



Ruta de navegación educativa

El agua patagónica



Proyecto Explora CONICYT de Valoración y Divulgación de la Ciencia y la Tecnología 2017 – 2018





**Proyecto Explora CONICYT de Valoración y Divulgación
de la Ciencia y la Tecnología 2017 – 2018**

Esta guía pertenece a:

explora
Un Programa CONICYT



Créditos

Equipo del proyecto

Paulina Bahamonde
Fabián Caro
Catalina Valencia
Gloria Howes
Marco Cifuentes
Gabriela Guzmán

Edición general

Marcela Iglesias

Dirección de arte y diseño

Catalina Risso

Ilustraciones

Catalina Hildebrandt



Proyecto Explora CONICYT de Valoración y Divulgación
de la Ciencia y la Tecnología 2017 - 2018

Índice

05	Introducción	89	CAPÍTULO V: Amenazas y buenas prácticas
07	¡A descubrir esta Guía de la Ruta de Navegación: El Agua Patagónica!	90	Las especies introducidas
09	CAPÍTULO I: El agua	92	Salmónidos
10	El origen del agua	94	Visión
14	Propiedades del agua	95	Didymo
16	Ciclo del agua	96	Castor
20	El agua en la Tierra	97	Espinillo
22	La cuenca hidrográfica	98	Contaminación hídrica
25	CAPÍTULO II: Ecosistemas Dulceacuícolas	99	Contaminación química
26	Los sistemas dulceacuícolas	100	Contaminación física y biológica
29	Glaciares	104	Deforestación
33	Ríos	108	Cambio climático
37	Lagos y lagunas	111	Construcción de embalses y represas
41	Humedales	113	Glosario y bibliografía
47	Fiordos		
51	CAPÍTULO III: Patagonia		
52	Patagonia, cuna de vida		
54	Los Chono, pueblos del mar austral		
57	Carreteras de colonización		
59	CAPÍTULO IV: Habitantes y sus roles		
60	Materia - Energía - Ecología		
62	Río continuo		
64	Roles y biodiversidad de los habitantes de la Patagonia		
65	Bacterias		
66	Flora		
68	Algas de agua dulce		
71	Macroinvertebrados o insectos acuáticos		
74	Moluscos		
75	Crustáceos		
76	Peces dulceacuícolas		
80	Anfibios		
82	Aves		
85	Mamíferos		



Introducción

Desde el espacio nos vemos como un puntito azul alrededor del sol. ¿Sabes por qué?

¿Qué es el agua?

¿El agua que bebieron los dinosaurios, es la misma que bebemos nosotros?

¿Por qué y cómo cambia el agua?

¿Por qué algunos seres viven en el agua y otros no?

Water en inglés, Puri en kunza, Yaku en quechua, Ko en mapudungún... ¿Sabes cómo se dice agua en las lenguas originarias de Patagonia?

Esta guía es un viaje para descubrir, conocer y explorar las maravillosas propiedades de este elemento que llamamos **agua**.



¡A descubrir esta Guía de la Ruta de Navegación: El Agua Patagónica!

Esta Guía es parte del Proyecto “Ruta de Navegación Educativa: El Agua Patagónica” adjudicada en el XXI Concurso Nacional de Proyectos Explora de Valoración y Divulgación de la Ciencia y la Tecnología 2017 – 2018 y desarrollado por Fundación MERI.

Fundación MERI tiene la misión de “proteger la Reserva Natural Melimoyu (RNM), fortaleciendo la investigación científica y educación ambiental para la conservación y manejo sostenible de los ecosistemas terrestres, dulceacuícolas, marinos y el legado cultural de la Patagonia Norte”. Por ello desarrolla un Plan de Educación Ambiental que busca promover la valoración de los recursos naturales y la biodiversidad del litoral de la Patagonia norte, a partir del reconocimiento del sentido de pertenencia ecosistémico. Contempla programas educativos para cada uno de los Objetos de Conservación de la RNM, que son representativos de la biodiversidad del área, como la ballena azul, el sistema dulceacuícola y el ciprés de las Guaitecas. Sobre la base de este plan se codiseñó un programa educativo que releva el sistema dulceacuícola del sector. Esto responde a la necesidad de priorizar y relacionar los ecosistemas propios del territorio, vinculados a la biodiversidad marítima y terrestre, y la necesidad de protección y cuidado del medio natural. Así, los profesores de las escuelas de las comunas de las Guaitecas, de Cisnes y de Quellón involucrados, han valorado una ejecución que recorra los fiordos para llegar a cada escuela con materiales complementarios y apoyo que permiten reforzar una identidad descentralizada y contextualizada en lo local/territorial. Hemos trabajado con ellos para dar pertinencia al programa y compartir la Guía Pedagógica y la propuesta de actividades didácticas con el fin de que sea un material realmente valorado por todos.

Agradecemos a estudiantes y profesores de escuelas multigrado de las localidades aledañas a la Reserva: Escuela Rural Melimoyu (Melimoyu), Escuela Amanda Labarca (Raúl Marín Balmaceda), Escuela Madre de la Divina Providencia de Puerto Gala (Cisnes), El Repollal (Guaitecas) y el Colegio San Agustín (Quellón).

Todas comparten los mismos recursos naturales y biodiversidad de la zona y , por tanto, las mismas amenazas sobre la conservación de su territorio.

Esta guía invita a impulsar el interés por el Sistema Dulceacuícola a través de la comprensión de su dinámica funcional.

¡Buen viaje de aprendizaje!

Equipo del proyecto

Fabián Caro, Catalina Valencia.

Gloria Howes, Gabriela Guzmán, Paulina Bahamonde, Marco Cifuentes.



Proyecto Explora CONICYT de Valoración y Divulgación
de la Ciencia y la Tecnología 2017 – 2018

CAPÍTULO I El Agua

El origen del agua

¿Cómo se formó el agua en la Tierra?

Los científicos proponen dos ideas sobre el origen del agua:

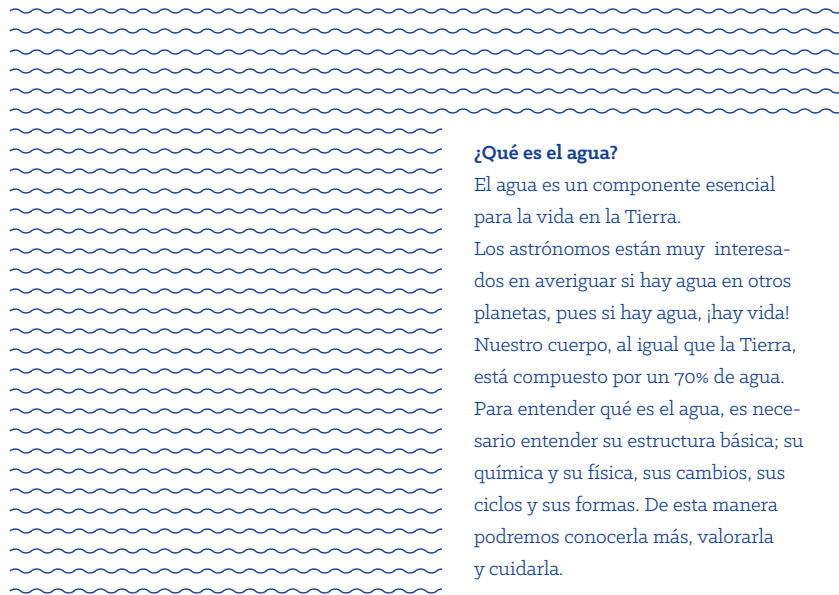
Origen volcánico: se dice que nació desde el núcleo de la Tierra porque, los minerales que tiene adentro tenían agua y, al erupcionar los volcanes, liberaban el agua en la atmósfera primitiva en forma de gas.

Este gas se condensó, formó nubes y generó precipitaciones y evaporaciones sucesivas, dando vida al ciclo del agua.

Hasta el día de hoy, puedes ver que en las erupciones volcánicas gran parte del humo que se libera tiene vapor de agua.

Origen extraterrestre: esta idea afirma que el agua llegó a la Tierra en forma de cristales microscópicos de agua en asteroides que chocaron con la corteza del planeta.

Es decir, ¡el agua nos cayó del cielo!



¿Qué es el agua?

El agua es un componente esencial para la vida en la Tierra.

Los astrónomos están muy interesados en averiguar si hay agua en otros planetas, pues si hay agua, ¡hay vida! Nuestro cuerpo, al igual que la Tierra, está compuesto por un 70% de agua. Para entender qué es el agua, es necesario entender su estructura básica; su química y su física, sus cambios, sus ciclos y sus formas. De esta manera podremos conocerla más, valorarla y cuidarla.



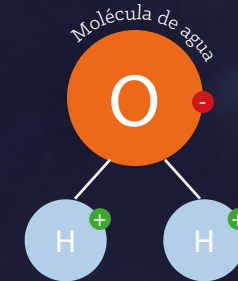
Molécula de agua

El agua es una molécula compuesta por tres átomos: dos de hidrógeno (H) y uno de oxígeno (O), lo que define su fórmula química H_2O .

Estos átomos están unidos por un fuerte enlace que le da mucha estabilidad. Gracias a sus átomos, el agua mantiene una geometría angular con carga que puede conectarse con otras moléculas de agua o de otro tipo. Hay átomos que atraen más los electrones para unirse a otros átomos, esta capacidad es conocida como **electronegatividad**.

La molécula de agua, al tener un átomo de oxígeno que es más electronegativo que sus átomos de hidrógeno, tiene asimetría eléctrica. Es decir, le da a los átomos de hidrógeno una carga parcial positiva y al átomo de oxígeno carga parcial negativa.

Esto hace que la molécula de agua sea dipolar, y además le da propiedades únicas al agua!



Esta imagen muestra una gota de agua de mar aumentada 10.000 veces, basado en fotografía de David Liittschwager.

Propiedades del agua

El agua en la naturaleza puede estar en 3 estados diferentes:



Gas

Es agua sin forma fija, porque entre sus moléculas no hay atracción y se mueven libremente por el espacio, chocando entre sí y con las paredes donde esté encerrada. A mayor temperatura, más se agitan las moléculas de agua, y ocupan más espacio.



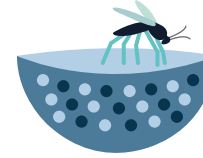
Líquido

Es agua en estado fluido. Sus interacciones se rompen y crean continuamente en condiciones normales de temperatura y presión, tiene una forma cambiante y volumen constante.



Sólido

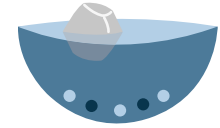
El agua en estructura ordenada y geométrica. Sus moléculas están unidas entre sí y no pueden aguantar cambios de forma. Su forma y volumen no cambia drásticamente.



Tensión superficial

¿Te has preguntado por qué algunos insectos pueden caminar sobre el agua?

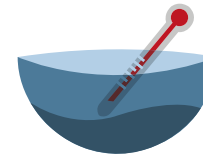
Esto es porque las moléculas de agua que están en la superficie, al estar en contacto con el aire, no pueden unirse a otras moléculas de agua hacia arriba, entonces, la fuerza de unión aumenta hacia los lados y abajo, creando una capa que se mantiene bajo tensión, lo que llamamos tensión superficial.



Densidad

¿Sabías por qué el hielo flota?

La densidad del agua cambia con la temperatura. Cuando el agua alcanza los 0°C se transforma en hielo dejando aire atrapado entre moléculas. Esto hace que flote. En estado líquido, a los 3,98°C, el agua tiene su máxima densidad porque hay menos espacio entre moléculas. En la naturaleza, esto ayuda a que el agua se hunda y arrastre oxígeno y nutrientes al fondo de ríos y lagos.



Calor específico

El agua tiene un alto calor específico, es decir, necesita de mucha energía para aumentar su temperatura. Esto explica por qué en la playa la arena está más caliente que el agua, aunque ambas estuvieron bajo el sol el mismo tiempo. Esta capacidad permite que el agua sea un factor que controla la variabilidad de la temperatura y el clima, aportando frescas temperaturas durante el día, mientras que en la noche libera esa energía lentamente, haciendo más tibio el ambiente.



Capacidad solvente

El agua es conocida por ser un solvente universal, es decir, disuelve gran variedad de compuestos con polaridad o como gases, sales u otros líquidos.

Esto se debe a su polaridad ya que, cuenta con un polo con carga positiva y otro con carga negativa, separando elementos que antes estaban juntos.

Gracias a su poder solvente, el agua es un poderoso medio de transporte de nutrientes entre las células y en los ecosistemas. ¡Lamentablemente, esto permite que el agua se contamine fácilmente!

Ciclo del agua

Los cambios del agua

Condensación

Cambio de estado gaseoso a líquido, porque el vapor de agua baja su temperatura.

Evaporación

Cambio de estado líquido a gaseoso.

Escoorrentía

Es toda forma de agua que corre libremente, sea en la superficie o bajo la tierra.

El agua que no fue atrapada por plantas o cuerpos de agua, es absorbida por el suelo hasta llegar a zonas subterráneas, formando verdaderas piscinas de agua bajo tierra, conocidas como napas subterráneas o freáticas. Las napas reciben muy poca agua, tanto que pueden pasar hasta 300 años para que llegue nueva agua dulce.

Precipitación

Es el agua condensada que cae sobre la superficie en forma de lluvia, nieve u otras formas de precipitación tanto húmeda como sólida.

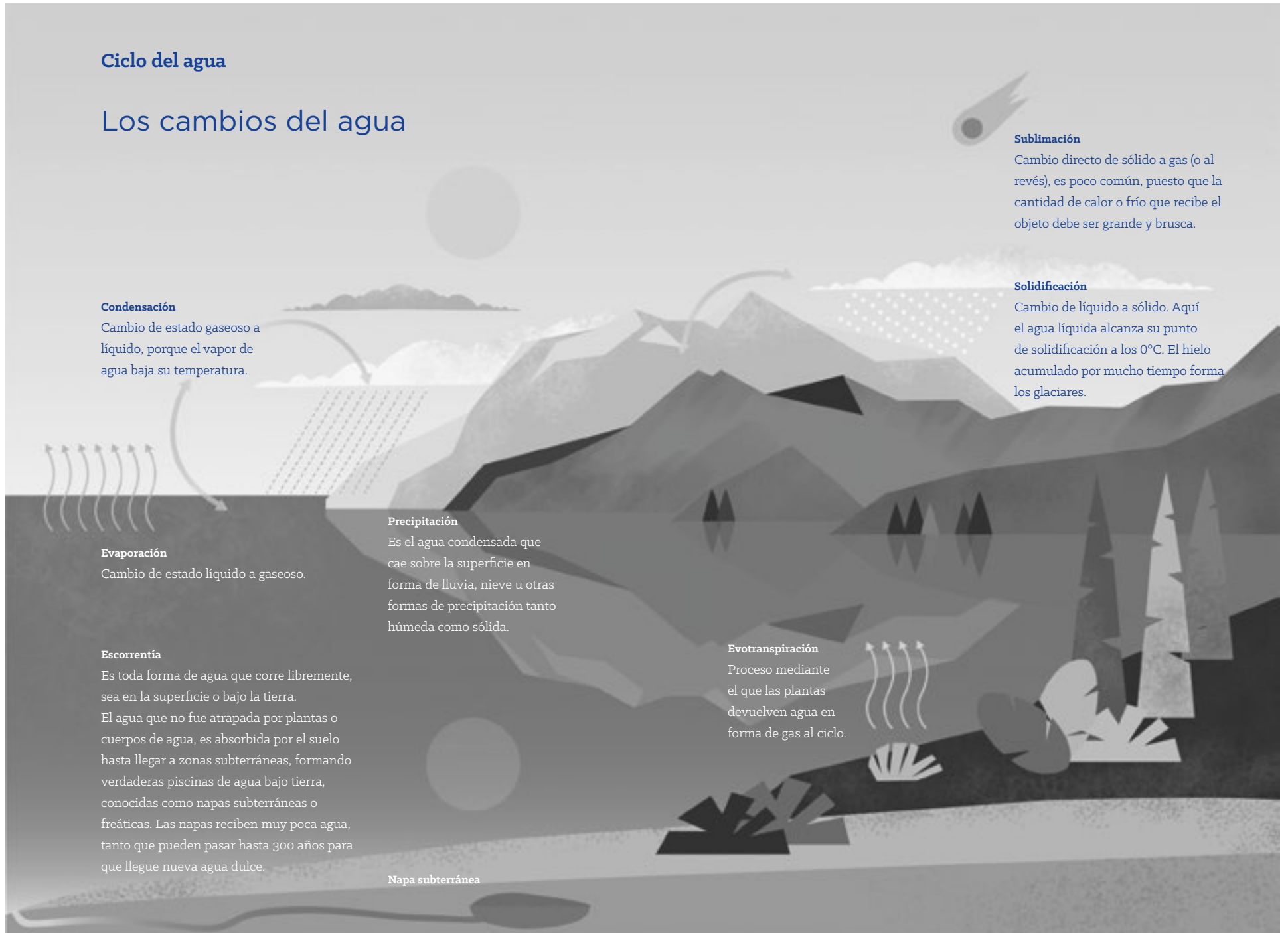
Napa subterránea

Sublimación

Cambio directo de sólido a gas (o al revés), es poco común, puesto que la cantidad de calor o frío que recibe el objeto debe ser grande y brusca.

Solidificación

Cambio de líquido a sólido. Aquí el agua líquida alcanza su punto de solidificación a los 0°C. El hielo acumulado por mucho tiempo forma los glaciares.



Ciclo del agua

El agua está cambiando constantemente

Las nubes son impulsadas por corrientes de aire, moviéndose sobre bosques, praderas, ciudades, ríos, lagos y muchas otras partes, mientras dejan caer agua en forma de lluvia al enfriarse debido a la **condensación**.

La **evaporación** es el proceso en el cual el sol calienta el agua líquida contenida en mares, ríos y lagos, creando vapor de agua que se reúne en nubes.

El agua que no fue atrapada por plantas o cuerpos de agua, es absorbida por el suelo hasta llegar a zonas subterráneas, formando verdaderas piscinas y ríos de agua bajo tierra, conocidas como *napas subterráneas* o *freaticas*.

Las napas reciben muy poca agua, ¡pueden pasar hasta 300 años para que reciba agua nueva!. El agua también puede correr bajo la tierra o escorrentía subterránea.

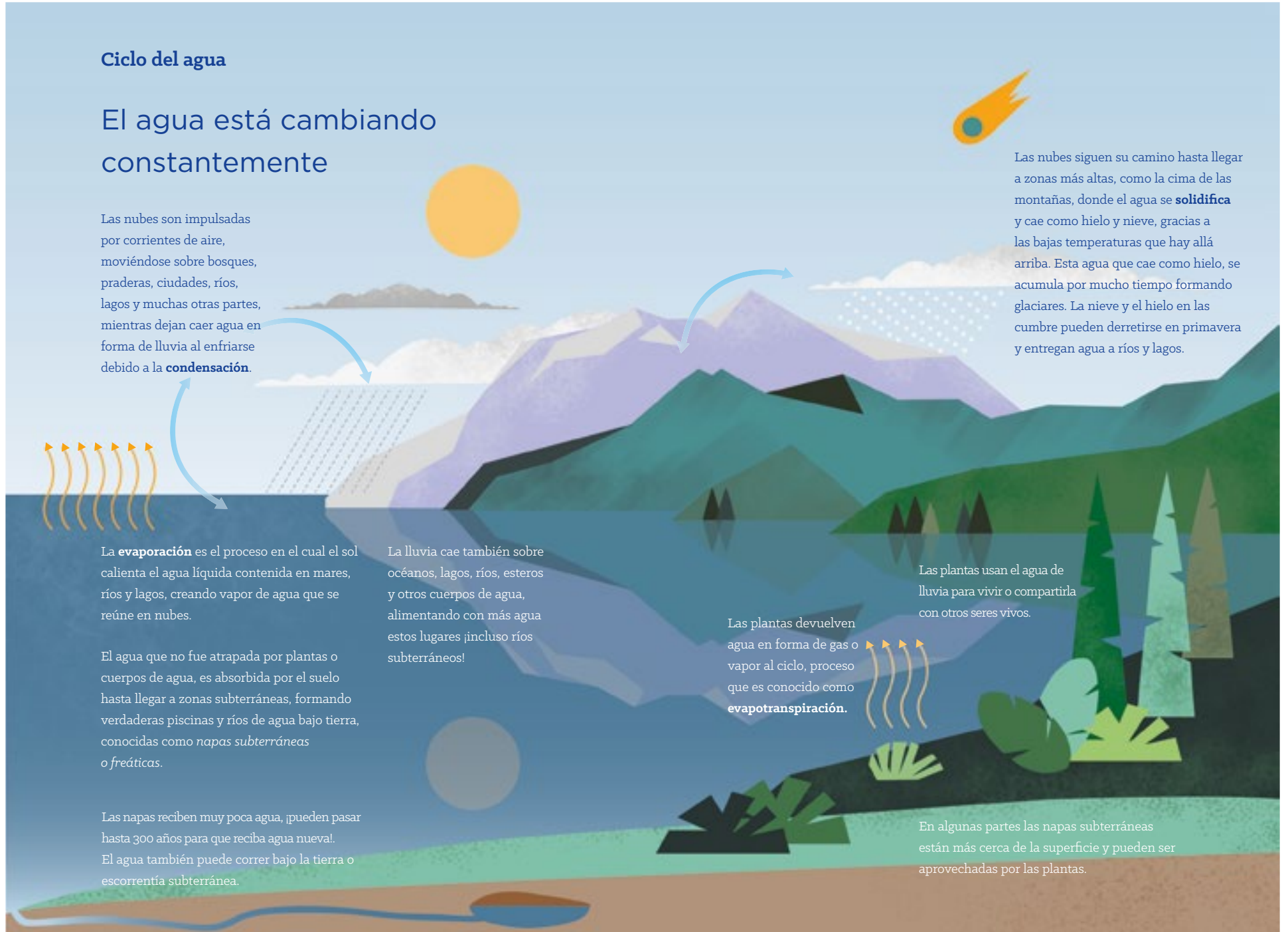
La lluvia cae también sobre océanos, lagos, ríos, esteros y otros cuerpos de agua, alimentando con más agua estos lugares ¡incluso ríos subterráneos!

