



Mesa Multiactor
SALAR DE ATACAMA

Explorando la cuenca
Salar de Atacama
UN VIAJE POR EL AGUA

3 CICLO



En este tercer ciclo abordaremos algunos elementos asociados a la administración de las aguas en nuestro país y a los ecosistemas del Salar de Atacama. En la primera sección trataremos la institucionalidad y la gestión de aguas. En la segunda, profundizaremos en la gestión del agua en torno a las Organizaciones de usuarios de aguas. En la tercera, abordaremos los ecosistemas existentes en la cuenca del Salar de Atacama y finalmente, en la cuarta, profundizaremos en los elementos administrativos y legales asociados al control y monitoreo de las aguas y los ecosistemas. Antes de iniciar compartimos algunas definiciones de conceptos que pueden ser de utilidad.



GLOSARIO

1 Derecho de aprovechamiento de aguas (DAA): Representan la unidad básica del sistema de regulación y gestión de aguas en Chile. Es un derecho real que recae sobre las aguas y consiste en el uso y goce de ellas.

2 Organizaciones de usuarios de aguas (OUA): Entidades privadas, con personalidad jurídica, sin fines de lucro. Las cuales tienen como objetivo fundamental la captación y distribución de las aguas entre los titulares de derechos de aprovechamiento de aguas.

3 Sector hidrogeológico de aprovechamiento común (SHAC): Es un acuífero o una parte de éste, cuyas características hidrológicas espaciales y temporales permiten una delimitación para efectos de su evaluación hidrogeológica o gestión, en forma independiente. Se define considerando características hidrogeológicas, uso, grado de explotación y calidad de las aguas subterráneas y relación con aguas superficiales.

4 Catastro público de aguas (CPA): Sistema de información de aguas conformado por archivos (1), registros (6) e inventarios (8) públicos sobre obras, derechos de aprovechamiento, glaciares, información de calidad, estudios, entre otros. El CPA está a cargo de la DGA.

5 Monitoreo: Observación, supervisión y seguimiento, idealmente continuo, de uno o varios parámetros de algo o alguien para detectar cambios en el tiempo, mediante diferentes instrumentos y herramientas de medición.

6 Monitoreo de extracciones efectivas (MEE): Sistema impulsado por la DGA que responde a las exigencias legales de la obligación de los titulares de DAA y OUA, de aguas superficiales y subterráneas, de controlar y aforar el agua que se extrae y enviar la información que se obtenga a la DGA.

7 Exploración y explotación minera: La exploración minera hace referencia a un conjunto de actividades que conducen al descubrimiento, caracterización, delimitación y estimación del potencial de una concentración de sustancias minerales, que eventualmente pudieran dar origen a un proyecto de desarrollo minero. La concesión minera de exploración faculta a su titular para explorar sustancias concesionables y tiene una duración de dos años, pudiéndose ampliar por dos años más. En la explotación minera, su concesión faculta a su titular para explotar sustancias concesionables y tiene una duración indefinida mientras se paguen las patentes mineras.

8 Hot spot: Áreas o zonas con gran riqueza de especies de seres vivos que solo viven en ese lugar (especies endémicas) y que además, tengan importantes amenazas, es decir, que hayan perdido una parte importante de su superficie.

9 Endémico: Se suele hablar de especies endémicas a aquellas especies que habitan de manera natural en un solo espacio determinado, el que puede ser un país, continente, isla o zona en particular.

10 Sitios RAMSAR: Zona de humedales protegidos en el marco de la convención sobre humedales de importancia internacional o RAMSAR suscrito por nuestro país. Estos humedales cumplen con una serie de criterios como ser representativos de un tipo de ecosistema, favorecer a especies en peligro de extinción, formar parte de rutas migratorias, entre otros.

11 SEIA: El Sistema de evaluación de impacto ambiental es un instrumento de gestión ambiental de carácter preventivo que permite a la autoridad determinar si la ejecución de proyectos de inversión cumple con la normativa ambiental vigente así como si se hace cargo de los potenciales impactos ambientales sobre distintos objetos de protección ambiental (como la salud de la población, áreas protegidas, recursos naturales renovables, entre otros).

01 INSTITUCIONALIDAD Y GESTIÓN DE AGUAS

La legislación de nuestro país entrega atribuciones sobre el agua y su gestión a alrededor de 43 organismos (Figura 1-1), entre las que se encuentran la Dirección de obras hidráulicas (DOH), la Comisión nacional de riego (CNR), el Instituto de desarrollo agropecuario (INDAP), la Corporación nacional de desarrollo indígena (CONADI) y la Dirección general de aguas (DGA). Esta última cuenta con mayores atribuciones y funciones en la materia, por ejemplo, planificar el desarrollo del recurso hídrico en las fuentes naturales; investigar, medir y monitorear la calidad y cantidad de las aguas; supervisar el funcionamiento de las Organizaciones de usuarios de aguas (OUA) y brindarles asesoría técnica y legal para su constitución y operación; entre otras (artículo 299, Código de aguas).

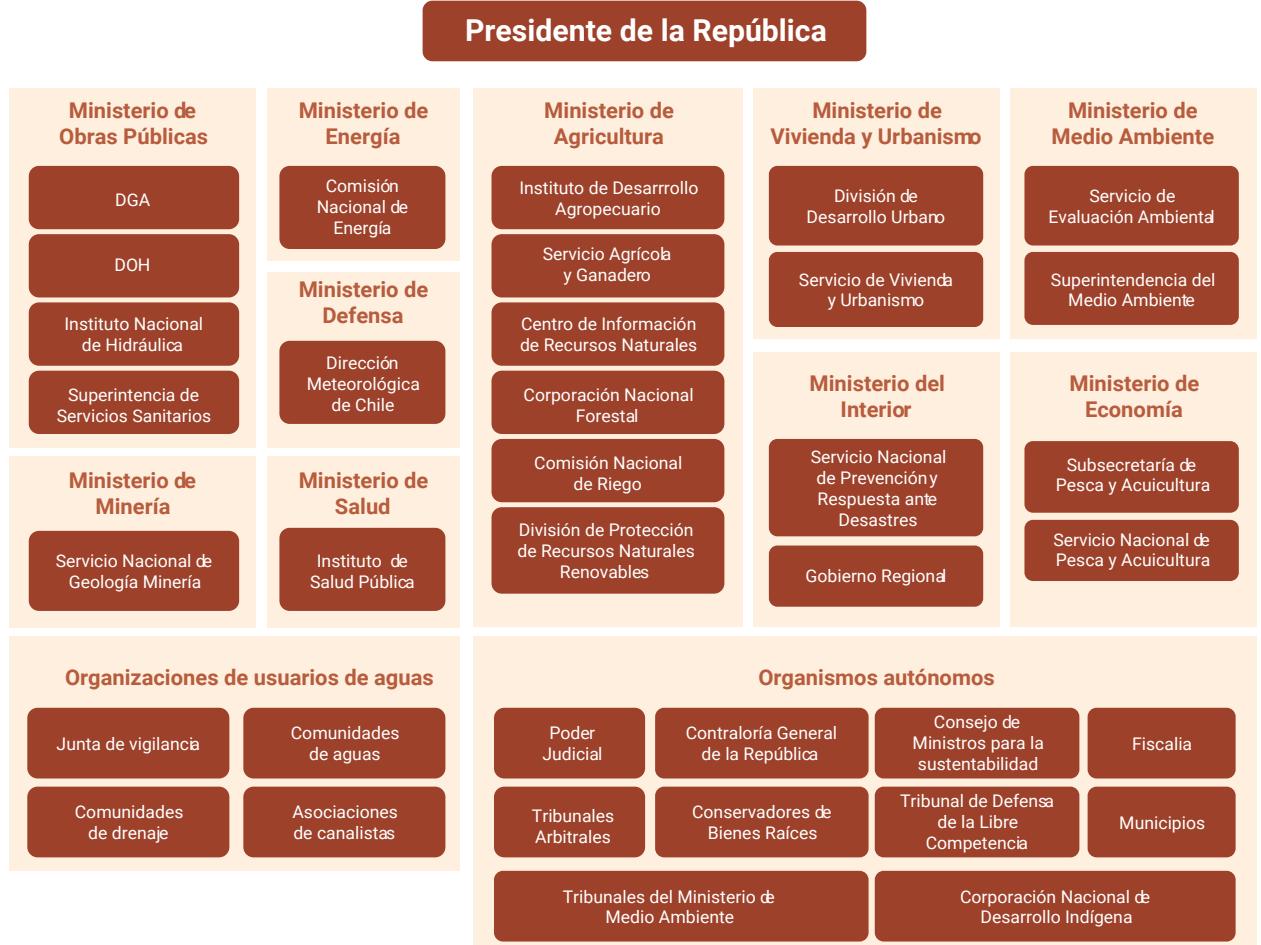


Figura 1. Instituciones con atribuciones en gestión de agua de Chile. Fuente: Adaptado de banco mundial, 2013.

En el Salar de Atacama las comunidades y las organizaciones sociales tienen una mayor relación con: CONADI, en todo lo referido a regularizaciones de tierras y aguas, y apoyos a la comunidad; DGA en torno a las regularizaciones de derechos de aguas y fiscalizaciones; CNR e INDAP, a través de los concursos de fomento; DOH respecto a las diferentes gestiones en torno al comité de agua potable rural; SEA y SMA, en lo relativo a los procesos de participación ciudadana en la evaluación de proyectos y al seguimiento de los proyectos de inversión, respectivamente, de la industria minera principalmente, entre otros.

