento más temprano

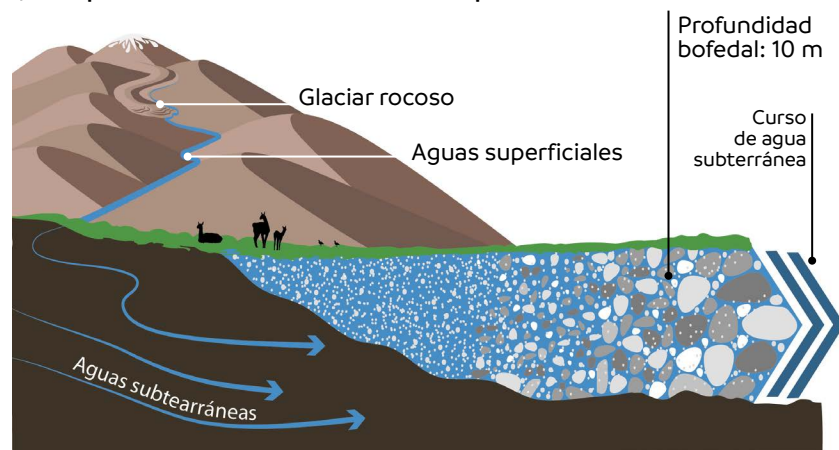
de las nieves puede, a corto plazo, aumentar el período de crecimiento de las plantas y la captura de carbono en los bofedales, este aumento de la temperatura está generando una menor disponibilidad de agua en estos ecosistemas, que se espera sea aún más considerable en las próximas décadas.



Vista de Estero Derecho.

© Marcelo Marambio

» Esquema del subsuelo del bofedal Piuquenes

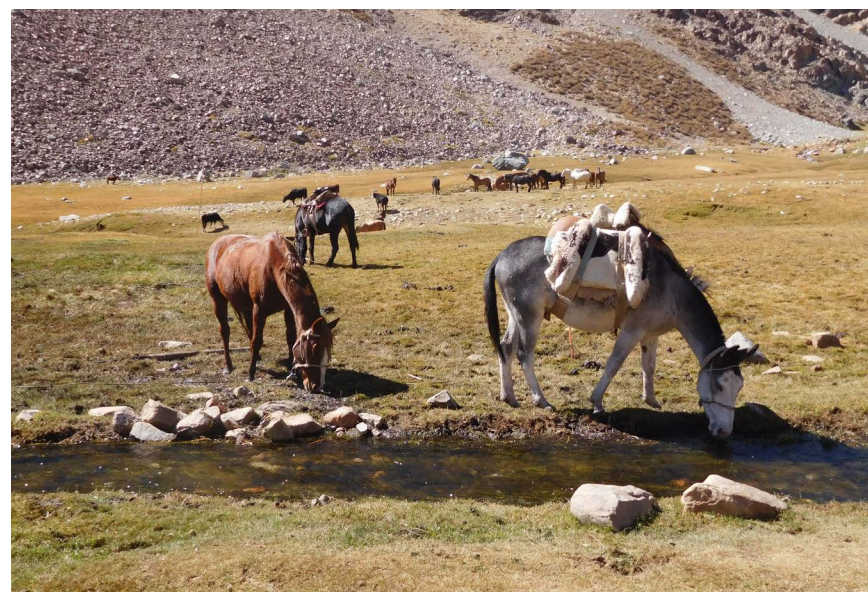


El subsuelo del bofedal contiene gravas y arena con láminas de arcilla / limo.

El bofedal Piuquenes está ubicado dentro del APP SN Estero Derecho. El subsuelo del bofedal puede almacenar gran cantidad de agua, ya que contiene gravas y arena. Este subsuelo puede alcanzar a 10 metros de profundidad en la sección de aguas abajo del bofedal y algunos metros en la sección de aguas arriba.

Por otra parte, las actividades de pastoreo en los bofedales dentro del APP SN Estero Derecho, poseen actual-

mente un sistema de manejo del ganado que permite la conservación de la vegetación del local. La subdivisión de la cuenca durante las veranadas, el respeto de la época de crecimiento de las plantas, la baja cantidad de ganado mayor ingresado en las veranadas y la prohibición histórica del forrajeo caprino, permite a las plantas de los bofedales cumplir con su ciclo de crecimiento y reproducción sin una alteración significativa.