Las plantas devuelven agua en forma de gas o vapor al ciclo, proceso que es conocido como **evapotranspiración**.

Las plantas usan el agua de lluvia para vivir o compartirla con otros seres vivos.

En algunas partes las napas subterráneas están más cerca de la superficie y pueden ser aprovechadas por las plantas.

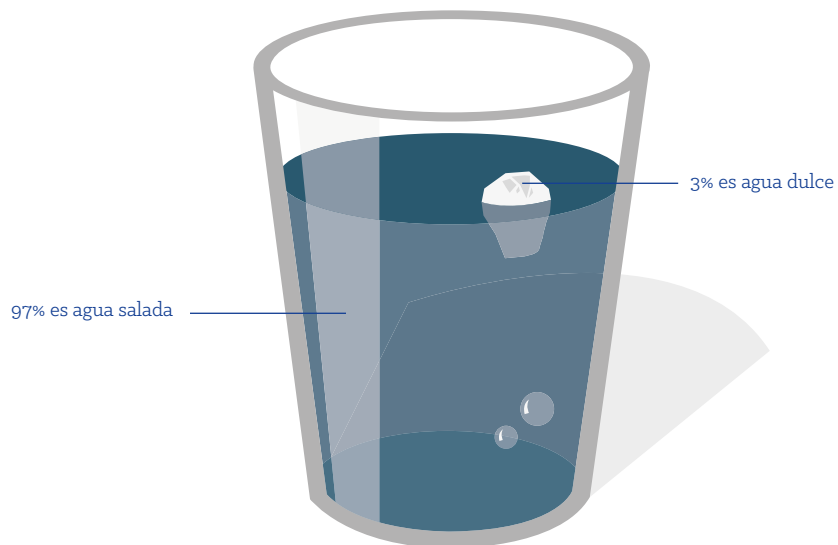
Las nubes siguen su camino hasta llegar a zonas más altas, como la cima de las montañas, donde el agua se **solidifica** y cae como hielo y nieve, gracias a las bajas temperaturas que hay allá arriba. Esta agua que cae como hielo, se acumula por mucho tiempo formando glaciares. La nieve y el hielo en la cumbre pueden derretirse en primavera y entregan agua a ríos y lagos.



El agua en la Tierra

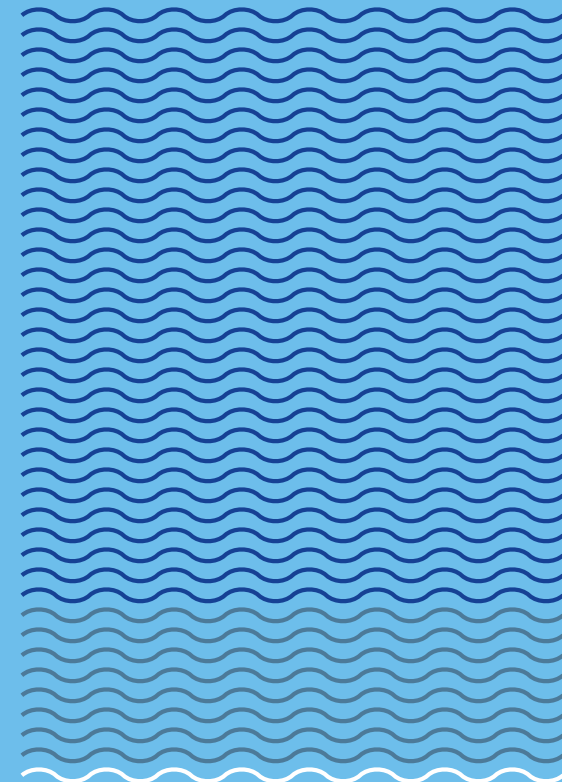
¡Nuestro planeta tiene más agua que tierra! Cerca de un 70% de la superficie de la Tierra está cubierta por agua. De toda esta cantidad, una pequeña porción es agua dulce y menos del 1% de ella está disponible para consumo humano.

Si separamos el agua de la Tierra, el 97% se encuentra en los océanos como “agua salada” y el resto (3%) es “agua dulce” en distintos estados.



Ahora, al separar este 3% de **agua dulce** en sus estados, la encontramos como:

¿Cómo cuidamos el agua?



77%
en estado sólido en los polos y en glaciares.

22%
líquida bajo la tierra, o agua subterránea.

1%
queda libre para cualquier uso.

Si separamos ese 1%, vemos que el agua dulce que usamos todos los días para beber, bañarnos o cocinar es muy poca...

- 60,7% está contenida en los lagos
- 38,7% está en la atmósfera y en la tierra
- Sólo el 0,6% corre por los ríos

La cuenca hidrográfica

¿Qué es?

Es un espacio parecido a un embudo que forman las montañas, en donde el agua se acumula y corre en diferentes formas.

Luego, toda esta agua se junta en un río principal que llega hasta el mar, pero también puede llegar a un lago, pantano o napa subterránea

¿Cómo se forma?

La cuenca nace por los roces o choques entre placas tectónicas, o por enfriamiento de la lava que expulsan los volcanes. La lava al enfriarse crea espacios donde el agua puede acumularse.

En las montañas de la cuenca pueden ocurrir desprendimientos de rocas y tierra, creando a veces barreras que contienen el agua. Estos espacios son conocidos como embalses naturales. La cuenca también tiene valles, es decir, un espacio entre dos montañas que es cavado por el paso del agua, que se forma después de muchos años.

Existen dos tipos de valles, el primero se forma cuando pasa el agua corriendo como un río, y en ese caso se llama **valle fluvial** y tiene una forma parecida a la letra “V”.

El segundo tipo es cuando se arrastra una gran masa de hielo (o glaciar) entre medio, en ese caso se llama **valle glacial** y tiene forma parecida a la letra “U”.

La cuenca tiene funciones muy importantes para la vida:

Función hidrológica

La cuenca canaliza el agua que se acumula o corre en distintas formas, tales como ríos, esteros, lagos, lagunas o glaciares y permite la formación de ecosistemas muy diversos.

Por su gran tamaño, es un espacio importante para que ocurra el ciclo del agua, permitiendo al agua cambiar de forma mientras se mueve sobre la corteza terrestre.

Función ecológica

Al tener diferentes formas de tierra y agua, crea espacios para que diferentes bacterias, hongos, plantas y animales puedan vivir en distintas partes de la cuenca, dando espacio para una alta biodiversidad.





Proyecto Explora CONICYT de Valoración y Divulgación
de la Ciencia y la Tecnología 2017 – 2018

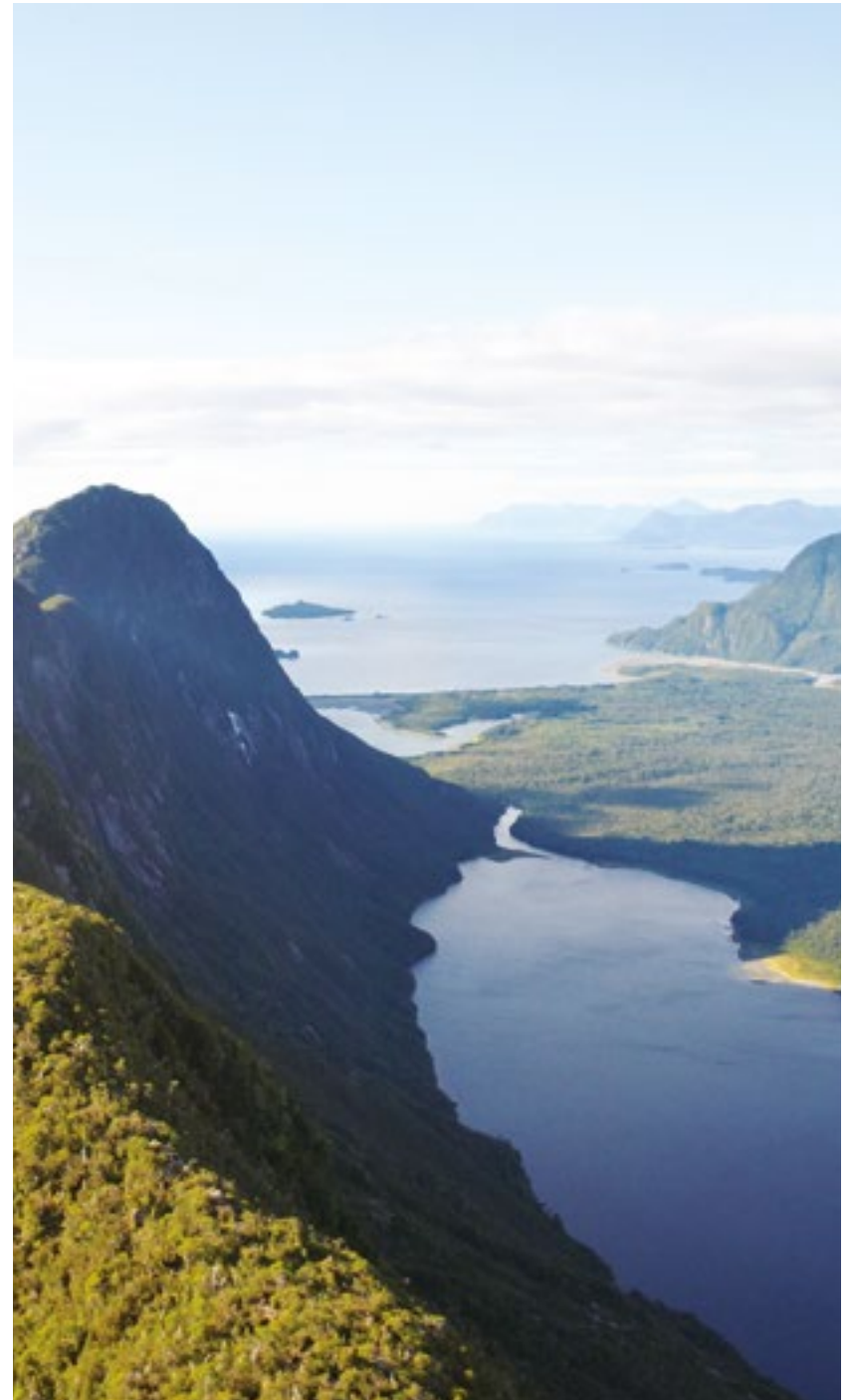
CAPÍTULO II Ecosistemas Dulceacuícolas

Los ecosistemas dulceacuícolas: Glaciares, ríos, lagos, humedales y fiordos

Un ecosistema dulceacuícola es un tipo de ecosistema donde domina el agua dulce y es hogar para seres vivos que se adaptan a vivir en él. Desde la cordillera al mar, el sistema de agua dulce en Patagonia nace desde lo más alto de las cumbres de los Andes conectando glaciares con ríos, fiordos y océanos. Durante su recorrido, con caudales de gran fuerza y energía, transportan y arrastran nutrientes, posibilitando la interacción entre los ecosistemas terrestres y marinos asociados al sistema de agua dulce, lo que permite que los elementos que conforman la cuenca funcionen como una red ecosistémica.

¿Qué es un ecosistema?

Es el hogar compartido por los seres vivos y los elementos no vivos del ambiente, y la relación vital que se establece entre ellos.



Un glaciar es un gran cuerpo de hielo que está sobre la tierra y que se mantiene por mucho tiempo de esa forma. Es común encontrarlos en cimas de montañas o cerca de ellas y, aunque son grandes y pesados, los glaciares se mueven lentamente pendiente abajo, aplastando rocas y dando forma a valles.

En la actualidad, los glaciares se alimentan de la nieve o granizo que cae sobre las montañas y que se acumula por capas, hasta formar una masa compacta de hielo sólido. La nieve que cae, cambia desde copos, a una forma parecida a granos de arena, y mientras más capas se forman, más se unen entre sí, hasta formar la masa de hielo glaciar.

Origen

Los glaciares actuales son restos de la última glaciación que ocurrió en la Tierra hace 20.000 años.

En Chile, la glaciación se extendió por las zonas de Los Lagos, Aysén y Magallanes, cubriendo todo de hielo y al momento de derretirse, solo quedaron aquellos cerca de montañas o zonas muy frías.

¿Por qué son importantes los glaciares?

- Son reservas naturales de agua dulce para la naturaleza y las personas.
- Son una pieza importante para el ciclo del agua. Cuando se derriten en verano, aportan agua a todos los ríos, lagos, humedales y napas subterráneas de la cuenca.
- Gracias a su aporte de agua todos los años, ayudan a combatir la desertificación y las sequías.

¿Cómo afecta el cambio climático a los glaciares?

Si los glaciares desaparecieran, las cuencas hidrográficas no podrían recibir aportes de agua dulce, afectando a todos los ecosistemas y a las personas.

El cambio climático también afecta a los glaciares, porque como aumenta la temperatura, disminuye la nieve que cae en ellos.

Por eso, es importante estudiar como reaccionan frente al cambio climático.

¿Cómo estudian los científicos los cambios en los glaciares?

Estudian su balance de masa, comparan la cantidad de agua que entra y sale del glaciar.

Para ello cada cierto tiempo miden cuánto avanza o retrocede el glaciar, es decir, si cambia su tamaño y espacio que ocupa.

**¿Sabías qué?**

Chile es un país que destaca por sus glaciares. A nivel sudamericano, posee el 76% de la superficie glaciar.

Algunos de los glaciares más conocidos en Chile continental son:

Campos de hielo norte

En la región de Aysén con una superficie de 4.200 km² y limitado por glaciares como los Glaciares Nef, San Rafael, Jorge Montt y San Quintín.



Campos de hielo norte

Campos de hielo sur

Entre las regiones de Aysén y Magallanes y de una superficie de 16.800 km², se encuentra marginado por 49 glaciares. Campos de hielo sur es compartido entre Argentina y Chile, encontrándose el 85% en nuestro país.



Campos de hielo sur



Glaciar Melimoyu

Glaciar Melimoyu

En la zona norte de la región de Aysén, está ubicado en la cima del volcán del mismo nombre. El glaciar Melimoyu está formado por siete glaciares más pequeños que alimentan a los ríos Palena, Añihué y Bahía Mala por el norte y a los ríos Marchant y Colonos por el sur.

Un río es una corriente natural de agua que fluye con gran fuerza y energía, gracias a que la gravedad mueve el agua desde zonas más altas a zonas bajas.

La mayoría de las veces, los ríos terminan su recorrido en los océanos en lo que llamamos *desembocadura del río*.

Formas de un río

Los ríos en su recorrido pueden tener distintas formas, y cada forma tiene su nombre:



Rectos

Su camino a la desembocadura es como una línea recta.



Serpenteantes

Forma curvas más o menos notorias de un lado a otro.



Trenzados

Formado por muchos canales separados por pequeñas islas de sedimentos.

Los ríos también también se ordenan por zona:



Potamón

Es la desembocadura de un río. El agua corre más lento y el fondo tiene mucha arena, porque todas las piedras y materia orgánica se han partido en pequeños trozos.

Zona de transición

Es la zona media del río. Aquí el río no corre tan rápido y su fondo tiene mezcla de bolones o pequeñas piedras y arena.

Ritrón

Es la zona de la cabecera del río. Como este lugar tiene mucha pendiente, el agua se mueve con más fuerza y más rápido, arrastrando todo material que está a su paso dejando en el cauce piedras muy grandes y angulosas.

¿Cuál es la función ecosistémica de los ríos?

Los ríos tienen dos funciones importantes.

Primero, son vitales para las cuencas hidrográficas, porque juntan toda el agua que corre en la cuenca en un mismo lugar.

Por tanto, toda cuenca hidrográfica tiene un río principal que drena el agua.

Además, los ríos mantienen el ciclo de agua porque regresan el agua congelada de las montañas a lagos, napas y océanos.



¿Sabías qué?

La cantidad de agua que corre por tiempo en un río se llama caudal y se mide en m^3/s según el Sistema Internacional de Unidades. Entonces, mientras los ríos recorren su camino hasta llegar a la desembocadura, pueden llevar más o menos agua en movimiento, dependiendo de los aportes recibidos a lo largo de su trayecto. Cuando desembocan en el mar, forman una zona llena de sedimentos que traen de todo en su recorrido, y se dispersa en forma similar a un triángulo llamado "delta".

Un lago o laguna es una acumulación de agua dulce, salada o mezcla de ambas, en lugares donde se hunde la tierra.

La mayoría de las veces, el agua que acumulan los lagos, proviene de ríos o agua subterránea y permanece allí porque la cantidad de agua que sale es menor al agua que entra.

Lagos y lagunas

Zonas de un lago

Zona litoral

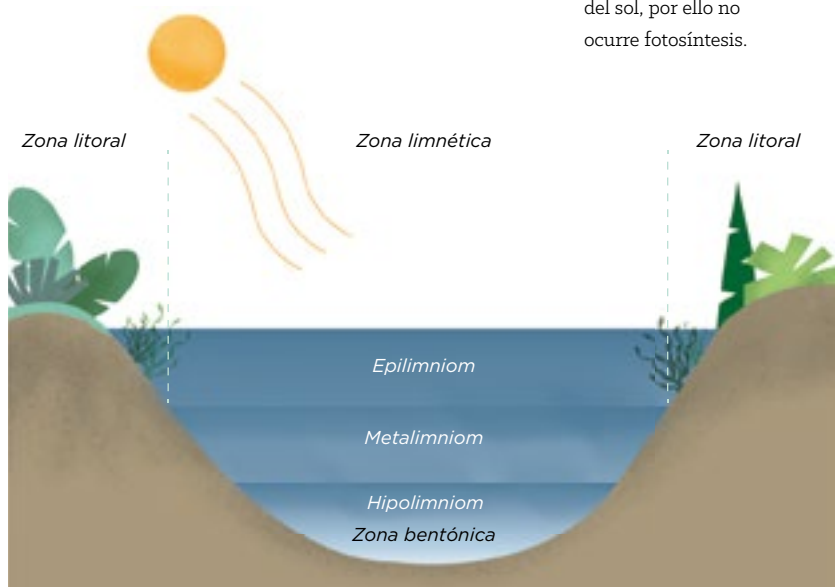
Es el agua de la orilla del lago, poco profunda donde entra toda la luz del sol, y las plantas con raíces pueden crecer. Aquí hay mucha materia orgánica disuelta y particulada.

Zona limnética

Es la zona de aguas profundas, que llega hasta donde se alcanza el nivel de compensación, es decir, la fotosíntesis es igual a la respiración.

Zona bentónica

Es el barro, piedras o arena que está bajo el agua del lago. Los restos de plantas y animales caen y se descomponen, aportando materia orgánica a sus habitantes. Además, aquí no llega la luz del sol, por ello no ocurre fotosíntesis.



Epilimnion

Capa de agua superficial del lago de temperatura estable, gracias al viento que mezcla el agua.

Aquí, el agua es rica en nutrientes, tibia y recibe gran parte de la luz solar, lugar ideal para que crezca el fitoplancton.

Metalimnion

Capa de agua intermedia, donde no llega mucha luz del sol y la temperatura del agua disminuye poco a poco.

Esta capa separa las aguas superficiales (tibias y livianas) de las aguas profundas (frías y densas).

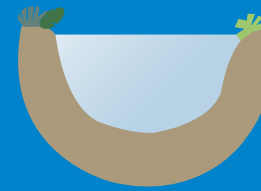
Hipolimnion

Capa de agua más profunda, fría y densa.

Esta zona es casi oscura y se acumulan restos de plantas y animales, que son aprovechados por organismos heterótrofos y descomponedores que viven aquí.

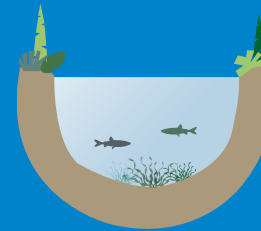
Epi: encima / Meta: medio / Hipo: debajo / Limnion: agua o pantano

Evolución de los lagos



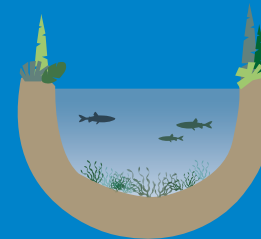
Oligotróficos

Son lagos jóvenes, con baja presencia de peces, flora y fauna acuática. Sus aguas tienen gran cantidad de oxígeno disuelto pero con pocos nutrientes, por tanto poco fitoplancton vive en la superficie y existe bajo nivel de productividad biológica. Estos lagos tienen aguas cristalinas con potencial para ser consumidas por los humanos. En Chile se les puede encontrar en la zona sur o en la alta montaña.