Es importante destacar que no son solo las organizaciones de usuarios las que administran las aguas de manera colectiva, sino que también las comunidades indígenas lo hacen por derecho ancestral y las distribuyen de acuerdo con sus reglas consuetudinarias. Es más, en esta cuenca existen organizaciones de regantes atacameños, que no corresponden a una OUA, sino que están formalizadas en el marco de la Ley Indígena permitiéndoles proteger sus prácticas tradicionales en torno al riego, como es el caso, de la asociación de regantes y agricultores de San Pedro de Atacama y Asociación atacameña de regantes del río Vilama.

Código de aguas

El código de aguas es el principal cuerpo normativo sobre la legislación de las aguas continentales de Chile, la cual se encuentra vigente desde el año 1981 (Figura 2). Esta Ley entrega las directrices del uso y gestión de las aguas de nuestro país, y los temas que aborda son:



Derechos de aprovechamiento de aguas (DAA) y su constitución.



Derrames y drenajes de agua.



Aguas subterráneas, explotación y exploraciones.



Registro de aguas, inscripción de los DAA e inventario del recurso.



Acciones de posesión de las aguas y extinción del DAA.



La protección de aguas y cauces.



Pago por patente por no utilización de las aguas.



Procedimientos administrativos y judiciales, sanciones.



Organizaciones de usuarios.



Planes estratégicos de recursos hídricos en cuencas.



Construcción de obras hidráulicas.



Funciones y alcances de la dirección general de aguas.

El código de aguas ha sufrido una serie de modificaciones a lo largo de los años (Figura 3). En la siguiente figura se observan los años en el que se modificó y los cambios principales que se incorporaron en la ley en cada uno de ellos.

Figura 2

Imagen de portada estándar del Código de aguas. Fuente: Editorial Metropolitana.

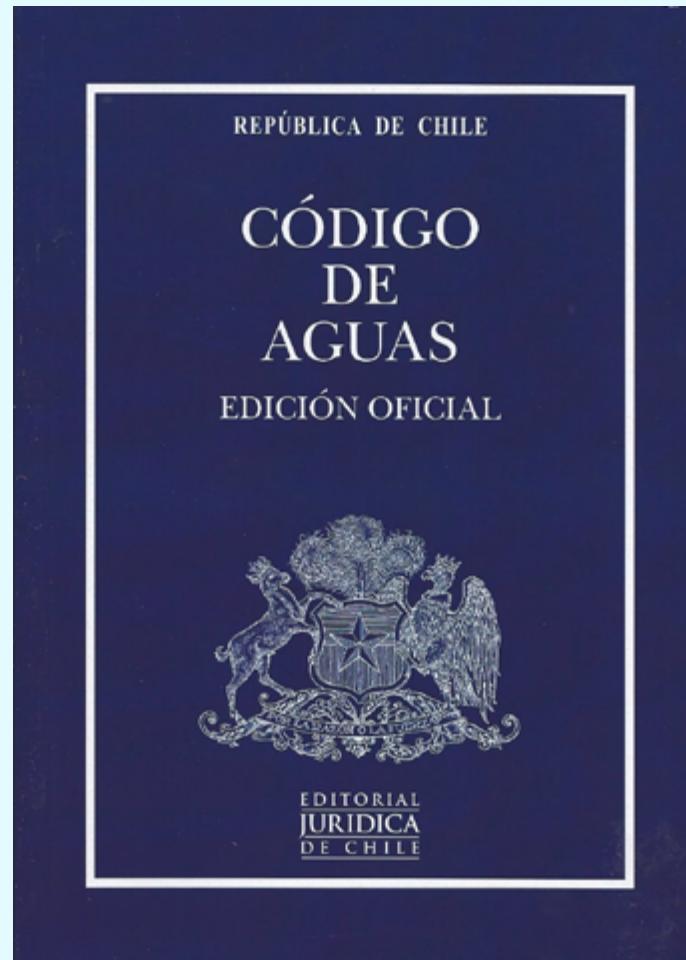


Figura 3

Modificaciones del Código de aguas principales. Fuente: LAT, 2022.



Derecho de aprovechamiento de aguas

En Chile el agua es un bien nacional de uso público, y es el Estado, a través de la DGA, quien entrega permisos a las personas naturales y jurídicas para utilizarla. A estos permisos se les llama Derechos de aprovechamiento de aguas (DAA), los cuales establecen que las personas que los posean, denominados titulares, pueden hacer uso y goce temporal de las aguas asociadas al derecho.

Desde abril de 2022, los DAA se entregan bajo la figura de concesión de 30 años y en función de la disponibilidad de las fuentes de agua y/o de sustentabilidad de los acuíferos. Estos DAA se pueden extinguir si el titular de este no utiliza las aguas en un plazo específico.



Los DAA presentan una serie de características que definen el cómo se utiliza el agua asociada a ese derecho (Figura 4). Pueden ser consumtivos, permitiendo el consumo total de las aguas en cualquier actividad, o no consumtivos, que permite el uso del agua, pero sin consumirla y obliga a devolverla a la fuente natural.

También el derecho puede ser permanente o eventual, el primero es el que se puede utilizar en todo momento, en cambio, el segundo solo puede utilizarse cuando existen aguas sobrantes luego de entregadas todas las aguas asociadas a los derechos permanentes.

Finalmente un derecho puede tener un ejercicio/uso continuo, que permite usar el agua de forma ininterrumpida; discontinuos que se pueden utilizar en determinados períodos de tiempo; y alternados, que permiten el uso de manera “alternada” con otros usuarios de agua.



¿Sabías qué existe un catastro público de aguas?

Este catastro corresponde a un registro de toda la información relacionada a las aguas del país (art. 122).

El catastro presenta un Registro público de derechos de aprovechamiento de aguas (RPDA), el cual contiene la información de los DAA constituidos y reconocidos por la ley. Este registro se debe actualizar constantemente en base a la información proveniente de escrituras públicas e inscripciones en el conservador de bienes raíces.

También existe el Registro público de organizaciones de usuarios (RPOU), el cual comprende la información de todas las OU conformadas legalmente y aquellas que se encuentran en proceso de conformación.

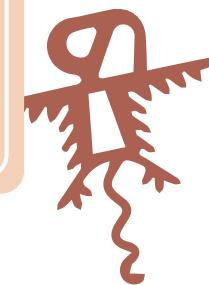


Figura 4

Tipos de DAA, según consumo “escasez” y tiempo de uso. Fuente: LAT, 2022.



02 ORGANIZACIONES DE USUARIOS DE AGUA

Las organizaciones de usuarios de agua (OUA) son entidades privadas con personalidad jurídica, sin fines de lucro, que tienen como objetivo fundamental captar las aguas y distribuirlas a los titulares de DAA, y en el caso de las aguas subterráneas, velar que las extracciones se realicen de acuerdo con los derechos de cada titular.

Estas organizaciones están conformadas por dos o más personas con DAA que comparten un canal, embalse o hagan uso de las aguas superficiales de un río o de las aguas subterráneas de un mismo Sector hidrogeológico de aprovechamiento común (SHAC) (Figura 5).



Existen 4 tipos de organizaciones de usuarios:

1 Juntas de vigilancia:

Se conforman por usuarios que tienen DAA sobre aguas superficiales o subterráneas de una misma cuenca o sección de esta.

2 Asociaciones de canalistas:

Se conforman por dos o más usuarios que comparten un canal o embalse.

3 Comunidades de aguas (CAS):

Las comunidades de aguas superficiales se conforman por dos o más usuarios que comparten un canal o embalse, desde el 2005 las asociaciones de canalistas y las comunidades de aguas no tiene diferencias legales. Las comunidades de aguas subterráneas se conforman por dos o más usuarios que extraen agua desde el mismo SHAC.

4 Comunidades de drenajes:

Se conforman por dos o más usuarios que comparten una obra de drenaje. Actualmente existen pocas organizaciones de este tipo en nuestro país.

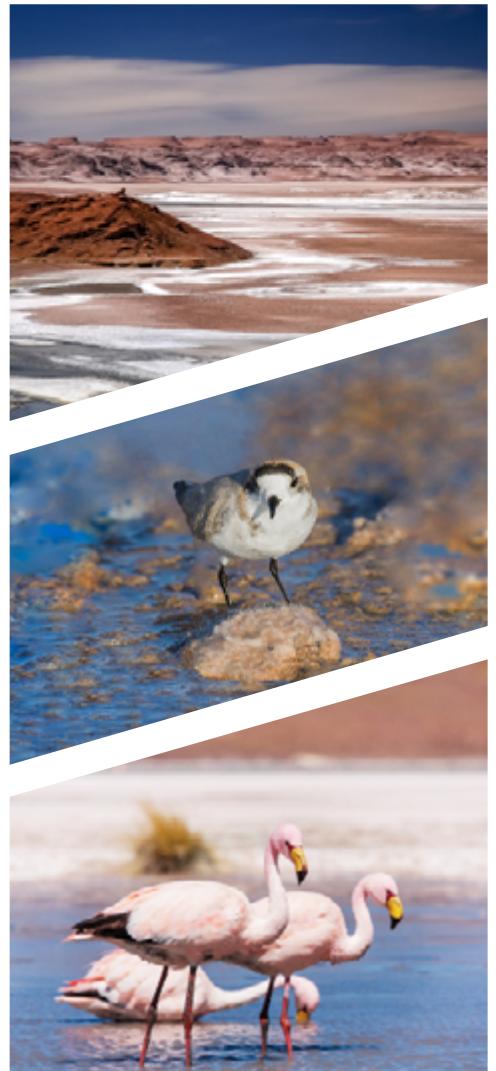




¿Sabías qué al declararse zona de prohibición o área de restricción de un acuífero los usuarios de agua subterránea deben conformar una comunidad de aguas subterránea?