© Antonio Maldonado

Ganado vacuno y equino en Santuario de la Naturaleza Estero Derecho.

Paleoclima y vegetación

Comprender cómo ha ido cambiando el clima a lo largo de las épocas pasadas y qué relación han tenido estos cambios con la vegetación, nos ayuda a tener una perspectiva amplia de los procesos climatológicos y sus consecuencias ecológicas. Esto es sumamente relevante y útil para entender las condiciones y el proceso de cambio climático que vivimos actualmente y así estar mejor preparados para enfrentar sus consecuencias y realizar, en la medida de lo posible, acciones que nos ayuden a mitigar sus impactos negativos. Este conocimiento resulta particularmente importante en zonas como las de la región semiárida de Chile, por ser esta un lugar de transición climática (entre el clima mediterráneo de Chile central y el clima árido del desierto de Atacama) y, por lo tanto, más sensible a las variaciones climáticas. Adicionalmente, esta zona ha sido fuertemente impactada por el último período de

sequía que se prolonga desde comienzos del siglo XXI. Junto con esto, el aumento de las temperaturas, principalmente de verano, ha llevado a la zona a tener un déficit hídrico sostenido por un largo tiempo.

La paleoclimatología es el estudio del clima pasado a través de diversos indicadores indirectos, como por ejemplo el polen de las plantas (palinología) de épocas pasadas. La reconstrucción del clima del pasado a través del polen se lleva a cabo recuperando el polen que queda fosilizado en sedimentos, para identificar las especies vegetales a que corresponde, estableciendo así cómo fue la vegetación del pasado en determinado lugar y usar este dato como indicador de condiciones climáticas pasadas de ese lugar. Por ejemplo, el registro de polen de plantas que solo pueden crecer en ambientes muy húmedos nos indica un clima muy húmedo en ese momento.

Las variaciones del clima y vegetación en los últimos 4500 años en la zona altoandina de Paihuano, en el Área Protegida Privada Santuario de la Naturaleza Estero Derecho

El fondo de los lagos es un lugar especialmente bueno para hacer estudios paleoclimáticos, porque el viento y los cursos de agua arrastran hasta ellos sedimentos y partículas como el po-

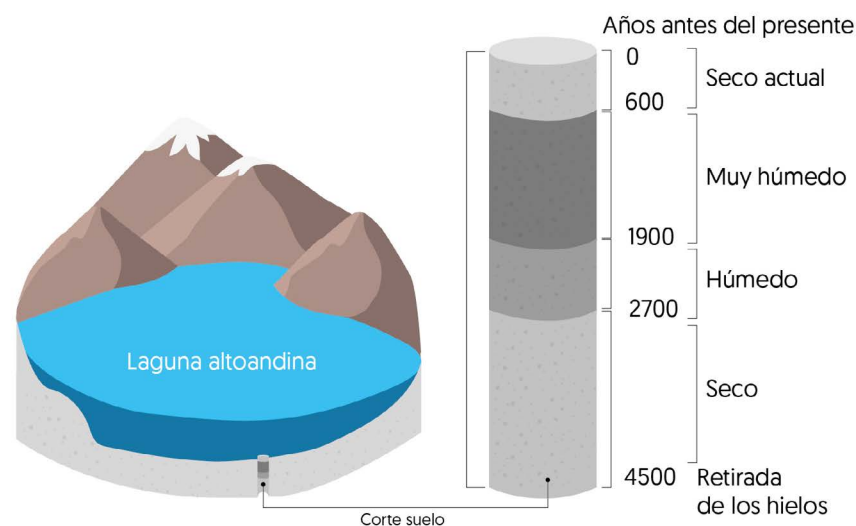
len, que luego precipitan hasta el fondo y allí quedan protegidos por la capa de agua que los cubre, y así se van acumulando en el tiempo como páginas de un libro.