Mesotrófico

Lagos con aguas claras y productividad primaria intermedia. La cantidad moderada de nutrientes permite que el plancton, plantas y animales acuáticos convivan sin problemas.



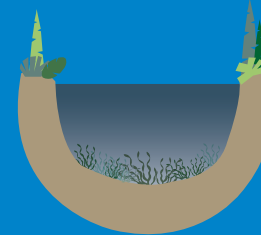
Eutrófico

Lagos evolucionados con mucha actividad de fotosíntesis.

Pueden tener dos fases:

Fase Clara: Hay gran cantidad de plantas acuáticas que mantienen las aguas claras.

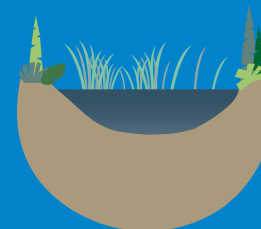
Fase oscura: Viven pocas plantas acuáticas y el agua se pone turbia. En lagos eutrófico viven diferentes animales y plantas, y continúa la acumulación y pudrición de restos de seres vivos en el fondo.



Hipertrófico

Lago con exceso de nutrientes que provoca un crecimiento excesivo de fitoplancton o plantas acuáticas, aumentando mucho la fotosíntesis. Al morir, estas plantas aumentan la descomposición y se agota el oxígeno del agua, causando la muerte de muchos animales acuáticos.

También tiene fase clara y oscura. La actividad humana está acelerando este proceso, al verter aguas con muchos nutrientes, detergentes o desechos orgánicos.



Cegamiento

Es la última etapa de un lago. Después de mucho tiempo, se acumulan tantos sedimentos en su fondo que solo queda una capa de agua sobre ella, creándose algo parecido a un pantano, bofedal o cenagal.

Oligo: bajo / Meso: medio / Eutro: bien / Hiper: mucho / Trófico: relacionado a la alimentación

Un humedal es un sector de tierra inundado de agua y de poca profundidad, que permite el desarrollo de ecosistemas ricos en biodiversidad. Existen distintos tipos de humedales, pero todos comparten tres características:

1. Tienen agua en la superficie o hasta donde llegan las raíces de la vegetación que vive en ellos.
2. El suelo bajo los humedales tiene características únicas, que permite la acumulación del agua.
3. En ellos viven plantas que resisten la humedad e inundación permanente.



Humedales

¿Cómo se formaron?

Para que se forme un humedal trabajan tres elementos de la naturaleza en conjunto; el agua, el suelo y los seres vivos.

La presencia de agua en el humedal dependerá de las precipitaciones, aportes de agua de ríos o lagos y la evaporación. El suelo, por su parte, permite que se acumule o escurra el agua. Por tanto, la interacción del suelo y el agua crea las condiciones para que plantas y animales den vida al humedal.

**Turberas**

Es un tipo especial de humedal cubierto por una capa de musgo. Este musgo del género *Sphagnum* puede absorber mucha agua en su cuerpo... ¡Hasta el 98% de su peso en agua!

Por ello, las turberas son otra reserva importante de agua dulce en la Patagonia.

Además son sumideros de carbono, es decir, guardan dióxido de carbono en forma de turba por muchos años.



Turbera

¿Por qué son importantes?

Dado que albergan ecosistemas terrestres y acuáticos, son también zonas de transición o **ecotonos** (zonas de transición entre dos ecosistemas).

Además, los humedales son hogares para diferentes especies de animales y plantas, es decir tienen gran biodiversidad y son zonas muy importantes para la conservación.

Tipos de humedales

Los humedales pueden clasificarse según el tipo de agua que reciban, si es salada se les llama **humedales salinos** y si es dulce **humedales dulceacuícolas**.

Marinos: tienen influencias del océano y pueden ser humedales y lagunas costeras, costas rocosas y arrecifes de coral.

Estuarinos: se forma en zonas donde se mezcla el agua dulce y el agua salada (desembocadura de ríos). Pueden formar deltas, marismas con influencias de mareas y/o manglares.

Lacustres: se forman al lado o cerca de lagos o lagunas.

Ribereños: que están cerca de ríos y esteros.

Palustres: o humedales pantanosos por ejemplo, marismas, pantanos y ciénagas.

Artificiales: aquellos creados por las personas por ejemplo, embalses, estanques en campos, piscinas de aguas residuales y canales.



Humedal marino



Humedal lacustre



Humedal palustre



Humedal artificial

Los humedales tienen beneficios ecológicos

Son cunas para la biodiversidad, porque dan hogar a reptiles, anfibios y peces, también son zonas de descanso, alimentación, reproducción y anidamiento de aves migratorias. Tienen altos niveles de endemismo (propias de una región o lugar) y al ser parada de rutas migratorias de aves, son ecosistemas de importancia internacional, como los arrecifes de coral y las selvas tropicales.

Son agentes filtradores, conocidos también como los "riñones de la naturaleza", ya que pueden filtrar y limpiar las aguas de contaminantes con metales pesados, fertilizantes y pesticidas. Los humedales pueden limpiar las aguas gracias a plantas que guardan los contaminantes en sus raíces, también los sedimentos y algunos animales ayudan en esta limpieza de aguas.

Son sumideros de dióxido de carbono (CO₂) dado que pueden absorber grandes cantidades de este gas, ayudando a mitigar el cambio climático. Las turberas pueden absorber el 40% del CO₂ que generan las industrias del mundo y si son quemadas o drenadas, liberarían este gas al ambiente.

Pueden recargar los acuíferos, es decir, cuando hay mucha agua disponible, sea de las lluvias, ríos, lagos u otras fuentes, la conducen bajo la tierra y aportan agua a las napas subterráneas.



y proveen servicios ecosistémicos para los seres humanos

Son reservas de agua, actúan como esponjas absorbiendo y guardando el agua de las lluvias bajo la tierra. Este agua que guardan, la liberan lentamente en las estaciones secas (verano y primavera), aportando agua a las comunidades que lo necesitan.

Proveen de alimento, porque la mayoría de los peces que se comen, crecen en algún momento de su vida en los humedales.

Protegen de eventos climáticos como marejadas, inundaciones y tsunamis, porque conducen y contienen el agua dentro de ellos.

Sus paisajes atractivos tienen plantas y animales con gran valor biológico y escénico. Entonces, las familias o comunidades que viven cerca, pueden vivir de actividades como el turismo en los humedales, por ejemplo, turismo acuático, avistamiento y fotografía de aves, entre otras actividades.

¡Es fundamental que este sea un turismo responsable que no impacte los ecosistemas!

Los fiordos constituyen un ecosistema hídrico compuesto por agua dulce proveniente de los glaciares, ríos, precipitaciones e incluso de las napas subterráneas y de agua salada oceánica, por lo que también es un gran estuario.



Fiordos

¿Cómo se formaron?

Los fiordos fueron formados a partir de la presencia de la gran capa glacial que cubrió el continente durante la última glaciación. La presión de las enormes masas de hielo hundieron los valles de la cordillera de la costa generando depresiones de terreno bajo el nivel del mar.

Luego, estas depresiones de tierra se inundaron de dos tipos de agua, salada (proveniente de los océanos) y dulce (por derretimiento del glacial). Esto creó un espacio donde se mezclan aguas diferentes (un fiordo), por ello son considerados un estuario profundo y extenso.

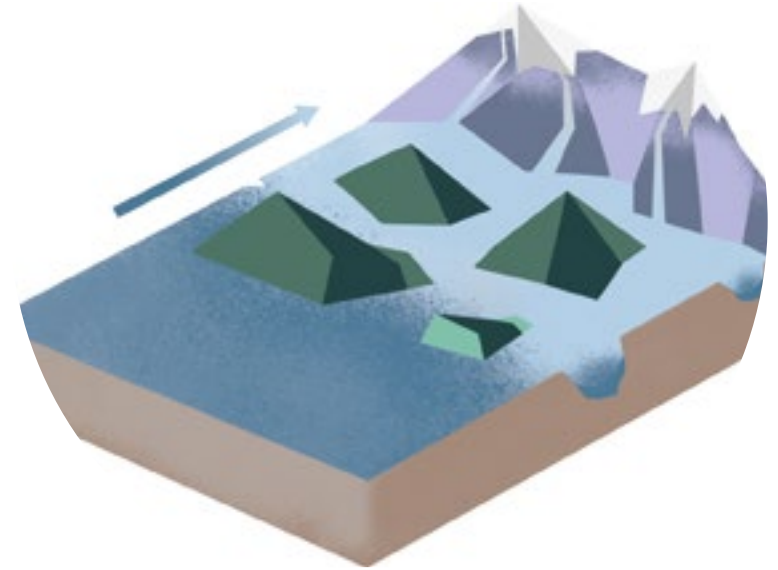
El agua de mar, al ser más densa por las sales que tiene disueltas, se queda debajo la capa de agua dulce conocida como aguas subantárticas. Ésta es más fría, menos densa y tiene una corriente en dirección al océano. Este fenómeno se llama circulación estuarina.

¿Por qué son importantes?

- Al tener agua dulce en su superficie, constituye una reserva de agua dulce y forma parte de los ecosistemas dulceacuícolas de la Patagonia
- Al ser zona de mezcla de aguas con gran cantidad de nutrientes, se convierte en zona con alta producción primaria, es decir, crecen muchas microalgas (y/o fitoplancton), efecto llamado “bloom de microalgas”. Esto permite que pequeños crustáceos como el krill se desarrollen, siendo alimento de grandes animales como peces y mamíferos marinos, como la ballena azul (*Balaenoptera musculus*), ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*), entre otras especies.
- El Bloom de microalgas captura mucho dióxido de carbono (CO_2) de la atmósfera, creando el efecto “bomba biológica”. Es tanto el CO_2 que capturan los fiordos, que es casi igual a la que generan las industrias de Chile.

En conclusión, los fiordos tienen aportes muy importantes para la vida marina y el mundo, cualquier cambio en los aportes de agua dulce puede cambiar el equilibrio tanto marino como del aire que respiramos.

Formación de fiordos



Primera etapa:



Erosión por acción del hielo glacial

Segunda etapa:



Retroceso del hielo glacial

Tercera etapa:



Formación del sistema de fiordos



¿Sabías qué?

El fiordo más grande está en Noruega. Uno de los tres más profundos está en Chile, el fiordo Messier con 1270 m de profundidad.



Proyecto Explora CONICYT de Valoración y Divulgación
de la Ciencia y la Tecnología 2017 – 2018

CAPÍTULO III Patagonia



Patagonia, cuna de vida

Patagonia es una zona reconocida como reserva de agua porque conecta al sistema dulceacuícola.

Es una red interconectada de vida y al mismo tiempo, es hábitat de muchas y diferentes especies.

Aquí encontramos el campo de hielo de la Patagonia Norte, ubicado completamente en Chile y el campo de hielo de la Patagonia Sur, compartido entre Chile y Argentina, que son las mayores masas de hielo templado en el hemisferio sur, exceptuando la Antártica. Por su parte, los ríos de la Patagonia tienen una importante tarea, llevar el agua descongelada de los glaciares hacia los fiordos.

¿Sabes de dónde proviene la palabra Patagonia?



Procede de “patagones”, que es el nombre que los europeos dieron al pueblo originario que encontraron en estas tierras. Esta etnia también es conocida como Tehuelche. El sector austral de la Cordillera de los Andes, es la columna vertebral de esta región y divide las condiciones biológicas y climáticas a uno y otro lado de la misma, teniendo dos costas, occidental frente al Océano Pacífico y oriental frente al Océano Atlántico.

Pese a que los límites de Patagonia suelen estar en discusión, en general se atribuye casi el 76% de la región a Argentina, quedando el 24% restante para Chile. Patagonia chilena y Patagonia argentina están separadas por la Cordillera de los Andes.

Los Chono, pueblos del mar austral

Algunos cronistas dicen que este gentilicio significa “alzados”, otros “navegante” u “hombre de canoa”.

Su territorio abarcaba desde el norte del estuario de Reloncaví y el canal de Chacao, hasta el Golfo de Penas por el sur y eran un pueblo de navegantes. Los cronistas coinciden en señalar que tenían piel clara, cabellos rojizos, atribuidos a la frialdad y a la cercanía con el polo o que bebían mucho aceite de lobo marino.

Eran básicamente pescadores y recolectores de playa y mar. Su dieta mezclaba la caza marina, que podía ser consumida cruda o asada, con la mezcla de hongos y bayas.

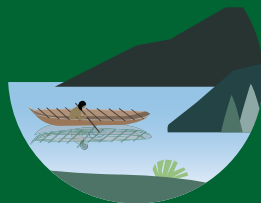
La mayor parte del tiempo vivían sobre sus dalcas, buceando durante casi todo el día y alternando con breves momentos cerca del fuego que encendían en sus tiendas. La mujer era una experta buceadora, incluso embarazada o recién después de haber dado a luz y el hombre solía cuidar el fuego o buscar leña.

Los grandes ayudantes en el buceo eran los perros, que también eran buenos compañeros en el frío, por el calor que irradiaban sus cuerpos y proveían de lana tras ser trasquilado.

Cazaban lobos marinos a golpes o con red, según fuera la ocasión, o incluso con mayor pericia, lanzando arpones desde sus embarcaciones o en tierra firme. Para el caso de las ballenas, debían esperar a que alguna de ellas varara, acontecimiento que reunía en alegre festín a los pueblos de los alrededores. Desde la llegada de los españoles, fueron capturados y usados como recompensa para los primeros colonos y traficados como esclavos, dado que se requería más servidumbre y mano de obra en la zona central.

Las creencias de la época no le daban el estatus de humano, sino de indios o salvajes, y como tales, compartieron el destino de tantos otros que hoy reconocemos como nuestros pueblos originarios, como parte de nuestra historia y de lo que somos.

Se trasladaban de un lugar a otro gracias a la conectividad que les proporcionaban los fiordos, funcionando como verdaderas carreteras fluviales. Pasaban la mayor parte del tiempo sobre sus embarcaciones, a la que los Chono llamaban “Dalca”, los Kawéskar “Hallef” y los Yámana “Anan”.

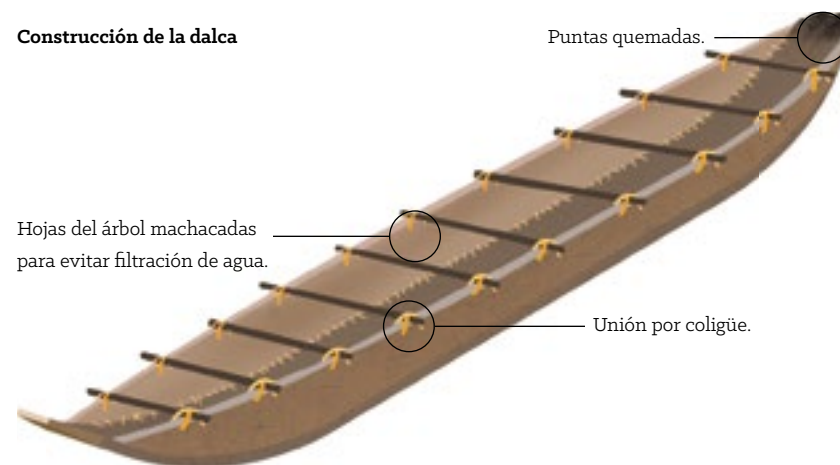


¿Qué historias de su vida en el mar crees que nos contarían si siguieran existiendo?

Se han encontrado más de mil conchales hasta la fecha; en las costas de Chiloé, y en canales de la región de Aysén.



Construcción de la dalca



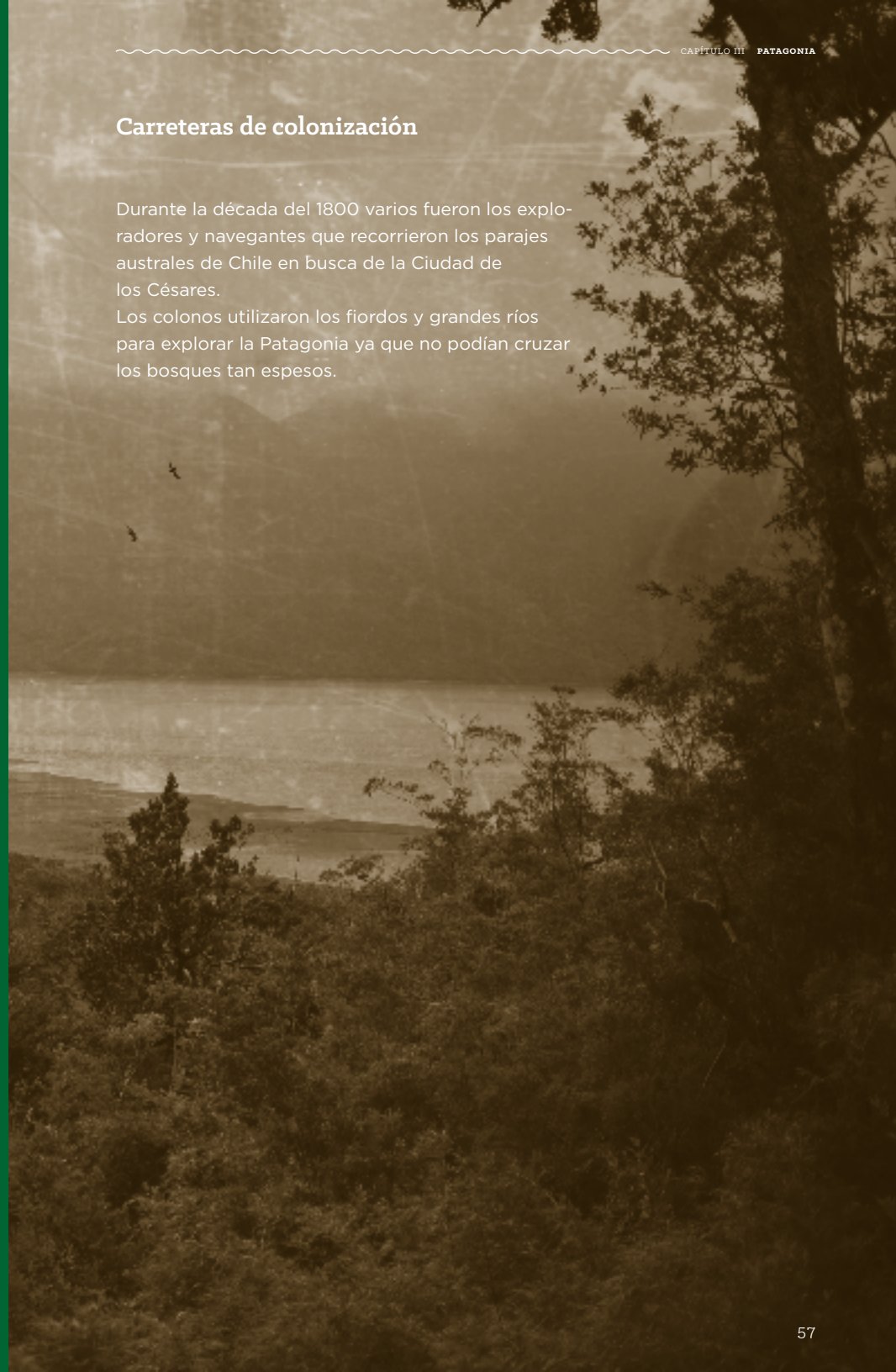
Poco se conoce de los Chono, pero algunas palabras quedan, en la misma lengua waiteka, entre ellas:

Acha: Cielo
Sépon: Sol
Ponce: Nube
Kenkapon: Arcoíris
Kaâser: Amigo
Lam: Bondad
Sérrisupon: Espíritu bueno
Sacima: Espíritu malo
Kixie: Estrella
Seku: Fuego
Sercot: Hijo
Teka Yema: Hombre nativo
We: Isla
Kirake: Luna
Soko: Océano Pacífico
Qask: Tierra
Sékewil: Sueño
Zuquena: Verdad
Vla: Amor

Carreteras de colonización

Durante la década del 1800 varios fueron los exploradores y navegantes que recorrieron los parajes australes de Chile en busca de la Ciudad de los Césares.

Los colonos utilizaron los fiordos y grandes ríos para explorar la Patagonia ya que no podían cruzar los bosques tan espesos.





Proyecto Explora CONICYT de Valoración y Divulgación
de la Ciencia y la Tecnología 2017 – 2018

CAPÍTULO IV Habitantes y sus roles

Materia - Energía - Ecología

La palabra ecología proviene del griego *Oikos*, habitar, casa y *logos*, conocimiento, ciencia.

La ecología es la ciencia que estudia las relaciones de los seres vivos entre sí y con su hábitat.