El Código de aguas establece que cuando un acuífero se encuentre con problemas de sustentabilidad y por tanto se declare como zona de prohibición o área de restricción, se da lugar a comunidades de aguas subterráneas formadas por todos los usuarios comprendidos en ellas. Desde la modificación del código de abril de 2022 se establece un plazo de 12 meses (art 63) para que los usuarios de los acuíferos declarados en prohibición o restricción conformen legalmente una organización de usuarios de agua.

En el caso de la cuenca del Salar de Atacama en el SHAC C2 o "Tilopozo-Pajonales", declarado como zona de prohibición, se debería conformar una comunidad de aguas subterráneas. A la fecha en nuestro país solo existen 22 CAS.



03 ECOSISTEMAS EN LA CUENCA

Las OUA pueden conformarse de manera judicial o extrajudicial (voluntaria). En la vía extrajudicial o voluntaria todos los usuarios suscriben una escritura pública de constitución de la organización. En el caso de las comunidades de aguas subterráneas (CAS), esta vía requiere que todos los usuarios del acuífero o SHAC estén identificados, estén de acuerdo con la conformación, junto con tener sus derechos inscritos en el conservador de bienes raíces respectivo. La vía judicial es aquella en la cual un juez de letras en lo civil de la comuna en cuestión reconoce la existencia de la organización.

En la cuenca del Salar de Atacama no existen actualmente OUA propiamente tales. En el caso de las aguas superficiales, no existen OUA, sí hay organizaciones que administran colectivamente el agua.

La conformación de una CAS trae beneficios para sus usuarios, su entorno y la fuente de agua de la cual se abastecen. Entre estos beneficios, encontramos: apoyo en trámites ante la DGA, mayor conocimiento de la situación hídrica del acuífero y una mejor gestión en base a esta información, conocimiento de demanda del acuífero (rol de usuarios), apoyo en fortalecimiento y profesionalización (capacitaciones y otros), control de extracciones, apoyo en la postulación a concursos públicos, solución de conflictos, entre otros.

Patrimonio natural, ancestral y cultural en el salar

El Salar de Atacama está inmerso en uno de los desiertos más áridos del mundo. En este lugar, encontramos múltiples formas de vida situadas en paisajes andinos únicos que están dominados por flora y fauna nativa, lagunas, valles, salares, sistemas hidrotermales, vegas y volcanes.

En estos paisajes, además, habitan comunidades del pueblo atacameño o Lickanantay, que han evolucionado en una interacción constante con su entorno desde hace miles de años. Esto se refleja en sitios arqueológicos y en prácticas culturales que se mantienen hasta el día de hoy, como el pastoreo, la agricultura y diversas ceremonias. Las comunidades y el entorno se moldean e influyen mutuamente, trascendiendo el uso productivo del agua y conectados por una cosmovisión profunda.

Considerando esta relación entre comunidades y su entorno, ¿cuáles son los ecosistemas presentes en el Salar de Atacama con los que han interactuado las comunidades atacameñas? A continuación, buscaremos responder esta pregunta.



Tipos de ecosistemas

Entenderemos como ecosistema al sistema compuesto por seres vivos, (como plantas, animales y microorganismos) y su ambiente físico, (como el suelo, el agua y el aire), que interactúan entre sí. En el caso específico de los ecosistemas terrestres, se suele describir los ecosistemas de acuerdo con las formaciones vegetacionales, clasificación de la vegetación que se basa en lo descrito por Gajardo (1994). A continuación, detallamos los ecosistemas terrestres y acuáticos principales.

Ecosistemas terrestres

El tipo de ecosistema principal de la cuenca del Salar de Atacama, definido en función de su formación vegetacional zonal predominante, es el desértico, el cual abarca grandes extensiones sin vegetación, especialmente en el interior del salar. El segundo tipo de formación vegetacional que predomina en la cuenca es la estepa, dominada por matorrales y arbustos bajos, con baja cobertura espacial (Figura 6).

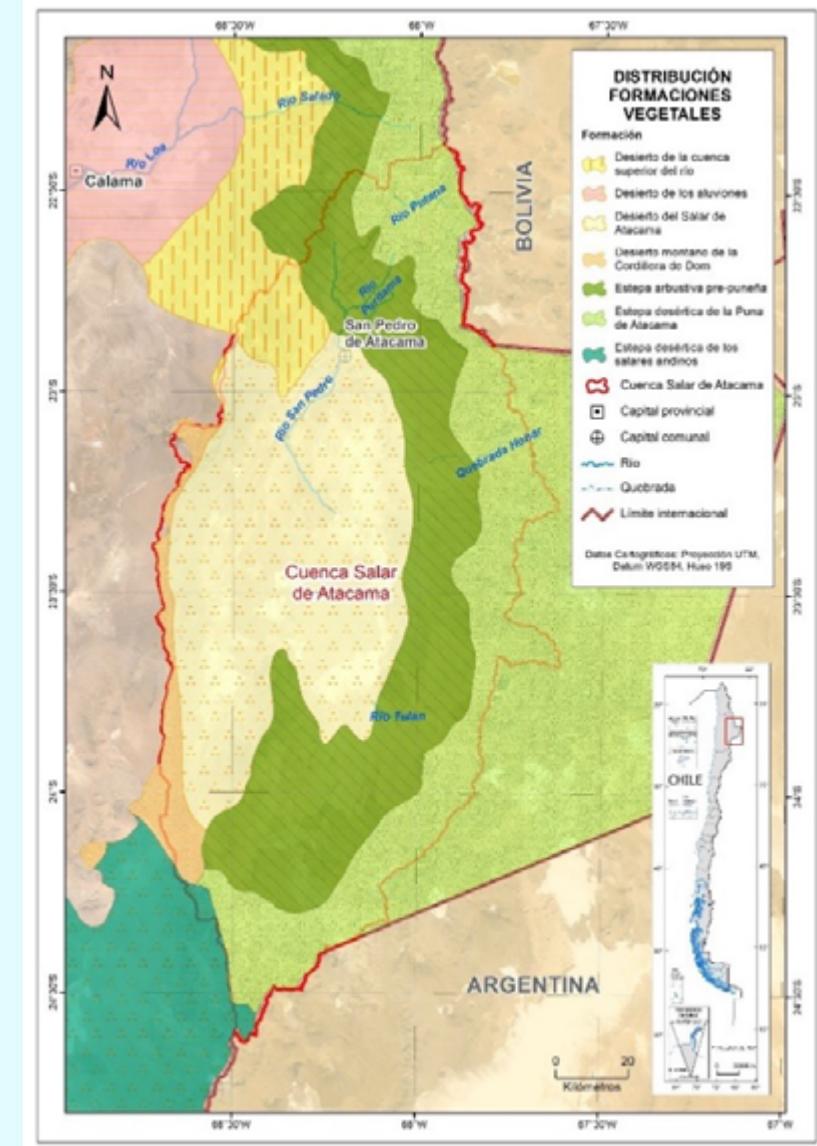


Figura 6. Distribución de formaciones vegetales zonales. Fuente: DGA-CCG, 2021 a partir de Gajardo, 1994.

¿Sabías qué existe una forma de clasificar los ecosistemas terrestres como formaciones vegetacionales?

Según Gajardo (1994), las formaciones vegetales son agrupaciones de una o más comunidades vegetales que pueden ser delimitadas según las formas de vida dominantes y del modo en que ocupan el espacio. En el caso del Salar de Atacama, se reconocen formaciones vegetacionales zonales, que se distribuyen a lo largo de una cuenca o espacio principalmente según la cantidad de precipitación recibida y la temperatura promedio. También se identifican las azonales, formaciones vegetacionales que dependen de condiciones locales y particulares de suelo (por ejemplo, suelos saturados de agua, suelos salinos, afloramientos a través de vertientes, etc.), siendo independientes del clima regional (Lueberty Pliscoff, 2006).

Las formaciones vegetacionales azonales en la cuenca del Salar de Atacama suelen depender de un aporte hídrico durante la temporada de crecimiento, y resaltan en medio de ambientes áridos y fríos de la alta cordillera.



Ecosistemas de aguas continentales o acuáticos

Dentro de los ecosistemas acuáticos en la cuenca del Salar de Atacama, encontramos el de los humedales altoandinos, ubicados por encima de los 2.300 metros sobre el nivel del mar. Estos ecosistemas son conocidos por su alta biodiversidad y constituyen áreas de concentración de especies en la región altiplánica, un verdadero "hot spot" o punto caliente de biodiversidad. Podemos diferenciar los sistemas lagunares de aquellas formaciones vegetacionales azonales, que pueden presentarse en un mismo espacio (DGA-CCG, 2021).