Un estudio del paleoclima que analizó el polen depositado en el fondo de lagunas alto andinas dentro del APP SN Estero Derecho, mostró que las condiciones climáticas han variado de manera significativa en esta zona durante los últimos 4500 años. El estudio, se desarrolló tomando muestras de sedimento desde el fondo de dos lagunas de origen glaciar: lagunas Corralito y Quebrada Parada, aproximadamente a 4000 m s.n.m. Las muestras de polen y partículas de carbón extraídas y estudiadas sugieren que la retirada de los hielos glaciares ocurrió

en estas alturas andinas hace más de 4000 años.

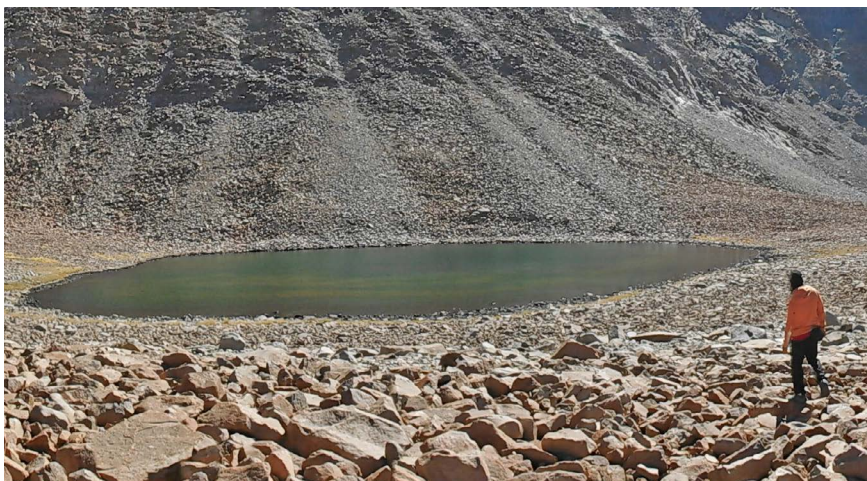
A partir de este momento comenzó un largo período de condiciones climáticas relativamente secas que solo comienzan a hacerse ligeramente más húmedas hace cerca de 2700 años, y luego dar paso a condiciones propiamente húmedas en el periodo que va desde los 1900 a los 600 años atrás. Hace 600 años esta zona volvió a tener el clima más seco que se mantiene hasta nuestros días.

» Esquema de la secuencia temporal de climas



Los resultados del mismo estudio muestran que los cambios climáticos ocurridos en esta zona en el periodo estudiado, no produjeron cambios significativos en la riqueza de especies, es decir en el número de especies de plantas presentes en estos ecosistemas, pero aparentemente sí pro-

dujeron cambios en la diversidad de grupos de especies emparentadas, las que se ven aumentadas en las transiciones de clima desde condiciones secas a húmedas, y se ven disminuidas en las transiciones desde condiciones húmedas a secas.



Laguna Corralito, Santuario de la Naturaleza Estero Derecho.

© Antonio Maldonado



Laguna Quebrada Parada, Santuario de la Naturaleza Estero Derecho.