La naturaleza es una red interconectada de energía, energía que se transforma constantemente. Los seres humanos no sólo somos parte de la naturaleza isomos naturaleza!

Todos los organismos necesitan nutrientes y energía para vivir, y para obtenerlos se alimentan unos de otros, formando interconexiones; es decir, la vida es un flujo de constante transformación de la energía.

Por ejemplo, una alga es comida por una aegla o pancora, que a su vez, es devorada un Martín Pescador y este, cuando muere, es materia y energía que regresa a los ecosistemas.

A esta secuencia del traspaso de materia y energía la conocemos como cadena o trama trófica.

En los sistemas dulceacuícolas, la materia orgánica puede provenir de procesos dentro o fuera de los ríos, es decir autóctona o alóctona.

Alóctona: si viene desde fuera del agua, es decir, que viene de hojas, ramas, troncos y frutos de plantas ribereñas, además de plumas y heces de animales terrestres que caen al agua.

Autóctona: se crea dentro del ecosistema dulceacuícola gracias a los seres vivos acuáticos como animales, fitoplancton, plantas y algas.

Gracias al fitoplancton, la energía del sol es transformada en materia orgánica, y llega a animales y plantas de las cadenas alimenticias.

En el agua la materia orgánica puede sedimentar (se acumula en el fondo o bentos), ser transportada (movida a otros lugares) y utilizada por la vida acuática.

Además, la materia orgánica puede provenir de cosas inertes (rocas, arena, etc), y se conoce como "Detritos", que pueden estar disueltos o en pequeños trozos.

Trama Trófica

La Trama Trófica es el proceso de transferencia de energía alimenticia, desde un nivel a otro, pasando de productores a consumidores y luego, a descomponedores.



1

Productores

Los productores primarios son organismos que pueden sintetizar su propio alimento, mediante procesos químicos, como por ejemplo la fotosíntesis.

En los sistemas dulceacuícolas son productores primarios el fitoplancton, las plantas acuáticas y bacterias fotosintéticas.

2

Existen organismos que comen plantas o animales:

Consumidor primario (herbívoros)

Animales que se alimentan de plantas o algas. Gracias a ellos ingresa la energía y materia producida por la fotosíntesis a la cadena trófica.

Consumidor secundario (carnívoros)

Animales que comen herbívoros, y reciben solo un pequeño porcentaje de energía y materia.

Consumidor terciario

Animales carnívoros que comen consumidores primarios y/o secundarios.

3

Descomponedores

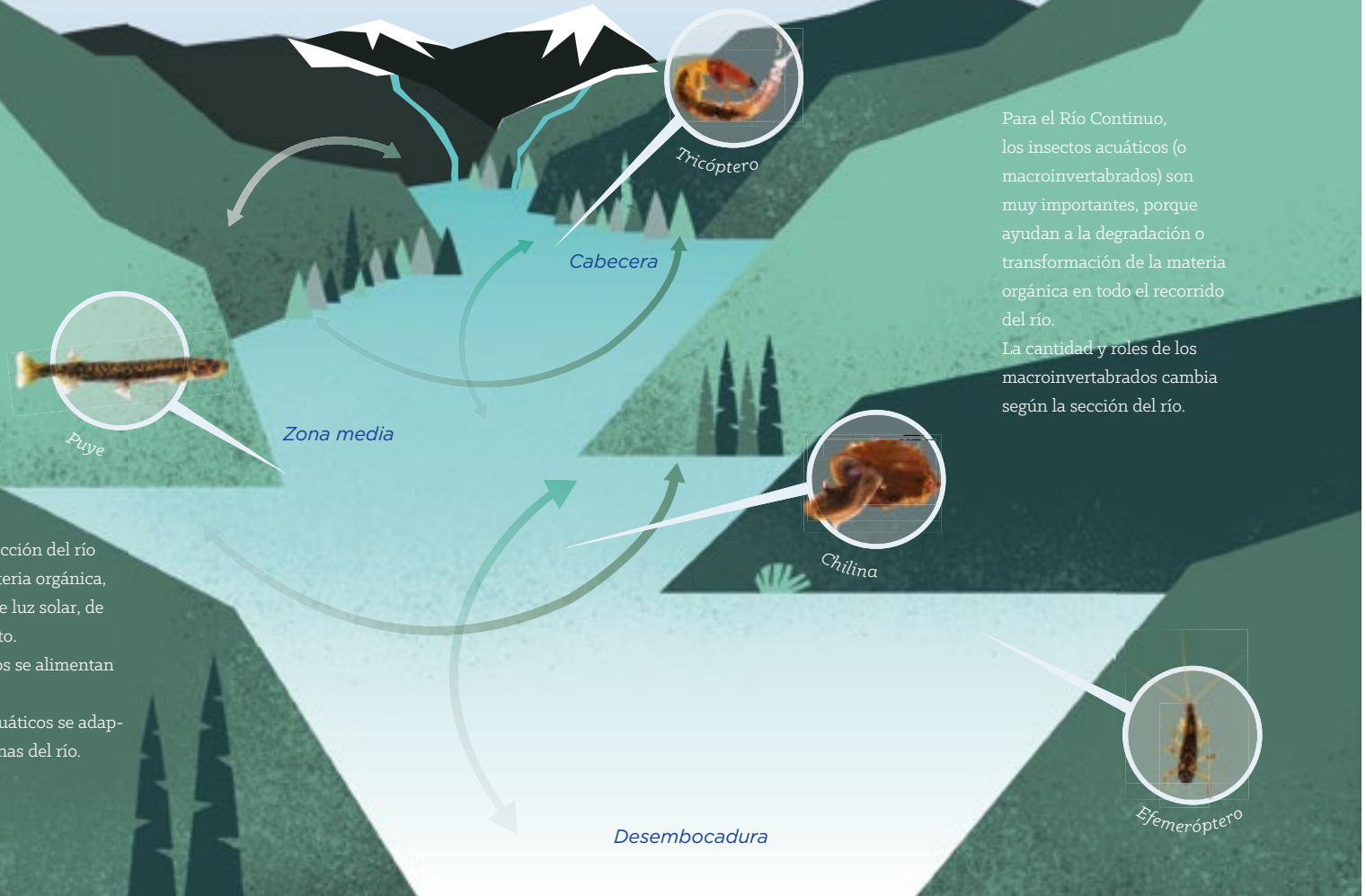
Son los organismos que se alimentan de heces, orina o restos de animales y plantas. Su rol es transformar la materia orgánica en inorgánica para que se reintegre al ciclo de materia del ecosistema. Imaginate si no existieran ¿qué crees que ocurriría?

Río Continuo

Los ríos son un ecosistema en movimiento y cambiante, con diversos procesos que ocurren simultáneamente en distintos lugares y que se conectan entre sí; este funcionamiento de los ríos es conocido como Concepto de Río Continuo (CRC).

El Río Continuo dice que la cabecera, zona media y desembocadura están conectadas entre sí, por tanto las plantas y animales de cada zona dependen de los procesos físicos, químicos y biológicos de las demás. Debido a esta conexión, cualquier perturbación en una zona del río, impactará a las demás.

Según el Río Continuo cada sección del río recibe distintos aportes de materia orgánica, e incluso cambia la cantidad de luz solar, de nutrientes y de oxígeno disuelto. También los animales acuáticos se alimentan de diferentes formas. Por ello, plantas y animales acuáticos se adaptan a vivir en las diferentes zonas del río.



Roles de los insectos acuáticos:

Fragmentadores: trituran en pequeños trozos hojas y ramas que caen al agua, para comer microorganismos.

Colectores: comen grandes trozos de materia orgánica.

Forrajeros, ramoneadores: comen microalgas pegadas a rocas, troncos o bordes del río.

Filtradores: obtienen nutrientes al filtrar el agua.

Predadores: comen otros insectos acuáticos.

Detritívoros: comen restos de materia orgánica del fondo.

Para el Río Continuo, los insectos acuáticos (o macroinvertebrados) son muy importantes, porque ayudan a la degradación o transformación de la materia orgánica en todo el recorrido del río.

La cantidad y roles de los macroinvertebrados cambia según la sección del río.

Roles y biodiversidad de los habitantes de la Patagonia

¿Quiénes viven en los sistemas de agua dulce?
¿Qué roles cumplen en estos sistemas?

Biodiversidad son todas las formas de vida en el planeta. Todas las especies cumplen un rol ecológico en la naturaleza y en los sistemas dulceacuícolas encontramos gran variedad de organismos o biodiversidad que habitan y se relacionan entre ellos, expresando la vida en la Tierra.



Bacterias

Las bacterias son los seres vivos más pequeños que existen, tan pequeños que no podemos verlos con nuestros ojos y viven en todos los ambientes conocidos.

El rol más relevante de las bacterias es procesar la materia orgánica del ambiente para regresar los nutrientes al agua, suelo y aire, tarea conocida como "Descomponedores o Saprofitos".

Gracias a las bacterias otros seres vivos pueden utilizar estos nutrientes.

¿Sabías qué?

Las bacterias fueron el origen de la vida en nuestro planeta.

Flora

En los sistemas dulceacuícolas podemos encontrar diferentes tipos de plantas, como las plantas acuáticas y las que crecen cerca o fuera del agua. Las plantas acuáticas no son algas. Tienen raíces, tallos, hojas, flores, frutos y semillas, pero viven solamente en agua dulce como ríos, lagos y humedales. Ellas son refugio y alimento para muchas especies de insectos, aves y mamíferos. Además, se han clasificado en dos grandes grupos:

Hidrófitas o plantas acuáticas

Tienen gran parte de su cuerpo sumergido, incluso pueden crecer en medio del agua. Todas ellas pueden realizar fotosíntesis en el agua.

Heliófitas o plantas palustres

Crece en zonas pantanosas es decir, en las riberas de ríos y lagos, donde el suelo tiene mucha humedad, y tienen la mayor parte de su cuerpo al aire libre.

Las plantas acuáticas pueden crecer en cualquier lugar que tenga la cantidad de agua necesaria, por ello se les puede encontrar en muchas partes del planeta.



¿Sabías qué?

El arrayán es una planta de ribera, crece muy cerca de los cauces húmedos y cuerpos de agua, ayudando a mantener la integridad del cauce e impedir la erosión.



Arrayán (*Luma apiculata*)



Flor del arrayán



Algas de agua dulce

En los sistemas dulceacuícolas también encontramos algas. Las algas son un grupo variado que reúne seres vivos con la habilidad de realizar fotosíntesis.

Las algas planctónicas y bentónicas actúan como productores primarios aportando nutrientes a los consumidores primarios que viven bajo el agua. Atrapan la energía del sol y la transforman en materia orgánica y oxígeno. Este proceso se conoce como fotosíntesis y constituye la base de las cadenas tróficas y la circulación de nutrientes.

Las algas unicelulares de agua dulce pueden ser planctónicas (del griego planktós, errantes), pues flotan y derivan en el agua o bentónicas (del griego benthos, fondo del mar) que viven en sustratos del fondo de ríos y lagos.

Las algas bentónicas o fitobentos se clasifican de acuerdo al sustrato o medio sólido que crecen cerca o bajo el agua:

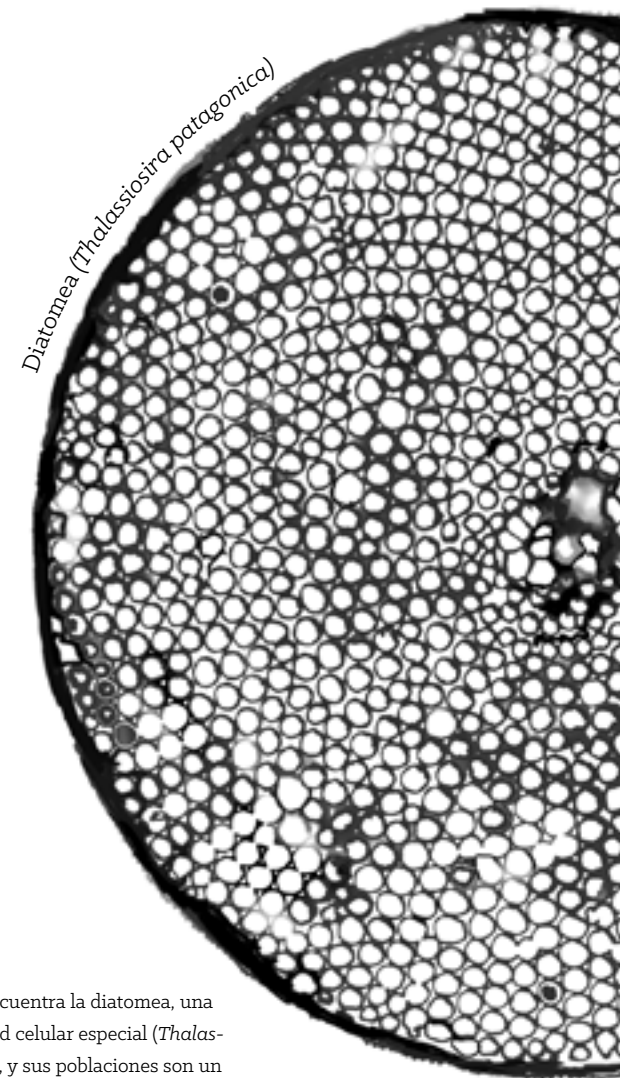
Algas epipélicas: crecen sobre sedimentos del fondo.

Algas epilíticas: crecen sobre rocas.

Algas epifíticas: crecen sobre otros vegetales.

Algas epizoicas: crecen sobre el cuerpo de animales.

Algas episámicas: crecen sobre granos de arena.



En Patagonia se encuentra la diatomea, una microalga con pared celular especial (*Thalassiosira patagonica*), y sus poblaciones son un componente importante del fitoplancton de los ecosistemas dulceacuícolas.

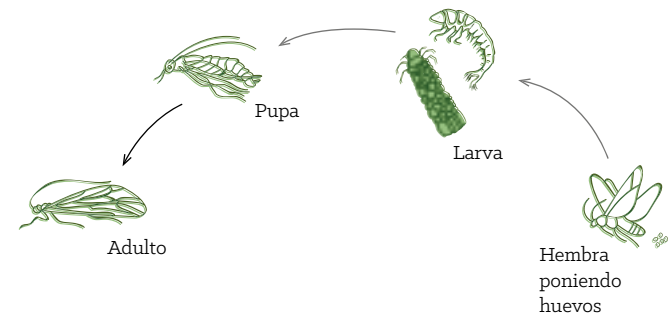


¿Sabías que en Patagonia viven dragones?

Macroinvertebrados o insectos acuáticos

Los macroinvertebrados son organismos pequeños que viven flotando o nadando en la columna de agua (como zooplancton) o en el fondo de ríos y lagos (o zoobentos). Estos pequeños animales tienen una tarea fundamental en el funcionamiento de los ecosistemas de agua dulce, porque permiten la transferencia de energía desde los productores (plantas acuáticas y terrestres) a peces, anfibios y aves acuáticas (o niveles tróficos superiores). Esta tarea, es muy importante para el concepto del río continuo y como ya conocemos los roles que cumplen los macroinvertebrados en cada sección del río, estudiaremos las especies que podemos encontrar en los ríos patagónicos.

Metamorfosis macroinvertebrados:



Insectos Acuáticos

Si recordamos el concepto del Río Continuo, la cantidad de los insectos acuáticos (o macroinvertebrados) cambian según la sección del río.

Además, en cada sección predominan insectos con diferentes roles como fragmentadores, colectores, ramoneadores, predadores, detritívoros y filtradores.

Por ejemplo, las megalópteras son carnívoras y buenas predadoras, por tanto están en la cima de las cadenas tróficas. Cuando son adultas, al morir o ser comida por otros animales, entregan gran cantidad de energía al ambiente.

Efemerópteros

En Chile conforman cerca de 57 especies pertenecientes a 7 familias. Poseen mandíbulas que les permite triturar hojas y ramas, además de traqueobranquias en su abdomen parecidas a plumas o láminas que les permite respirar.

Dípteros

Grupo de insectos que reúne 11 familias comunes de encontrar en ríos y lagos de Chile, cada una de ellas puede vivir en diferentes condiciones ambientales. Algunas viven en tubos de detritos, otras excavan galerías y algunas son de vida libre, además pueden ser detritívoros y depredadores, e incluso toleran aguas casi sin oxígeno.



Efemeróptero (Orden Ephemeroptera)



Tricóptero (*Ecnomidae austrotinoides*)

Tricópteros

Son insectos de cuerpo blando que en su fase adulta tienen dos pares de alas membranosas y peludas poco desarrolladas, por eso se les conoce como polillas de agua. Las larvas acuáticas construyen "casitas" con diferentes tipos de materiales orgánicos (trozos de hojas y ramas) e inorgánicos (granos de arena, etc), dependiendo del grupo al que pertenezcan. El desarrollo larval de los tricópteros puede durar de varios meses a años, dependiendo de la especie y de los factores ambientales.

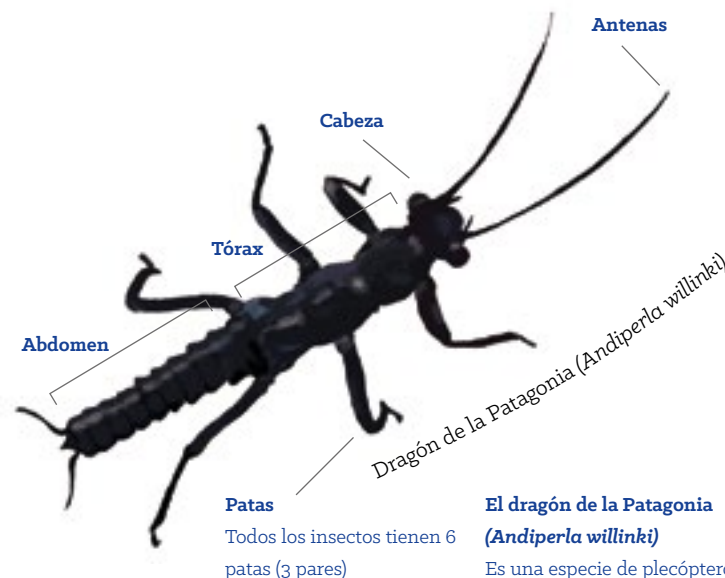
Plecópteros

Los plecópteros prefieren vivir en aguas rápidas, turbulentas, frías y con mucho oxígeno, por tanto suelen vivir en el ritrón de los ríos, y por eso indican aguas de buena calidad.

Ya hemos visto los principales grupos de macroinvertebrados que son fragmentadores o colectores. Al triturar las hojas que caen al agua en trozos más pequeños, permiten que otros animales aguas abajo puedan obtener energía y nutrientes de ellas.

Coleópteros

Este grupo de insectos tiene dos pares de alas, uno de ellos se transformó en cubiertas protectoras sólidas llamadas élitros. Todos los cuerpos de aguas continentales de Chile son hábitats ideales para ellos, y mientras son larvas, viven en el fondo (o bentos) cumpliendo distintos roles en las cadenas tróficas, como depredadores, detritívoros, herbívoros (fragmentadores) u omnívoros; este rol dependerá de la familia de coleópteros.



El dragón de la Patagonia (*Andiperla willinki*)

Es una especie de plecóptero que habita en los glaciares de la Patagonia, en Argentina y Chile. Pasa toda su vida en el hielo, mide aproximadamente 15 mm y se alimenta de bacterias que viven en el hielo traídas por el viento, también de microalgas en las fases larvianas y de desechos orgánicos de ambientes naturales.

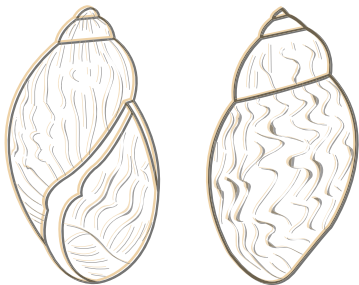
Patas
Todos los insectos tienen 6 patas (3 pares)

Caracol de agua dulce (*Chilina* spp.)

Moluscos

Los moluscos dulceacuícolas están representados por las chilinas, grupo de caracoles con pulmones endémicos, con una concha de forma espiral que protege las partes blandas de su cuerpo. Los caracoles son ramoneadores, se alimentan de las películas de microalgas que se forman sobre rocas y ramas en el agua.

Geometría de la Chilina



Crustáceos

Respecto a los crustáceos encontramos tres órdenes: *Decapoda*, *Amphipoda* e *Isopoda*. Son importantes en los sistemas dulceacuícolas, ya que forman parte de la dieta de grandes peces, mamíferos y aves acuáticas. Tienen un rol importante al actuar como depredadores y carroñeros en los ríos.

Los decápodos corresponden a los conocidos cangrejos de río, tienen 5 pares de patas y pueden medir entre 1 y 20 cm. Los cangrejos de río corresponden al género *Aegla* y se han registrado 18 especies en Chile, de las cuales 16 son endémicas.

Pancora (*Aegla* spp.)

¿Sabías qué?

Todos los grupos de macroinvertebrados también son muy importantes para los humanos, porque nos permiten conocer la salud de los ecosistemas dulceacuícolas. Los expertos los recolectan, clasifican según sus grupos y, de acuerdo a la cantidad de cada uno, se puede conocer qué tan contaminado o limpio está un río o un lago.