En el caso de los sistemas lagunares, podemos encontrarlos en los bordes o frontera del núcleo del Salar de Atacama. Estos sistemas suelen ser ambientes salinos que albergan fauna vertebrada, invertebrados, microorganismos y flora. En la cuenca destacan el sistema hidrológico de Soncor y aguas de Quelana, ambos de la Reserva nacional Los Flamencos (Figura 7); el sistema de peine, que incluye las lagunas Salada, Saladita e Interna; el sistema La Punta - La Brava; y la Laguna Tebenquinche.

Por otra parte, en el caso de las formaciones vegetacionales azonales, vinculadas a aportes hídricos permanentes y constantes durante las épocas de mayor crecimiento, podemos encontrar una serie de sistemas de vegetación, tales como bofedal, vega salina, pajonal salino y vega, las cuales se distinguen por la altura en la que se presentan, las especies vegetacionales que las caracterizan, entre otros. El estudio de CORFO-AMAKÁIK (2018) profundiza en esta materia.



Cabe mencionar que, dentro de los sistemas lagunares suelen encontrarse los ecosistemas microbianos extremófilos o EME. Estos ecosistemas están asociados a microorganismos que dieron paso y origen a la vida en la tierra. Constituyen la base de la cadena alimenticia que sostiene una importante diversidad de fauna en salares y lagunas altoandinas de Chile y Argentina.

El ecosistema de humedales altoandinos da soporte y hábitat para una diversidad relevante de avifauna, como 3 de las 6 especies a nivel mundial de parinas o flamencos (Figura 8), el suri, el pato colorado de la Punta, la tagua cornuda y la gaviota andina; para reptiles como la lagartija de Fabián (Figura 9), el corredor de Pica y la lagartija de Constanza; de anfibios como el sapo espinoso (Figura 10) y la rana de Vilama; y de mamíferos como el zorro culpeo, la vizcacha, la vicuña, el ratón orejudo (Figura 11), la llaca de la Punta y el guanaco. También diversas especies de flora conocidas como la Rica-Rica, Tomatillo, Pata de Guanaco, Pingo Pingo y Cachiyuyo. Algunas de estas características determinan su fragilidad, como lo veremos a continuación.

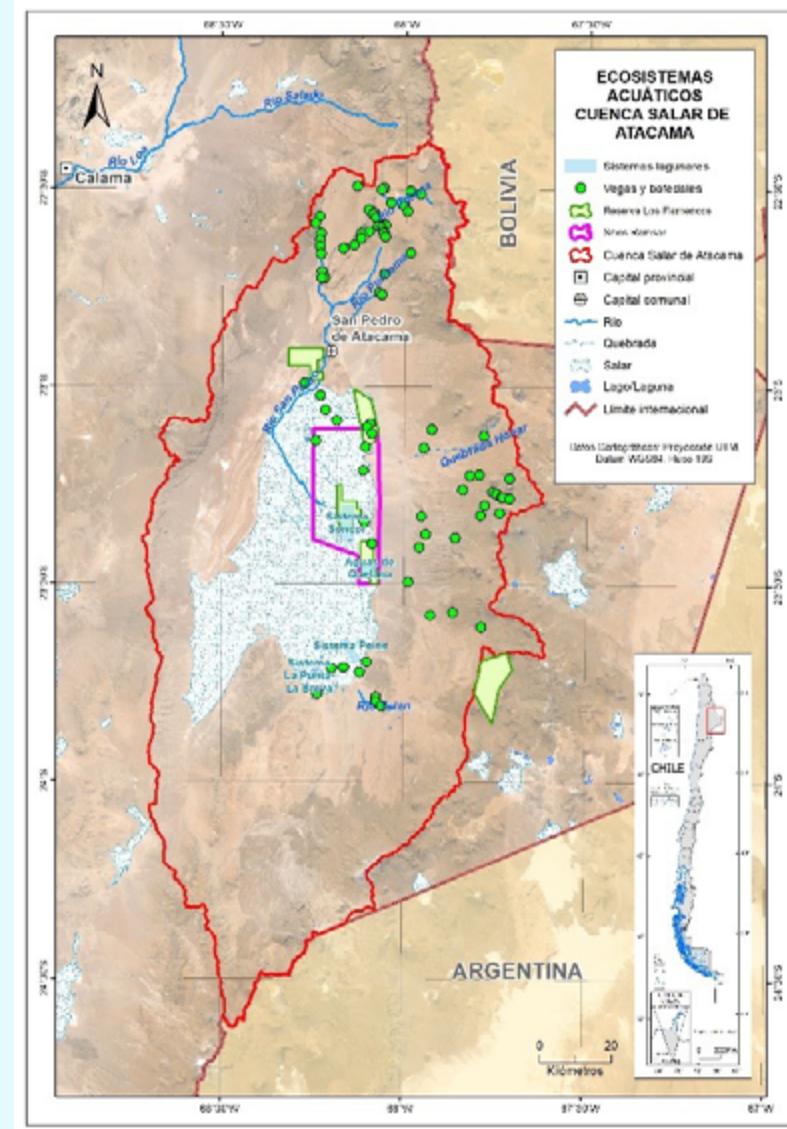
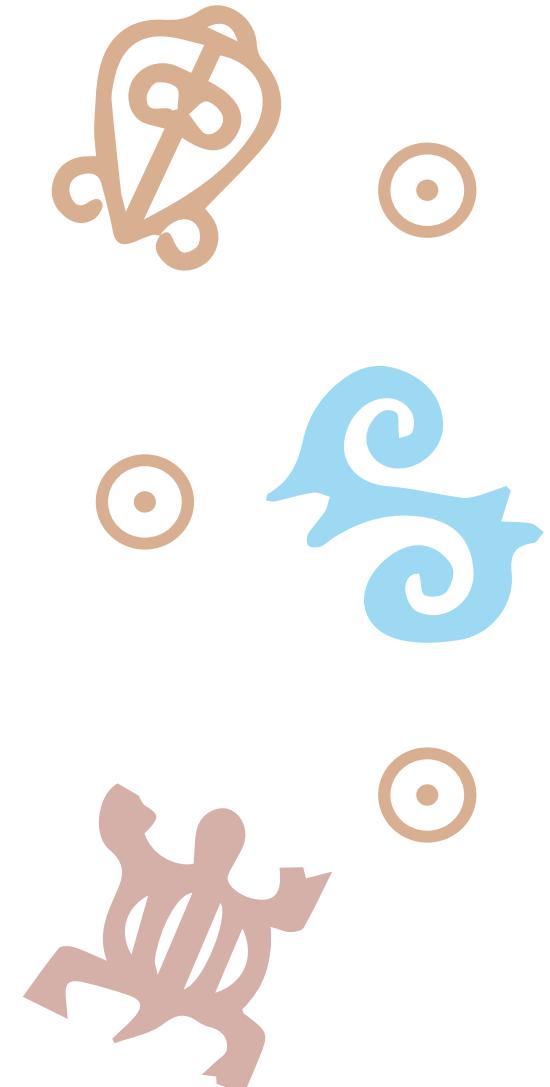


Figura 7. Acuíferos multicapa. Fuente: GIZ, 2023c / USGS.

Figura 8

Parina grande (*Phoenicoparrus andinus*).
Fuente: Conaf, s.f.



Figura 9

Lagartija de Fabián (*Liolaemus Fabiani*).
Fuente: CNN, 2018.



Condición de fragilidad de los ecosistemas acuáticos: humedales altoandinos

Los ecosistemas del Salar de Atacama, especialmente aquellos de humedales altoandinos, son considerados frágiles principalmente debido a las condiciones climáticas y geológicas, únicas y particulares, y a las diversas amenazas climáticas (cambio climático) y antrópicas (actividades económicas humanas). En el caso de las condiciones climáticas y geológicas únicas, estas han propiciado que en estos sistemas dinámicos (con períodos húmedos y períodos secos) se presente una biodiversidad nativa con altos niveles de endemismo, es decir, biodiversidad que sólo se encuentra en la cuenca. Según datos de diversas fuentes de información recopilados por el estudio DGA-CCG (2021), se estima que aproximadamente en la cuenca existen casi 300 especies de flora nativa, de las cuales 40 especies son endémicas (por ejemplo: ratón orejudo, lagartija de Fabián, corredor de Pica y rana de Vilama). Los aportes hídricos de los que dependen los ecosistemas de humedales altoandinos son los acuíferos, que alimentan continuamente con agua las necesidades de los ecosistemas y las especies que dependen de ellos.



Sobre las amenazas a estos ecosistemas, es importante mencionar que a medida que la escasez hídrica de la cuenca vaya en aumento, la disponibilidad de agua en los acuíferos que alimentan estos ecosistemas puede ir disminuyendo, lo que finalmente determina su condición de fragilidad y vulnerabilidad. A propósito de esto, un estudio del Centro de ecología aplicada de 2015 realizó una caracterización de vulnerabilidad de humedales en función de criterios como la cercanía a extracción de agua, cercanía a comunidades, zonas de protección ambiental, entre otros. Esta caracterización reveló que los ecosistemas de humedales altoandinos ubicados en las cercanías al núcleo del salar de Atacama se encuentran en categorías de vulnerabilidad media, alta y muy alta.