© Antonio Maldonado

Nieve y ríos

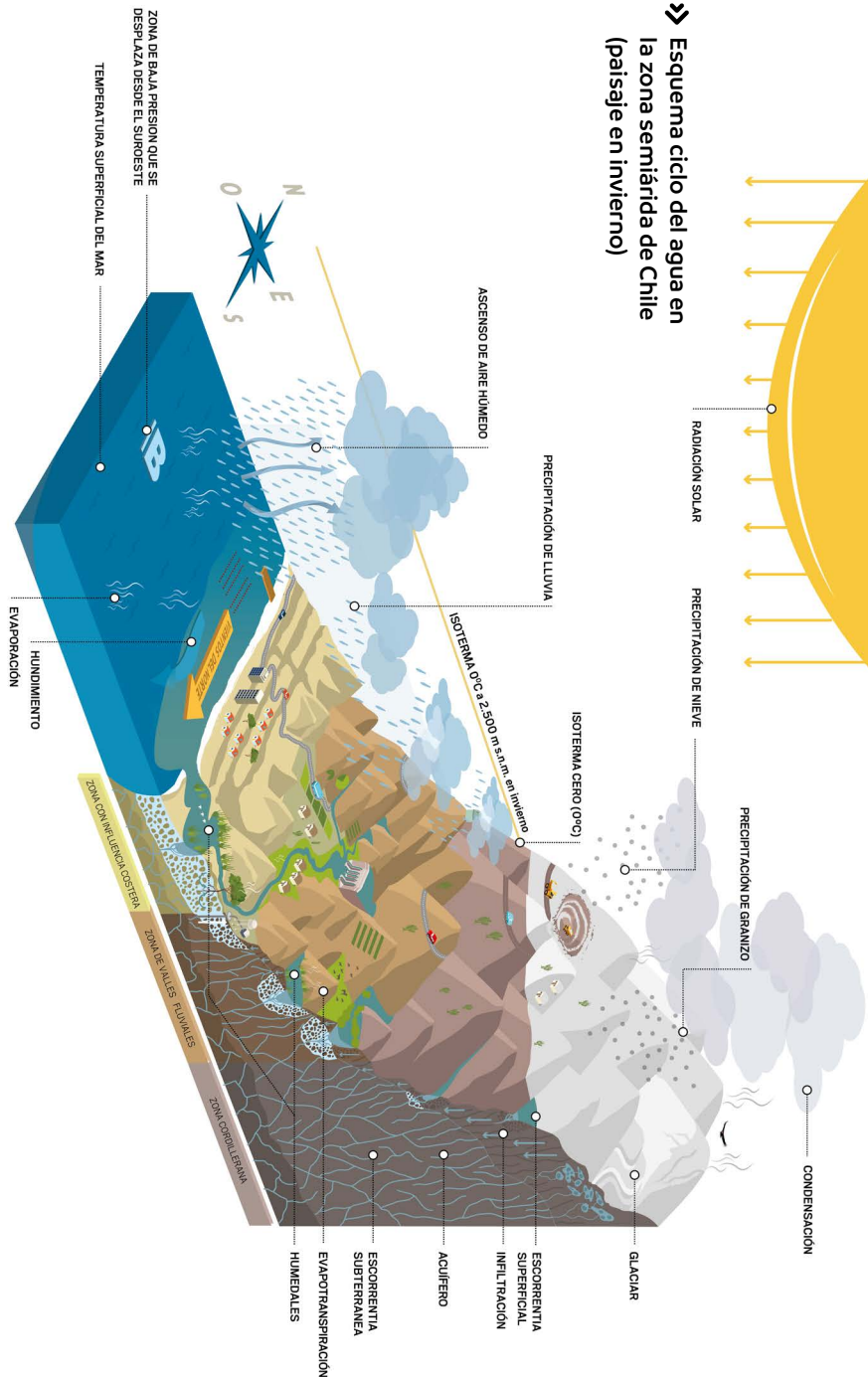
La criósfera es toda el agua que se encuentra en estado sólido (congelada) sobre la superficie de la Tierra. La criósfera es la fuente principal para los cursos de agua en la zona semiárida de nuestro país, donde las precipitaciones (la caída de agua desde la atmósfera hasta la superficie de la tierra) se dan mayormente durante los meses de invierno. Estas precipitaciones suelen caer en forma de nieve y de granizo en la zona cordillerana por sobre aproximadamente los 2000 metros de altitud, límite al que se haya durante el invierno la isoterma cero (el nivel altitudinal en el que la temperatura alcanza los 0° C, temperatura de congelamiento del agua). La nieve que cae durante el invierno es acumulada en la cordillera, hasta que el aumento de la temperatura producto de la llegada de los meses cálidos comienza a derretirla, fluyendo en forma de agua líquida por escorrentías superficiales o ríos y subterráneas o acuíferos. En elevaciones bajas y en los valles soleados donde también en invierno hay temperaturas altas y alta radiación solar, la nieve a veces dura solo unos pocos días. En elevaciones altas donde hay mucho viento, alta radiación solar y aire seco, gran parte de la nieve sublima, es decir pasa de forma sólida directamente a forma gaseosa. Los ríos más importantes de nuestra

región (Elqui, Hurtado, Grande, Illapel y Choapa) son de régimen nival o nivo-pluvial, lo que significa que su caudal lo determina principalmente la nieve que lo alimenta, y no principalmente la lluvia, como en el caso de los ríos del Norte Grande o algunos del sur de del país. Los eventos de caída de nieve que ocurren cada invierno determinan las variaciones en el caudal entre años o entre lugares. Es decir, en un año con mucha nieve, va a haber más agua en los ríos y se pueden llenar los embalses más grandes de la región: La Pailoma (el más grande de Chile), Cogotí y Recoleta, en la cuenca del río Limarí; Puclaro, en el río Elqui; y Corrales, en la cuenca del río Choapa. Por esta razón, un cambio en la cobertura nival en el futuro también generará cambios significativos en el acceso y disponibilidad de agua para las personas y los ecosistemas que dependen de los ríos en nuestra región.