Peces dulceacuícolas

Los peces son el grupo de vertebrados más diverso que existe y haya existido en el planeta. Existen muchas excepciones, pero generalmente un pez es un vertebrado acuático cubierto por escamas, que posee aletas para desplazarse en vez de extremidades y respira mediante branquias. En Chile continental encontramos 47 especies de peces de agua dulce, de las cuales cerca del 80% son endémicas y tienen problemas de conservación. Son un grupo de vertebrados de alto valor de conservación y funcionalmente clave en estos ecosistemas.

El rol principal de los peces dulceacuícolas es actuar como consumidores secundarios (se alimentan de herbívoros) e incluso terciarios (de otros depredadores). También tienen un rol importante en las cadenas tróficas, al ser consumidos por depredadores más grandes como mamíferos y aves. Algunos migran a otros cuerpos de agua para reproducirse, alimentarse o hibernar y según a donde migren, se les puede agrupar como:

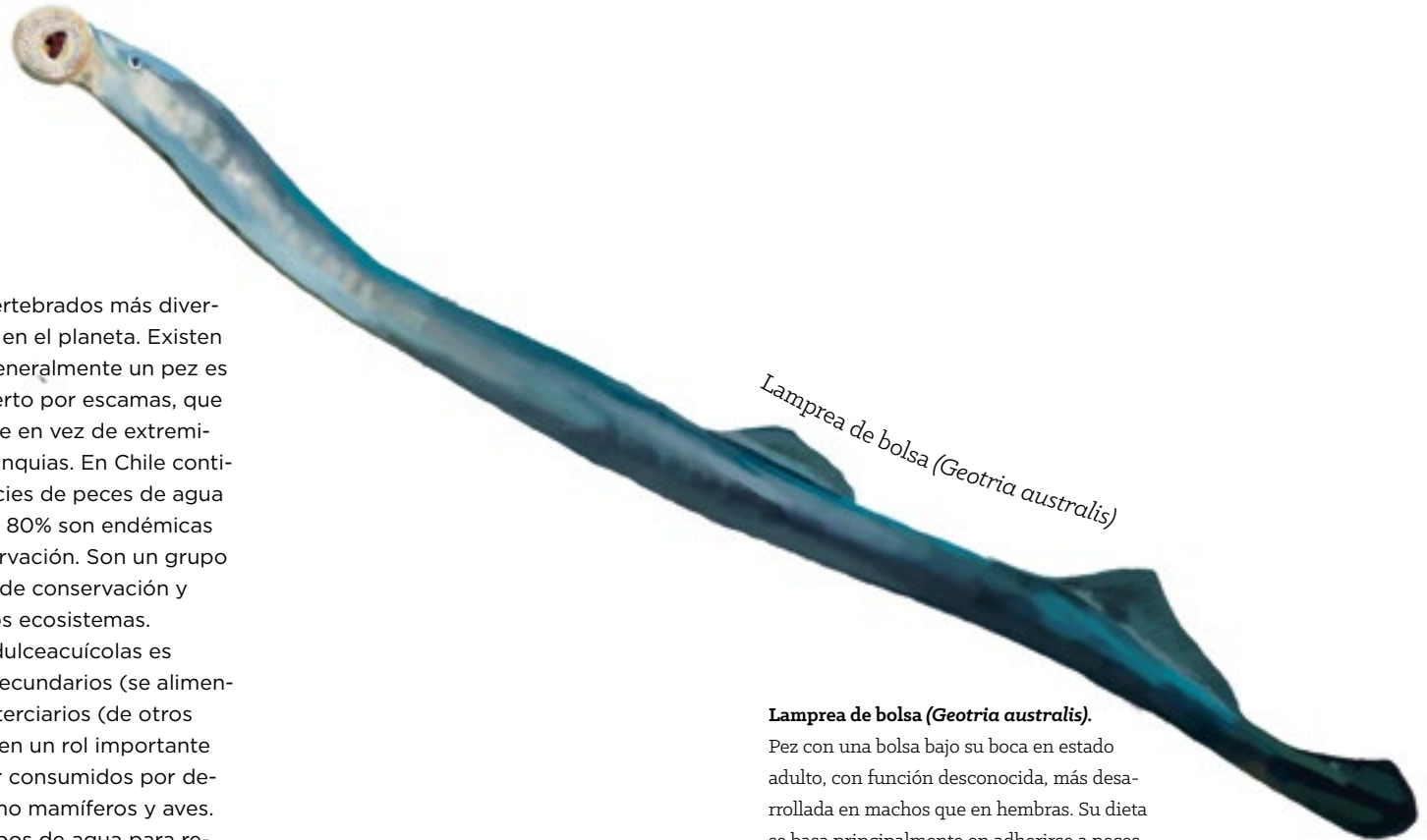
Anádromos: viven en agua salada, se aparean en agua dulce.

Catádromos: viven en agua dulce, se aparean en aguas saladas.

Potádromos: migran solamente en agua dulce.

Oceanódromo: migran solamente en agua salada.

Anfidromos: se mueven entre agua salada y dulce varias veces durante su ciclo de vida.

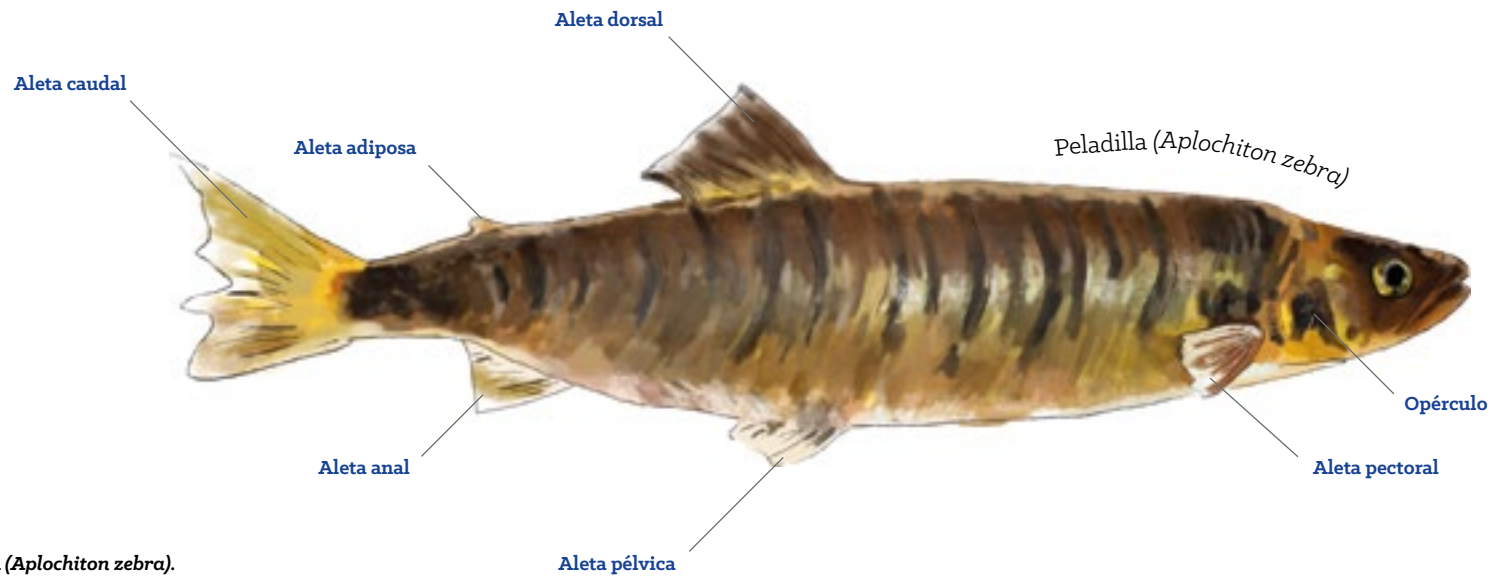


Lamprea de bolsa (*Geotria australis*)

Lamprea de bolsa (*Geotria australis*).

Pez con una bolsa bajo su boca en estado adulto, con función desconocida, más desarrollada en machos que en hembras. Su dieta se basa principalmente en adherirse a peces para succionar sangre, es decir, es depredador y también es fuertemente depredada por especies introducidas.

Esta imagen corresponde a un juvenil que está en los ríos. Los adultos están en el mar.



Peladilla (*Aplochiton zebra*).

Especie que habita a lo largo de todo el cauce de los ríos. En su etapa adulta migra hacia zonas profundas o litorales de los lagos. Se alimenta de estados inmaduros de insectos, principalmente de dípteros. La peladilla compete por alimento y espacio con salmónidos, además de ser depredada por ellos en estados juveniles.



Puye chico (*Galaxias maculatus*).

El puye chico es un depredador activo y adapta su alimentación según el tipo de ambiente, si vive en lagos se alimenta de crustáceos y, si vive en ríos come principalmente de macroinvertebrados. Lamentablemente, el puye es una de las presas favoritas para truchas café (especie exótica-invasora) en los ríos de Patagonia.

Anfibios

Los anfibios son animales vertebrados de cuatro patas con una piel sin escamas, pelos ni plumas. Los anfibios sufren metamorfosis, es decir, cambian de animales acuáticos a terrestres.

Al nacer son larvas acuáticas (renacuajos) que respiran por branquias externas. Cuando son adultos se transforman en animales terrestre-acuáticos que respiran por pulmones.

Los anfibios cambian su forma de respirar según su etapa de vida, cuando son larvas respiran por branquias externas y, cuando son adultos respiran por pulmones y por la piel, por la cual intercambian oxígeno disuelto en el agua.

Para fecundar sus huevos los anfibios dependen en gran parte del agua, la hembra expulsa los huevos en un ambiente acuoso y mientras salen el macho los fecunda. Esta característica hace que los anfibios dependan total o parcialmente del agua.

Cuando son larvas son detritívoros o herbívoros. Al ser adultos, los anfibios se alimentan de insectos durante la noche o al atardecer, pero en los bosques del sur de Chile se les puede ver saltando después de la lluvia.

Algunos de los insectos que cazan son dípteros (moscas, mosquitos, tábanos), odonatos (libélulas o matapijos) y otros insectos, controlando sus poblaciones.

Los anfibios se caracterizan por tener metamorfosis al menos una vez en su vida.

La presencia de anfibios en un ecosistema dulceacuícola es reflejo de su salud; como los anfibios tienen su piel delgada y respiran por ella, son muy sensibles a los contaminantes y enfermedades en el agua o ambiente que los rodea.

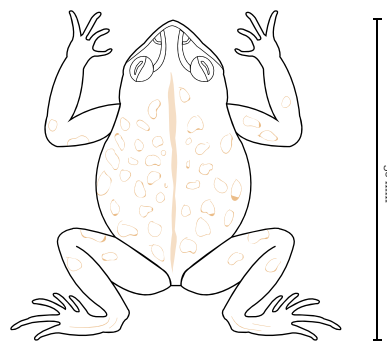
Algunas de las especies que podemos encontrar en la zona de Aysén son:

Rana jaspeada (*Batrachyla antartandica*).

Fuera de peligro y endémica; vive en el bosque nativo, en especial en quebradas y cuerpos de agua, como también en pantanos y lagunas. Es arborícola y trepa por los arbustos, tiene hábitos nocturnos y de día se esconde bajo troncos y piedras. Deja sus huevos en zonas inundadas rodeadas de vegetación.

Sapo de Pugín (*Eupsophus emiliopugini*).

Fuera de peligro y endémico. Habita bosques de tepú, bosques inundados de mirtáceas con presencia de arrayán, luma, pitra y meli. Este sapo es de hábito diurno y nocturno, se refugia entre la hojarasca de tepuales, bajo cavidades y entre troncos caídos y raíces.



Sapito de Pugín (*Eupsophus emiliopugini*)

Aves

Las aves son el grupo de vertebrados más diverso de Chile, muchas de ellas viven en aguas continentales o zonas de estuario, hábitats que proveen alimento (principalmente peces e invertebrados) y refugio, ya sea para aves residentes o de paso. Las aves costeras son importantes también porque, aunque no viven en agua dulce, usan los humedales continentales para descansar, alimentarse y reproducirse.

Algunas de las aves del sistema dulceacuícola son:



Garza grande (*Ardea alba*).

De plumaje blanco, patas negras y pico y ojos amarillos, puede alcanzar el metro de altura. Vive en las partes bajas de humedales, lagos y esteros pues, aunque es un ave acuática, no sabe nadar. Se alimenta de peces pequeños, sapos y camarones. Esta especie de garza se distribuye por todos los continentes salvo la Antártica.

Garza grande (*Ardea alba*)

Cormorán lile (*Phalacrocorax brasilianus*)



El Cormorán puede nadar sumergiendo casi todo su cuerpo y dejando solo su cuello y cabeza a la vista.

Cormorán yeco (*Phalacrocorax brasilianus*).

Vive principalmente en el mar, pero habita costas expuestas, canales y bahías. Se le puede ver en grupos pequeños o grandes bandadas. Su relación con los sistemas dulceacuícolas es a través de los peces y pequeños crustáceos, porque se alimenta de una gran variedad de ellos.



¿Sabías qué?

La mayor variedad de especies de aves acuáticas vive en la zona mediterránea y del bosque valdiviano (norte de la Patagonia) de Chile.

Martín pescador (*Megaceryle torquata*).

Su cabeza es gris azulada, pecho café rojizo con pequeña banda gris en machos y más grande en hembras. Vive en ríos y lagos del sur de Chile, desde la cabecera hasta la desembocadura en bahías protegidas en fiordos y canales. Como su nombre lo dice, es un gran pescador, se abalanza sobre sí mismo para zambullirse y atrapar su alimento.



Puedes ver al Martín pescador esperando pacientemente sobre una rama, hasta lanzarse sobre su captura.

Pingüino de Magallanes (*Spheniscus magellanicus*).

Puede medir 73 cm de largo y vive principalmente en mar abierto y fiordos de la región de Aysén. Se mueve en grandes grupos y anida en colonias. En el mar se apoya en otras aves marinas y delfines para cazar peces.



Martín pescador (*Megaceryle torquata*)

Mamíferos

Son animales de sangre caliente, con un cuerpo cubierto de pelos, y gran variedad de formas y conductas respecto a su alimentación, movilidad y reproducción. Además, la mayoría son vivíparos y las crías se alimentan de leche producidas por glándulas mamarias de las hembras.

Los mamíferos dulceacuícolas viven siempre o parte del tiempo en cuerpos de agua dulce o estuarios, y en Chile se destacan el huillín y el coipo.



Lobo de mar común (*Otaria flavescens*)

Huillín (*Lontra provocax*)

Los mamíferos en los ecosistemas dulceacuícolas pueden tener diferentes roles dependiendo de su dieta y hábitat.

Además, mamíferos como el chungungo, el lobo de mar común y el lobo de mar fino, se pueden encontrar en ambientes costeros y fiordos.

Huillín, nutria de río (*Lontra provocax*).

Es un animal solitario y solo se reúne en épocas reproductivas. Come principalmente peces y crustáceos (pancoras), y a veces moluscos, anfibios y aves acuáticas. En ecosistemas de agua dulce prefiere ríos y lagos con mucha vegetación ribereña conformada por árboles y raíces. Este mamífero actúa como depredador en ríos y lagos.

Coipo (*Myocastor coipus*).

Un roedor grande que puede medir 52 cm y pesar 7 kg. Es herbívoro y su dieta se basa en juncos y totoras. Forma colonias de hasta 13 individuos, pero cuando llegan a edades maduras suelen estar solos. Construyen refugios subterráneos para protegerse y como áreas de crianza, y también plataformas con diferentes plantas, que usan para alimentarse y descansar. Son frecuentes de ver en lagunas, lagos, ríos y humedales.

Chungungo, gato de mar, nutria de mar (*Lontra felina*).

La segunda especie de nutria que vive en Chile y la más pequeña del mundo, pesando entre 3 a 5 kg, alcanzando como máximo 1 m de longitud. Tiene un pelaje denso y de color café oscuro que lo abriga mientras bucea en las frías aguas marinas. Se alimenta de crustáceos, moluscos, peces y a veces de aves y mamíferos.

Lobo de mar común (*Otaria flavescens*).

Lobo de mar que vive en colonias en sedimentos rocosos. Se le ve cazando en los canales y se alimenta principalmente de peces, pulpos y crustáceos, aunque puede subir por los ríos siguiendo la migración de peces. Es un depredador hábil, lo que lo sitúa en la cima de las cadenas tróficas.

Lobo de mar fino (*Arctophoca australis*).

Se diferencia del otro lobo al tener su piel más fina y con dos capas de pelo, por ello se le llama también “lobo de dos pelos”. Al igual que el lobo de mar común, habita fiordos y se alimenta de peces, pulpos y crustáceos, actuando como depredador en las cadenas tróficas.



Proyecto Explora CONICYT de Valoración y Divulgación
de la Ciencia y la Tecnología 2017 – 2018

CAPÍTULO V Amenazas y buenas prácticas

Las especies introducidas: salmónidos, visones, dídymos, castores y espinillos.

! ¿Qué es una especie exótica o introducida?

Son animales o plantas que han sido introducidos por el humano desde otro hábitat, región o país.

Una especie exótica se transforma en invasora si:

- Vive en un hábitat diferente que le permite reproducirse más rápido.
- Domina y compete con las especies nativas por alimento, agua y refugio.

Las especies exóticas invasoras son una de las principales causas de la desaparición de plantas y animales nativos en todo el mundo.

Origen de especies introducidas



Las especies introducidas son consecuencias de la acción intencional o accidental del ser humano. Estas especies alteran el equilibrio de un hábitat y amenazan los ecosistemas.

Si como especie somos parte del problema, podemos ser parte de la solución.

Dentro de las principales especies exóticas invasoras presentes en la Patagonia de Chile, encontramos:

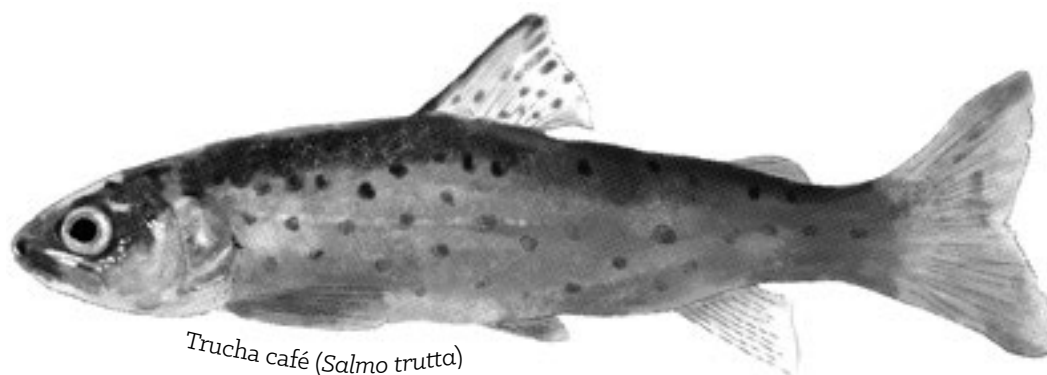
Salmónidos

Es un grupo de peces introducidos conocidos por ser altamente dañinos. Los salmónidos reúnen a las diferentes especies de truchas y salmones. Éstos pueden vivir tanto en ríos y lagos como las truchas, como también pueden migrar al mar, como los salmones.

Los salmónidos son carnívoros, cuando son jóvenes comen insectos acuáticos, moluscos, crustáceos y peces pequeños y larvas de peces. Cuando son adultos comen además de insectos a los peces pequeños nativos.

Según la Unión Internacional de la Conservación (IUCN), los salmónidos son las especies invasoras de agua dulce con mayor distribución en el planeta, en donde solo no han podido colonizar la Antártica.

Por ejemplo, en la región de Aysén encontramos a la trucha café (*Salmo trutta*) y la trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*), que viven en partes del río con mucha corriente y bajas temperaturas.



Trucha café (*Salmo trutta*)

Impacto de los salmones

La industria salmonera tomó fuerza como actividad económica hacia la década de 1970, y desde la década de 1980 comenzó a tener las tasas de crecimiento más altas del sector pesquero, posicionando al país como la segunda nación más importante en la producción de salmones y truchas.

Cuando los salmones en cautiverio escapan pueden:

- Competir por los alimentos y espacio con especies nativas.
- Depredar comunidades bentónicas, invertebrados y peces.
- Riesgo por contagio de enfermedades a otras especies.



¿Sabías qué?

Los salmónidos fueron introducidos a inicios del 1900 con objetivos de pesca deportiva.

Los salmónidos son depredadores voraces. Se alimentan de peces nativos y compiten con ellos por alimento y espacio, además pueden contagiar enfermedades a la fauna dulceacuícola nativa.

¿Cómo prevenir el impacto de los salmónidos?

Participar de las iniciativas de pesca deportiva o extractiva de estas especies, lo cual permite controlar las poblaciones de las diferentes especies.

No "sembrar" ni repoblar cuerpos de agua con alguna especie de salmónido.

Si ocurre escape de salmones la mejor acción a realizar es informar al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA) en cualquiera de sus oficinas o al teléfono 800 320 032.