Figura 10

Sapo espinoso (*Rhinella spinulosa*).

Fuente: Ladera sur, 2023.



Figura 11

Ratón orejudo amarillento (*Phyllotis xanthopygus*).
Fuente: National geographic, 2020.

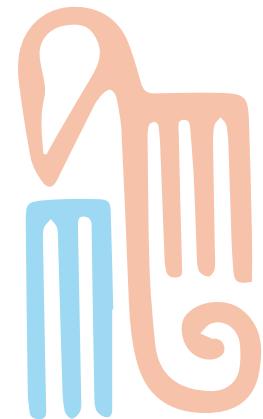


Objetos de protección como mecanismo legal de protección ambiental

La protección del patrimonio ambiental constituye una obligación de los estados, de acuerdo con sus propias leyes y la ratificación de diversos tratados internacionales.

En Chile, la ley 19.300 establece instrumentos de gestión ambiental entre los cuales se destaca el Sistema de evaluación de impacto ambiental (SEIA).

Los proyectos o actividades públicas y privadas que pudiesen causar impacto ambiental, en cualquiera de sus etapas, deberán ingresar al SEIA para determinar si se cumple con la legislación ambiental actual y si se hace cargo de los posibles impactos ambientales significativos que pudiesen generar sobre los objetos de protección identificados en el entorno.





Los objetos de protección se relacionan a los elementos o componentes del medio ambiente que se pretenden proteger mediante la evaluación de impacto ambiental. Estos objetos están definidos en los artículos 5 al 10 del DS N°40 de 2012 del MMA, e incluyen la salud de la población, los recursos naturales renovables, los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos, entre otros. En el caso específico del patrimonio ambiental, la ley reconoce objetos de protección a diversas áreas protegidas como los parques nacionales, reservas nacionales, monumentos naturales, santuarios de la naturaleza, sitios RAMSAR, sitios prioritarios para la biodiversidad, y los acuíferos que alimentan vegas y bofedales ubicados en las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta.

En el Salar de Atacama, podemos reconocer distintas áreas que constituyen objetos de protección dentro del SEIA: i) la Reserva nacional Los Flamencos, ii) el sitio RAMSAR Sistema hidrológico Soncor, iii) el Santuario de la naturaleza laguna Tebenquiche, y iv) el Santuario de la naturaleza Valle de la Luna. Además, dentro de la cuenca se encuentra el sitio prioritario Laguna Lejía y los sitios prioritarios de la Estrategia regional de biodiversidad Salar de Atacama. También encontramos acuíferos protegidos que alimentan vegas y bofedales del Sistema La Punta-La Brava y Vegas de Tilopozo, Aguas de Quelana y Peine, los que también son protegidos por el Código de aguas. En la Figura 12 se presenta el sitio Ramsar de Soncor.

¿Sabías que existe un sitio RAMSAR en la cuenca del Salar de Atacama?

Desde 1976, distintos Estados del mundo se han suscrito a la Convención sobre los humedales o RAMSAR. Chile, como país suscrito, ha designado entre otros al Sistema hidrológico de Soncor como sitios RAMSAR, con más de 67000 hectáreas, incluyendo una parte de los sectores Soncor y Aguas Quelana dentro de la Reserva nacional Los Flamencos (FIRSitioRAMSAR,2008). Su importancia radica principalmente en que representa un hábitat y centro reproductivo único y relevante de las tres especies de flamencos sudamericanos (flamenco andino, flamenco de James y flamenco chileno) y en que sus cuerpos lacustres forman parte de rutas migratorias de aves acuáticas entre hemisferios como el playero de Baird y el pollito de mar tricolor, entre otras.



Dentro del SEIA, se deben establecer medidas para mitigar, compensar o reparar potenciales impactos sobre estos objetos de protección, los que pasan a ser compromisos que deben ser cumplidos legalmente según lo establecido en las Resoluciones de calificación ambiental (RCA). Las medidas pueden incluir el monitoreo constante del estado del ecosistema durante la ejecución de los proyectos, la restauración de ecosistemas, el uso sostenible de recursos hídricos y la reforestación, entre otras acciones.

Una vez que la RCA es aprobada, puede haber una serie de acciones de seguimiento ambiental a la actividad o proyecto para monitorear el cumplimiento de la RCA, lo cual se materializa con las acciones de fiscalización de la Superintendencia del medio ambiente (SMA). En caso de detectar un incumplimiento se da inicio a un procedimiento sancionatorio que puede terminar en programas de cumplimiento o incluso en elevadas multas, dependiendo de la gravedad de las infracciones.

Figura 12

Sitio Ramsar sistema hidrológico de Soncor del Salar de Atacama. Fuente: Ramsar, 2012.



Trabajo colaborativo para la protección ambiental

Es esencial que los actores interesados, como comunidades locales, científicos, organizaciones no gubernamentales y empresas titulares de proyectos, participen y colaboren en todo el proceso de evaluación de impacto ambiental y su seguimiento. Por ejemplo, durante la PAC de un EIA o participando de la fiscalización activa y comunitaria para acusar incumplimientos o faltas a la SMA en relación con alguna RCA.

Además, más allá del ámbito de acción del SEIA, es importante tener en cuenta que la conservación y protección de los ecosistemas sensibles del Salar de Atacama requieren un enfoque integral y a largo plazo, donde distintos actores confluyan hacia el objetivo de conservación. La combinación de medidas científicas, políticas, educativas y de participación comunitaria puede ayudar a preservar este valioso ecosistema para las generaciones futuras.

Por último, es necesario generar conciencia mediante la creación de programas educativos dirigidos a la comunidad local, población flotante y empresas que utilizan los recursos hídricos y se relacionan con los diversos ecosistemas de la cuenca, enfatizando la fragilidad y la importancia de conservar y proteger los ecosistemas sensibles del Salar de Atacama.



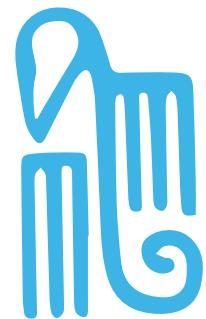
04 CONTROL Y MONITOREO HÍDRICO Y AMBIENTAL

Como se mencionó en un inicio, la DGA es la institución que posee las mayores atribuciones sobre la gestión de agua en Chile, entre ellas, está la de monitorear el estado de las aguas en sus fuentes naturales y fiscalizar y vigilar el cumplimiento de las normas y permisos en los cauces naturales.

Mecanismos de control

Una de las características que debe tener un DAA, en el momento en que se otorga, es el caudal de agua permitido para extraer y la ubicación de dónde se hará esta extracción. Para asegurar que esto se cumpla, el Código de aguas establece ciertas condiciones a los titulares de los DAA, como, por ejemplo, la de instalar y mantener dispositivos que permitan aforar los caudales y controlar los volúmenes de agua extraídos (ver Figura 13), junto con un sistema de transmisión de la información que se obtenga, que deberá ser siempre entregado a la DGA cuando ésta la requiera.

En este contexto, surge el control de extracciones mediante sistema de Monitoreo de extracciones efectivas (MEE), a través del cual los titulares de derechos están obligados a informar sus extracciones de aguas superficiales y subterráneas, siendo ellos los responsables, o la organización de usuarios de aguas respectiva, de transmitir esta información a la DGA.



Este sistema permite aportar al reconocimiento del estado de las fuentes naturales de aguas y ayuda a verificar que las extracciones se realicen dentro de los límites establecidos en los derechos de aprovechamiento, asegurando un uso responsable y adecuado del recurso hídrico. Los responsables se tienen que asegurar que la información sobre sus obras, derechos de agua, sistemas de medición y extracción esté completa y correcta. Se puede acceder a este registro por medio de la página web de la DGA.

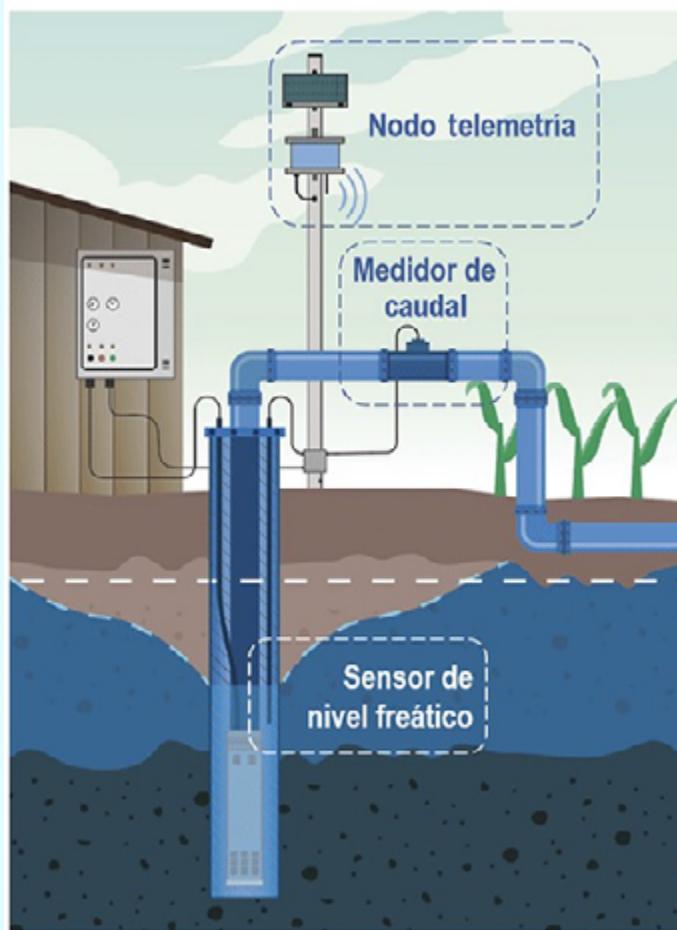


Figura 13. Telemetría de pozos. Fuente: Perfowell, s.f.

Otro mecanismo que tiene la DGA, es el formulario de denuncias (ver Figura 14). Cualquier persona, tanto jurídica como natural, puede recurrir a él, en las oficinas de la DGA o en la página web de la institución, para reportar posibles infracciones al Código de aguas, tales como: obras no autorizadas en cauces, extracción de aguas no autorizada, incumplimiento al monitoreo de extracciones efectivas, incumplimiento del caudal ecológico, o cualquier otra posible falta a la legislación.

Una vez hecha la denuncia, con todos los antecedentes obligatorios que señala el formulario, la DGA realiza una investigación del caso, con su respectiva fiscalización en terreno, y se determina si se acoge la denuncia o no. Esto puede resultar en una multa o sanción administrativa si se detecta alguna infracción, e incluso en el envío de los antecedentes al Ministerio Público para que inicie una investigación.



Figura 14

Formulario de denuncias DGA. Fuente: DGA, s.f.

**FORMULARIO DE INGRESO DE REQUERIMIENTO DE FISCALIZACIÓN
(PARA DENUNCIAS Y AUTODENUNCIAS)**

Uso Exclusivo Oficina de Partes D.G.A.

¿Completa Campos Obligatorios? Sí: No:
¿Incluye documentos adjuntos? Sí: No:
Lugar de Ingreso:
Observaciones:

Tienda Oficina de Partes

IMPORTANTE: Campos con asterisco (*) son obligatorios para poder procesar su solicitud.

1. Individualización de la persona solicitante:

Persona Natural: Persona Jurídica:
Nombre o Razón Social*: _____
Rut/Rdn*: _____ Dirección*: _____
Comuna*: _____ Región*: _____
Teléfono: _____ Correo Electrónico: _____
Representante Legal (en caso de ser persona jurídica)*: _____
Rut/Rdn*: _____
¿El/La Representante Legal acredita personería vigente? Sí: No:

2. Apoderado (si corresponde):

Actúa mediante apoderado? Sí: No:
Nombre*: _____
Rut/Rdn*: _____ Dirección*: _____
Teléfono: _____ Correo Electrónico: _____
¿El/La Apoderado acredita poder? Artículo 22 Ley 19.880 Sí: No:

3. Ubicación y referencias del lugar para determinar su localización:

Provincia*: _____ Comuna*: _____
Sector*: _____ Centro urbano cercano*: _____
Nombre del cauce natural o artificial (en caso de corresponder)*: _____
Coordenadas UTM (m), datum WGS84: _____
Norte: _____ Este: _____ Huso: _____

Instrumentos para la protección de la sustentabilidad

Dentro de las herramientas e instrumentos que tiene la DGA para proteger la sustentabilidad de las aguas (ver Figura 15), limitando y restringiendo el uso de esta, se encuentran las siguientes:

● Declaraciones de agotamiento de aguas superficiales:

Surgen cuando la DGA determina que, en la fuente natural de agua superficial respectiva, que puede ser río, lago, laguna u otro, no hay disponibilidad de agua para la constitución de nuevos DAA superficiales consuntivos y de ejercicio permanente. Los únicos derechos que se pueden constituir, una vez declarado el agotamiento superficial, son los de tipo no consuntivo o los consuntivos de ejercicio eventual.

En el caso de la cuenca del Salar de Atacama, las subcuenca del río San Pedro y del río Vilama, ubicadas al norte de la cuenca, tienen declaradas agotadas sus fuentes naturales de aguas superficiales, desde el 2016 y 2017, respectivamente. Cabe mencionar que la cuenca del río Loa y sus afluentes, que colinda al noroeste de la cuenca del Salar de Atacama, también cuenta con declaración de agotamiento de aguas superficiales, desde el año 2000.

● Decretos de reserva:

Son una herramienta que permite a la o al Presidente de la República a través de un decreto fundado, reservar el recurso para el abastecimiento de la población cuando no existen otros medios para obtener el agua. En este sentido, existe la posibilidad de rechazar parcialmente las solicitudes de derechos de aprovechamiento que están en proceso de tramitación. Actualmente, no existen reservas de caudales en la cuenca del Salar de Atacama.

● Áreas de restricción de aguas subterráneas:

Es un instrumento para proteger un sector hidrogeológico de aprovechamiento común (SHAC) donde existe un grave riesgo de descenso en los niveles de agua, o bien, cuando los informes técnicos demuestren que está en peligro la sustentabilidad del acuífero. En estos casos, la DGA sólo puede otorgar derechos de aprovechamiento provisionales, priorizando el uso para consumo humano, subsistencia y saneamiento.

● Zonas de prohibición de aguas subterráneas:

En este caso, a diferencia del área de restricción, se declara zona de prohibición cuando la disponibilidad del recurso hídrico en el SHAC está completamente comprometida, lo que impide el otorgamiento de nuevos derechos de aprovechamiento.

En estos dos últimos casos, como ya se ha explicado se vincula la conformación de una CAS. En la cuenca del Salar de Atacama, el SHAC C2 o "Tilopozo-Pajonales", ubicado entre el núcleo del salar y el límite sur de la cuenca, se declaró como área de restricción el año 2015. Sin embargo, el año 2018 fue declarado como zona de prohibición.

● Acuíferos protegidos:

Desde 1992, reconociendo la importancia del recurso hídrico en el norte del país, están prohibidas, por ley, la exploración y explotación de aguas subterráneas en los acuíferos que alimentan las vegas, pajonales y bofedales, entre las regiones de Arica y Parinacota y Coquimbo, ya que son consideradas fundamentales para subsistencia de ecosistemas únicos, para sostener actividades agropecuarias y para la sobrevivencia de las comunidades andinas.

En la región de Antofagasta, donde se ubica la cuenca del Salar de Atacama, se identifican más de 227 vegas, pajonales y bofedales, que cuentan con declaración de acuíferos protegidos.

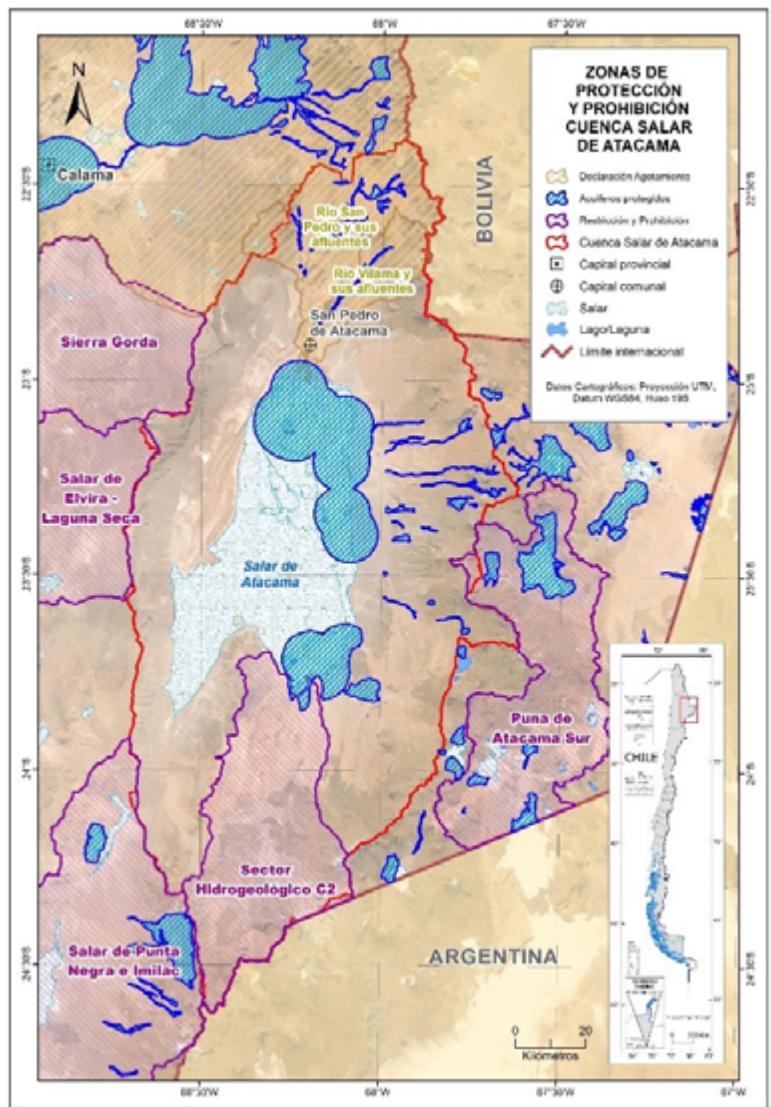


Figura 15. Zonas protegidas y restringidas. Fuente: DGA-PUC, 2021.

Monitoreo hídrico y ambiental

El monitoreo ambiental se entiende como aquel que vigila las características o propiedades de algún componente del medio ambiente, como agua, aire o suelo, con el objetivo de contribuir a caracterizar su estado y evolución en el tiempo.

Con monitoreos adecuados se puede aportar a comprender el funcionamiento de la cuenca y sus procesos biofísicos, determinar el impacto ambiental de las obras y proyectos que se desarrollan en el territorio, y caracterizar la calidad, disponibilidad y consumo de agua en la cuenca, entre otros.

¿Qué se monitorea en la cuenca del Salar de Atacama?

La red de monitoreo de acceso público en la cuenca del Salar de Atacama está compuesta por estaciones de instituciones estatales, como la DGA y la Dirección Meteorológica de Chile, así como por estaciones de empresas privadas, como SQM y Albemarle. Dentro de la información que recopilan estas estaciones de monitoreo, se encuentran principalmente datos sobre niveles de agua superficiales y caudales, precipitaciones, temperatura, niveles de agua subterránea, evaporación, calidad de aguas, entre otros. Esta información es de acceso público y gratuito, a la cual se puede acceder por los sitios web de cada una de las instituciones o empresas.

Además, en el caso de las estaciones de instituciones estatales, se puede acceder a los datos desde el sitio web del Explorador climático del centro de ciencia del clima y la resiliencia (<https://www.explorador.cr2.cl>). En la Figura 16 se presenta una estación meteorológica instalada en Antofagasta.

A esto, se suman los datos públicos dispuestos en los estudios de impacto ambiental de los proyectos ejecutados en la cuenca y en los expedientes de seguimiento ambiental, a los que se pueden acceder desde el sitio web del Servicio de evaluación ambiental y de la Superintendencia del Medio Ambiente, respectivamente.

Cabe destacar, que las estaciones de monitoreo ambiental se concentran principalmente dentro del salar y en las cercanías de este. Existen varias suspendidas o desactualizadas, por lo que sigue siendo un desafío contar con una red representativa de toda la cuenca, con información de sus variables, tanto aguas arriba, en la parte alta de la cuenca, como aguas abajo.



Figura 16

Estación meteorológica en Antofagasta.
Fuente: Ministerio de interior, 2015.



Planes de monitoreo y alerta temprana de la minería

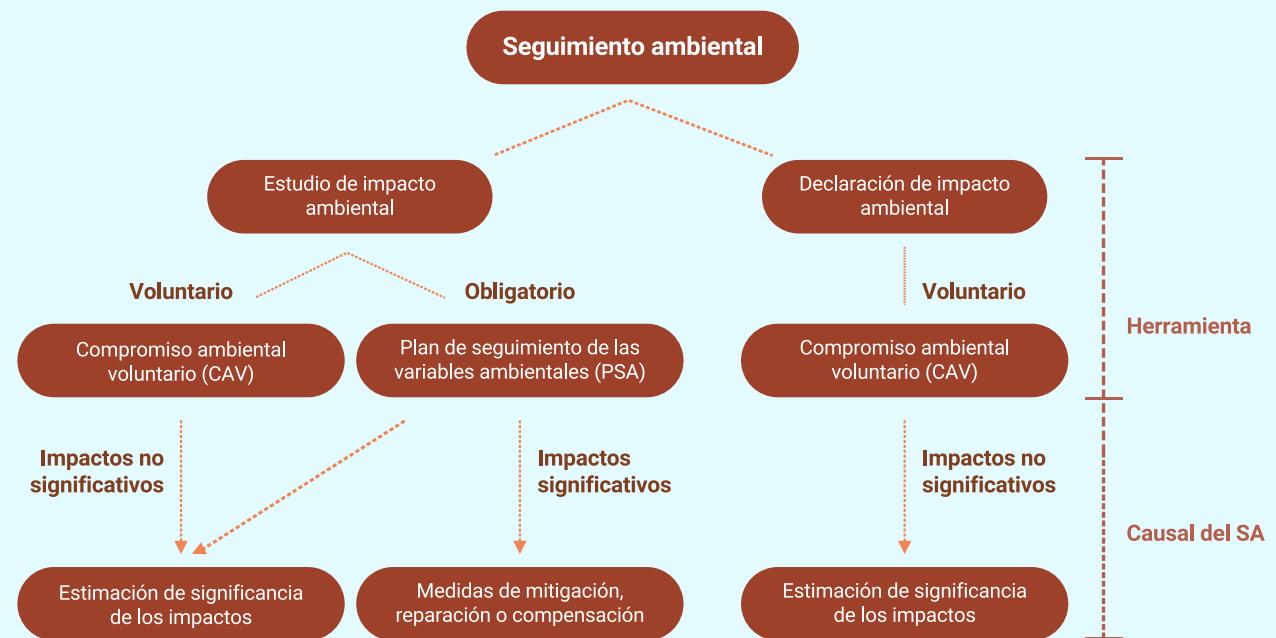
Para que cualquier empresa o institución pueda desarrollar un proyecto con impacto ambiental, deben someterse al SEIA, sistema que se basa en los principios preventivo y precautorio. El principio preventivo busca que los proyectos se hagan cargo de los posibles impactos negativos en todas sus etapas (construcción, operación y cierre) sobre los objetos de protección ambiental definidos por la ley. Por ejemplo, los proyectos de litio deben demostrar mediante diferentes aproximaciones metodológicas, como modelos matemáticos, si tendrán efectos negativos en el aire, agua, áreas protegidas u otro elemento ambiental. En caso de que se identifiquen impactos, se deben comprometer a medidas obligatorias para reducirlos y/o mitigarlos. Sin embargo, hay casos donde existe una probabilidad de que se produzca un daño o riesgo sobre los objetos de protección, pero no se puede probar científicamente; cuando esto ocurre, se aplica el principio precautorio y se establecen medidas dentro del SEIA para evitar posibles impactos una vez que el proyecto esté en construcción y operativo.

En este contexto, durante el proceso de evaluación ambiental, los titulares deben presentar el diseño del Seguimiento ambiental (SA) que abarcará todas las fases del proyecto. Esta herramienta permite gestionar el comportamiento de las variables ambientales en el tiempo, detectar la generación de impactos no deseados, corroborar el efecto de las medidas propuestas por el titular, y confirmar la no generación de impactos significativos según lo evaluado ambientalmente. En el caso de los Estudios de impacto ambiental, se exige un Plan de seguimiento ambiental (PSA), o conocido también como Plan de monitoreo ambiental, el cual debe ser formulado según las diferentes variables ambientales que se estima que tendrán un impacto significativo, y así asegurar que evolucionen según lo proyectado (ver Figura 17).



Figura 17

Implementación del seguimiento ambiental en la evaluación ambiental.
Fuente: SEA, 2022.



A modo de ejemplo de su aplicación, un PSA relacionado con el agua puede monitorear niveles de agua subterránea, calidad del agua, lagunas, caudales, etc.

Si estas variables se desvían de lo proyectado, se deberán tomar acciones para asegurar que no se generen más impactos de los aprobados ambientalmente, como la activación de un plan de alerta temprana (PAT).

El PAT es una herramienta de seguimiento ambiental que si bien, no está expresamente en la legislación vigente, tiene como objetivo la mantención de las variables ambientales dentro de lo proyectado, tanto al momento de otorgar un derecho de aprovechamiento de aguas como al aprobar una resolución de calificación ambiental (RCA). Para ello, se establecen umbrales y acciones preventivas y correctivas para asegurar la no afectación de los objetos de protección. Por ejemplo, si la extracción de aguas subterráneas causa una disminución más allá de lo permitido, puede requerir la detención del proyecto hasta que se alcance nuevamente el umbral deseado.

En esta línea, dentro del reglamento del SEIA, se establece que, si en la descripción de algún proyecto o actividad se deducen eventuales situaciones de riesgo al medio ambiente, el titular deberá proponer un plan de prevención de contingencias. Los planes de prevención de contingencias deben incorporar acciones o medidas para evitar que estas se produzcan o minimizar la probabilidad de ocurrencia. De esta manera, dentro del enfoque preventivo ante riesgos y daños ambientales, los planes de contingencia se relacionan directamente con los PAT.

En la cuenca del Salar de Atacama se desarrollan tanto PSA como PAT. Las mineras SQM, Albemarle y Escondida desarrollan PSA enfocados principalmente en los sistemas lagunares, monitoreando las componentes hidrogeológicas, hídricas, bióticas y paisajísticas. Por otro lado, existen al menos cuatro PAT en la cuenca, uno de minera Escondida y Zaldívar en el acuífero Monturaqui-Negri-Illar-Tilopozo, en el borde sur del salar de Atacama; otro de Albemarle, en tres sectores de la cuenca: núcleo, acuífero y norte; otro de Exploraciones San Pedro en el límite noriente de la cuenca; y otro de SQM en diferentes sistemas lagunares.



¿Sabías que hay PAT en la cuenca del Salar de Atacama que han derivado a procesos sancionatorios y judiciales?

Ejemplo de la importancia de estos planes, fue evidenciado en una denuncia sectorial por parte de la Dirección general de aguas en el año 2018, por el incumplimiento del PAT dentro del acuífero de Monturaqui-Negrillar-Tilopozo, ubicado al sur de la cuenca.

En base a esto, la Superintendencia del Medioambiente, o SMA, sancionó a minera Escondida por una infracción gravísima dado que se habría afectado la vegetación que sustenta la fauna local y regional que utiliza el lugar como abrevaderos, sitios de forraje, nidificación y refugio del sector de Tilopozo, provocando un daño ambiental irreparable. Actualmente, este proceso sancionatorio se encuentra en una instancia judicial para resolver las controversias entre la SMA y la empresa responsable.

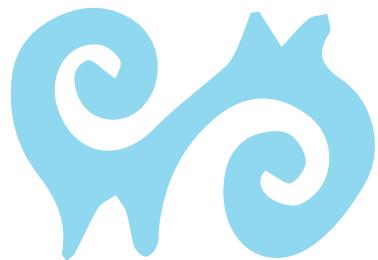


Monitoreo comunitario

Antes de abordar el monitoreo comunitario, qué es y cómo se desarrolla en la cuenca del Salar de Atacama, se hace necesario conceptualizar lo que son las ciencias ciudadanas. Este tipo de ciencia consiste en un modelo de investigación colaborativo entre científicos y ciudadanos sin mayor conocimiento técnico, que puede estar enfocado en distintas etapas del proceso de investigación como la recolección de datos, análisis de muestras e interpretación colectiva de resultados. La importancia de esta ciencia es que permite generar conocimiento desde una perspectiva más innovadora, inclusiva y participativa, abarcando una amplia gama de disciplinas científicas y proyectos e involucrando a personas de todas las edades y niveles educativos.

Dicho esto, el monitoreo comunitario se entiende como una forma de producir nuevo conocimiento científico, a través de un trabajo realizado voluntariamente por integrantes de una comunidad, de manera colectiva, participativa y abierta; en general, con colaboración o bajo la dirección de profesionales o instituciones científicas. Los ciudadanos se involucran activamente en observar, seguir y evaluar distintos parámetros ambientales de su propio interés, empoderándose y contribuyendo a generar datos adicionales que complementen la información recopilada por instituciones científicas o gubernamentales.

En la cuenca del Salar de Atacama, hay diferentes experiencias de las comunidades que se relacionan con esta forma de generar conocimiento, particularmente en los monitoreos de variables ambientales. Entre ellas se encuentra la colaboración que se inició el año 2017 entre la comunidad de Peine y el centro de estudios avanzados en zonas áridas (CEAZA), para un plan de monitoreo y observación ambiental de los recursos hídricos de la zona, y, el convenio entre el consejo de pueblos atacameños (CPA) y Albemarle firmado el 2016, que contempla un programa de monitoreo ambiental participativo, creando el comité de monitoreo ambiental integrado en su mayoría por representantes de las comunidades indígenas. Por otro lado, un potencial monitoreo comunitario es la iniciativa del CPA para implementar su propio sistema de monitoreo hídrico en el salar, aportando en mejorar la representación de monitoreo en toda la extensión de la cuenca. Actualmente, este proyecto se encuentra en proceso de evaluación ambiental.



Referencias

- Banco Mundial. 2013. Estudio para el mejoramiento del marco institucional para la gestión del agua. Disponible en WWW: https://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/20.500.13082/33281/BANCO_MUNDIAL_2013-Estudio-para-el-Mejoramiento-del-Marco-Institucional-para-la-Gestion-del-Agua-DGA-BM-2013.pdf?sequence=1.
- Centro de Ecología Aplicada. 2015. Diagnóstico y gestión ambiental integrada de humedales altoandinos. Informe Final: BIP 30126293-0
- CNN. 2018. Lo dijeron en CNN: Buscan posicionar a la Ruta de los Parques de la Patagonia como destino imperdible en el mundo. Disponible en: https://www.cnnchile.com/lodijeronencnn/buscan-posicionar-a-la-ruta-de-los-parques-de-la-patagonia-como-destino-en-el-mundo_20181005/
- Conaf. s.f. Sistema Nacional de Áreas Silvestres del Estado: Reserva Nacional Los Flamencos. Disponible en: <https://www.parquesnacionales.cl/planifica-tu-visita/ficha-reserva-nacional-los-flamencos/>
- CORFO-AMAKÁK. (2018). Informe 3: Modelo Conceptual Ecológico (MCE) de la Cuenca del Salar de Atacama.
- DGA-PUC. 2021. Desarrollo de Herramientas para el Análisis de Salares y Cuencas Costeras y su Aplicación para el Desarrollo del Plan Estratégico de Gestión Hídrica en la cuenca del Salar de Atacama.
- Dirección General de Aguas. 2014. Metodología para la Delimitación y Sectorización de Acuíferos a Nivel Nacional. Informe Final. Santiago, Chile.
- Dirección General de Aguas. 2019. Resolución 1.238: Determina las Condiciones Técnicas y los Plazos a Nivel Nacional para Cumplir con Obligación de Instalar y Mantener un Sistema de Monitoreo y Transmisión de Extracciones Efectivas en las Obras de Captación de Aguas Subterráneas.
- Ladera Sur. 2023. CHILE: Ranas y sapos que podemos ver y escuchar en verano. Disponible en: <https://laderasur.com/fotografia/chile-ranas-y-sapos-que-podemos-ver-y-escuchar-en-verano/>
- LAT. 2021. Organizaciones de Usuarios. Condiciones actuales y desafíos. 55 p. ISBN: 978-956-404-225-1. Disponible: https://www.lat.uchile.cl/OU_2021
- LAT. 2022. Presentación de Gestión de Aguas de Chile. Curso de Hidrología y Manejo de Cuencas, Ingeniería Forestal Universidad de Aysén.
- Meléndez. 2016. REGULACIÓN Y COMPETENCIAS ADMINISTRATIVAS EN MATERIA DE BIODIVERSIDAD EN CHILE: FALENCIAS Y DESAFÍOS Memoria para optar al grado de Licenciado en Ciencias Jurídicas y Sociales
- Ministerio de interior. 2015. MOP instala tres nuevas estaciones de Red Pluviométrica y Meteorológica en Tocopilla, María Elena y Baquedano. Disponible en: <https://www.interior.gob.cl/noticias-regionales/2015/07/30/mop-instala-tres-nuevas-estaciones-de-red-pluviometrica-y-meteorologica-en-tocopilla-maria-elena-y-baquedano/>
- Ministerio de Justicia. 1981. Decreto Fuerza de Ley 1.122: Fija texto del Código de Aguas.
- Ministerio de Medio Ambiente. 2018. Biodiversidad de Chile: Patrimonio y Desafíos. Tomo II. Tercera Edición. 264p. Disponible en: https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2019/04/Tomo_II_Libro-Biodiversidad-Chile-MMA-web.pdf
- Ministerio de Obras Públicas. 1998. Decreto 1.220: Aprueba Reglamento del Catastro Público de Aguas.
- Ministerio de Obras Públicas. 2013. Decreto 203: Aprueba Reglamento sobre Normas de Exploración y Explotación de Aguas Subterráneas.
- Ministerio de Obras Públicas. 2020. Decreto 53: Aprueba Reglamento de Monitoreo de Extracciones Efectivas de Aguas Superficiales.
- Ministerio del Medio Ambiente. 2014. Decreto 40: Aprueba Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

National Geographic. 2020. Un roedor descubierto a más de 6700 metros de altitud bate un récord mundial. Disponible en: <https://www.nationalgeographic.es/animales/2020/03/raton-descubierto-mas-de-6700-metros-altitud-bate-record-mundial>

Perfowell. s.f. Performación de pozos: Telemetría de pozos profundos. Disponible en: <https://perfowell.cl/telemetria-de-pozos/>

Ramsar. 2012. La capital Arqueológica de Chile San Pedro de Atacama escenario de la Novena Reunión de la Iniciativa Regional de Humedales Altoandinos. Disponible: <https://www.ramsar.org/es/nuevas/la-capital-arqueologica-de-chile-san-pedro-de-atacama-escenario-de-la-novena-reunion-de-la>

Sepúlveda Rivera, Isabel, Molina Otárola, Raúl, Delgado-Serrano, María del Mar, & Guerrero Ginel, José Emilio. 2015. AGUAS, RIEGO Y CULTIVOS: CAMBIOS Y PERMANENCIAS EN LOS AYLLUS DE SAN PEDRO DE ATACAMA. Estudios atacameños, (51), 185-206. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-10432015000200012>

Servicio de Evaluación Ambiental. 2022. Criterio de Evaluación en el SEIA: Contenidos Técnicos para la Evaluación Ambiental del Recurso Hídrico. Santiago, Chile.

Servicio de Información de Sitios RAMSAR. Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR) – Versión 2006-2008. Disponible en: <https://rsis.ramsar.org/RISapp/files/RISrep/CL876RIS.pdf>

Servicio Nacional de Geología y Minería. 2013. Guía de Constitución de Concesiones Mineras de Explotación y Exploración. Propiedad Minera.

Sociedad Nacional de Minería. 1999. Manual de Prácticas Ambientales. Exploración Minera. Santiago, Chile.

Financiado por





www.mesamultiactor.cl