Las precipitaciones en nuestra región, en forma de agua bajo la isoterma cero, y en forma de nieve en la cordillera, sobre la isoterma cero, están determinadas principalmente por la presencia del anticiclón o zona de alta presión atmosférica del Pacífico Sur, cuyo desplazamiento hacia el norte y

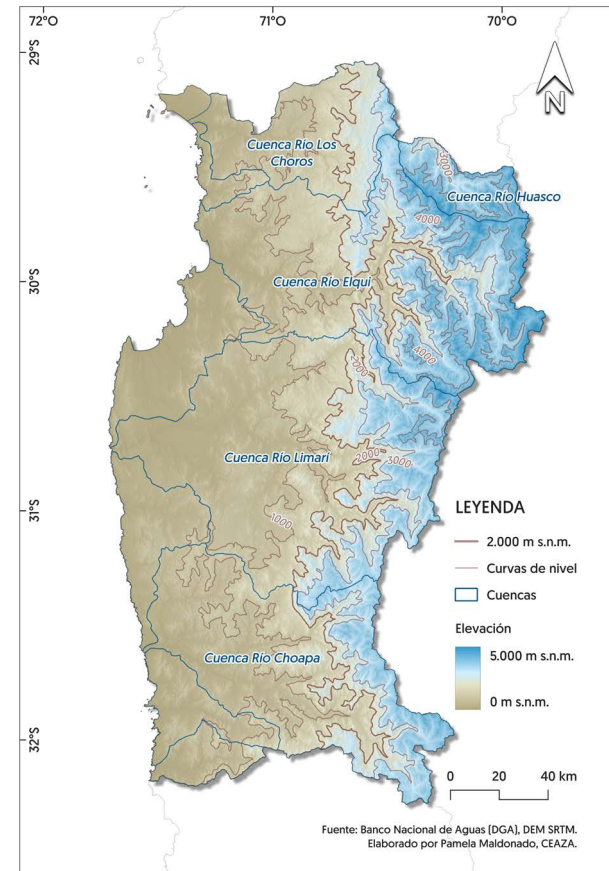


» Esquema ciclo del agua en la zona semiárida de Chile (paisaje en invierno)



debilitamiento en temporada invernal posibilita el ingreso de frentes asociados a los vientos del oeste del hemisferio sur. Durante años El Niño, es más probable que haya precipitaciones importantes, mientras que durante años La Niña, es más probable que haya menores precipitaciones. Sin embargo, esa relación no siempre es clara y un año con un evento El Niño fuerte no garantiza que sea un año lluvioso.

En el contexto del cambio climático puede haber variaciones en la elevación de la isoterma cero y frecuencia y magnitud de nevadas. Aunque estas variaciones no se pueden predecir con exactitud y certeza, es muy importante estimar de qué manera se verá afectada la caída de nieve durante los inviernos en nuestra región y cómo ello afectará la disponibilidad de agua en nuestras cuencas hidrográficas.



Mapa de las cuencas hidrográficas de la región de Coquimbo. Parte importante de su superficie se encuentra sobre los 2000 m s.n.m, por lo que las precipitaciones suelen ser en forma de nieve.