Visón (*Neovison vison*)

Está entre las 24 especies de mamíferos invasores de Chile y es una "especie dañina o perjudicial" según la Ley de Ministerio de Agricultura, 1996. Es un depredador hábil que se adapta fácilmente a cualquier ambiente, y puede alimentarse de aves y sus huevos, anfibios, roedores, peces, y otros animales. Además, compite con animales nativos por alimento y refugio, como por ejemplo el huillín.

¿Cómo fue introducido?

Animal carnívoro de América del Norte, que fue introducido en Punta Arenas en el siglo XX. Se transformó en invasor cuando los humanos la liberaron al ambiente porque quebró la industria peletera (fabricación de pieles). Luego, se ha movido hacia la zona norte de Chile, encontrándose desde el Cabo de Hornos hasta la región de La Araucanía.



Visón (*Neovison vison*)

¿Cómo controlar el impacto del visón?

Con el trabajo en equipo de instituciones públicas (ministerios, municipalidades, gobiernos regionales, universidades, etc), para definir acciones que controlen sus poblaciones, por ejemplo captura por trampas y cebos. Esto es de vital importancia entre las regiones de Los Ríos, Los Lagos, Aysén y Magallanes.

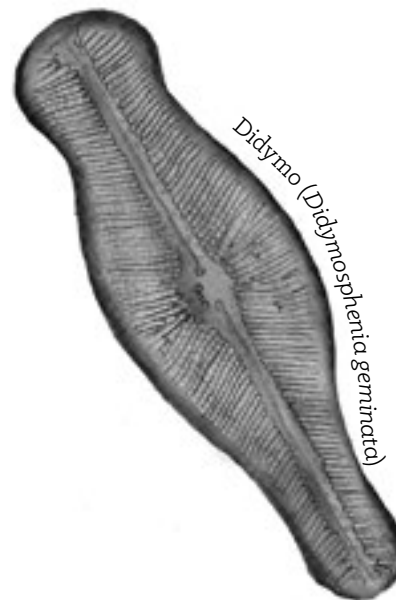
Otra estrategia novedosa es incluir al huillín, ya que comparten hábitat y nicho ecológico, lo que facilita el control.

Didymo (*Didymosphenia geminata*)

Es una microalga originaria de montañas y arroyos del hemisferio norte, que puede crecer en grandes colonias y pegarse sobre rocas y fondo de los ríos, formando una capa llamada "moco de roca". Se ha transformado en una especie invasora en la Patagonia, debido a las características ambientales de este lugar. Además, su crecimiento es difícil de controlar porque se expande por otros animales (como el visón), y es excesivo obligando a los peces cambiarse a otros cuerpos de agua.

¿Cómo fue introducido?

El didymo fue introducido, al igual que en el resto del mundo, por pescadores recreativos extranjeros en sus equipos de pesca, no lavados o desinfectados al entrar a Chile. De la misma forma se ha expandido en las cuencas de Chile continental.



Didymo (*Didymosphenia geminata*)

¿Cómo controlar el impacto del didymo?

Para prevenir su proliferación, el Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, inició la campaña "Alto al Didymo", una listado de acciones que consisten en:

- Quitar todo resto visible de algas de la ropa o instrumentos para pescar.
- Evitar usar botas u otro elemento de vestir hecho de materiales absorbentes.
- Después de una actividad en el río o lago, lavar y desinfectar todas las cosas que usaste. No regresar el agua de limpieza al ambiente y ojalá utilizar elementos de limpieza biodegradables.
- Cuando pescas, lleva los peces en contenedores sellados para evitar derrame de agua y no liberes los peces en otro cuerpo de agua.
- Después de la actividad, no usar tus instrumentos y botes por dos días, y hasta que estén totalmente secos.

Castor (*Castor canadensis*)

Roedor de gran tamaño que habita América del Norte. Le gusta vivir en ambientes acuáticos rodeados por bosques.

En su hábitat nativo, los castores viven asociados a cursos de agua dulce porque construyen sus madrigueras con entradas acuáticas, usando árboles y otros materiales que tengan cerca. Estas madrigueras crean represas naturales e inundan zonas que antes no tenían agua.

Esto cambia todo el ecosistema ya que derriban árboles ribereños, y cambian el caudal de los ríos, la temperatura y transporte de nutrientes en el agua.

En su ambiente natural, los cambios del castor en el ambiente no generan impacto, pero en Chile sí porque nuestros árboles no crecen ni rebrotan tan rápido.

Por tanto en Chile, cuando agotan los árboles, se mueven a otro lugar buscando más material de construcción y alimento, modificando aun más el ecosistema.

En Norteamérica se ha observado que el período de recuperación de una zona ocupada por castores no supera los cinco años, en Patagonia, sin embargo, no se observa recuperación del ecosistema hasta dentro de 20 años.

¿Cómo fue introducido?

Se introdujo en Argentina en 1946 para extraer su pelaje y hacer abrigos, pero no le fue bien a la industria y se liberaron en Tierra del Fuego, expandiéndose por los bosques de la región de Magallanes y Argentina.

Castor (*Castor canadensis*)**¿Cómo prevenir el impacto del castor?**

Debido a su impacto en los bosques magallánicos, se permite su cacería todo el año siguiendo estas acciones:

- Evitar el sufrimiento innecesario de los animales capturados. Todos los seres vivos merecen respeto y en caso de realizar labores que involucren su sacrificio, ésta debe procurar ser lo más rápida posible.
- Usar el equipo de caza o trampeo recomendado para cada animal, no improvisar.
- Mantener el equipo de caza o trampeo en buen estado.
- Nunca trasladar o liberar especies dañinas a otras áreas.
- Evitar la captura de animales protegidos.
- No instalar más trampas de las que puede manejar.
- Revisar las trampas constantemente y enviar reporte a las autoridades.

Espinillo (*Ulex europaeus*)

Es un arbusto pariente de los porotos, que se introdujo desde Europa a Chile para crear cercos vivos y contener suelos arenosos.

Esta planta de flores amarillas puede crecer más de 2 metros de altura, y tiene sus tallos cubiertos de pelos y espinas que miden entre 2,5 a 3 cm de largo.

Su efecto invasivo se ve como grandes matorrales en praderas, bordes de carreteras y caminos, bordes de bosques y alrededor de líneas telefónicas y eléctricas.

Esto ha generado que las personas quemen la planta, usen herbicidas y extraigan la planta para controlar su expansión.

Ciertas condiciones del ambiente lo transforman en invasivo, como por ejemplo: Suelos con pH ácido, bajo nivel de fósforo y alto contenido de aluminio, praderas para alimentar ganado mal utilizadas, erosión del suelo, la quema de vegetación favorece la expansión del espinillo, ausencia de depredadores naturales.

Espinillo (*Ulex europaeus*)**¿Cómo prevenir la propagación del espinillo?**

Evitemos o controlemos las condiciones que permiten su expansión:

- Mantener el pH natural de los suelos.
- Buen uso de praderas para el ganado: que coman plantas diferentes, no tener mucho ganado en un solo lugar, o cultivar mucha área para poco ganado.
- Evitar la erosión de suelo, expandir vegetación nativa en zonas de pendiente y cultivar en terrazas si estás en pendiente.
- Evitar la quema de vegetación con diferentes fines, ya sea por quema de rastrojos, de espinillo, de bosque nativo y de plantaciones forestales.

Contaminación hídrica

Contaminación es cualquier elemento, sustancia, energía o radiación que al estar presente en el ambiente en cierta cantidad y tiempo, es peligroso para la salud de las personas y del medio ambiente.

¿Qué es contaminación hídrica?

Es el acto de agregar sustancias o elementos químicos, físicos o biológicos que están por sobre ciertos límites de concentración o no pertenecen al agua ni al medio ambiente. Dichas sustancias o elementos pueden provenir de fuentes naturales y humanas:

- Agentes o microorganismos patógenos (contaminación biológica)
- Residuos Industriales Líquidos (RILES)
- Sustancias químicas
- Sustancias radiactivas
- Hidrocarburos (petróleo) y aceites

Toda agua contaminada que desechamos se llama *agua residual* y puede provenir de nuestras casas o de industrias.

Si ambos tipos de agua llegan ríos y lagos se llaman *aguas servidas*.

Aguas servidas industriales

Son conocidas como Residuos Industriales Líquidos (RILES), que son aguas de desecho que resultan de una actividad o proceso industrial. Los RILES pueden ser vertidos con o sin tratamiento a las aguas naturales, generando mayor impacto negativo los RILES sin tratamiento.

Toda actividad económica genera RILES como por ejemplo la agricultura, acuicultura, ganadería, minería, producción de papel, energía nuclear, etc.

Los RILES son peligrosos para el ambiente porque agregan agentes contaminantes a la naturaleza, dañan la salud y desequilibran los ciclos naturales.

Aguas servidas domiciliarias

Son aguas que desechamos desde la casa donde se mezclan diferentes sustancias como detergentes, desengrasantes, artículos de limpieza, aceites, heces y orina.

En las grandes ciudades, toda esta agua sucia es conducida por los alcantarillados a plantas de tratamiento de aguas domiciliarias, lo que permite regresarlas a ríos, lagos y mares sin causar daños importantes en el medio ambiente.

Pero en zonas rurales es difícil tratar las aguas servidas domésticas, por ello se recomienda construir un sistema de separación y reutilización del agua, por ejemplo: el agua del lavamanos puede ir al estanque del baño.

Contaminación química

Las sustancias químicas en el agua dulce pueden provenir de diferentes fuentes, pero estudiaremos la minería.

En todo Chile la actividad minera es una fuente de contaminación química importante. La minería utiliza sustancias tóxicas para extraer el mineral y acumula sus aguas residuales en piscinas conocidas como "tranques de relave".

Los tranques de relave, que tienen condiciones de construcción y seguridad muy estrictas para evitar su derrame, arrastre por lluvias, evaporación o infiltración a aguas subterráneas.

Los RILES contenidos en los tranques pueden tener elementos químicos como mercurio (Hg), arsénico (As), plomo (Pb), cadmio (Cd), cianuro (CN-), entre otros. Si todo esto se derramara en el ambiente, afectaría a toda la biodiversidad y ecosistemas a sus pasos.

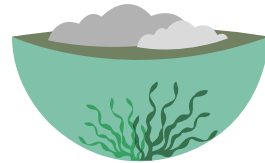
¿Cómo prevenir el impacto de la contaminación química?

- **Denuncia de malas prácticas ambientales:** en Chile la institución pública llamada Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), recibe las denuncias de la ciudadanía si ocurren daños al medio ambiente.
- **Participación Ambiental Ciudadana (PAC):** participa de las consultas ciudadanas de proyectos mineros que podrían construirse cerca de donde vives. La PAC reúne todas las opiniones, dudas y críticas de las personas afectadas por el proyecto.
- **Ciudadanía informada:** quien decide si las industrias pueden instalarse es el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) de Chile. El SEA sube información de todos los proyectos industriales que se quieren construir en Chile incluyendo los proyectos mineros.

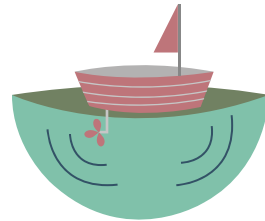
Contaminación física y biológica

Entenderemos la contaminación física como todos los elementos que al entrar al agua, cambian los procesos naturales y afectan la vida acuática. Estos elementos pueden ser:

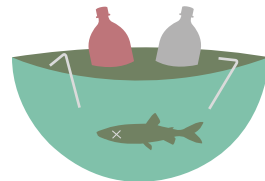
Espumas: provienen de los detergentes de limpieza que son vertidos al agua y que aportan nutrientes como los fosfatos (PO_4^{-3}), el cual puede ser aprovechado por las microalgas acuáticas. Gracias a este aporte excesivo de fosfato, las microalgas pueden crecer sin control y acelerar procesos de eutrofización en cursos y cuerpos de agua.



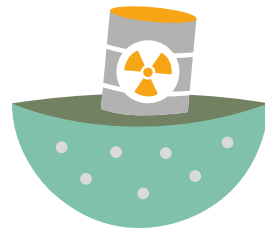
Ruido: los motores, hélices y sonares de las embarcaciones, incluso las exploraciones mineras emiten ruido en el agua que puede desorientar a los mamíferos marinos.



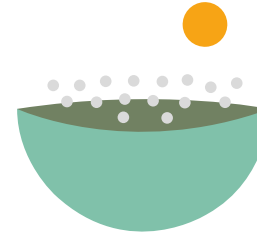
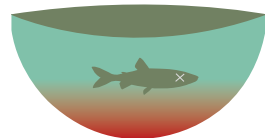
Elementos voluminosos (basura): son residuos de gran volumen que flotan o son arrastrados por el agua, como neumáticos, plásticos, escombros, entre otros, y pueden ser ingeridos por los animales o interferir con las migraciones de animales acuáticos.



Sustancias radiactivas: son sustancias que emiten radiactividad y provienen de fuentes humanas, como implementos médicos o residuos de producción de energía nuclear, los cuales al mezclarse con el agua, se acumulan en mayor cantidad en el cuerpo de seres vivos que en el ambiente.



Calor: a veces parte del agua es desviada para usarse en un proceso productivo y cuando la regresan está más caliente que antes, lo que disminuye la solubilidad del oxígeno en el agua y por tanto, se altera el crecimiento y reproducción de las especies acuáticas.



Materiales en suspensión: son pequeñas partículas de materia que se juntan en gran cantidad en el agua y evitan que entre la luz solar, lo que disminuye la producción primaria y también el aporte de energía al resto de la cadena trófica.

Por otro lado, la contaminación biológica es la presencia de microorganismos en el agua que pueden causar enfermedades a las personas y animales (son patógenos), por ejemplo los virus, bacterias o protozoos que transmiten diferentes enfermedades como la hepatitis o el tifus. Los organismos patógenos llegan al agua gracias a los excrementos que se mezclan con ella. Incluso, si hay muchos de ellos en el agua, consumen mucho oxígeno e impiden que otros seres vivos acuáticos puedan vivir.



¿Sabías qué?

El 80% de los desechos plásticos marinos son producidos en tierra y llegan al océano a través de los desagües sin tratamientos, el viento, los ríos o son arrojados directamente en las playas. El plástico es una de las principales fuentes de contaminación marina mundial. ¡Es fundamental evitar su uso!

¿Cómo prevenir la contaminación física y biológica?

La mejor forma es conducir las aguas residuales a plantas de tratamiento de aguas, y también desde nuestras casas podemos ayudar.

- Para generar menos espumas, usemos detergentes con baja cantidad de fosfatos o que sean biodegradables.
- No botar basura en cursos y cuerpos de agua, y si puedes recoge la basura que veas.
- Si ves que botan agua servida ilegalmente, denuncia la mala práctica a la Superintendencia de Medio Ambiente.

¿Cómo podemos cuidar la cantidad, calidad y uso del agua en nuestras casas?

A continuación te presentamos una serie de consejos y tips para poner en práctica en la cocina, el baño y en la limpieza de la casa. Si los aplicas, estarás ayudando a combatir la contaminación química, física y biológica, y además reducirás tu aporte al cambio climático.



En la cocina

- No laves los platos con el agua corriendo, prepara una "lavaza" (mezcla de detergente y agua) para limpiar los utensilios y luego enjuaga.
- Si es posible, cierra las llaves de paso si sales muchos días de tu casa, esto evitará posibles fugas.
- Usa de aireadores, difusores o reductores de caudal para disminuir el flujo de agua de las llaves.
- No elimines por el desagüe aceites, pinturas, disolventes u otros productos químicos; viértelos en una botella plástica y llévalos a lugares adecuados.



En el baño

- En el baño usamos el 75% de toda el agua que consume un hogar, por tanto toma nota de estas sugerencias:
- Mantén el calefón a una temperatura prudente, así no agregas agua fría mientras te bañas.
 - Ojalá toma duchas cortas, una de cinco minutos consume cerca de 100 litros de agua, y un baño de tina usa un 250% más.
 - Al lavarse los dientes no dejes el agua corriendo, usar un vaso es una muy buena idea.
 - Asegúrate que el WC y llaves de agua no tengan goteras.
 - No descargues el WC más de lo necesario. Si puedes usa estanques de doble descarga o pone una botella grande llena de agua, arena o piedras con el fin de mantener la presión y ahorrar agua.



Limpieza de la casa

Los productos químicos comunes que hay en los supermercados muchas veces son tóxicos, pero existen formas ecológicas y económicas de limpiar, por ejemplo, el bicarbonato de sodio quita la grasa y moho.

También encontramos productos de limpieza amigables con el medio ambiente, por eso observa si cumplen éstas características:

- Libres de clorofluorocarbonos (CFC) sustancias dañinas que rompen la capa de ozono.
- Con la mejor cantidad de envoltorios posible.
- Que no sea tóxico o corrosivo, así evitas dañar a las personas y a la naturaleza.
- Libre de fosfatos.
- Que sea multiuso, económico y reutilizable.
- Que el envase sea recargable.

Deforestación

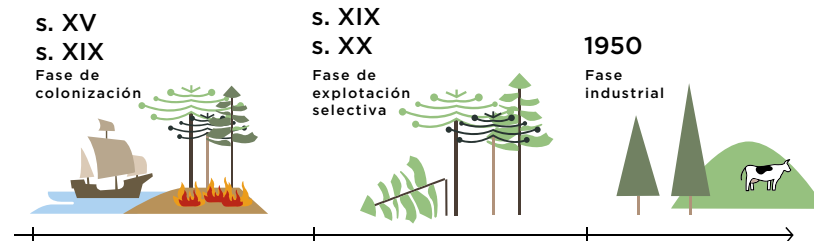
Deforestación es la pérdida de bosque nativo, ya sea por causas naturales como erupciones volcánicas, sequías, glaciaciones o causas humanas, como monocultivos, incendios intencionales, tala de bosque, expansión urbana.

La deforestación es un proceso natural, pero las actividades humanas aceleran el proceso y no dan tiempo para que el bosque se regenere.

La agricultura, la industria forestal, la ganadería y la expansión urbana son las principales causas de deforestación. Las dos primeras porque ocupan grandes extensiones de plantaciones de la misma especie para obtener ganancias económicas, esto es conocido como **monocultivo**; y la ganadería porque despeja grandes extensiones de tierra para cultivar praderas que alimenten al ganado.

La silvicultura en Chile utiliza principalmente especies exóticas para producir madera y papel, en especial las diferentes especies de pinos (*Pinus radiata*, *Pseudotsuga menziesii*, etc) presentes en el 62% de las plantaciones y las diferentes especies de eucaliptos (*Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus nitens*, entre otros) que corresponden al 31% de los monocultivos. Otras especies introducidas y utilizadas en menor escala son el álamo negro (*Populus nigra*) y los aromos (*Acacia melanoxylon*, *Acacia dealbata*).

La silvicultura también utiliza árboles nativos como los que pertenecen al género *Nothofagus*, y los mejores para uso comercial son el rzoble (*Nothofagus obliqua*), el raulí (*Nothofagus alpina*) y el coihue (*Nothofagus dombeyi*). Su madera se puede obtener por plantaciones o manejando bosques naturales que habiten estos árboles.



Deforestación del bosque al extraer leña o quemándolo intencionalmente, y así liberar tierras para la agricultura y la ganadería. Esto sucedió desde el sur de la VIII región e incluye los incendios causados durante la Guerra de Arauco.

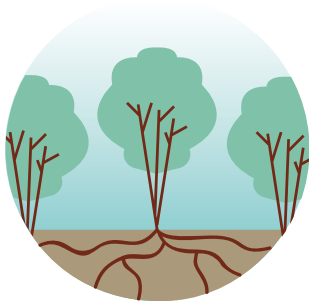
Se cortaron los mejores árboles de alerce, araucaria y ciprés de las Guaitecas. Esta práctica de cortar a los mejores árboles se conoce técnicamente como "Floreo".

Hasta el día de hoy, en la que se ha perdido más bosque al liberar espacio para plantar especies arbóreas exóticas, como los pinos y los eucaliptos.



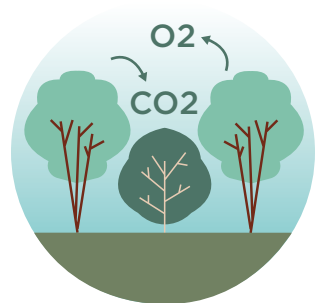
Los bosques de la zonas central, sur y austral de Chile están siendo amenazados por la expansión de las industrias agrícola y forestal. Estas industrias usan monocultivos para cubrir la demanda de frutas, hortalizas, papel, madera, carne y leche.

Los efectos de la deforestación son diversos:



Alteración del agua: se altera la disponibilidad de agua en el suelo y aumenta la evaporación, ya que los bosques mantienen una menor temperatura que las praderas, retienen el agua y la distribuyen a otros ecosistemas.

Aumento de la erosión: los bosques protegen de la erosión, en especial en zonas de montaña y pendiente, porque evitan que la escorrentía superficial arrastre suelo con nutrientes, que es vital para que crezcan las plantas.



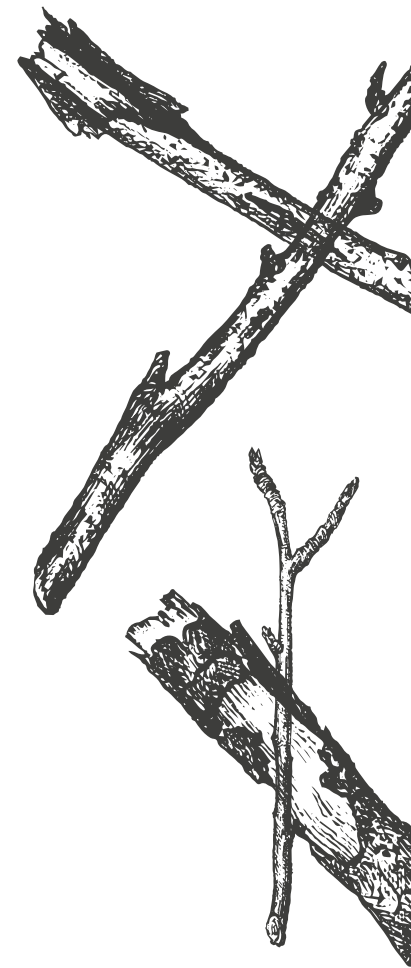
Disminución en la capacidad de fijar o captar CO₂ y gases de invernadero: son productores de oxígeno, gas vital para la vida en el planeta.

Degradación de hábitat: los bosques nativos son hogar de diferentes especies de animales y plantas que no pueden vivir en otro lugar.



¿Cómo prevenir la deforestación?

- Compra leña certificada, es decir que tiene menos de 25% de humedad, lo que hace más eficiente prender fuego. Si no puedes comprarla, procura secar lo más que puedas la leña antes de usarla.
- Si tus padres, tíos o abuelos quieren extraer leña, sugiere que sea con un "plan de manejo" al bosque, que permite obtener leña y otros recursos sin agotarlo.
- Si puedes, planta uno o más árboles, prefiere las especies nativas del lugar donde vives.
- Usa en forma responsable el papel, imprime las hojas por ambos lados, reutiliza las hojas malas o crea tu propio papel.

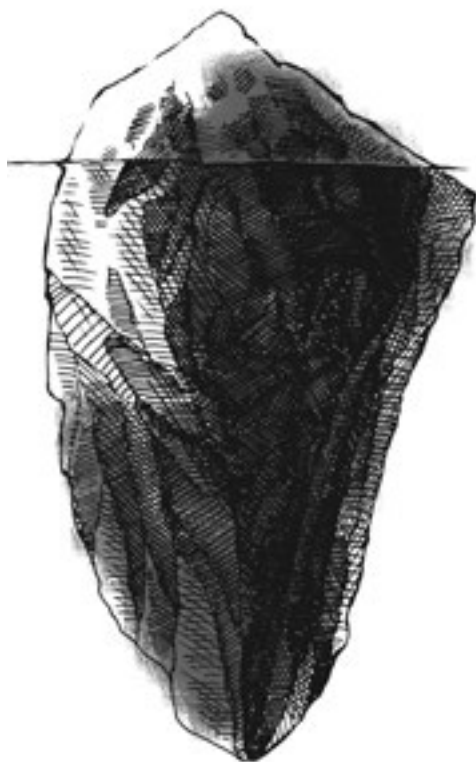


Cambio climático

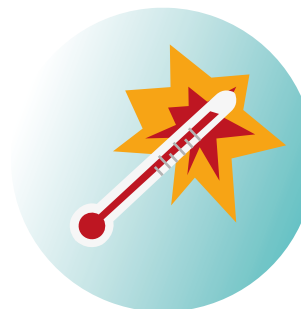
El Cambio Climático (CC) es la variación de la temperatura del planeta generada por la acción del ser humano. El cambio climático ha causado que:

- La atmósfera y el océano se calienten.
- Disminuya la cantidad de nieve y hielo.
- Aumente el nivel del mar.
- La magnitud de eventos climáticos sea mayor (tormentas, tifones, sequías, etc)

Chile es un país vulnerable al cambio climático según la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), porque su borde costero es de baja altura, tiene extensas zonas áridas y semiáridas y glaciares sensibles a la temperatura.



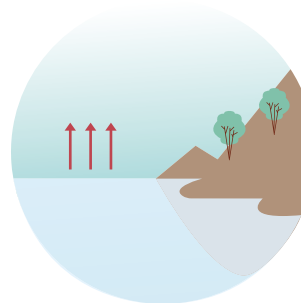
Precipitaciones: disminuirán entre un 5 % y un 15% entre la cuenca del río Copiapó y la del río Aysén. Para el territorio entre el Biobío y Los Lagos, la disminución de las precipitaciones es más certera, puesto que distintos estudios coinciden en esas conclusiones.



Temperaturas: se espera un aumento de las temperaturas en todo el país, con una proyección de mayor a menor de norte a sur y de este a oeste (cordillera a mar). Para el escenario cercano entre los años 2011 y 2030, los modelos señalan un aumento de temperaturas entre los 0.5° C en la zona sur y 1.5° C para la zona norte y el altiplano.



Biodiversidad: los ecosistemas patagónicos no están exentos de riesgos, por sobre todo los ecosistemas de altura debido al rol regulador que tienen sobre las cuencas, dado que se espera una elevación de la isoterma 0°C (punto desde donde comienzan las precipitaciones sólidas), por lo tanto, se reduce la capacidad de almacenamiento de agua en estado sólido, lo que afectaría los caudales en las cuencas cuyo principal aporte proviene de este tipo de fuente y de las precipitaciones.



Cambio de la salinidad en los ecosistemas de estuarios: debido al aumento del nivel del mar, lo que afectaría la productividad de dicho ecosistema y la disponibilidad de recursos como el plancton y el krill. Además, el retroceso de glaciares afectaría a los cuerpos dulceacuícolas de aquellas cuencas donde la cobertura glacial es esencial.

El cambio climático puede causar efectos positivos o negativos en plantas y animales. Es decir, aquellas que resistan las nuevas condiciones de clima y puedan adaptar sus modos de vida, sobrevivirán, y quienes no puedan desaparecerán.

Por ejemplo, investigaciones dicen que el cambio climático está cambiando la cantidad y lugares donde viven las aves. Esto se debería a que el cambio climático cambia sus ecosistemas en todo el mundo, incluyendo el de las especies migratorias.

¿Cómo combatir el cambio climático?

Al ser un fenómeno global se necesitan acciones personales y grupales para disminuirlo.

A nivel local, los municipios pueden trabajar en estas áreas:

- **Recurso hídrico:** implementar estrategias para usar eficientemente el agua dulce, en las casas, pueblos, industrias y actividades productivas.
- **Reducción de gases de efecto invernadero:** mejorar el tratamiento de la basura o cualquier residuo, ya que desde ella emanan gases de efecto invernadero. Por ello no olvidemos aplicar las 3R (Reducir, Reutilizar y Reciclar), o hacer compost en nuestras casa.
- **Biodiversidad y servicios ecosistémicos:** cuidar la naturaleza permite que podamos usar servicios ecosistémicos como controlar el clima, disminuir la temperatura, proveer agua, etc., que mitigan el impacto del cambio climático. Por tanto, educar a otros por qué cuidar el medio ambiente es muy importante.

Construcción de embalses o represas

Los embalses son construcciones artificiales que cambian el flujo natural de un río, porque se construye una barrera para inundar una parte de tierra que antes no tenía agua.

Las represas pueden abastecer de agua potable a poblados humanos, aportar agua para la agricultura, para la producción de energía e incluso para fines recreativos.

Sin embargo, para construirlas se utiliza una gran porción de tierra, lo que trae diferentes consecuencias como cambiar las formas naturales del terreno y, los procesos naturales de la cuenca. Otros impactos que causan las represas son:



Discontinuidad: recordemos que todo el río está conectado, es decir, desde la cabecera hasta la desembocadura existe transporte de nutrientes y energía.

Si una represa está en cualquier tramo del río, romperá este flujo natural y afectarán a todos los ecosistemas que están antes y después de ella.

Afecta a peces dulceacuícolas: cambia sus rutas de migración, y además se verá afectado su crecimiento, alimentación, reproducción, mortalidad y uso de hábitat. Por ejemplo, la lamprea de bolsa es un pez nativo que migra en verano desde la desembocadura hasta la cabecera del río para reproducirse y, si una represa estuviese en medio del río, no podría completar su ciclo y desaparecería con el tiempo.

Cambios en el funcionamiento de la cuenca: una represa cambia los aportes de agua a los ríos, su control sobre inundaciones o sequías extremas, y respuestas ante el cambio climático.

A veces las represas causan más inundación, aún porque aumentan el caudal de los ríos, lo que arrastra más tierra y sedimentos, afectando los flujos naturales de nutrientes y energía.



Proyecto Explora CONICYT de Valoración y Divulgación
de la Ciencia y la Tecnología 2017 – 2018



Glosario
y Bibliografía

Glosario

Átomo: es la unidad más pequeñas que existe en la materia como elemento químico.

Acuicultura: conjunto de técnicas que se emplea para cultivar especies acuáticas, tanto animales como plantas.

Agricultura: conjunto de procesos y saberes que permiten labrar y cultivar la tierra.

Alóctona: materia que se encuentra en un sitio distinto al lugar de origen.

Amenaza: acción de poner en peligro la existencia de otro ser vivo.

Autóctono: se refiere a aquello que es generado en el mismo lugar.

Autótrofo: ser vivo que fabrica su propio alimento, transformando materia inorgánica en orgánica (azúcares, proteínas, etc).

Bentónica: flora o fauna que vive en contacto o depende del fondo de un cuerpo de agua.

Biodiversidad: variedad de especies de seres vivos que habitan en un ambiente.

Borde costero: territorio que comprende playas, bahías, golfos, estrechos y canales interiores.

Cuenca: territorio hundido rodeado de montañas.

Densidad: cantidad de materia (masa) que tiene un cuerpo en una unidad de volumen.

Depredador: animal que caza otros animales para su alimentación y subsistencia.

Detritos: partículas que resultan de la descomposición de una roca o de otro cuerpo.

Desembocadura: lugar donde un río termina o ingresa en otro cuerpo de agua. Ya sea lago o mar.

Ecosistema: es la comunidad de seres vivos cuyos procesos vitales están relacionados entre sí. El desarrollo de estos organismos se produce en función de los factores físicos del ambiente que comparten.

Ecotono: zona de transición de dos o más ecosistemas, donde conviven muchas especies características de dos ecosistemas continuos.

Especie Endémica: es aquella especie que se distribuye en un ámbito geográfico reducido y que no se encuentra de forma natural en otras partes del mundo. El endemismo, por lo tanto, refiere a una especie que solo puede encontrarse naturalmente en un lugar.

Especie introducida (o exótica): especie no nativa de un lugar o de un área. La introducción puede ser accidental o bien voluntariamente transportada a una nueva ubicación por actividades humanas.

Especie invasiva: aquella especie animal o vegetal introducida, que tiene una alta capacidad reproductiva y de propagación, que potencialmente tiene impactos negativos en el ecosistema.

Especie nativa: hace referencia a la especie que naturalmente se distribuye en lugar o ecosistema determinado.

Fotosíntesis: proceso mediante el cual las plantas producen su alimento a partir de dióxido de carbono y agua en presencia de clorofila, que es la captadora de la energía solar.

Gregario: que vive en grupos o en comunidad.

Hábitat: lugar donde se desarrolla la vida de una especie o de una comunidad animal o vegetal.

Litósfera: es la capa superficial terrestre cuya característica más importante es la rigidez.

Metamorfosis: transformación que experimentan ciertos animales durante su vida.

Microscópico: muy pequeño. Solo puede verse con la ayuda de un microscopio.

Molécula: es la agrupación de dos o más átomos unidos por enlaces químicos. Presenta todas las propiedades físicas y químicas de una sustancia.

Monocultivo: sistema agrícola que cultiva toda la tierra disponible con una sola especie vegetal.

Organismos heterótrofos: organismos que necesitan alimentarse de otros organismos, autótrofos o heterótrofos.

pH: unidad de medición en que se mide la acidez de un cuerpo.

Placas tectónicas: fragmentos de la litósfera que se mueven sobre el manto superior del planeta Tierra. Existen 28 placas en el planeta y entre ellas pueden separarse, chocar (lo que genera terremotos) o montarse una sobre la otra.

Ribereño: hace referencia a la ribera, que es la orilla de un cuerpo de agua.

Roedor: animal caracterizado por poseer un único par de dientes incisivos de gran tamaño.

Temperatura: es una magnitud física que refleja la cantidad de calor, ya sea de un cuerpo, de un objeto o del ambiente.

Salobre: contiene sal o sabe a ella.

Saprófagos: ser vivo que se alimenta de materia en descomposición.

Servicios ecosistémicos: beneficios que los humanos obtienen de los ecosistemas. Pueden ser directos (agua, alimentos entre otros) o indirectos (funcionamiento de procesos del ecosistema que genera los servicios directos).

Sumidero: abertura, conducto o canal que sirve de desagüe.

Sustancia solvente: aquella sustancia que tiene la capacidad de disolver.

Zona mediterránea: esta zona se extiende desde un poco al norte de Santiago hasta Chillán y desde la costa hasta la precordillera. Se caracteriza por inviernos húmedos y fríos, con veranos secos y calurosos.

Bibliografía

- Abell, R. Thieme, Revenga, C. et al. (2008). Freshwater ecoregions of the world: a new map of biogeographic units for freshwater biodiversity conservation. *BioScience* 58(5):403-414. <http://dx.doi.org/10.1641/B580507>
- Adapt-Chile. (S.f). Diálogos de Ciencia y Política para la Acción Climática a Nivel Municipal. http://www.adapt-chile.org/web/wp-content/uploads/2015/04/Dialogos_de_Ciencia_y_Politica1.pdf
- Ahumada, R. Rudolph, A. Mudge, S. (2008). Trace metals in sediments of Southeast Pacific Fjords, north region (42.5° to 46.5°) S. *J. Environ. Monit.* 10(2):231-8. <http://dx.doi.org/10.1039/B716139P>
- Arbolera, J. Ramírez, J. (2002). Efectos de la presencia de macrófitas acuáticas en la variación diaria de la biomasa, la producción primaria y la eficiencia fotosintética de la comunidad fitoplanctónica de la laguna Francisco José de Caldas. *Actual. Biol.* 24(76):59-67. <http://matematicas.udea.edu.co/~actubiol/actualidadesbiologicas/raba2002v24n76art7.pdf>
- Aplochiton taeniatus*. http://www.mma.gob.cl/clasificacionspecies/ficha5proceso/fichas_actualizadas/Aplochiton_taeniatus_P05-9_RCE.doc
- Aplochiton zebra*. http://www.mma.gob.cl/clasificacionspecies/ficha5proceso/fichas_actualizadas/Aplochiton_zebra_P05R7-9_RCE.doc
- Aspillaga, E. Castro, M. Rodríguez, M. Ocampo, C. (2006). Paleopatología y estilo de vida: El ejemplo de los chonos. *Magallania* (Punta Arenas). 34(1):77-85. http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-22442006000100005
- Balls, H. Moss, B. Irvine, K. (1989). The loss of submerged plants with eutrophication I. Experimental design, water chemistry, aquatic plant and phytoplankton biomass in experiments carried out in ponds in the Norfolk Broadland. *Freshw. Biol.* 22:71-87. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2427.1989.tb01085.x>
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Asociación Países Bajos-BID para la GIRH. Asociación Mundial del Agua (GWP). Care Internacional. (2003). Agua y Pobreza, Informe de avance sobre la iniciativa regional para América Latina y el Caribe. <https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/4750/Agua%20y%20pobreza%3a%20Informe%20de%20avance%20sobre%20la%20iniciativa%20regional%20para%20Am%C3%A9rica%20Latina%20y%20el%20Caribe.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Banco Mundial (2011). Chile: Diagnóstico de la gestión de los recursos hídricos. Departamento de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. http://www.dga.cl/eventos/Diagnostico%20gestion%20de%20recursos%20hidricos%20en%20Chile_Banco%20Mundial.pdf
- Becerra, C. (2013). Flora y vegetación ribereña en la Reserva Nacional Trapananda, Región de Aysén, Chile. Trabajo de titulación para optar al título de Ingeniero en Conservación de Recursos Naturales. Universidad Austral de Chile, Valdivia. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2013/fifb389f/doc/fifb389f.pdf>
- Belt, J. (2015). Water-energy nexus in Latin America: Climate change and hydropower vulnerability. Worldwatch Institute's Climate and Energy team. <http://blogs.worldwatch.org/water-energy-nexus-in-latin-america-climate-change-and-hydropower-vulnerability/>
- Benson, N. (1981). Some observations on the ecology and fish management of reservoir in the United States. *Can. Water. Resour. J.*, 7(1):2-25. <https://doi.org/10.4296/cwrj0701002>
- Brix, H. Arias, I. Carlos, A. (2003). Humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, julio, 17-24. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91101302>
- Buschmann, A. (2001). Impacto ambiental de la acuicultura. El estado de la investigación en Chile y el Mundo. Universidad de Los Lagos, Departamento de Acuicultura: <http://www.cetmar.org/DOCUMENTACION/dyp/ImpactoChileacuicultura.pdf>
- Cárdenas, A.R. (1991). Los chonos y los veliche de Chiloé. *Memoria Chilena*, Biblioteca Nacional de Chile <http://www.memoriachilena.cl/602/w3-article-8402.html>
- Cárdenas, C. Kraus, S. (2012). Evidencia Paleoclimática y glaciológica del cambio climático. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 40(1):31-37. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-686X2012000100002>
- Cardona, L. (2014). Grupos funcionales, la importancia de la historia natural para su definición. <https://www.investigacionyciencia.es/blogs/medicina-y-biologia/16/posts/grupos-funcionales-la-importancia-de-la-historia-natural-para-su-definicion-12769>
- Capó, M. (2007). Principios de Ecotoxicología. Diagnóstico, tratamiento y gestión del medio ambiente. Editorial Tébar Flores, España. https://books.google.cl/books?id=86oL_Ybnwn8C&dq=bioindicador&hl=es&source=gbs_navlinks_s
- Celis-Diez, J. Charrier, A. y Garín, C. (2011). Fauna de los bosques templados de Chile. Guía de campo de los vertebrados terrestres. Corporación Chilena de la Madera (CORMA), Chile: 261 p.
- Collen, P. Gibson, R.J. (2000). The general ecology of beavers (*Castor* spp.), as related to their influence on stream ecosystems and riparian habitats, and the subsequent effects on fish - a review. *Rev. Fish Biol. Fisher.* 10:439-461. <http://dx.doi.org/10.1023/A:101226221701>
- Comisión Nacional del Medio Ambiente, Chile. (2008). Biodiversidad de Chile Patrimonio y Desafíos. http://www.mma.gob.cl/librobiodiversidad/1308/biodiversid_parte_1a.pdf y http://www.mma.gob.cl/librobiodiversidad/1308/biodiversid_parte_2a.pdf
- Comisión Nacional del Medio Ambiente, Chile. (2009). Política para la Protección y Conservación de Glaciares http://www.sinia.cl/1292/articles-45467_PoliticaGlaciares.pdf
- CONAF (Corporación Nacional Forestal, CL), CONAMA (Comisión Nacional del Medio Ambiente, CL), BIRF (Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento, USA), Universidad Austral de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile, Universidad Católica de Temuco. (1999). Catastro y evaluación de los recursos vegetacionales nativos de Chile. http://bosques.ciren.cl/bitstream/handle/123456789/10656/CONAF_BD_21.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas, RAMSAR. (1971). http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/current_convention_text_s.pdf
- Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB). (s/f). 2011-2020, Decenio de las Naciones Unidas sobre la Biodiversidad. Viviendo en armonía con la naturaleza. <https://www.cbd.int/undb/media/factsheets/undb-factsheets-es-web.pdf>
- Corporación Chilena de la Madera, CORMA. (2015). El Agua y las Plantaciones Forestales. http://www.corma.cl/_file/material/el-agua-y-las-plantaciones-forestales.pdf
- Delgado, F. (1992). Derecho de Aguas y Medio Ambiente, El Paradigma de la Protección de los Humedales. Madrid, España. Editorial Tecnos.
- Demergasso, C. Chong, G. Galleguillos, et al. (2003). Tapetes microbianos del Salar de Llamará, norte de Chile. *Rev. Chil. Hist. Nat.* 76(3):485-499. <https://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2003000300012>
- Drimys winteri*. http://www.mma.gob.cl/clasificacionspecies/fichas13proceso/fichas-inicio/Drimys_winteri_INICIO_13RCE.pdf
- Echarri, L. (2007). Población, ecología y ambiente. Contaminación del Agua (Cap. 8). Universidad de Navarra. <https://www.google.cl/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uac>
- t=8&ved=0ahUKEwiFrvM4j8fSAhVEIZAKHfVK-BiUQFggfMAE&url=http%3A%2F%2Fwww.unav.es%2Focw%2Fecologiaing0708%2FTema%25208%2520Contaminacion%2520del%2520agua%252007.pdf&usq=AFQjCNG8Ti9qlFyeqLL4oyFRT67mkxP-2Q&sig2=1vwWQxS4hHBp6yh_c_j_EJw
- Figuroa, R. Valdovinos, C. Araya, E. Parra, O. (2003). Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua de ríos del sur de Chile. *Rev. Chil. Hist. Nat.* 76(2):275-285. <https://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2003000200012>
- Galaxias platei*. http://www.mma.gob.cl/clasificacionspecies/fichas11proceso/FichasPAC_11RCE/Galaxias_platei_11RCE_03_PAC.pdf
- García, N. y Ormazabal, C. (2008). Árboles Nativos de Chile. Enersis S.A. Santiago, Chile: 196 p.
- Geotria australis*. http://www.mma.gob.cl/clasificacionspecies/fichas8proceso/fichas_finales/Geotria_australis_corregida.pdf
- Gobierno Regional de Los Lagos (GORE Los Lagos) y Universidad Austral de Chile (UACH). (s/f). Guía de pesca recreativa para el Río Palena. Disponible en: http://www.municipalidadpalena.cl/files/guia_pesca_9q568u75.pdf
- Gusinde, M. (1982). Los Indios de Tierra del Fuego. Tomo II: Los Yámana. Los Indios de Tierra del Fuego (Primera.). Buenos Aires: Centro Argentino de Etnología Americana.
- Gusinde, M. (1991). Los Indios de Tierra del Fuego. Tomo III: Los Halakwulup. Buenos Aires: Centro Argentino de Etnología Americana.
- Gutiérrez, M. Suárez, M. Cerezo, R. (2008). Limnología Regional. <http://ocw.um.es/ciencias/limnologia-regional>
- Habit, E. Victoriano, P. (2012). Composición, origen y valor de conservación de la Ictiofauna del Río San Pedro (Cuenca del Río Valdivia, Chile). *Gayana Especial*: 10-23
- Hauenstein, E. Muñoz-Pedreras, A. Peña, F. Encina, F. González, M. (1999). Humedales: ecosistemas de alta biodiversidad con problemas de conservación. *El Árbol... Nuestro Amigo*, 13:8-12
- Häussermann, V. Försterra, G. (eds.) (2009). *Marine Benthic Fauna of Chilean Patagonia*. (1ª ed.) Santiago, Chile. Nature in Focus.
- Holmberg, G. de la Barra, R. Siebald, E. Dubois, D. (s/f). Estrategia para el control del espinillo. <http://www2.inia.cl/medios/remehue/convenios/chiloe-Suiza/ESTRATEGIAPARAELCONTROLDLESPINILLO.pdf>

- Howard-Williams, C. (1985). Cycling and retention of nitrogen and phosphorus in wetlands: a theoretical and applied perspective. *Freshw. Biol.* 15:391-431. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2427.1985.tb00212.x>
- Hutchinson, G.E. (1967). *A Treatise on Limnology. II. Introduction to Lake Biology and the Limnoplankton*. New York, USA. John Wiley & Sons.
- Icarito (s/f). Flujo de Energía y Materia en Cadenas y Tramas Tróficas. <http://www.icarito.cl/2012/07/364-9570-9-sexto-basico-flujo-de-energia-y-materia-en-cadenas-y-tramas-troficas.shtml/>.
- Instituto Nacional de Estadística, INE. Chile. (2002). Glosario de términos de demografía y estadísticas vitales. <http://palma.ine.cl/demografia/menu/glosario.pdf>
- Iriarte, A. Lobos, G. Jaksic, F. (2005). Invasive vertebrate species in Chile and their control and monitoring by governmental agencies. *Rev. Chil. Hist. Nat.* 78(1):143-151. <https://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2005000100010>
- Iriarte, J.L. González, E.H. Nahuelhual, L. (2010). Patagonian Fjord Ecosystems in Southern Chile as a Highly Vulnerable Region: Problems and Needs. *AMBIO*, 39(7):463-466. <http://dx.doi.org/10.1007/s13280-010-0049-9>
- Iturraspe, R. Roig, C. (2000). Aspectos hidrológicos de turberas de *Sphagnum* de Tierra del Fuego Argentina. En: Coronato A & C Roig (eds) *Conservación de ecosistemas a nivel mundial con énfasis en las turberas de Tierra del Fuego. Disertaciones y Conclusiones*: 85-93. Ushuaia, Argentina.
- James, P.M. Syvitski, D.C. Burrell, J.M. Skei. (1987). *Fjords Processes and Products*. New York, USA. Springer-Verlag.
- Junk, W.G. Bayley, P.B. Sparks, R.E. (1989). The flood pulse concept in river floodplain systems. In: D.P. Dodge (ed.) *Proceedings of the International Large River Symposium (LARS): 110-127* Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences 106. http://www.nrem.iastate.edu/class/assets/aec1518/Discussion%20Readings/Junk_et_al_1989.pdf
- Lindeman R.L. (1942). The Trophic-Dynamic Aspect of Ecology. *ESA*, 23(4),399-417. <http://dx.doi.org/10.2307/1930126>
- Lizarralde M. (1993). Current status of the introduced beaver (*Castor canadensis*) population in Tierra del Fuego, Argentina. [ftp://my.montanalibrary.org/Maxell/Beaver/Lizarralde,%20M.S.%20%201993.%20%20Current%20status%20of%20the%20introduced%20beaver%20\(Castor%20canadensis\)%20population%20in%20Tierra%20del%20Fuego,%20Argentina.pdf](ftp://my.montanalibrary.org/Maxell/Beaver/Lizarralde,%20M.S.%20%201993.%20%20Current%20status%20of%20the%20introduced%20beaver%20(Castor%20canadensis)%20population%20in%20Tierra%20del%20Fuego,%20Argentina.pdf)
- Lowe, S. Browne, M. Boudlejas, S. De Poorter, M. (2004). 100 de las especies exóticas invasoras más dañinas del mundo. Una selección del Global Invasive Species Database. Grupo Especialista de Especies Invasoras (GEEI), Comisión de Supervivencia de Especies (CSE) de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). <http://www.iucngisd.org/gisd/pdf/100Spanish.pdf>.
- Martí, E. Sabater, F. (2009). Retención de nutrientes en ecosistemas fluviales. Retención de nutrientes en ecosistemas fluviales. En *Conceptos y técnicas en ecología fluvial (cap.8)*. http://www.fbbva.es/TLFU/microsites/ecologia_fluvial/pdf/cap_08.pdf
- Martínez Pastur, G. Lencinas, V. Escobar, J. et al. (2006). Understorey succession in areas of *Nothofagus* forests in Tierra del Fuego (Argentina) affected by *Castor canadensis*. *Appl. Veg. Sci.* 9:143-154. [http://dx.doi.org/10.1658/1402-2001\(2006\)9\[143:USIN-FI\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1658/1402-2001(2006)9[143:USIN-FI]2.0.CO;2)
- Martín, M. (1989). Los canoeros de la Patagonia Meridional. Población histórica y distribución geográfica (siglos XIX y XX). El fin de una etnia. *Journal de la Société des Américanistes*, 75:35-61. http://www.persee.fr/doc/jrsa_0037-9174_1989_num_75_1_1342
- Martín, M. (2005). De la Trapananda al Aysén. Una mirada reflexiva sobre el acontecer de la Región de Aysén desde la prehistoria hasta nuestros días. <http://www.memoriachilena.cl/602/w3-article-10385.html>
- Matthews, S. Brand, K. (eds). (2005). *El Programa Mundial sobre Especies Invasoras. Secretaría del Global Invasive Species Programme (GISP)*. <http://www.issg.org/pdf/publications/GISP/Resources/SAmericanInvaded-ES.pdf>.
- Mcginley, K. Alvarado, R. Cabbage, et al. (2013). Regulating the sustainability of forest management in the Americas: Cross-country comparisons of forest legislation. *Forests* 3(3):467-505.
- McKinney, M.L. (1997). Extinction vulnerability and selectivity: combining ecological and paleontological views. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 28:495-516.
- Melillanca, P. Medina, I. (2006). Radiografía Estatal de la Industria Salmonera: Informe preparado por el Centro Eoceanos basado en datos de diferentes oficinas públicas. http://www.archivochile.com/Chile_actual/12_emp_y_emp/chact_empyemp0044.pdf
- Ministerio de Agricultura, Chile. (1996). Ley 19.473 Sustituye Texto De La Ley N° 4.601, Sobre Caza, Y Artículo 609 Del Código Civil. <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=30840&buscar=Ley+19.473>
- Ministerio de Agricultura (MINAGRI). Ley N°20.283. (2008). Ley sobre recuperación del bosque nativo y fomento forestal. <http://bcn.cl/1x1si>.
- Ministerio de Agricultura, Chile. (2010). *Aprueba reglamento de Suelos, Aguas y Humedales*. http://www.concursosoln.conaf.cl/ayuda/Reglamento_Suelos_Agua_Humedales.pdf
- Ministerio de Energía, Chile. (2012). *Estrategia Nacional de Energía 2012-2030*. http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2014/10/3_Estrategia-Nacional-de-Energia-2012-2030_Energia-para-el-Futuro.pdf
- Ministerio de Justicia, Chile. (1981). Decreto con Fuerza de Ley 1122. <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=5605>
- Ministerio de Medio Ambiente (MMA). *Inventario nacional de especies de Chile. Myocastor coypus (Molina, 1782)*. http://especies.mma.gob.cl/CNMWeb/Web/WebCiudadana/ficha_independ.aspx?EspecieId=765
- Ministerio del Medio Ambiente, Chile. (1994). *Ley 19.300 Sobre Bases Generales de Medio Ambiente*. <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=30667>
- Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, Chile. (2009). *Estrategia Nacional de Glaciares*. <http://documentos.dga.cl/GLA5194v1.pdf>
- Ministerio del Medio Ambiente, Chile. (2011). *Diseño del inventario nacional de humedales y el seguimiento ambiental*. http://www.mma.gob.cl/1304/articles-50507_documento.pdf
- Ministerio del Medio Ambiente, División de Educación Ambiental, Chile. (2015). *Manual de la Casa Verde*. <http://portal.mma.gob.cl/wp-content/doc/Manual-casa-verde-Version-Final.pdf>
- Ministerio de Obras Públicas (MOP) y Centro de Estudios Científicos (CECS). (2009). *Estrategia Nacional de Glaciares, Fundamentos S.I.T. N°205*. <http://www.glaciologia.cl/estrategianacional.pdf>
- Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, Chile. (2014). *Glaciares de Chile*. <http://documentos.dga.cl/GLA5483.pdf>
- Ministerio de Obras Públicas. (s.f). *Estrategia Nacional de Recursos Hídricos 2012-2025*. https://www.google.cl/url?sa=t&rc=1&q=&res=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0oahUKEwiWgYbdzL7UAhWfX5AKHfxkBLw-QFggIMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.mop.cl%2FDocuments%2FENRH_2013_OK.pdf&usq=AFQjCNH5P8CuLIqDlBPyH4pomgIdnpXQ&sig2=m-TopajjVlgWuX3wrm0dvjg
- Mitsch, W. Gosselink, J. (2000). *Wetlands*. (3a ed). New York, USA. John Wiley & Sons.
- Morales, R. 1996. Estudio de raleo y poda en plantaciones de *Pinus ponderosa*, XI Región de Aysén. <http://biblioteca.infor.cl/DataFiles/18600.pdf>
- Müller-Schwarze, Sun L. (eds). (2003). *The beaver: natural history of a wetlands engineer*. *J. Mammal.* 85(4):814. [https://doi.org/10.1644/1545-1542\(2004\)085<0814:BR>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1644/1545-1542(2004)085<0814:BR>2.0.CO;2)
- Niklitschek, E. Soto, D. Lafon, A. Molinet, C. Toledo, P. (2013). Southward expansion of the Chilean salmon industry in the Patagonian Fjords: main environmental challenges. *Rev. Aquacult.* 5:172-195. <https://dx.doi.org/10.1111/raq.12012>
- Norris, R., Hawkins, C. (2000). Monitoring river health. *Hydrobiologia*, 435:5-17. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1004176507184>
- Northcott, T. H., Payne, N. F., Mercer, E. (1974). Dispersal of Mink in Insular Newfoundland. *J. Mammal.* 55:243-248.
- Odum, E. Barrett, G. (2006). *Fundamentos de Ecología*, quinta edición. Thompson Editores S.A., México. <https://app.box.com/s/1155abu4c9gt8n5z6c4lr>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO. (2010). *La gestión de los bosques ante el cambio climático*. <http://www.fao.org/docrep/014/119605/11960500.pdf>
- Organización De Las Naciones Unidas Para La Alimentación Y La Agricultura, FAO. (2014). *El Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura*. <http://fao.org/2/sofia14s>
- Organización Mundial de la salud, OMS. (2014). *Hojas informativas*. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/es/>
- Ortiz, J.C. Díaz-Páez, H. (2006). Estado de Conocimiento de los Anfibios de Chile. *Gayana (Conceptión)*, 70(1): 114-121. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-65382006000100017>
- Päivänen, J. (1982). Main Physical Properties of Peat Soils. En: Laine J (ed) *Peatlands and their utilization in Finland*. 33-36. Finnish Peatland Soc., Helsinki, Finland.
- Panel Intergubernamental de Expertos Sobre el Cambio Climático. (2001). *Tercer Informe de Evaluación Cambio climático 2001 Impactos, adaptación y vulnerabilidad*. <https://www.ipcc.ch/pdf/climate-changes-2001/impact-adaptation-vulnerability/impact-spm-ts-sp.pdf>
- Parkes, J.P. Paulson, J. Dolan, C.J. Campbell, K. (2009). Informe final Estudio de factibilidad de erradicar al castor americano (*Castor canadensis*) en la Patagonia. Fundación InnovaT, Santiago. http://advancedconservation.org/library/parkes_etal_2008_esp.pdf

- Parmesan, C. (2006). Ecological and evolutionary responses to recent climate change. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 37:637-669.
- Parra, O. (2006). Estado de conocimiento de las algas dulceacuicolas de Chile (Excepto Bacillariophyceae). *Gayana (Concepción)*, 70(1): 8-15. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-65382006000100003>
- Payne, I. (1986). *The ecology of tropical lakes and rivers*. Wiley, New York.
- Pedredos, E. (2010). Contaminación del agua en la región del Maule y Biobío. *Rev. Interam. Ambient. Tur.* <http://riat.utralca.cl/index.php/test/article/download/212/pdf>
- Peterjohn, W.T. Correll, D.L. (1984). Nutrient Dynamics in an agricultural watershed: observations on the role of a riparian forest. *Ecology* 65(5):1466-1475. <https://dx.doi.org/10.2307/1939127>
- Post, E. Forchhammer, M. Bret-Harte, M. Callaghan, T. et al. (2009). Ecological dynamics across the Arctic associated with recent climate change. *Science*, 325:1355-1358. <https://dx.doi.org/10.1126/science.1173113>
- Proctor, J.D. Larson B.M.H. (2005). Ecology, complexity, and metaphor. *BioScience* 55:1065-1068. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2005\)055\[1065:ECAM\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2005)055[1065:ECAM]2.0.CO;2)
- Puye. *Galaxias maculatus*. http://www.sernapesca.cl/sites/default/files/importacion/rescateyconservacion/fichasespecies_conservacion/peces_dulceacuicolas/puye.pdf.
- Rivera, I. Bown, F. (2013). Recent glacier variations on active ice capped volcanoes in the Southern Volcanic Zone (37°-46°S). *Chilean Andes. J. South. Am. Earth Sci.* 45:345-356. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsames.2013.02.004>
- Rosenberg, D. Resh, V.H. (1993). *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*. Chapman & Hall, New York, New York, USA. 488 pp.
- Rysgaard, S., Vang, T., Stjernholm, et al. (2003). Physical conditions, carbon transport, and climate change impacts in a Northeast Greenland Fjord. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 35(3):301-312. <http://www.jstor.org/stable/1552565>
- Salas, C. García, O. (2006). Modelling height development of mature *Nothofagus obliqua*. *Forest Ecol. Manag.* 229(1-3):1-6. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112706002647>
- Salas, H. Martino, P. (1996). Curso de Eutrofización en Lagos Cálidos Tropicales. <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd33/sala13/041477-marcoeutrofizacion.pdf>
- Sandoval, R. (1994). Estudio ecológico del Visón asilvestrado (*Mustela vison*, Schreber) en la XI Región. Tesis para optar al grado de Licenciado en Medicina Veterinaria (Universidad Austral de Chile, Chile. 74 pp). <http://cybertesis.uach.cl/>
- Secretaría de la Convención de Ramsar. (2010). El manejo de las aguas subterráneas: Lineamientos para el manejo de las aguas subterráneas a fin de mantener las características ecológicas de los humedales. *Manuales Ramsar para el uso racional de los humedales*, 4ª edición, vol. 11. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza). <http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/lib/hbk4-11sp.pdf>
- Secretaría de la Convención Ramsar. (2008). 10a Reunión de la Conferencia de las Partes Contratantes de la Convención sobre Humedales. http://archive.ramsar.org/pdf/res/key_res_x_24_s.pdf
- Secretaría General de la Comunidad Andina, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y la Agencia Española de Cooperación Internacional. (2007). ¿EL FIN DE LAS CUMBRES NEVADAS? Glaciares y Cambio Climático en la Comunidad Andina. <http://www.pnuma.org/deati/pdf/glaciaresandina.pdf>
- Sernapesca, Chile. (2016). Informe del uso de antimicrobianos en la salmonicultura nacional. http://www.sernapesca.cl/presentaciones/Comunicaciones/Informe_Sobre_Uso_de_Antimicrobianos_2015.pdf
- Silva, N. Neshyba, S. (1979). On the southernmost extension of the Perú-Chile undercurrent. *Deep-Sea Research* 26:1387-1393. [http://dx.doi.org/10.1016/0198-0149\(79\)90006-2](http://dx.doi.org/10.1016/0198-0149(79)90006-2)
- Surroca, A. (2009). Origen de los Mares, como apareció agua en la Tierra. http://www.asesmar.org/conferencias/documentos/doc_semana27/capitulo6.pdf
- Swanson, F.J. Gregory, S.V. Sedell, J.R. Campbell, C. (1982). Land-water interactions: the riparian zone. In: Edmonds R.L. (ed.): 267-291pp *Analysis of Coniferous Forest Ecosystem in the Western United States*. Hutchinson Ross, Stroudsburg.
- Valdovinos, C. Parra, O. (2006). La Cuenca del Río Biobío Historia Natural de un Ecosistema de uso Múltiple. Universidad de Concepción, Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile. <http://www.eula.cl/images/stories/documentos/3.pdf>
- Vannote, R.L. Marshall, C. Cummins, K.W. Sedell, J.R. Cushing, C.E. (1980). The river continuum concept. *Can. J. Fish. Aquatic. Sci.* 130:1-137.
- Vidal, G., Araya, F. (2014). Las Aguas Servidas y su Depuración en Zonas Rurales: Situación Actual y Desafíos. http://www.eula.cl/giba/images/contenidos/publicaciones/libros/Libro_Las_aguas_servidas_y_su_depuraci%C3%B3n_en_zonas_rurales.pdf
- Villalobos, L. (2006). Estado de conocimientos de los crustáceos zooplanctónicos dulceacuicolas de Chile. *Gayana*, 70 (1): 31-39.
- Vitta, N., Morales, A., y Marín, P. (s/f). Capítulo III: Monitoreo, muestreo y determinación de especies. En: Programa de control de Simúlidos hematófagos en la provincia de Arica. Disponible en: <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR40631.pdf>.
- Wetzel, R. G. (2001). *Limnology Lake and River Ecosystems*. California, USA, Academic Press.
- Williams, S.E., Shoo, L.P., Isaac, J.L., Hoffmann, A.A., Langham, G. (2008). Towards an integrated framework for assessing the vulnerability of species to climate change. *Plos Biology* 6:2621-2626.
- Wilmanns, O. (1989). *Ökologische Pflanzensoziologie*. Quelle & Meyer, Heidelberg. 378 pp
- Yesner, D. R., Ayres, W. S., Carlson, D. L., Davis, R. S., Dewar, R., González Morales, M. R., Hassan, F. A., et al. (1980). Maritime Hunter-Gatherers: Ecology and Prehistory. *Current Anthropology*, 21(6), 727-750.

Somos parte de la solución





Quellón



Volcán Corcovado

Golfo Corcovado

Oceano Pacífico

Puerto Raúl Marín



Melinka



Melimoyu



Volcán Melimoyu

Cordillera de los Andes

Puerto Gala



Notas

Handwriting practice lines on the left page. The page features 20 horizontal wavy lines. There are four water droplet icons: one on the second line from the top, one on the third line, one on the eighth line, and one on the thirteenth line. There are three animal icons: a spider on the seventh line, a fish on the eleventh line, and a penguin on the fifteenth line.

Handwriting practice lines on the right page. The page features 20 horizontal wavy lines. There are four water droplet icons: one on the second line from the top, one on the third line, one on the eighth line, and one on the thirteenth line. There are three animal icons: a spider on the seventh line, a fish on the eleventh line, and a penguin on the fifteenth line.