Biodiversidad altoandina en el Santuario de la Naturaleza Río Cochiguaz

El Santuario de la Naturaleza Río Cochiguaz, es un área protegida privada con reconocimiento formal del Estado, recientemente declarada (2021), ubicada en la comuna de Paihuano. El Santuario tiene una superficie aproximada de 49300 hectáreas, y dentro de su territorio hay componentes naturales de gran relevancia como humedales altoandinos

(lagunas y turberas), glaciares de roca y llaretales. La declaración del Santuario de la Naturaleza fue impulsada por la Comunidad Indígena Canihuante, habitantes históricos de este territorio, dedicados tradicionalmente a la agricultura y a la ganadería trashumante, empeñados en proteger las aguas y los ecosistemas del área, amenazados principalmente por la actividad minera



© Jorge Ramírez

Guanaco (*Lama guanicoe*), uno de los cuatro camélidos sudamericanos que se encuentra en situación de amenaza debido a la caza furtiva, ataque de perros asilvestrados y deterioro del hábitat.

de gran escala. El río Cochiguaz es uno de los mayores tributarios del río Elqui, al cual vierte sus aguas luego de unirse al curso del río Derecho, formando el río Claro. En este valle, se encuentra el poblado de El Colorado, aproximadamente a 1700 m s.n.m.

En el área se han registrado cerca de 100 especies de vertebrados terrestres, entre las que se cuentan más de 70 aves, 13 mamíferos, 9 reptiles y 2 anfibios. La gran mayoría de dichas especies están asociadas a ambientes de humedal altoandino y llaretales.



© Jorge Ramírez

Piuquén (*Chloephaga melanoptera*), ave que habita los humedales altoandinos de la cordillera de los Andes de Arica a Ñuble. Presenta dimorfismo sexual siendo el macho más grande que la hembra.



© Jorge Ramírez

Picaflor cordillerano (*Oreotrochilus leucopleurus*), ave andina del centro y sur de Chile presente en valles secos y quebradas rocosas. Se alimenta del néctar de flores. Los machos presentan plumas color verde esmeralda en el cuello.

En cuanto a la vegetación del área, se han registrado cerca de 90 especies de plantas vasculares, prácticamente todas ellas nativas y/o endémicas, lo que da cuenta de una bajísima intervención antrópica en el área. El tipo vegetal dominante en el área es el herbáceo, con cerca del 60% de las especies, seguido del tipo arbustivo, con el 35% de las especies. En el área

se destaca la presencia del helecho *Dennstaedtia glauca*, especie en estado de conservación vulnerable. En las laderas de cerro la vegetación es de tipo matorral y está representada por la varilla mansa, la varilla brava, el chagual, el quisco y el coirón, todas ellas especies que dependen de las lluvias para su brote y floración.



© Jorge Ramírez

Quisco (*Echinopsis chiloensis*), cactácea endémica de Chile que crece en las laderas de los cerros de exposición norte, donde puede alcanzar hasta 7 metros de altura.



© Marcelo Marambio

Llaretta (*Azorella compacta*), arbusto nativo que crece desde los 3000 hasta los 5300 m de elevación. Se encuentra en estado vulnerable, siendo capaces de crecer sólo 1,5 cm al año.

BIBLIOGRAFÍA

Grupo de Glaciología CEAZA (2015). Glaciares rocosos en la cuenca de Estero Derecho. Ficha de divulgación.

Laboratorio de Glaciología CEAZA (2023). La criósfera de la región de Coquimbo. Presentación de divulgación.

MacDonell S, Núñez P, Cuevas F, Aliste V (2020). Manual del científico ciudadano. Vecinos de las nieves: monitoreo de eventos de nieve en la precordillera. CEAZA.

Mayta C & Maldonado A (2022). Climatic and Ecological Changes in the Subtropical High Andes During the Last 4,500 Years. *Front. Earth Sci.* 10:833219. doi: 10.3389/feart.2022.833219

Ponsac C (2018). Estudio de los Humedales del SN APP Estero Derecho frente al calentamiento global y el pastoreo. Ficha de divulgación. Universidad de La Serena.

Ponsac C (2016). Los Humedales del SN APP Estero Derecho. Ficha de divulgación. Universidad de La Serena.

Schaffer N (2019). Volumen de hielo de los glaciares rocosos del SN APP Estero Derecho. Ficha de divulgación. Grupo de Glaciología, CEAZA.



 @cienciaceaza
 centrocientificoceaza
 @cienciaceaza
 www.ceaza.cl

 www.difuciencia.cl
 turismociencia@ceaza.cl

Financia:



Ejecuta:



Colabora:

