



# Guía de mejores prácticas socio-ambientales para la minería de litio en humedales de la provincia de Catamarca



**Wetlands**  
INTERNATIONAL

***Guía de mejores prácticas socio-ambientales para la  
minería de litio en humedales de la provincia de  
Catamarca***

Patricia Marconi y Amelia Clark

Diciembre 2022

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>Introducción</b>	4
<b>Antecedentes</b>	4
Contexto ambiental y social del Altiplano de Catamarca	
Minería de litio en salmuera. Creciente Expansión y necesidad de mejorar las prácticas actuales	
Reseña del marco normativo minero ambiental nacional	
<b>1. Planificación ambiental estratégica y ordenamiento territorial</b>	9
<b>1.1. Planificación Ambiental estratégica</b>	9
<b>1.2. Ordenamiento Territorial</b>	10
1.2.1. Áreas Protegidas	
1.2.2. Zona de Tutela	
1.2.3. Territorios Indígenas	
1.2.4. Usos comunitarios preexistentes	
<b>2. Evaluación de Impacto Ambiental</b>	13
<b>2.1. Procedimiento de evaluación de Impacto Ambiental</b>	14
2.1.1. Autoridades de aplicación	
2.1.2. Categorización	
2.1.3. Alcance	
<b>2.2. Requisitos para presentación de proyectos</b>	19
<b>2.3. Estudios de Impacto ambiental</b>	20
2.3.1. Área de influencia directa e indirecta	
2.3.2. Líneas de base ambiental y social	
2.3.3. Identificación y valoración de servicios ecosistémicos	
2.3.4. Análisis de alternativas al proyecto	
2.3.5. Metodologías de valoración de impactos	
2.3.6. Impactos ambientales acumulativos y sinérgicos	
2.3.7. Impactos sinérgicos con el Cambio Climático	
2.3.8. Medidas de mitigación y de contingencia	
2.3.9. Plan de Gestión Ambiental y plan de monitoreo	
2.3.10. Consulta a expertos	
<b>2.4. Criterios para la revisión del IIA y toma de decisión</b>	32
2.4.1. Revisión del Estudio de Impacto Ambiental	
2.4.2. Toma de decisión	
<b>2.5. Seguimiento, control y fiscalización</b>	33
<b>2.6. Etapa de cierre de minas</b>	33
<b>3. Participación pública</b>	34
<b>3.1. Etapas del ciclo del proyecto</b>	35

3.1.1. Acceso a la información pública ambiental	
3.1.2. Consulta previa a comunidades indígenas	
3.1.3. Estándares y salvaguardas internacionales	
3.1.4. Roles y responsabilidades de proponentes y autoridades competentes	
3.1.5. Condiciones y capacidades para la participación pública efectiva	
3.1.6. Audiencia pública y consulta en la Evaluación de Impacto Ambiental	
<b>3.2. Monitoreo ambiental participativo</b>	<b>42</b>
3.2.1. Monitoreo Ambiental	
3.2.2. Monitoreo Ambiental participativo	
3.2.3. Ejes del monitoreo ambiental participativo	
<b>Bibliografía</b>	<b>46</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

- 1.1. Áreas Protegidas y proyectos mineros en el Altiplano de Catamarca
- 2.1. Etapas típicas de un procedimiento de EIA. (Fuente: Guía EIA SAyDS 2019)
- 2.2. Ciclo de proyecto y estudios ambientales asociados. (Fuente: Guía EIA SAyDS 2019)
- 2.3. Proceso de desarrollo de un proyecto minero de litio típico (Fuente: elaboración propia).
- 2.4. Área de influencia directa ambiental (AIDA) y área de influencia indirecta ambiental (AIIA) de acuerdo al IIA del proyecto Sal de Vida (a) y de acuerdo a criterios y estándares nacionales e internacionales (b).
- 2.5. Esquema de secuencia metodológica para determinar área de influencia
- 2.6. Croquis de proyectos mineros en el Salar del Hombre Muerto
- 2.7. Diagrama de implementación de la jerarquía de mitigación (Fuente: SAyDS 2019).
- 2.8. Lineamientos para la etapa de cierre de mina (Fuente: Guía de Recursos de Buenas Prácticas para el Cierre de Minas (Secretaría de Política Minera 2019).

Foto de tapa: (R) Román Baigún

## INTRODUCCIÓN

La Guía de Mejores Prácticas Socio-ambientales para la minería de litio en humedales de Catamarca es un documento técnico, que tiene como objetivo aportar lineamientos conceptuales y metodológicos específicos al proceso de evaluación de impacto ambiental y de elaboración de Informes de Impacto Ambiental (IIAs) orientada al sector minero y dentro de éste a la tipología particular de los proyectos mineros de litio en humedales. Para su elaboración se consideró tanto la bibliografía de referencia nacional e internacional referida a impactos ambientales, con especial énfasis en las guías de la Secretaría de Ambiente de la Nación (2019), como el marco normativo nacional y provincial en cuanto a ambiente y minería, la experiencia directa en el análisis y revisión de docenas de estudios de impacto ambiental de proyectos mineros de litio en Catamarca, el intercambio con funcionarios del Ministerio de Minería y de la Secretaría de Ambiente de Catamarca y con especialistas en distintas disciplinas.

Esta Guía no ofrece acciones o medidas que puedan ser aplicadas directamente, sino que se espera constituya un documento de base de discusión que aporte a la sistematización, ordenamiento y estandarización de conceptos, procesos, técnicas y metodologías aplicables a la evaluación de impacto ambiental de proyectos mineros de litio en humedales en la provincia de Catamarca.

## ANTECEDENTES

### Contexto ambiental y social del Altiplano de Catamarca

Los humedales altoandinos de Catamarca se ubican en un área de 30,000 km<sup>2</sup> en el extremo sur del Altiplano de Sudamérica a una altitud entre 3000 y 4500 m.s.n.m. y se caracteriza por una topografía accidentada con extensiones planas rodeadas de volcanes y picos nevados.

El clima regional va de semiárido a hiperárido, con fuertes vientos, elevada radiación solar y grandes amplitudes térmicas diarias. A la escasez de agua superficial, se suma un balance hídrico natural negativo, porque la evaporación anual excede las precipitaciones y las tasas de descarga de agua subterránea también exceden la recarga moderna (van Beek *et al.* 2011; Gleeson *et al.* 2012). A escala regional se han propuesto mecanismos de flujo de aguas subterráneas entre cuencas topográficas y el drenaje de aguas subterráneas almacenadas durante periodos climáticos más húmedos en el pasado para explicar los desajustes observados en el balance hídrico (Placzek *et al.* 2013; Corenthal *et al.* 2016). Existen trabajos recientes en la cuenca

Salar de Atacama en Chile, que sugieren que el área de captación efectiva puede ser mayor o menor que la cuenca topográfica (Liu *et al.* 2020), y hay evidencia que demuestra que el flujo de aguas subterráneas entre cuencas juega un papel importante en los balances hidrológicos actuales y de las aguas subterráneas premodernas (o fósiles)(100  $\geq$  10.000 años) que determinan la descarga de agua a los humedales de la cuenca (Moran *et al.* 2019a, b; Boutt *et al.* 2021). Un trabajo similar en numerosas cuencas topográficas del Altiplano de Catamarca, utilizando datos hidrogeoquímicos y de isótopos estables, muestran una fuerte conectividad, pero también una marcada desconexión entre las zonas de recarga y las de descarga y que la mayor parte del agua que se descarga en las grandes cuencas compuesta por agua fósil (por ejemplo la cuenca de Carachi Pampa) mientras que el agua moderna (de días a 10 años de antigüedad) es fundamental para mantener muchos humedales (Moran *et al.* 2019a, b). La comprensión de estos paisajes hídricos como cuencas interconectadas y el papel de las aguas subterráneas en la dinámica de las aguas superficiales es clave para abordar la sostenibilidad y la seguridad hídricas en la región, especialmente porque se prevé que los regímenes hidrológicos seguirán cambiando debido a presiones naturales y antropogénicas (Boutt *et al.* 2016; Coenthall *et al.* 2016) y el incremento de la demanda de agua tendrá efectos cruciales en su disponibilidad (Pabón-Caicedo *et al.* 2020).

Pese a ser un desierto de altura, el Altiplano presenta una extraordinaria diversidad biológica estrechamente vinculada a los humedales -lagos salinos, salares, ríos, vegas y bofedales - (Ruthsatz y Movia 1975; Prieto *et al.* 2003; Izquierdo *et al.* 2018), cuya fauna y flora exclusiva está especializada y adaptada a estas condiciones extremas (Marconi *et al.*, 2022).

Los humedales del altiplano de Catamarca tienen una composición química muy variada (Boyle *et al.* 2004) y contienen ensamblajes diversos y singulares de organismos incluyendo una rica diversidad de tapetes microbianos extremófilos, microbialitos (Cabrol *et al.* 2009; Albarracín *et al.* 2015; Farias *et al.* 2017) y estromatolitos (Fariás 2018); hongos micorrízicos arbusculares (Silvani *et al.* 2017); fitoplancton, zooplancton y microfauna (Locascio de Mitrovic *et al.* 2005; Frau *et al.* 2015) que sustentan una diversidad de aves endémicas (Caziani *et al.* 2001) y sirven de estación de parada para las aves migratorias hemisféricas (Jacobsen and Dangles 2017; Castellino y Lesterhuis 2020).

Como especies icónicas de los humedales altoandinos destacan los flamencos que se desplazan de un humedal a otro siguiendo la disponibilidad de recursos en el espacio y en el tiempo y conectando estos humedales como una red de hábitats (Marconi 2007; Marconi y Sureda 2008). Los flamencos son además un componente importante de la creciente industria del turismo a la naturaleza (Amilhat-Szary y Guyot 2009; Drum 2004; Galaz-Mandakovic Fernández 2014; Otárola 2019) y son especies emblemáticas para la conservación y el uso sustentable de las cuencas endorreicas altoandinas. La importancia de estos hábitats para tres de las seis especies que existen en el mundo, el flamenco austral, el flamenco andino y el flamenco puna,

fundamentaron la designación y/o ampliación de áreas protegidas nacionales y provinciales y de ocho humedales de importancia internacional -Ramsar- en toda su área de distribución en los Andes - Argentina, Bolivia, Chile, Perú- durante la primera década de este milenio (Marconi *et al.* 2022). Dentro de esta red de humedales destaca el sitio Ramsar Lagunas Altoandinas y Puneñas de Catamarca (SRLAPCat) designado el 2 de febrero de 2008.

La vida humana del altiplano andino también se encuentra estrechamente vinculada a los humedales. Los primeros registros de actividad humana corresponden a fines del Pleistoceno hace unos 11.000 años por parte de cazadores y recolectores (Wheeler 1991, Fernandez *et al.* 1991, Yacobaccio y Morales 2011). Entre el siglo XII y el XV el altiplano andino vivió el florecimiento de la civilización inca (Olivera *et al.* 2003). Con el establecimiento de los virreinos españoles y la colonización el altiplano de Catamarca formó parte de las principales rutas comerciales desde el Río de la Plata hasta el Alto Perú (García *et al.* 2000).

La minería en el altiplano ha estado presente a lo largo de la historia, desde pequeñas minas artesanales en los períodos incaico y colonial (Quiroga, 2019), hasta grandes inversiones nacionales y multinacionales (Raffino *et al.*, 2012; Gluzman, 2007).

Las poblaciones rurales se concentran en pequeños asentamientos cerca de las fuentes de agua dulce y se dedican principalmente a la agricultura y la ganadería; actividades comerciales destinadas a la provisión de bienes dentro del mismo departamento y empleo municipal. En Catamarca las comunidades criollas, campesinas y de pueblos originarios -kolla, atacameños, diaguitas y andiofacos entre otros- desarrollan ganadería extensiva alternando el pastoreo en distintas vegas y lagunas a lo largo del año y destaca la cría de camélidos para el aprovechamiento de la fibra. La agricultura abarca cultivos andinos tradicionales y el uso de invernaderos para la producción de verduras de hoja. (García *et al.* 2002)

Los paisajes únicos y la biodiversidad de los humedales altoandinos son promovidos por la industria del turismo de naturaleza y aventura, que ha crecido con poca regulación en la última década, proporcionando fuentes adicionales de ingresos para los residentes locales a través del desarrollo de servicios a pequeña escala, posadas, comedores y servicios de guías locales (Hernandez 2016)

En este singular paisaje natural y social se está registrando un avance acelerado de la minería de litio en humedales aplicando metodologías de alto consumo de agua dulce y salada, es decir, una megaminería de agua.

### **Minería de litio en salmuera - Creciente Expansión y necesidad de mejorar las prácticas actuales**

Más de dos tercios de los recursos mundiales de litio identificados se encuentran en el llamado "triángulo del litio" que abarca el Altiplano compartido por Argentina,

Bolivia y Chile (US Geological Survey 2017). Desde 2015 los proyectos de exploración se han incrementado en toda la región, especialmente en Argentina debido a políticas públicas favorables, incentivos financieros y yacimientos minerales de alta calidad. En Chile, el desarrollo de la minería del litio se centra en el Salar de Atacama, donde se extrae litio desde 1985. En Bolivia la exploración avanzada de litio se ubica en el Salar de Uyuni. En Argentina la minería de litio en salmuera se desarrolla en las provincias de Jujuy, Salta, Catamarca y recientemente se ha incorporado un proyecto en La Rioja.

En los áridos humedales del altiplano de Sudamérica, el litio en salmuera, el punto donde comienza el ciclo de vida de las baterías para los autos eléctricos, se extrae de humedales salinos con métodos lentos y poco eficientes, con una gran inversión y uso de recursos naturales en relación con el producto final. La viabilidad económica de la minería se basa actualmente en la externalización de los costos de los recursos hídricos. El método consiste básicamente en evaporar la salmuera en piletas donde las diferentes sales precipitan secuencialmente, recuperando el carbonato de litio de la salmuera concentrada en una planta de tratamiento al final del proceso que también requiere grandes volúmenes de agua dulce (Flexer *et al.* 2018; Sticco 2018). La minería de litio en salmuera debe enmarcarse como de gran escala o megaminería (Donadío 2009) debido a la elevada inversión económica y por tratarse de explotaciones a cielo abierto que utilizan importantes volúmenes de agua por periodos largos de tiempo y generan pasivos ambientales significativos (piletas de evaporación, pilas de sal). En relación con la extracción de agua: por cada tonelada de carbonato de litio producida se evaporan entre medio y un millón de litros de agua de salmuera y se consumen entre 80.000 y 140.000 L de agua dulce, dependiendo de la tecnología utilizada, las condiciones climáticas y meteorológicas y de la concentración natural de litio. La extracción intensiva de salmuera de las aguas subterráneas y el uso de aguas dulces superficiales y subterráneas en la minería del litio en una zona donde el agua es escasa y crítica para el funcionamiento de los ecosistemas y el mantenimiento de una biodiversidad única, de la que dependen las comunidades humanas para su subsistencia debería ser un desafío central de la minería en el marco de la sostenibilidad pretendida mediante la transición energética.

Las investigaciones tecnológicas de métodos más eficientes basados en extracción directa de litio, aún no han llegado a establecerse a escala industrial (Flexer *et al.* 2018, Liu *et al.* 2019; Pramanik *et al.* 2020; Zante *et al.* 2020; Zhao *et al.* 2020a, b). No obstante, su foco no está puesto en reducir la huella hídrica sino en aumentar la eficiencia y rapidez en la obtención de las sales de litio (Díaz Paz *et al.* 2022).

A partir de 2016, cuando se establecieron nuevos incentivos financieros para la actividad minera en Argentina (Decreto Nacional 349/2016), se establecieron en Catamarca casi inmediatamente más de una docena de proyectos de exploración de salmuera de litio, que hasta entonces solo contaba con un proyecto minero de litio en explotación desde 1998, el proyecto Fénix (Livent Corp.) en el Salar del Hombre Muerto, compartido entre las provincias de Catamarca y Salta. En la actualidad existen más de 20 proyectos mineros de litio en el altiplano de Catamarca en diferentes

etapas de desarrollo -prospección, exploración, explotación- de los cuales cuatro están ubicados dentro del SRLAPCat.

Todos los proyectos de litio utilizan piletas de evaporación en una o más etapas de la producción de carbonato de litio, alternando o no con métodos de extracción directa de litio (DLE) como el intercambio iónico y la ósmosis inversa.

Se están desarrollando otras tecnologías DLE para aplicar en algunos proyectos como el proyecto Kachi pero aún no lo han puesto en práctica. Todos los proyectos relevados tienen como objetivo la producción de sales de litio para baterías y todos aquellos que se encuentran en exploración avanzada pertenecen a empresas multinacionales o asiáticas (<https://portal.catamarca.gob.ar/ui/organismos/ministerio-de-mineriaportal>)

### **Reseña del marco normativo minero-ambiental nacional**

La República Argentina es un Estado con una organización federal de gobierno de tipo intermedia. Su Estado nacional posee las facultades que expresamente le hayan delegado los Estados Subnacionales en el texto constituyente. En materia de explotación de recursos naturales, se debe atender a dos premisas fundamentales: 1) A los Estados subnacionales (provincias) les corresponde el dominio originario de los mismos, 2) A la nación -a fin de proveer a todos los ciudadanos el derecho a gozar de un ambiente sano y equilibrado apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras-, le corresponde dictar las normas de presupuestos mínimos ambientales de protección, y a las provincias, las necesarias para complementarlas, sin que aquellas alteren las jurisdicciones locales. En este equilibrio de tensiones se desarrollan las políticas en materia de explotación de recursos naturales. A esta complejidad se le debe sumar que por expresa delegación, le corresponde al Congreso de la Nación dictar el Código de Minería, y a las provincias, su respectivo código de procedimiento (Genovese 2020).

En lo que hace a legislación nacional vinculada a ambiente y minería, destacamos el artículo 41 de la CN, Convenios Internacionales, la Ley General del Ambiente (LGA) 25675 y Leyes de Presupuestos Mínimos Ambientales Sectoriales (Acceso a la Información Pública Ambiental, Gestión de Aguas, Glaciares, etc.), Código de Minería (ley 1919/1886 y modificatorias, en particular ley 24585/1995 que introduce la Sección de Protección Ambiental al Título de Condiciones de Explotación Minera), ley 24051 de Residuos Peligrosos, entre otras (Genovese 2020). A esto se le debe sumar los distintos Acuerdos Federales Mineros.

En relación al objeto de la presente guía, cabe destacar que la República Argentina no cuenta aún con una ley de presupuestos mínimos de impacto ambiental, aunque sí existen las Guías de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) y de Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) aprobadas por resolución 337/19 y la Guía para fortalecer la

participación pública y la evaluación de los impactos sociales (SAyDS, 2019). Tampoco cuenta Argentina con una Ley de presupuestos mínimos para la conservación y el uso sustentable de los humedales.

Todo ello hace aún más necesario y urgente contar con una guía referida a la minería de litio en humedales, que aborde los aspectos ambientales con enfoque ecosistémico y de gestión integrada de cuencas hidrográficas, que contemple la creciente incertidumbre y riesgo que introduce el Cambio Climático y que en los aspectos sociales resguarde el derecho de los habitantes del altiplano a decidir sobre su futuro y en particular incorpore el consentimiento libre e informado de los pueblos originarios y lo dispuesto en el Acuerdo de Escazú.

## 1. PLANIFICACIÓN AMBIENTAL ESTRATÉGICA Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

### 1.1. Planificación Ambiental estratégica

El enfoque de planificación ambiental estratégica surge a partir de la necesidad de incorporar la dimensión ambiental a la toma de decisiones en los procesos de planificación estratégica desde etapas cada vez más tempranas en los proyectos de desarrollo. En este marco en 2019 la entonces Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de Argentina presentó la evaluación ambiental estratégica (EAE), como un instrumento de gestión destinado a la incorporación de aspectos ambientales, así como los objetivos, principios e instrumentos de la Ley General del Ambiente N° 25675, al diseño y adopción de políticas, planes y programas a escala nacional, regional o sectorial y aprobó por resolución 337/19 la Guía para una Evaluación Ambiental Estratégica (SAyDS, 2019). Solamente cinco jurisdicciones subnacionales (cuatro provincias y la Ciudad Autónoma de Buenos Aires) incorporan en alguna medida el instrumento de la EAE en su normativa provincial, esta corta lista no incluye a la provincia de Catamarca.

La EAE y la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) son herramientas complementarias de evaluación ambiental concebidas para prevenir los efectos negativos del desarrollo económico sobre los sistemas socioambientales. Ambas tienen un enfoque preventivo, que consiste en identificar y revisar las potenciales consecuencias de las decisiones antes de que sean adoptadas y ejecutadas (SAyDS 2019).

De la normativa minero-ambiental correspondiente a la provincia de Catamarca, surge que la política local en torno a la actividad minera, carece del diseño y desarrollo de un instrumento de evaluación ambiental estratégica (Genovese 2020) en el marco de un modelo de desarrollo sostenible (Constitución Nacional Art. 41, Ley General del Ambiente). Es decir, que no encontramos en Catamarca marcos estratégicos que incorporen la dimensión ambiental en el desarrollo de la minería tanto sea para proyectos futuros como nuevos enfoques para proyectos presentes.

## **1.2. Ordenamiento Territorial**

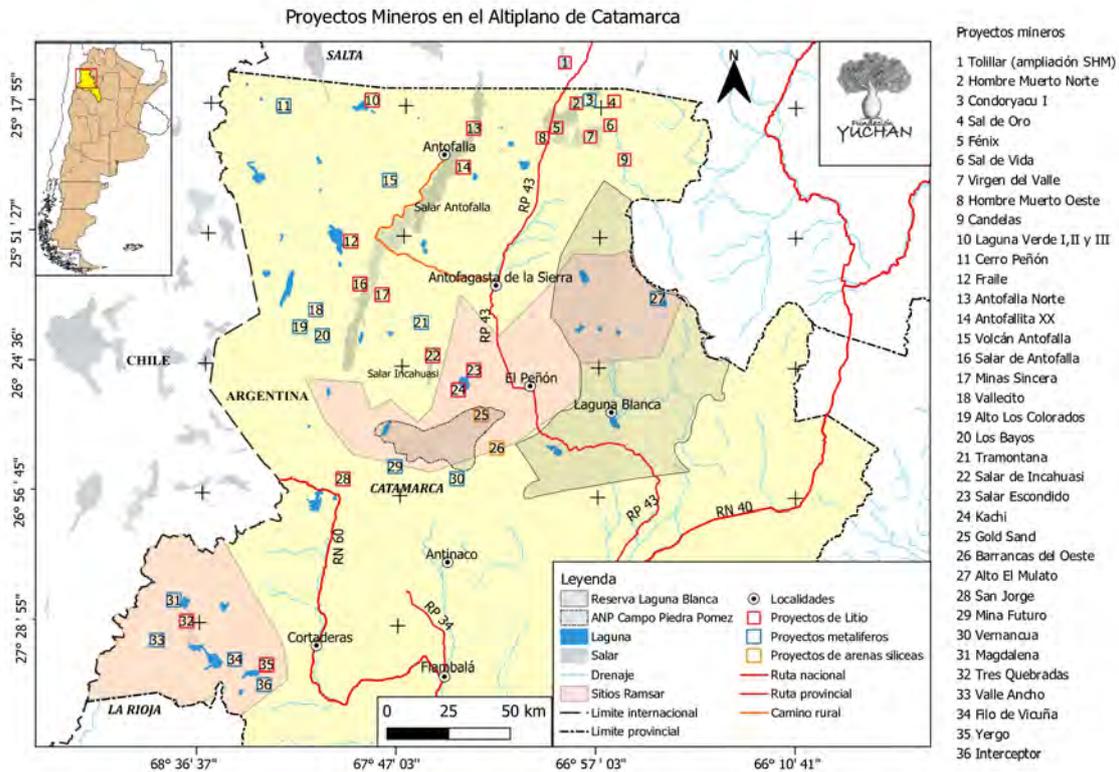
Ordenamiento territorial significa disponer con orden, de la ocupación y usos del territorio según la mayor o menor aptitud de los diferentes elementos constitutivos de este. Implica, en la práctica, orientar mediante normativas la localización de las actividades en contraposición a la distribución espontánea imperante, motorizada por las leyes del mercado (<https://www.argentina.gob.ar/produccion/segemar/peligros-geologicos/ordenamiento-territorial>)

Sobre la base de estrategias de crecimiento y desarrollo económicos definidas a priori por las diferentes instancias de Gobierno, los planes de ordenamiento territorial deben procurar: a) adaptar las actividades a las capacidades de acogida del medio físico frente a cada una de las actividades socioeconómicas, b) optimizar las interacciones entre las diversas actividades a localizar y c) tender a una utilización múltiple del territorio en el cual se garantice la superposición de actividades compatibles y complementarias en el tiempo y en el espacio.

Dentro del Altiplano de Catamarca, existen dos tipos de ordenamiento ambiental del territorio: uno resultante de la designación de áreas protegidas y el otro de la aplicación de la Ley de Aguas provincial (Decreto Ley 2577/1973) en cuanto a regulación del uso de las aguas subterráneas para evitar el agotamiento de los acuíferos de agua dulce y al establecimiento de zonas de tutela. No incluye a todas las aguas subterráneas, dado que a partir de cierto grado de salinidad, no especificada en ninguna normativa ni documento técnico, los acuíferos salinos son considerados yacimientos mineros.

### **1.2.1. Áreas Protegidas**

En el Altiplano de Catamarca se localizan cuatro áreas protegidas que corresponden a distintas figuras de conservación. Dos son internacionales, el Sitio Ramsar Lagunas Altoandinas y Puneñas de Catamarca (SRLAPCat) y la Reserva de Biósfera Laguna Blanca y dos provinciales, el Área Natural Protegida Campo de Piedra Pómez ubicada dentro del Subsitio Norte del SRLAPCat y la Reserva Provincial Laguna Blanca, cuya extensión coincide aproximadamente con la Reserva de Biósfera homónima.



**Fig. 1.1.** Áreas Protegidas y proyectos mineros en el Altiplano de Catamarca

Dentro del SRLAPCat, se registran cuatro proyectos mineros de litio (Fig. 1.1.), dos en el subsitio norte, el proyecto Salar Escondido y el proyecto Kachi, y dos en el subsitio sur, el proyecto Tres Quebradas y el proyecto Yergo. Del examen de los IIA de Salar Escondido, Kachi y Tres Quebradas, se desprende que la autoridad minera provincial enmarca la categorización y el alcance de estos proyectos como si no estuvieran dentro de un área protegida (sitio Ramsar), es decir, no aumenta los requisitos y condiciones para el IIA. Aunque se ha reconocido formalmente en algunos de los proyectos el alto valor de conservación del área en la que se localiza el emprendimiento, no se han establecido salvaguardas adecuadas ni se han desarrollado los imprescindibles análisis de sensibilidad ambiental.

Adicionalmente el SRLAPCat es uno de los 22 sitios prioritarios de la Red de Humedales de Importancia para la Conservación de Flamencos Altoandinos integrada por Argentina, Bolivia, Chile y Perú (Marconi *et al.* 2022).

### 1.2.2. Zona de Tutela

En cuanto a la zona de tutela, toda la subcuenca del Río Los Patos que integra la cuenca del Salar del Hombre Muerto está dentro de una categoría de zonificación que restringe el uso industrial de las aguas superficiales y especialmente de las subterráneas. A pesar de este estatus de cuenca protegida, el gobierno de Catamarca aprobó la extracción de agua para dos proyectos mineros de litio por un total de 390 m<sup>3</sup> /hr por la vida útil de cada proyecto que es de 20 años (Decreto Provincial OP

847/2019, Decreto Provincial 770/2020) sin exigir que las empresas realicen un estudio detallado del balance hídrico previo al inicio de la extracción.

### **1.2.3. Territorios Indígenas**

La provincia de Catamarca ha reconocido por ley 5276/09 (2009) a la Comunidad Indígena de Antofalla, el carácter de sujeto de derecho y de pueblo indígena Kolla Atacameño preexistente, abarcando el territorio de la comunidad los parajes de Antofalla, Las Quinuas, Botijuelas, Loro Huasi, Antofallita, Potrero Grande, Las Breas, Las Chacras, Aguas Dulces y Aguas Calientes, en el departamento Antofagasta de la Sierra. Además de la Comunidad Indígena de Antofalla, el Instituto Nacional de Asuntos Indígenas (INAI) registra la inscripción en la provincia de Catamarca de ocho comunidades de la Nación Diaguita. Más allá de las comunidades inscriptas, el INAI da cuenta que existen 38 comunidades de pueblos originarios en la provincia (INAI,2022).

Los pueblos originarios cuentan con un marco legal que refuerza la protección a las vulneraciones que sufren a sus derechos. El Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT,1989) sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes, establece la obligación de los estados de consultar a los pueblos interesados a través de sus instituciones representativas cada vez que se prevean medidas que puedan afectarlos directamente. Para ello, debe considerar las organizaciones propias de los pueblos, más allá de la existencia de personería jurídica y tal situación no puede obstruir el acceso al derecho a la consulta previa. Asegurar que las consultas se lleven a cabo de buena fe y con procedimientos apropiados a las circunstancias. Es decir, con mecanismos culturalmente adecuados, con acceso a la información, asegurando la comprensión de los riesgos y posibles impactos. Garantizar el derecho de los pueblos a decidir sus propias prioridades en relación al desarrollo, más allá del derecho de consulta.

La Constitución Nacional en su artículo 75 establece que el Congreso de la Nación tiene la facultad de reconocer la preexistencia étnica y cultural de los pueblos indígenas argentinos, la personería jurídica de sus comunidades y la posesión y propiedad comunitaria de las tierras que tradicionalmente ocupan, así como asegurar su participación en la gestión referida a sus recursos naturales.

Dentro del marco regulatorio nacional diversas normativas vinculadas a los recursos naturales incorporan la participación de los pueblos originarios en los procesos de toma de decisión sobre el territorio y el ambiente requiriendo el consentimiento informado de los pueblos previo al desarrollo de actividades. (SAyDS 2019 b)

### **1.2.4. Usos comunitarios preexistentes**

Las actividades productivas en el altiplano se ven determinadas por la disponibilidad del recurso agua. La ganadería extensiva trashumante requiere la alternancia entre

distintos humedales, vegas a lo largo del año para garantizar las pasturas frescas y la protección a las temperaturas extremas. Las familias que se dedican a la producción ganadera de caprinos, ovinos y camélidos se alternan en puestos en zonas altas y bajas en las temporadas estivales e invernales. El complemento fundamental de la dieta de los animales, la alfalfa, es sembrada y regada en "potreros". (García *et al.* 2002).

Los rebaños se encuentran limitados por la capacidad de brindar sustento de los humedales. El tamaño de los mismos es variable, oscilan entre 30 y 300 animales. Las llamas comprenden un 45% del ganado y el porcentaje restante lo completan cabras y ovejas. (Manzi, 2007).

La producción ganadera está destinada al aprovechamiento de la fibra textil. En las comunidades se realiza el procesamiento e hilado de parte de la producción. La producción agrícola se destina a satisfacer la demanda local, ya sea de alimento para el ganado, o para el consumo humano de cultivos andinos -papas, maíz, habas, entre otros- y cultivos en invernadero. Los cultivos se desarrollan en las márgenes de los ríos y áreas adyacentes que son irrigados de forma natural o por inundación mediante diques y canales. La economía es de subsistencia. (Manzi, 2008)

Catamarca cuenta con una de las mayores densidades de vicuña conocidas en Argentina. Las vicuñas catamarqueñas estuvieron en el Apéndice I del CITES hasta el año 2002 y actualmente se hallan en el Apéndice II, por lo que la comercialización de su fibra es posible a partir del uso sostenible y controlado del recurso por parte del estado provincia y las comunidades originarias. En la localidad de Laguna Blanca se comenzaron los operativos comunitarios de captura y esquila de vicuñas en el año 2003. Actualmente se realizan diversas esquilas anuales, en los departamentos de Belén, Antofagasta de la Sierra y Tinogasta entre los meses de octubre y diciembre. La Secretaría de Medio Ambiente ha informado que en la campaña de chakus 2021 en territorio catamarqueño, este rendimiento en un nuevo récord para Catamarca, ya que el máximo obtenido fue de 1.966,581 kg. (Dirección Provincial de Biodiversidad y Áreas Naturales Protegidas, 2021).

## 2. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Para esta Guía de Mejores Prácticas Socio-ambientales para la minería de litio en humedales de Catamarca adoptamos las definiciones de la Guía EAE aprobada por resolución 337/19 (SAyDS, 2019).

**Impacto ambiental:** se define como toda modificación significativa, positiva o negativa, producida sobre el ambiente y la calidad de vida de la población como consecuencia del desarrollo de obras o actividades.

**Impacto ambiental y riesgo:** El riesgo se define como la probabilidad de ocurrencia de un efecto adverso, por lo tanto, está determinado por la probabilidad de ocurrencia

del efecto y la consecuencia del mismo. Los riesgos pueden ser naturales o antrópicos. A diferencia de los riesgos, se parte del supuesto de que los impactos tendrán una probabilidad de ocurrencia del 100 por ciento, a corto, mediano o largo plazo, con una extensión temporal acotada o extendida, según el caso.

La **evaluación de impacto ambiental (EIA)** es el proceso que permite identificar, predecir, evaluar y mitigar los potenciales impactos que un proyecto de obra o actividad puede causar al ambiente, en el corto, mediano y largo plazo, previo a la toma de decisión sobre su ejecución (SAyDS, 2019). Se trata de un procedimiento técnico-administrativo de carácter preventivo, que permite una toma de decisión informada por parte de la autoridad ambiental competente respecto de la viabilidad ambiental de un proyecto y su gestión ambiental.

El **estudio de impacto ambiental (EsIA)** es el documento técnico central del procedimiento que presenta el proponente del proyecto, sea público o privado, a la autoridad ambiental. Contiene la identificación del proponente, la descripción de proyecto, el diagnóstico o línea de base ambiental, el marco legal de cumplimiento, el resultado del análisis de alternativas, la identificación y valoración de los potenciales impactos ambientales que el proyecto puede causar en todas sus etapas, así como las medidas de mitigación para abordarlos que se estructuran en el Plan de Gestión Ambiental (SAyDS, 2019).

## **2.1. Procedimiento de evaluación de Impacto Ambiental**

En la figura 2.1 se presentan de manera genérica y esquemática las distintas etapas del procedimiento de EIA (SAyDS, 2019) elaborada en base a estándares nacionales e internacionales, que puede variar de acuerdo a lo previsto en cada marco normativo y/o al tipo de actividad considerada. Algunas etapas son de competencia exclusiva de la autoridad aplicación, y otras están a cargo del proponente, lo que no excluye la intervención recíproca y continua de ambos, así como de otros actores implicados, en diversas fases del proceso.

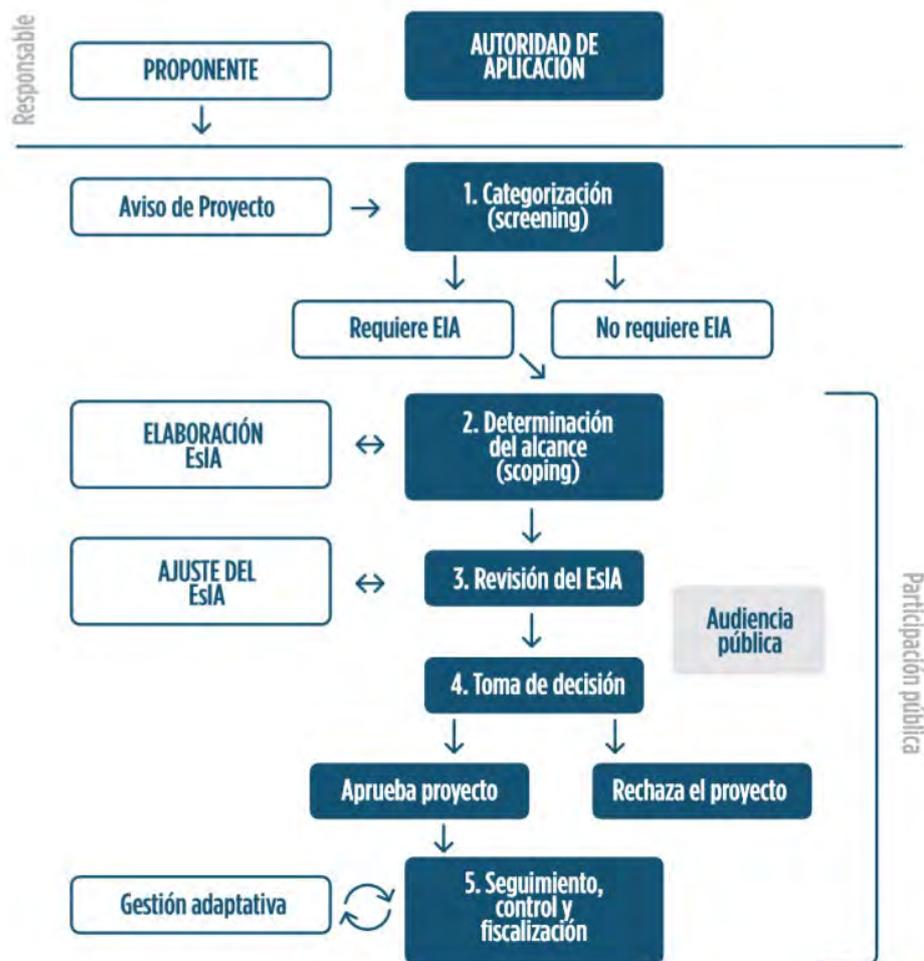


Fig. 2.1. Etapas típicas de un procedimiento de EIA. (Fuente: Guía EIA SAyDS 2019).

Partiendo de la base del esquema de la Fig. 2.1. analizaremos cada elemento del diagrama en relación al proceso actual de evaluación de los proyectos mineros en general y los de minería de litio en salmuera en particular.

### 2.1.1. Autoridades de aplicación

En cuanto a la **autoridad ambiental de aplicación del procedimiento de EIA**, en el caso de la provincia de Catamarca, por intermedio del Decreto 1318/1997, el ejecutivo provincial instituye a la Secretaría de Estado de Minería (SEM), actualmente Ministerio de Minería y su Unidad de Gestión Provincial Ambiental (UGPA), ahora Dirección Provincial de Gestión Ambiental Minera, como la autoridad de aplicación con competencia para la sección "De la Protección Ambiental para la Actividad Minera" (Genovese, 2020). A partir de diciembre de 2020 el nuevo Código de Procedimientos Mineros de la provincia de Catamarca Ley 5.682/20 establece en su artículo 9° que corresponderá a la repartición encargada de la Gestión Ambiental Minera, la supervisión medioambiental en el marco de la Ley Nacional N° 24.585 de protección

ambiental para la actividad minera y de las leyes provinciales respectivas, siendo responsable de la tramitación de las declaraciones de impacto ambiental, garantizando la participación transversal de los organismos técnicos con competencia en la materia. Sin embargo, la consulta y dictámenes obligatorios por parte de otros organismos competentes en la materia, previos a la emisión de la DIA, no cuenta aún con reglamentación detallada, lo cual otorga al Ministerio de Minería un poder superior respecto de otras agencias del ejecutivo. Este cuadro se completa con la circunstancia que a falta de leyes emanadas del poder legislativo local, tanto general como sectorial, el procedimiento de evaluación de impactos ambientales mineros se circunscribe a las previsiones del Código Nacional de Minería, el Decreto Provincial 13187/1997, y a un intrincado y complejo sistema normativo desarrollado por resoluciones y disposiciones de la entonces SEM, y actualmente del Ministerio de Minería, lo cual dota al sistema una cuestionable parcialidad e inseguridad jurídica (Genovese, 2020).

### **2.1.2. Categorización**

Es la etapa inicial que permite a la autoridad de aplicación determinar si un proyecto debe estar o no sujeto a un procedimiento de EIA. En algunos casos comprende la determinación del tipo de procedimiento o del tipo de EsIA a realizar (de mayor o menor complejidad). La categorización se realiza en base al tipo de proyecto y sus datos básicos (dimensiones, tecnología, ubicación, etc.). Según la jurisdicción, la determinación se lleva a cabo en función de un listado de proyectos previsto en la normativa, fórmulas polinómicas o, en algunos casos, considerando sitios o condiciones sensibles definidos en la normativa. El análisis preliminar que realiza la autoridad de aplicación está relacionado con la potencial presencia de impactos ambientales significativos (SAyDS, 2019).

### **2.1.3. Alcance (*scoping*)**

Permite determinar los términos de referencia o especificaciones técnicas para la realización del EsIA. Según el caso, puede estar establecido en términos generales en la normativa, en guías o manuales específicos, o definirse ad hoc para cada caso. La determinación del alcance de los estudios ambientales requiere la consideración de los potenciales impactos que, a priori, pueda generar el proyecto. Es clave para la calidad del EsIA y la eficiencia y efectividad de la evaluación. Permite enfocar los estudios a realizar hacia los temas más importantes a considerar en la toma de decisiones, evitando la producción de informes excesivamente largos y de información no relevante para el análisis de los impactos. A su vez, el establecimiento de términos de referencia es de gran utilidad para orientar el proceso de revisión del EsIA. En algunos países se prevé el relevamiento de actores clave y la realización de instancias tempranas de participación pública, aspecto que favorece el enfoque del estudio y otorga más transparencia al procedimiento (UNEP, 2018).

	1	2	3	4
Etapas del Proyecto	Idea de proyecto	Proyecto básico	Proyecto definitivo	Construcción
Estudios ambientales	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluación de alternativas (ubicación, tipologías de obra).</li> <li>Diagnóstico ambiental preliminar.</li> <li>Análisis legal preliminar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudios antecedentes para el EsIA, definición de especificaciones técnicas para el EsIA.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudios de Impacto Ambiental.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plan de Gestión Ambiental de la etapa de Construcción.</li> </ul>
Rol autoridades ambientales	<ul style="list-style-type: none"> <li>Screening</li> <li>Scoping</li> <li>Viabilidad Ambiental preliminar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Scoping</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Licenciamiento Ambiental.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fiscalización del cumplimiento del PGA</li> <li>Renovación de la Licencia Ambiental</li> </ul> <p>Organismo sectorial: control del cumplimiento de la Licencia y PGA</p>

	3	4	5	6
	Proyecto definitivo	Construcción	Operación y mantenimiento	Cierre
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudios de Impacto Ambiental.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plan de Gestión Ambiental de la etapa de Construcción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plan de Gestión Ambiental de la etapa de Operación y Mantenimiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plan de Gestión Ambiental del Cierre o Restauración.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Licenciamiento Ambiental.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fiscalización del cumplimiento del PGA</li> <li>Renovación de la Licencia Ambiental</li> </ul> <p>Organismo sectorial: control del cumplimiento de la Licencia y PGA</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fiscalización del cumplimiento del PGA</li> </ul> <p>Organismo sectorial: control del cumplimiento de la Licencia y PGA</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fiscalización del cumplimiento del PGA</li> </ul> <p>Organismo sectorial: control del cumplimiento de la Licencia y PGA</p>

Fig. 2.2. Ciclo de proyecto y estudios ambientales asociados. (Fuente: Guía EIA SAYDS 2019).

En el caso de la minería en general y de los proyectos mineros de litio en particular, tanto la **categorización** como el **alcance** no están sujetos a análisis técnico de acuerdo a los datos básicos del proyecto, tamaño, ubicación geográfica, la consideración de potenciales impactos o la presencia de interesados o afectados, sino que son establecidos a priori por la Ley 24.585 y el decreto provincial 1318/97. Estas normas solamente discriminan por etapa en el ciclo de desarrollo de un proyecto minero, es decir, prospección, exploración y explotación. La ley 24.585 no incorpora ninguna previsión ambiental para la cuarta etapa, o sea la de cierre de mina, tampoco existe mención de requisitos para la etapa de funcionamiento. El Anexo Normativa y

Presupuestos mínimos del decreto 1318/97 se limita a presentar índices de contenidos por etapa considerada - prospección, exploración y explotación -. Siguiendo la denominación impuesta por la Ley 24.585 el estudio de impacto ambiental -EIA- se denomina Informe de Impacto Ambiental -IIA- por lo que así será mencionado en adelante.

Como consecuencia directa de la aplicación de un marco normativo exclusivamente minero (Ley 24.585) no articulado con la normativa ambiental vigente (IGF 2020) y tampoco ajustado al conocimiento científico actual, la autoridad minera considera que todo proyecto en fase de exploración tiene un bajo impacto ambiental porque se remite a las actividades propias de esa etapa y no a las que caracterizarán a la explotación del yacimiento durante un período no menor a 20 años, y basándose en esta categorización, establece el alcance para el correspondiente IIA del proyecto requiriendo un nivel de información y de análisis que es insuficiente para la identificación, evaluación y prevención de impactos ambientales (Marconi *et al.* 2022).

En la Fig. 2.3. se esquematizan las cuatro etapas de desarrollo de un proyecto minero - prospección, exploración, explotación y cierre- reconocidas de acuerdo a la normativa minero -ambiental nacional y provincial ya mencionada, y los requisitos, actores y acciones por etapa, tal y como se aplican actualmente en la provincia de Catamarca.

# Proceso de desarrollo de un proyecto minero



Fig. 2.3. Proceso de desarrollo de un proyecto minero típico (Fuente: elaboración propia).

Estas cuatro etapas definidas a partir del nivel de IIAs requeridos, no coinciden exactamente con las etapas del ciclo de proyecto minero desde el punto de vista industrial, ya que prospección, fase exploratoria inicial, fase de exploración avanzada o etapa de evaluación y evaluación económica previa se consideran parte de la primera **etapa de prospección/exploración** (Secretaría de Política Minera 2019). La segunda etapa es de **planificación, estudios de factibilidad e ingeniería conceptual**. Le sigue la **etapa de explotación** que incluye dos fases, construcción y puesta en marcha y por último la **etapa de cese de actividades** que comprende fase de cierre y post-cierre.

## 2.2. Requisitos para presentación de Informes de Impacto Ambiental (IIA) de proyectos mineros de litio en humedales

Para la **etapa de prospección** el Decreto 1318/1997 exige una enumeración de datos básicos del proyecto como titularidad del pedimento minero, ubicación geográfica, actividades de prospección a desarrollar y riesgos ambientales de las mismas. Si bien, las actividades de prospección, tales como toma de muestras superficiales, estudios de sísmica, etc. suelen ser de bajo impacto ambiental, la aprobación y desarrollo de

esta etapa permite determinar la viabilidad inicial del proyecto extractivo y en caso de ser positiva avanzar a la etapa siguiente de exploración. Es por ello que en esta etapa debe analizarse fundamentalmente la ubicación del proyecto en relación al ordenamiento ambiental vigente y a la planificación ambiental estratégica si la hubiera y dar aviso al público. Esta etapa se asimila a la etapa de idea de proyecto de la guía EIA (Fig. 2.2).

A partir de la **etapa de exploración** (Fig. 2.3), la autoridad minera requiere de la presentación del IIA correspondiente, que es evaluado por la autoridad de aplicación y aprobado mediante una Declaración de Impacto Ambiental (DIA) que otorga la licencia ambiental para continuar con la siguiente etapa. Se requiere de la presentación de IIAs de actualización cada dos años en la medida que se prolongue la etapa de exploración. Antes de la elaboración del IIA de explotación se requiere la presentación del Estudio de línea de base ambiental y social. En esta instancia el proyecto desde el punto de vista industrial se encuentra en fase de exploración avanzada, esto implica que ya se han realizado los pozos de exploración y pozos piloto de extracción, campamento piloto, piletas de evaporación y planta de procesamiento piloto y las obras viales necesarias, es decir que el proyecto ya está funcionando a escala piloto y se ha efectuado una inversión económica significativa. Sin embargo, para iniciar esta etapa de exploración que en su última fase es ya una explotación piloto la autoridad minera, siguiendo los criterios de explotación minera metalífera a cielo abierto, solamente requiere de una breve descripción de impactos ambientales (Decreto 1318/97), no un estudio de impacto ambiental. En cuanto a la línea de base ambiental y social imprescindible para la adecuada identificación y valoración de impactos ambientales, recién la indica antes de presentar el IIA de explotación.

Para que la herramienta de evaluación de impacto ambiental tenga realmente un carácter preventivo, es indispensable que el IIA de exploración tenga la misma categorización y alcance que el IIA de explotación. Solamente en esta situación alcanzaría los estándares nacionales señalados en la Guía EIA (SDyDS 2019 a)

Los requisitos para la **etapa de explotación** (Fig.2.3) coinciden con los indicados en la etapa 3 -proyecto definitivo (Fig. 2.2) de la Guía EIA.

## 2.3. Estudios de Impacto ambiental

### 2.3.1. Área de influencia directa e indirecta del proyecto

El área operativa (AO), es el área que ocupa el proyecto, y las áreas de influencia del mismo, por razones prácticas se subdividen en área de influencia directa (AID) y área de influencia indirecta (AII). Esto permite que se relacionen con impactos directos e indirectos del proyecto, respectivamente. El AO es la zona donde se localizan la mayor parte de la infraestructura necesaria para el desarrollo del proyecto – pozos de extracción, piletas de evaporación, campamento, planta de procesamiento, área de disposición de sales de cosecha-.

En el caso de la minería de litio en salmuera por tratarse de una megaminería de agua, con períodos de operación que van de 20 a 40 años de duración, la autoridad de aplicación deberá establecer criterios de manejo integrado de cuencas y criterios ecosistémicos para la delimitación de las AID y AII ambientales que luego el proponente aplicará con la debida justificación técnica, en el marco del IIA.

Es importante no confundir área de estudio con área de influencia. Este último término designa al área geográfica que puede sufrir las consecuencias directas o indirectas de la obra o actividad; por lo tanto, solamente podrá terminar de ser definida después de concluido el estudio, siendo uno de los principales resultados del IIA (SAyDS 2019).

Área de influencia directa ambiental (AIDA): es la máxima área envolvente del proyecto y sus instalaciones asociadas, dentro de la cual se pueden predecir con una razonable y fundamentada confianza y exactitud los impactos ambientales directos sobre los receptores sensibles identificados en el área de estudio.

Área de influencia indirecta (AIIA): es el área dentro de la cual se prevén impactos indirectos vinculados a impactos directos del proyecto, y cuyos efectos se podrían superponer o acumular con efectos ambientales de otros proyectos pasados, presentes o futuros.

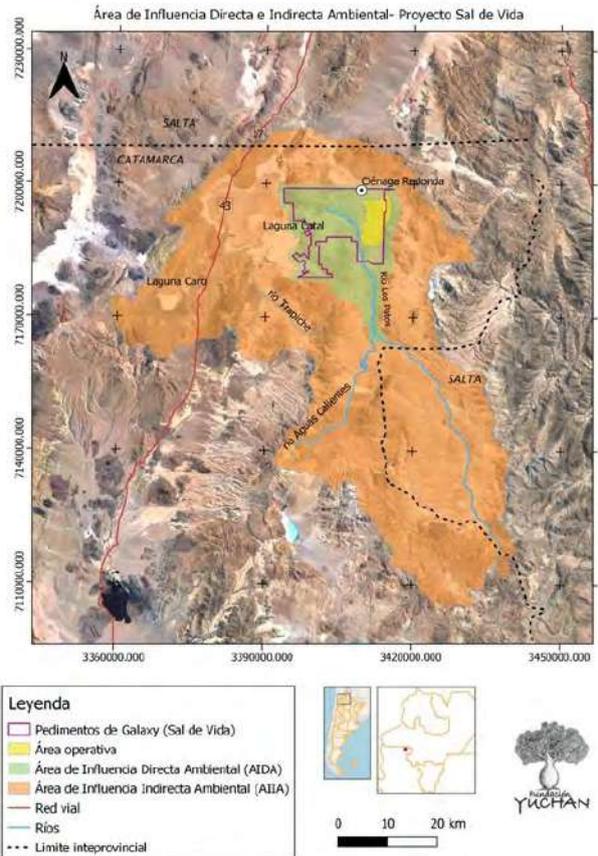
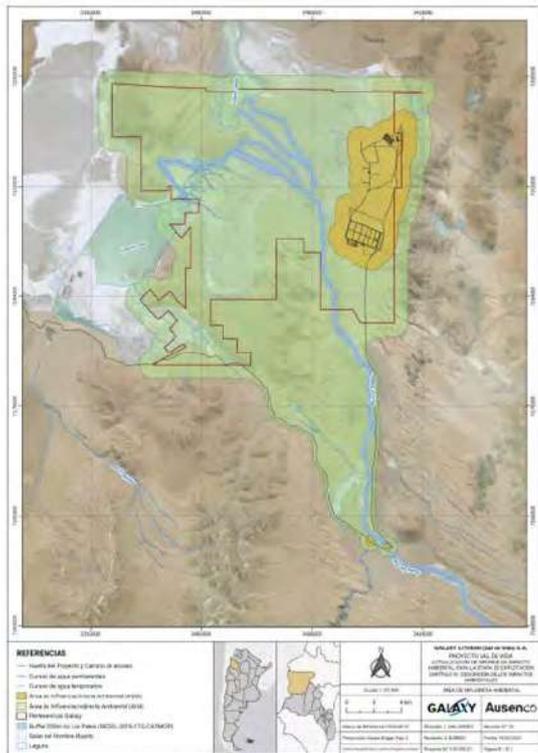
De la revisión de numerosos IIAs aparece un error generalizado que consiste en asimilar el AIDA al AO sin ninguna justificación técnica o científica (Marconi *et al.* 2022). Al subestimar el AIDA del proyecto se subestiman los impactos ambientales de manera cualitativa y cuantitativa y se ignora la dinámica y el funcionamiento de los sistemas naturales.

Tomaremos como ejemplo la delimitación del AO, AIDA y AIIA del proyecto Sal de Vida en la Cuenca del Salar del Hombre Muerto.

El IIA del proyecto Sal de Vida indica que el AO del proyecto (<https://portal.catamarca.gob.ar/ui/paginas/participacion-ciudadana-254>), donde se instalan el campamento, la planta de procesamiento, los pozos de extracción y las piscinas de evaporación -54km<sup>2</sup>- coincide con el AIDA y un área externa a ésta es el AIIA (Fig. 2.4.a) sin aportar ninguna justificación al respecto. Sólo por la intensidad de extracción de salmuera y agua dulce - 3,5 millones de m<sup>3</sup> por año de salmuera y 1,14 millones de m<sup>3</sup> año de agua dulce para producir 10.000 ton/año de carbonato de litio - y la escala temporal -40 años-, y sus implicancias hidrológicas e hidrogeológicas que se mencionaron en el apartado de contexto ambiental y social, el AIDA debe ser igual o mayor que aquella área identificada como AIIA en el IIA -544 km<sup>2</sup>-, y el AIIA del proyecto debe abarcar como mínimo toda la cuenca del Salar del Hombre Muerto - río Los Patos -4316 km<sup>2</sup> (Fig. 2.4.b), quedando sujeto a los resultados de estudios hidrogeológicos de conectividad subterránea entre cuencas, la fundamentación para incorporar a la AIIA el área de otras cuencas que presenten indicios de conectividad con la cuenca de Hombre Muerto.

Esta subestimación en la delimitación de las AIDA y AIIA implica una grave subestimación en la identificación y valoración de los impactos ambientales e invalida toda la IIA de explotación del proyecto Sal de Vida. En particular, subestima el impacto sobre los procesos hidrológicos e hidrogeológicos, el impacto sobre la biodiversidad y especialmente sobre hábitats críticos como las vegas, bofedales y otros ecosistemas ribereños. En resumen, el proyecto Sal de Vida implica una escala de intervención y de impactos ambientales mucho mayores que los reconocidos en el IIA.

GALAXY



(a)

(b)

**Fig.2.4.** Área de influencia directa ambiental (AIDA) y área de influencia indirecta ambiental (AIIA) de acuerdo al IIA del proyecto Sal de Vida (a) y de acuerdo a criterios y estándares nacionales e internacionales (b).

El mismo sesgo de subestimación de áreas de influencia se registra en todos los IIAs de los proyectos mineros revisados (Marconi et al 2022). En este sentido, es importante destacar que la determinación del AIDA y AIIA es un proceso iterativo y progresivo resultado de una secuencia metodológica (Fig. 2.5)

<b>Paso 1</b>	Descripción general del proyecto
<b>Paso 2</b>	Descripción básica de los primeros elementos del medio receptor
<b>Paso 3</b>	Identificación preliminar de impactos
<b>Paso 4</b>	Determinación del área de estudio
<b>Paso 5</b>	Descripción detallada del proyecto
<b>Paso 6</b>	Línea de base o diagnóstico ambiental
<b>Paso 7</b>	Valoración y evaluación de impactos
<b>Paso 8</b>	Definición del AID y AI

**Fig. 2.5.** Esquema de secuencia metodológica para determinar área de influencia

En el caso del componente socioeconómico la determinación del área de estudio se compone de la población potencialmente afectada por los impactos del proyecto. Esto incluye tanto comunidades locales como aquellas que serán potencialmente afectadas de modo indirecto (positiva o negativamente), entendiéndose que la población “está conectada por medio de un vasto conjunto de vínculos y redes”. (SAyDS,2019) En el análisis de los impactos socioeconómicos el área de influencia incorpora las localidades de origen de los potenciales empleados a contratar por la empresa a lo largo de todo el desarrollo del proyecto, abarcando el departamento completo en el cual se desarrolla la actividad.

### 2.3.2. Líneas de base ambiental y social

En cuanto a la elaboración de la línea de base ambiental esta Guía de Mejores Prácticas ambientales y sociales para la minería de litio en humedales del Altiplano de Catamarca recomienda incorporar los lineamientos claramente explicitados en la Guía EIA (SAyDS 2019). Si bien se espera como meta una sólida caracterización del área de estudio, el objetivo no es generar conocimiento enciclopédico de todos los componentes, sino un enfoque dirigido (Sánchez, 2013) sobre aquellos elementos que serán necesarios para la evaluación de los impactos y la implementación de las medidas de mitigación. Alcanzar este objetivo solo será posible con una adecuada planificación.

Dado que la minería de litio en humedales es una megaminería de agua y que por lo tanto los impactos ambientales estarán particularmente concentrados en los sistemas hídricos debe ponerse particular énfasis en los estudios de línea de base hidrogeológica. Las líneas de base hidrogeológicas de los 4 proyectos que recientemente han presentado IIAs para etapa de explotación son incompletas (CONHIDRO 2021) y simplistas (B. Moran com pers. 2021).

Tomaremos como ejemplo la ampliación de explotación del proyecto Fénix (Livent Corp.) en el Salar del Hombre Muerto y la fase de explotación del proyecto Tres Quebradas (LIEX-Zijin) dentro del subsitio sur del SRLAPCat (<https://portal.catamarca.gob.ar/ui/paginas/participacion-ciudadana-254>)

El proyecto Fénix demanda el consumo de grandes volúmenes de agua dulce subterránea (650 m<sup>3</sup>/hr durante 20 años), lo que requiere de la instalación de seis estaciones de bombeo y una tubería de 30 km (EC & Asociados 2018). Su modelo hidrológico parte de la base de que el único escenario posible es que el bombeo de agua no afecte al equilibrio hidrológico del río Los Patos, uno de los principales afluentes del Salar del Hombre Muerto. En otras palabras, que no se producirá infiltración significativa del río al acuífero y que no disminuirá la infiltración del acuífero al salar y que la evapotranspiración y la calidad del agua permanecerán constantes. Los volúmenes de agua utilizados no especifican unidades de tiempo (por ejemplo, horas, días). El IIA afirma que los volúmenes de extracción de agua serán del 10%, pero no especifica cómo se han realizado estos cálculos y si contemplan las fluctuaciones estacionales o interanuales en la recarga de las aguas subterráneas, o el impacto que la extracción puede tener en las propiedades físicas y químicas del río.

En el proyecto Tres Quebradas se aprobó el bombeo de agua del acuífero del Río Abaucán (<https://portal.catamarca.gob.ar/ui/paginas/participacion-ciudadana-254>) para abastecer a la planta de procesamiento industrial de carbonato de litio en la localidad de Fiambalá, sin brindar información sobre el volumen de agua a extraer, los volúmenes de agua en el acuífero, el origen de las aguas subterráneas (modernas o premodernas), la relación de éstas con las aguas superficiales del río, y sin modelos predictivos del comportamiento hidrogeológico, las afirmaciones de bajo impacto contenidas en el IIA son especulativas.

Estos pocos ejemplos, sumados a la desecación permanente e irreversible de la vega del río Trapiche como consecuencia de represar y desviar sus aguas a la planta de procesamiento del proyecto Fénix (FMC-Minera del Altiplano S.A. 2000; CONHIDRO 2002), muestran que los IIAs no están cumpliendo su cometido como herramienta preventiva y correctiva de impactos ambientales.

Para mejorar estas prácticas en relación a todas las disciplinas que deben integrar una línea de base ambiental se propone realizar y presentar los estudios de línea de base ambiental antes de la elaboración y presentación del IIA correspondiente a la etapa de exploración como recomienda la Guía EIA (Fig. 2.1) y no después como sucede actualmente (Fig.2.3). Respecto de los aspectos hidrogeológicos y de balance hídrico se recomienda aplicar de manera integral y desde la etapa de prospección en adelante la Resolución 449/2020 Guía para la Gestión Integral y Aprovechamiento Sustentable de Salmueras (Ministerio de Minería de Catamarca 2020).

Las líneas de base deben incluir e inventariar el patrimonio arqueológico e histórico o de valor cultural de las AIDA y AIIA con el propósito de detectar posibles impactos y en caso de que estos se desarrollen producto de la ejecución del proyecto, incorporar las acciones de mitigación correspondientes.

La línea de base social que se incorpora en los IIA se encuentra orientada a responder acerca de los potenciales impactos socioeconómicos. (Art 13 Disp 74/10). La caracterización del área en la que se desarrollará el proyecto incorpora las

poblaciones cercanas, se describen aquellas dentro del departamento en el que se desarrolla el proyecto y algunas características demográficas sobresalientes así como la matriz institucional de las poblaciones. Esta aproximación a las comunidades y su caracterización incorpora el objetivo de identificación de actores sociales con miras a las instancias posteriores de presentación del proyecto y de participación ciudadana. Las poblaciones a estudiar se determinan a partir de los indicadores del proyecto y sobre una población objetivo definida.

El análisis de la línea de base social y económica se constituye con datos de fuentes secundarias de información generalmente documentos públicos originados por organismos gubernamentales y encuestas, predominando métodos y enfoques cuantitativos. Se recomienda siguiendo la Guía de EIA (2019a) la incorporación de metodologías cualitativas para la descripción de los intereses y modos de vida de los pobladores.

### **2.3.3. Identificación y valoración de servicios ecosistémicos**

En términos generales, los servicios ecosistémicos (SE) son definidos como aquellos beneficios que las personas obtienen directa o indirectamente de los ecosistemas (Ecosistemas del Milenio 2005). Los SE que ofrecen los humedales de la Puna pueden ser clasificados y descritos (IPBES) en 4 grandes tipos: servicios de aprovisionamiento, de regulación, de soporte y culturales.

Los servicios de aprovisionamiento representan aquellos bienes que son obtenidos directamente del ecosistema. En el Altiplano se identifica principalmente el abastecimiento de agua dulce (Mittermeier *et al.* 1998; WWF 2006; Coronel *et al.* 2007) y la provisión de forraje para el ganado (Gandarillas *et al.* 2016).

Los servicios de regulación son consecuencia de la generación de procesos ecosistémicos, en tanto que los de soporte son servicios indirectos que sustentan los demás tipos de servicios posibles. Entre los servicios de regulación que proveen los humedales de altura destaca el secuestro de carbono orgánico en suelo. Otros servicios de importancia son la regulación del clima local (Petrone *et al.* 2008; Rolando *et al.* 2017) y la recarga de acuíferos y el mantenimiento de la calidad del agua (Squeo *et al.* 2006; Valois *et al.* 2020). En el secuestro de carbono orgánico es crucial el papel de los humedales (Brevik & Homburg 2004; Turunen *et al.* 2002; Zhao *et al.* 2002; Xue *et al.* 2021; Nahlik & Ffennessy 2016). Para el Altiplano de Sudamérica se cuenta con muy pocos estudios cuantitativos, sin embargo, una publicación reciente (Chiappero *et al.* 2021) analizó el secuestro de carbono en dos humedales, Laguna Negra y Laguna Tres Quebradas dentro de la cuenca del Salar de Tres Quebradas en Catamarca, reportando valores máximos de 281 Mg C/ha que son consistentes con los registrados por Hendricks *et al.* (2020) -> 300 Mg C/ha- en marismas de Europa.

El escaso conocimiento científico en cuanto al aporte de los ecosistemas del Altiplano, en especial los humedales, en el secuestro de carbono y la información incipiente que sugiere un papel relevante, señalan estos estudios como prioritarios en el marco de la

descarbonización y la mitigación del cambio climático. Por ello, y por la enorme incidencia ya señalada de la minería de litio en los sistemas hídricos, se recomienda incluir estudios de identificación y valoración de los servicios ambientales, especialmente los vinculados al agua y al secuestro de carbono en las líneas de base ambiental y en la identificación de impactos ambientales de los IIAs de proyectos mineros.

#### **2.3.4. Análisis de alternativas al proyecto**

El objetivo de este acápite dentro de un IIA es presentar las alternativas que fueron consideradas para el proyecto en las etapas preliminares: alternativas de ubicación, diseño, materiales, funcionamiento, entre otras, justificando la metodología, los criterios de selección y los ajustes realizados al proyecto como consecuencia de la evaluación ambiental realizada.

En el caso de la minería de litio en humedales, muy pocos IIAs revisados incluyen análisis de alternativas y en esos casos sólo de algunos aspectos puntuales del proyecto. Por ejemplo, el análisis de alternativas de la fuente de captación de agua dulce para procesamiento en la ampliación del proyecto Fénix, donde a requerimiento de la autoridad de aplicación se consideraron distintas fuentes pero finalmente se autorizó la extracción de agua del río Los Patos que había sido la elección inicial del proponente. Otro ejemplo es la ubicación relativa de las piletas de evaporación del proyecto Sal de Vida, donde se analizaron alternativas considerando criterios ambientales y económicos pero finalmente se dio mayor peso a los económicos. Sin embargo, no se han encontrado IIAs donde se comparen alternativas tecnológicas en cuanto a los métodos de extracción, y es preocupante que hasta el presente de los 4 proyectos aprobados tres sean exclusivamente evaporíticos con los altos costos ambientales ya mencionados y uno sea una combinación de evaporítico con extracción directa que implica un exorbitante uso de agua dulce.

El análisis de alternativas en cuanto a metodologías de extracción que reduzcan la huella hídrica de la minería del litio en humedales (Arias Alvarado *et al* 2022; Díaz Paz *et al.* 2022) es un aspecto clave para lograr que la actividad sea responsable y se modifique el paradigma de externalización de los costos ambientales que caracteriza al sector minero (Rayén Quiroga Martínez 2001).

#### **2.3.5. Análisis de impactos ambientales**

En el análisis de impactos ambientales recomendamos la aplicación del marco conceptual y metodológico desarrollado en la Guía EIA (SAyDS 2019 a). De las tres etapas que caracterizan al análisis -identificación, valoración o dimensionamiento y evaluación de los impactos ambientales del proyecto nos detendremos en las dos últimas, dado que dentro la revisión de IIAs efectuada son las que presentan una mayor cantidad de aspectos a mejorar.

## Metodologías de valoración de impactos

La valoración puede ser cualitativa o cuantitativa. Demanda un conocimiento profundo de las relaciones ecológicas, procesos físicos e interacciones sociales; y resulta de la aplicación sistemática y dirigida de métodos y técnicas científicas. En los proyectos mineros considerados la valoración de impactos ambientales debe ser cualitativa y cuantitativa por la enorme envergadura de las intervenciones.

Para la valoración de impactos pueden aplicarse muy diversos métodos:

- Modelos predictivos, matemáticos o de simulación
- Comparación o extrapolación
- Técnicas analíticas o de laboratorio
- Análisis económico
- Consulta a expertos
- Indicadores
- Sistemas de Información Geográfica
- Entrevistas y encuestas

La evaluación de impactos implica asignar una magnitud y ponderar los impactos, no sólo en base a la experiencia profesional, sino mediante la adopción de principios éticos o criterios que parten de una mirada subjetiva. Los criterios de apreciación de la significatividad adoptados que motivan la clasificación de cada impacto de acuerdo a su respectivo grado de importancia, deben quedar explícitos en el IIA.

Para la evaluación de impactos los métodos que pueden aplicarse son:

- Matrices complejas o ponderadas
- Integración
- Sistemas de Información Geográfica
- Consulta a expertos
- Entrevistas y encuestas

En todos los IIAs analizados sólo hemos registrado para ambas etapas - valoración y evaluación- el uso del vetusto y limitado método de matrices de Conesa Fernandez Vítora (1997). En las matrices generadas, los impactos ambientales suelen tomar valores apenas ligeramente negativos, producto de subestimar efectos a largo plazo, ignorar el enfoque ecosistémico y de manejo integrado de cuencas y considerar áreas de influencia directa e indirecta ostensiblemente menores que las áreas reales. En el paso siguiente estos valores de impactos ambientales, se promedian con los impactos sociales que se valoran arbitraria y subjetivamente de forma positiva -"todos los habitantes locales desean ser empleados de la empresa minera". Las puntuaciones finales combinadas de los impactos son ligeramente negativas, irrelevantes o excesivamente positivas, sin justificación objetiva alguna.

Para ambas etapas consideradas -valoración y evaluación- recomendamos fuertemente el uso de sistemas de información geográfica y en especial para los

aspectos hidrogeológicos la aplicación de modelos predictivos, matemáticos o de simulación comparando distintos escenarios de extracción (CONHIDRO 2021)

### **2.3.6. Impactos ambientales acumulativos y sinérgicos**

Los impactos acumulativos son los que resultan de los efectos sucesivos, incrementales y/o combinados de una actividad o proyecto cuando se suman a los efectos de otras existentes o previstas (IFC 2013; Minerals Council of Australia 2015; SAyDS 2019 a). Los impactos acumulativos son contextuales y comprenden un amplio espectro de impactos a diferentes escalas espaciales y temporales.

La autoridad minera no requiere en Catamarca la realización de estudios de impacto ambiental acumulativo en la dimensión temporal (los proyectos de litio tienen de 20 a 40 años de duración) ni en la dimensión espacial (otras actividades o proyectos mineros que se ejecutan en la misma cuenca). La única referencia normativa que hemos encontrado respecto de impactos ambientales acumulativos en relación a minería de litio en humedales es el Protocolo de Buenas Prácticas para la Exploración y Producción de litio en salares de Jujuy, Salta y Catamarca (COFEMIN 2019) suscrito por los gobiernos de las tres provincias mencionadas y la Secretaría de Política Minera de la Nación. El Protocolo recomienda la realización de este tipo de estudios considerando el principio de unidad de cuenca, incluyendo la evaluación de la salmuera y el agua dulce a lo largo del desarrollo de cada proyecto minero y en el caso de que exista más de una empresa operando en un salar requerirles el Estudio de Impacto Ambiental y Social Acumulativo por cuenca al conjunto de empresas. Este Protocolo contiene lineamientos básicos adecuados para desarrollar la correspondiente reglamentación para la provincia de Catamarca. A ello se debería adicionar los estudios de antigüedad de aguas subterráneas y conectividad entre cuencas (Corenthal *et al* 2016; Moran *et al* 2021).

En el Altiplano de Catamarca existen al menos tres cuencas endorreicas donde se localiza más de un proyecto minero de litio, ellas son el Salar del Hombre Muerto, el Salar de Antofalla y la cuenca de Carachi Pampa. En el Salar del Hombre Muerto se registran actualmente ocho proyectos mineros de litio en diferentes etapas de desarrollo (Fig. 2.6.), todos ellos utilizan o utilizarán el mismo recurso de salmuera y dos de ellos ya cuentan con autorización de uso del mismo recurso de agua dulce para el procesamiento del mineral. Pero dado que no se les exige a las empresas considerar los impactos acumulativos, en los cinco IIAs revisados - tres para explotación (proyectos Fénix, Sal de Vida y Sal de Oro) y dos en etapa de exploración (proyectos Virgen del Valle y Candelas), ninguno de ellos identifica impactos acumulativos por el uso del mismo recurso en la misma cuenca. Los proyectos más recientes sí se refieren a la existencia de otros proyectos en la cuenca para demostrar la alta productividad y calidad de las reservas de litio. Del mismo modo, los impactos acumulativos no son considerados en las Medidas de Mitigación ni en los Planes de Manejo y Contingencia de ninguno de los IIA revisados (Marconi *et al* 2022).

El caso más notable en cuanto a la ausencia total de Estudios de Impacto Ambiental Acumulativo es la extracción de agua dulce del Río Los Patos (zona de tutela) (Código de Aguas Catamarca), para el procesamiento de salmuera concentrada de litio que, como se mencionó anteriormente, se aprobó para dos proyectos (Fénix y Sal de Vida) por un total de 3.416.000 m<sup>3</sup> /año. Esto representa 15,6 veces el volumen de agua consumida para uso doméstico en la localidad de Antofagasta de la Sierra, situada en una cuenca adyacente.

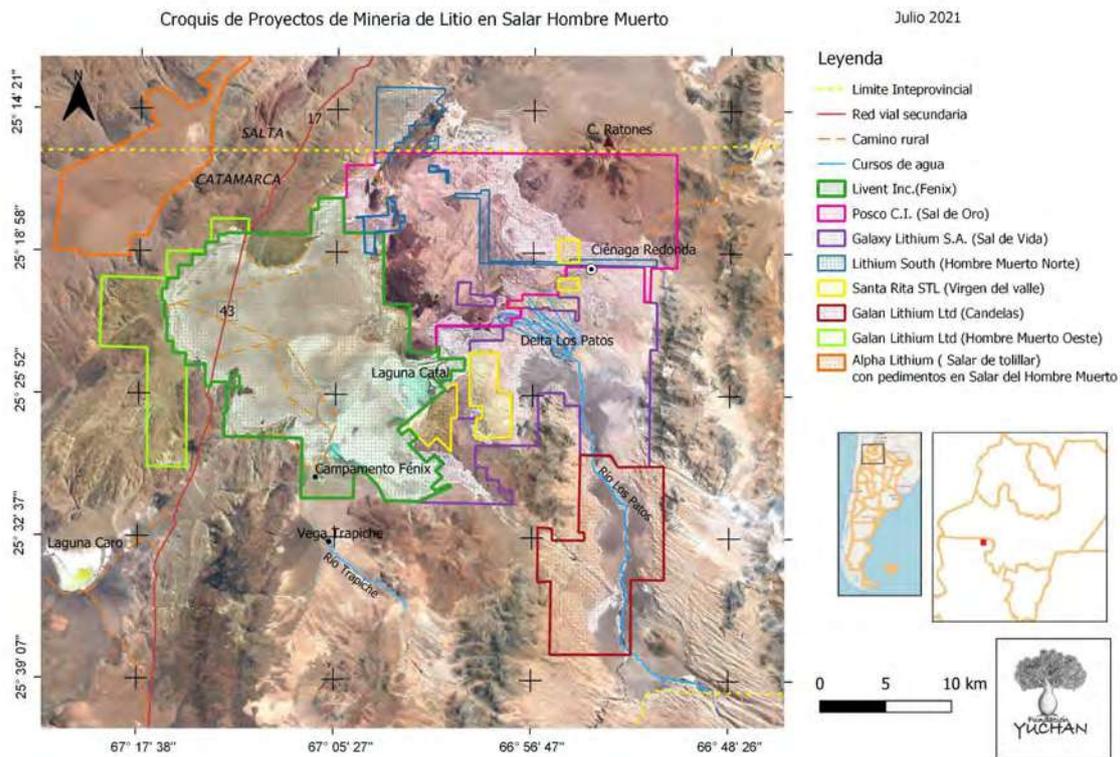


Fig. 2.6. Croquis de proyectos mineros en el Salar del Hombre Muerto

En la cuenca de Carachi Pampa, ubicada dentro del Subsitio Sur del Sitio Ramsar Lagunas Altoandinas y Puneñas de Catamarca, los IIAs de los dos proyectos revisados - Proyecto Kachi (Lake Resources) y Proyecto Salar Escondido (NRG Metals Inc.) tampoco incluyen estudio de impactos ambientales acumulativos, requisito que resulta aún más relevante porque ambos proyectos se localizan dentro de un área protegida.

Con respecto a la metodología para la evaluación de impactos ambientales acumulativos, el IFC (2013) indica que la práctica para la Evaluación y Gestión de Impactos Acumulativos (EGIA) está en evolución y aún no existe una única práctica aceptada globalmente. Sin embargo, lo importante es que durante el proceso de identificación de los impactos y riesgos ambientales y sociales, los promotores/operadores deben: (a) reconocer que sus acciones, actividades y proyectos —sus emprendimientos— pueden contribuir a producir impactos acumulativos en componentes ambientales y sociales valorados ( Valued Environmental and Social Components -VEC-) sobre los que otros emprendimientos existentes o futuros también podrían tener efectos negativos, y (b) en la medida de lo

posible, eviten y/o minimicen su contribución a estos impactos acumulativos. Asimismo se debe entender que dichos emprendimientos podrían estar en riesgo, si los efectos acumulativos afectan de forma significativa aquellos servicios ecosistémicos sobre los cuales la viabilidad de su proyecto depende. Del ejemplo del Salar del Hombre Muerto surge nítidamente que el componente agua -salmuera y agua dulce- es un VEC a considerar en las evaluaciones de impactos ambientales acumulativos.

### **2.3.7. Impactos sinérgicos con el Cambio Climático**

Los lineamientos y protocolos relativos a la evaluación del desempeño de la actividad minera respecto del Cambio Climático suelen enfocarse en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, inversiones previstas o reales en la acción climática (p. ej., investigación y desarrollo, mejora del desempeño energético, proyectos de energía limpia) que den lugar a mejoras mensurables en la mitigación o adaptación al cambio climático, fijación de precios del carbono que se utilizan al desarrollar estrategias o evaluar y tomar decisiones sobre los proyectos, entre otros (Mining Association of Canada 2021).

Considerando que una de las principales estrategias de acción climática es la descarbonización y que para lograrla se plantea una transición energética basada en el uso de energías renovables que requieren de dispositivos de almacenaje -baterías- y el litio es un componente esencial de las baterías, especialmente de los autos eléctricos, siguiendo un razonamiento lineal, la minería de litio resultaría la solución perfecta al cambio climático. Lamentablemente, esto no es tan lineal porque como mencionamos en distintos acápite a lo largo de esta guía, las actuales tecnologías de extracción hacen de la minería de litio en salmuera una megaminería de agua, y el agua es un recurso escaso a nivel mundial y muy en especial en el desierto altiplánico.

En ese sentido, un estudio reciente realizado en 14 cuencas endorreicas del Altiplano de Catamarca (Frau *et al.* 2021) muestra que a) las temperaturas medias desde 1985 han aumentado considerablemente en toda la región, b) las 14 cuencas consideradas han registrado un aumento de la temperatura de al menos 0,45°C, c) las cuencas del este y el norte de la zona de estudio han experimentado un aumento de entre 0,55 y 0,65 °C, con el mayor incremento observado en Salar de Archibarca y Laguna Caro, d) las precipitaciones han disminuido en general en todas las áreas de humedales, con las menores disminuciones observadas en la región noreste, de entre 9 y 12% y las mayores entre 14 y 22% y e) muchos de los humedales muestran una disminución sustancial de la cubierta vegetal, desde el -10% hasta el -31%. Esta tendencia a condiciones de mayor desertificación, razonablemente atribuible a los efectos del cambio climático, resultará exacerbada por la actividad minera de litio con los métodos actualmente aplicados y que ya se está desarrollando en distintas etapas en 12 de las 14 cuencas relevadas.

Identificamos entonces como impactos sinérgicos al Cambio Climático todo cambio vinculado a la disponibilidad de agua -dulce o salada- o alteraciones en la tasa de evaporación natural que pueda ser potenciado por la actividad minera de litio y recomendamos que estos estudios sean incorporados como requisito en la elaboración de los IIA. El objetivo no es que el IIA evalúe los efectos del cambio climático, que puede hacerse de muchas formas y todas requieren de modelos predictivos de escenarios futuros. Lo que sí debe incluir el IIA es la evaluación de las perturbaciones causadas por la ejecución del proyecto y cómo pueden interactuar o incluso tener un efecto sinérgico con los efectos del cambio climático.

### 2.3.8. Medidas de mitigación y de contingencia

Para el abordaje de las medidas de mitigación seguimos el modelo conceptual de planificación temprana de la mitigación de impactos (SAyDS 2019 a), conocido como principio de jerarquía de mitigación (Fig. 2.7)

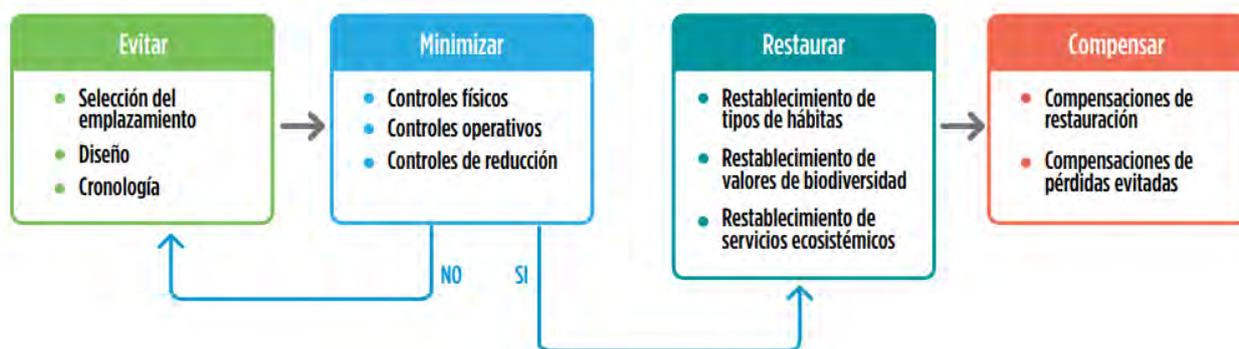


Fig. 2.7. Diagrama de implementación de la jerarquía de mitigación (Fuente: SAyDS 2019)

En orden a **Evitar y Minimizar**, es esencial realizar un adecuado análisis de alternativas del proyecto en el que prevalezcan criterios socio-ambientales y no económicos. En particular, en la minería de litio en humedales, priorizar aquellas metodologías que impliquen una menor huella hídrica y menor disturbio del funcionamiento de los sistemas hídricos naturales (destino de las aguas residuales). Evitar y minimizar son componentes preventivos de la jerarquía de mitigación.

Todo impacto debe ser minimizado, ante la imposibilidad de controlar el impacto mediante estas dos primeras estrategias se aplican las medidas de **rectificar, rehabilitar y compensar**.

La compensación no consiste en el resarcimiento pecuniario sino en medidas concretas y medibles de conservación de atributos y funciones ecológicas. Las medidas compensatorias no son válidas para todos los impactos negativos residuales, por ejemplo, no son apropiadas para la pérdida de servicios ecosistémicos vitales como el agua (SAyDS 2019 a).

En los IIAs revisados se observa la confusión entre el concepto de medidas de mitigación y **medidas de contingencia**. Las medidas de contingencia se aplican a las situaciones de emergencia generadas en las etapas de construcción, operación y cierre. El plan de contingencias y emergencias implica el análisis de riesgos y los procedimientos y medidas destinados a prevenir, atender o controlar los efectos que pueda producir un siniestro (SAyDS 2019 a). Generalmente, en los IIAs revisados se incluye como plan de mitigación el plan de contingencias y emergencias y el verdadero plan de mitigación está ausente.

### 2.3.9. Plan de Gestión Ambiental y plan de monitoreo

En cuanto al Plan de Gestión Ambiental (PGA), consideramos que los lineamientos propuestos en la Guía EIA (SAyDS 2019) son totalmente aplicables a los proyectos mineros de litio en humedales destacando que el alcance territorial del PGA es el área de influencia directa e indirecta y no solamente el área operativa, y el alcance temporal abarca todo el ciclo del proyecto, incluyendo la fase de post-cierre (Secretaría de Política Minera 2019).

Los aspectos de Plan de Monitoreo se desarrollarán en la sección 3.2.

### 2.3.10. Consulta a expertos

La consulta a expertos debe estar presente en todo el proceso de EIA, desde la idea de proyecto (en el caso minero la prospección), pasando por la etapa de construcción de la línea de base ambiental y social, de identificación y valoración de impactos, la evaluación de impactos propiamente dicha y en la formulación de medidas de mitigación y planes de monitoreo (SAyDS 2019 a).

Las modalidades más frecuentes de consulta a expertos son las encuestas, entrevistas y talleres, todas ellas en modalidades virtuales o presenciales.

## 2.4. Criterios para la revisión del IIA y toma de decisión

La etapa de revisión del IIA nos remite a la Fig. 2.1 y a las autoridades responsables del análisis y el otorgamiento de la licencia ambiental. En el caso de la minería en general y de los proyectos de litio en particular, como mencionamos más arriba el nuevo Código de Procedimientos Mineros de la provincia de Catamarca Ley 5.682/20 establece que corresponderá a la repartición encargada de la Gestión Ambiental Minera, la supervisión medioambiental en el marco de la Ley Nacional N° 24.585 de protección ambiental para la actividad minera y de las leyes provinciales respectivas, siendo responsable de la tramitación de las declaraciones de impacto ambiental, **garantizando la participación transversal de los organismos técnicos con competencia en la materia**. Esto revela el reconocimiento por parte del gobierno provincial de la necesidad de incorporar la intervención de diversos organismos especializados que

aporten los fundamentos técnicos y científicos que la complejidad ambiental y la tipología de estos proyectos demandan. El paso inmediato siguiente deberá ser la reglamentación de estas intervenciones.

Respecto de los criterios a considerar en la revisión de IIAs se recomienda incorporar aquellos desarrollados en la Guía EIA (SAyDS 2019 a) así como las fuentes oficiales de consulta de información para Argentina.

## **2.5. Seguimiento, control y fiscalización**

En este acápite nos referimos específicamente al seguimiento, control y fiscalización de lo concerniente a impactos socio-ambientales. No consideramos aquí las infracciones relativas a la operación minera (Res. SEM 119/2010; Res. SEM 998/14). La autoridad minera prevé que todo proyecto minero en etapa de exploración o explotación debe presentar un IIA cada 2 años y solicitar la correspondiente renovación de la licencia ambiental. Estos IIAs de actualización deberán cumplimentar todos los requisitos señalados en esta Guía, teniendo en cuenta los criterios de flexibilidad, manejo adaptativo y planificación estratégica incorporados en el Plan de Gestión.

## **2.6. Etapa de cierre de minas**

El Código de Minería (Ley 1919/1886 y sus modificatorias) solamente hace una pequeña previsión en su artículo 249 en materia de cierre de minas, y mediante los artículos 251, 253 y 262 establece la obligación de presentar un informe de impacto ambiental que incluya algunos aspectos y medidas ambientales que guardan relación con dicha etapa. Es decir que no regula integralmente la etapa de cierre de minas (Secretaría de Política Minera 2019). Según esta fuente oficial, en la actualidad, existe consenso, aún en ausencia de regulación específica, de que el cierre de una mina debe ser realizado de forma planificada a lo largo del ciclo del proyecto minero, considerando aspectos ambientales, sociales, culturales y económicos, entre otros, promoviendo además la amplia participación de los grupos de interés involucrados.

1. El cierre de minas es un proceso complejo que debe considerar de forma integral y transdisciplinaria los aspectos ambientales, sociales y financieros.	5. Una política de cierre de minas debe ser flexible y adaptable a las distintas escalas de producción y condiciones del entorno.
2. Es fundamental la planificación temprana del cierre desde la concepción misma de un proyecto.	6. La planificación debe incluir actividades de cierre progresivas durante la operación.
3. La planificación y ejecución del cierre deben incluir mecanismos de participación.	7. Un enfoque basado en riesgos permite abordar los temas ambientales y sociales clave con vistas a los objetivos de cierre.
4. La minería hace un uso temporario de la tierra y requiere una adecuada gobernanza que contemple los posibles usos posteriores.	8. El plan de cierre es un documento vivo que debe crecer junto con el desarrollo de la operación, desde el plan conceptual al inicio del proyecto hasta un plan detallado antes del fin de la operación.

**Fig. 2.8.** Lineamientos para la etapa de cierre de mina (Fuente: Guía de Recursos de Buenas Prácticas para el Cierre de Minas (Secretaría de Política Minera 2019))

Para esta Guía se propone aplicar a la provincia de Catamarca los lineamientos (Fig. 2.8.) incluidos en la Guía de Recursos de Buenas Prácticas para el Cierre de Minas (Secretaría de Política Minera 2019).

### 3. PARTICIPACIÓN PÚBLICA

La participación pública aspira a convertirse en un proceso de intercambio de doble vía de comunicación, un diálogo en que las autoridades ambientales lleguen a mejores decisiones con el aporte de los ciudadanos. El diálogo es un instrumento privilegiado del Estado porque se funda en tres características centrales: la igualdad, el reconocimiento y el ejercicio democrático. El intercambio de posiciones es una de las dimensiones constitutivas de la organización de la esfera pública. La posibilidad de resolución de las diferencias de forma negociada implica la construcción de una paz que no es simplemente la ausencia de violencia o enfrentamiento (Galtung 2010).

Consideramos como principios rectores de la participación pública aquellos contenidos en el Acuerdo Regional sobre el Acceso a la Información, la Participación Pública y el Acceso a la Justicia en Asuntos Ambientales en América Latina y el Caribe, conocido como "Acuerdo de Escazú" entró en vigor el 22 de abril de 2021. Su objetivo es brindar a la ciudadanía herramientas para participar de las decisiones que se toman, proteger el ambiente y a las personas que lo defienden. Busca garantizar la implementación plena y efectiva de los derechos de acceso a la información, la creación y el fortalecimiento de las capacidades y la cooperación. Consagra principios tales como igualdad y no discriminación, transparencia y rendición de cuentas, no regresión y progresividad, buena fe y principio pro-persona.

El acceso a la información se aborda desde la transparencia pasiva como activa y bajo el principio de máxima publicidad. Los países contarán con uno o más sistemas de

información ambiental actualizados y alentarán evaluaciones independientes de desempeño ambiental. Asimismo, se deberá garantizar en caso de amenaza inminente a la salud pública o al ambiente, que la autoridad divulgue en forma inmediata y efectiva toda la información relevante. Los países también tendrán uno o más mecanismos de revisión independientes para promover la transparencia, fiscalizar, vigilar y garantizar este derecho de acceso.

El Acuerdo establece que la participación pública tendrá lugar en los procesos de toma de decisiones ambientales y sus revisiones de manera abierta e inclusiva. El involucramiento de actores será en proyectos pero también en políticas, planes, programas, normas y reglamentos. Establece estándares mínimos relativos a información, plazos, medios, consideración de los aportes, fundamentación y publicidad de las decisiones, haciendo énfasis en la proactividad de los Estados. Esta proactividad implica promover la participación en etapas iniciales, establecer condiciones propicias para que la participación se adecue a las características del público y realizar esfuerzos por identificar al público directamente afectado por proyectos y actividades. En coherencia con las disposiciones sobre no discriminación e igualdad, es transversal el foco puesto en las personas y grupos en situación de vulnerabilidad así como el apoyo y reconocimiento a quienes promueven la protección del ambiente. En específico, Escazú contempla la protección de los defensores de derechos humanos en asuntos ambientales estableciendo que se garantizará un entorno seguro y propicio; se tomarán medidas adecuadas y efectivas para reconocer, proteger y promover sus derechos y se tomarán medidas oportunas y efectivas para prevenir, investigar y sancionar ataques, amenazas e intimidaciones (Nalegach Romero, 2019).

En la normativa de la Provincia de Catamarca, la Resolución 330/2016 de la entonces Secretaría de Minería establece como formas de participación ciudadana: Fiscalización y monitoreos ambientales comunitarios participativos, consulta pública, mesas de diálogo, formación de inspectores ambientales de monitoreo de agua, capacitaciones y talleres participativos y campañas de divulgación, aclarando que se podrán instrumentar otras modalidades si la autoridad de aplicación lo considerase pertinente.

A partir del año 2021 la Disposición de Lineamientos para la ejecución de la participación ciudadana: Consulta y Audiencia Pública designa a la Dirección Provincial de Gestión Ambiental Minera como responsable del diseño y la ejecución de la Participación Ciudadana. Esta disposición regula y operacionaliza las estrategias de consulta de IIAs, charla informativa y audiencia pública pero no incluye el resto de las estrategias listadas en la Resolución 330/16.

### **3.1. Etapas del ciclo del proyecto**

La guía EIA (SAyDS, 2019a) establece que la participación pública es una herramienta fundamental en el proceso de análisis de impactos ambientales desarrollándose de manera transversal desde las primeras etapas del proyecto. La aplicación de estrategias de participación pública en las etapas de prospección, exploración y

diseño del proyecto minero permite la detección de actores sociales relevantes y la construcción de canales de comunicación con organizaciones y comunidades locales que luego estarán involucradas en las etapas de consulta y audiencia pública.

La participación constituye un derecho de toda persona y comunidad, reconocido por los tratados internacionales y por la normativa nacional. La Ley General del Ambiente determina la audiencia o la consulta pública como obligaciones de la autoridad competente. Sin embargo es una buena práctica descrita por diversos organismos internacionales - ONU, PNUD, BID- incorporar el diálogo y socialización del proyecto con los interesados y actores sociales desde el momento de su formulación.

En la Provincia de Catamarca la normativa indica que se desarrollarán procesos de consulta y audiencia pública a partir de las etapas de exploración, explotación y cierre de mina y en las instancias de actualización de la DIA. Hasta la fecha se han realizado procesos de consulta y audiencia pública de proyectos que ingresaban en su etapa de explotación o que se encontraban ya en explotación y buscaban ampliar la actividad del proyecto.

La participación ciudadana en la etapa de exploración permitirá, cuando sea implementada, el reconocimiento a las comunidades locales de incidir en los procesos de planificación de los proyectos y prevenir las vivencias de alienación respecto del propio territorio, que se derivan de convivir con el proyecto en desarrollo durante períodos de tiempo prolongados sin que existan vías oficiales de diálogo. Se destaca como crucial el término "previo" que acompaña a las consultas y audiencias y que refiere al reconocimiento y respeto de comunidades y organizaciones involucradas en el territorio. El desarrollo de actividades por parte de las empresas, construcción de campamento, consolidación de caminos, establecimiento de perímetros con construcción de cercas y actividades de exploración, sin presentación y consulta a la comunidad transmite el claro mensaje que las decisiones ya se han tomado y ha sido sin incorporar la opinión de la sociedad civil.

### **3.1.1. Acceso a la información pública ambiental**

La Ley N.º 25831 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental sobre Libre Acceso a la Información Pública Ambiental, establece que el Estado debe garantizar el derecho de acceso a la información que se encuentre en su poder, tanto en el ámbito nacional, provincial, municipal, como así también de entes autárquicos y empresas prestadoras de servicios públicos, que se encuentre relacionada con el ambiente y los recursos naturales o culturales y el desarrollo sustentable. En especial la información vinculada al estado del ambiente o alguno de sus componentes naturales o culturales, incluidas sus interacciones recíprocas, como también las actividades y obras que los afecten o puedan afectarlos significativamente. En tanto la Ley N.º 27275 sobre Acceso a la Información Pública, amplía los derechos estableciendo principios relevantes como el de transparencia y máxima divulgación, apertura, no discriminación, facilitación e *In dubio pro petitor* por el que todas las solicitudes de información deben plantearse siempre en favor de la mayor vigencia y alcance del derecho a la información. Es decir garantizando la accesibilidad a los documentos y la

transparencia como principios de trabajo para el estado en todos sus niveles y dependencias.

La Disposición Lineamientos para la ejecución de la participación ciudadana (Ministerio de Minería de Catamarca, 2021) establece la disponibilidad del Informe de Impacto Ambiental en los Centros de Control Minero del área de influencia directa e indirecta del proyecto, durante treinta días corridos previos a la fecha designada para la realización de la audiencia pública. Además en aquellas comunidades que integran el área de influencia directa se llevará la copia del Informe de Impacto Ambiental.

Una vez iniciado el proceso de consulta pública se da a conocer un documento síntesis del proyecto y de sus impactos ambientales en términos asequibles. La elaboración del documento síntesis debe ser provisto la empresa. Sin embargo, en el marco de buenas prácticas de participación pública, este documento debe ser elaborado por la autoridad competente Ministerio de Minería con la participación de referentes de las comunidades locales para garantizar la accesibilidad cultural y simbólica al documento.

### **3.1.2. Consulta previa a comunidades indígenas**

Siguiendo la Declaración de la ONU sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas (2007) éstos determinan libremente su condición política y persiguen libremente su desarrollo económico, social y cultural a través de la autonomía y el autogobierno en las cuestiones relacionadas con sus asuntos internos y locales y deben disponer de medios para financiar sus funciones autónomas.

La Constitución Nacional establece en su art. 75 que se reconoce la preexistencia étnica y cultural de los pueblos indígenas argentinos y que debe asegurarse su participación en la gestión referida a sus recursos naturales y a los demás intereses que los afecten. La participación de los pueblos indígenas en relación a actividades o proyectos que los puedan afectar está contemplada en un conjunto de normas y jurisprudencia. El Estado tiene la obligación de implementar la consulta previa, como un proceso de diálogo de buena fe, con los pueblos indígenas cada vez que se prevean medidas legislativas o administrativas que puedan afectarles (art. 6. Convenio OIT). La Ley N.º 23302, sobre política indígena y apoyo a las comunidades aborígenes sostiene que se fomenta la plena participación de los pueblos originarios en el proceso de desarrollo socioeconómico y cultural de la Nación, siendo el Instituto Nacional de Asuntos Indígenas (INAI), su autoridad de aplicación. El INAI se encuentra trabajando en la reglamentación de la Ley N.º 24.071 que aprueba el el Convenio 169 de la OIT y regularía las características que deberían cumplir las instancias de participación para estas comunidades.

La consulta previa es un derecho fundamental de los pueblos indígenas y es central para dar transparencia a todas aquellas decisiones administrativas que puedan afectar directamente a algún pueblo. La autoridad ambiental que evalúe un determinado proyecto o una determinada política, plan o programa, debe realizar la consulta al INAI o al organismo competente en la jurisdicción, respecto de la existencia de pueblos

indígenas en el área del proyecto y articular interinstitucionalmente para garantizar la plena participación de los pueblos involucrados. (SAyDS, 2019b)

El proceso de consulta se debe consensuar siguiendo una metodología que permita la comprensión de la cultura, tradiciones, territorio y normas comunitarias, operacionalizando de esta manera el respeto a los derechos indígenas. Los tiempos y etapas del proceso deben garantizar la participación activa de la comunidad y la sucesión de situaciones de intercambio con distintos objetivos, en el principio para el diseño del proceso en cuestión, seguidas por etapas informativas, de presentación de informes, de deliberación o discusión, de definición de posturas y decisión y por último de seguimiento y control. (Kachi Yupi, 2015)

En base a estos estándares y recomendaciones debemos considerar que las reuniones orientadas exclusivamente a brindar información sobre el proyecto minero o procesos diseñados exclusivamente desde la autoridad de aplicación sin participación de las comunidades en su instancia de planificación no responden al espíritu de la normativa nacional e internacional. Por ello recomendamos la elaboración de los cronogramas de charlas informativas y audiencia pública en coordinación con las comunidades de pueblos originarios y con el INAI. (SAyDS, 2019b)

### **3.1.3. Estándares y salvaguardas internacionales**

Los organismos internacionales de financiamiento tienen entre sus objetivos mejorar la sostenibilidad ambiental y social de sus operaciones de inversión en proyectos que se desarrollen en el marco de la legislación del país del solicitante, cumpliendo a la vez con estándares y mejores prácticas reconocidos internacionalmente, a través de salvaguardas o estándares ambientales y sociales (SAyDS, 2019a).

Las salvaguardas son políticas operacionales de los organismos de financiamiento internacional creadas para evitar, reducir, mitigar o compensar los impactos ambientales y sociales generados por los proyectos que son financiados. En 2018 el Banco Mundial elaboró un nuevo Marco Ambiental y Social basándose en la estructura de los estándares de la Corporación Financiera Internacional (IFC), a partir de la recopilación de la experiencia previa del organismo con las salvaguardas. El documento promueve espacios de participación que permiten incluir las miradas de los actores interesados a partir de una gestión integrada de aspectos ambientales y sociales (Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento/Banco Mundial, 2017).

En relación a los proyectos mineros de litio estas salvaguardas muestran un alcance limitado ya que estos organismos internacionales muestran una desequilibrada tendencia a la valoración de la dimensión económica de los proyectos por sobre la ambiental y la social. Una evidencia de ello fue la aprobación del préstamo solicitado al Banco Mundial por la empresa minera Allkem para el proyecto Sal de Vida (<https://litio.com.ar/litio-sal-de-vida-consiguen-prestamo-de-200-millones-de-dolares-del-banco-mundial-para-desarrollar-proyecto-de-litio-en-catamarca/>), pese a las serias deficiencias en su evaluación de impacto ambiental y al rechazo de una comunidad originaria directamente afectada por el proyecto

[http://www.redeco.com.ar/nacional/ambiente/37622-no-al-financiamiento-del-proyecto-minero-%E2%80%9Csal-de-vida%E2%80%9D-en-argentina\)](http://www.redeco.com.ar/nacional/ambiente/37622-no-al-financiamiento-del-proyecto-minero-%E2%80%9Csal-de-vida%E2%80%9D-en-argentina)

### 3.1.4. Roles y responsabilidades de proponentes y autoridades competentes

La distribución de responsabilidades y capacidades en el proceso de participación pública por parte de los actores intervinientes puede resultar en la construcción de la equidad necesaria para el diálogo abierto y transparente. Para que se alcance el efecto democratizador que permita que los participantes puedan transmitir sus preocupaciones e intereses deben respetarse las atribuciones y deberes de cada una de las partes.

En un proceso de participación pública podemos encontrar al proponente, la autoridad convocante, el organismo coordinador y los actores sociales.

El proponente es la empresa a cargo del proyecto, en general se trata de un actor del sector privado que será el responsable de presentar el IIA a la autoridad de aplicación. Una vez presentado para la obtención de la DIA la autoridad de aplicación deberá velar que el proyecto cuente con la licencia social de las comunidades y actores relevantes afectados. Para fortalecer los niveles y alcances de la participación, es recomendable que el proponente del proyecto prevea otras instancias participativas, como la consulta a actores clave o talleres participativos en las primeras etapas del proyecto, de prospección y diseño.

La autoridad convocante es el área a cargo de las decisiones relativas al objeto de la audiencia pública. El área de implementación es designada por la autoridad convocante para organizar la audiencia, en especial su etapa preparatoria. El organismo coordinador puede asistir técnicamente en la organización de la audiencia pública a solicitud de la autoridad convocante o área de implementación. Las audiencias públicas en la Provincia de Catamarca son coordinadas por la autoridad convocante, la Dirección Provincial de Gestión Ambiental Minera.

En el proceso de audiencia pública el proponente expone el proyecto y sus impactos ambientales y sociales, mientras que la autoridad de aplicación debe promover la participación de los actores sociales y garantizar que las opiniones y preocupaciones sean registradas de manera adecuada (SAyDS 2019 b) En las experiencias de audiencia pública desarrolladas en la provincia no se contó con el registro in situ en actas de las participaciones de los actores sociales, por lo que no se garantizó el registro adecuado de las preocupaciones y consultas de los participantes. (Escosteguy *et al.* 2022) En base a lo observado se recomienda el fortalecimiento de la autoridad de convocante a través de la convocatoria de un organismo coordinador que facilite la participación y garantice el registro adecuado del proceso.

### 3.1.5. Condiciones y capacidades para la participación pública efectiva

La participación pública conceptualizada como un intercambio fundado en el respeto y el diálogo debe contar con una serie de requisitos para que se trate de un proceso exitoso que se implementa de buena fe. Siguiendo a Cabria Mellace y Matamoro (2015) son condiciones para el diálogo:

**Voluntad política.** Se requiere una legítima y sostenida voluntad de los actores responsables y su compromiso con el proceso de participación pública. En el caso de las autoridades, puede manifestarse en la sostenida participación de sus funcionarios y técnicos en reuniones de trabajo, en el monitoreo y seguimiento de las actividades de participación.

**Convocatoria confiable.** Los actores afectados o interesados deben confiar en la convocatoria a participar, por tanto, quién o quienes convoquen deben ser personas o instituciones con cierto reconocimiento y legitimidad para todas las partes.

**Inclusividad.** La estrategia de participación debe analizar y determinar qué actores clave serán incluidos en el proceso de participación pública. Existen modelos de participación de actores estratégicos con capacidad de toma de decisiones o modelos de participación de muchos actores. Se recomienda una estrategia que combine modelos de inclusión asegurando siempre que los actores clave son identificados apropiadamente e incluidos a través de diversas instancias y mecanismos de participación desplegados en el tiempo.

**Equilibrio de poder.** El contexto en el que se desarrollan proyectos involucra a una diversidad de actores con asimetría de poder. Identificar cómo se organiza y distribuye el poder permite definir mejor las estrategias de participación; cuando un diálogo de muchos sectores no resulta posible, pueden implementarse reuniones bilaterales.

**Acceso a información relevante y confiable.** No solo es un derecho sino una condición necesaria de los procesos de participación pública efectivos. Es el elemento necesario para que el diálogo, la deliberación y la evaluación de alternativas ocurra y pueda informar posteriormente la toma de decisiones.

**Sensibilidad cultural y adaptación al contexto local.** Los proyectos se planifican y desarrollan en entornos con historia y costumbres. Se recomienda que los procesos de consulta y participación consideren las prácticas y tradiciones culturales en las relaciones con la comunidad, el manejo del tiempo las formas de participar, entre otros aspectos definidos o condicionados por pautas culturales.

**Capacidades para la participación.** Se debe considerar a la participación como un proceso de aprendizaje, considerando que no siempre los actores cuentan con las capacidades y habilidades necesarias para una participación constructiva. El diálogo constructivo, la escucha, el análisis de información compleja, la sostenibilidad de los compromisos y acuerdos, son ejemplos de estas capacidades que una vez instaladas constituyen un capital social.

### 3.1.6. Audiencia pública y consulta en la Evaluación de Impacto Ambiental

La audiencia pública es el espacio institucional en el que se presenta la opinión de todos los actores relevantes interesados en el desarrollo del proyecto, independientemente de que sean afectados directamente o no. Debe destacarse que el resultado de la audiencia pública no es vinculante. La autoridad de aplicación puede otorgar la licencia social en tanto responda a los cuestionamientos surgidos de la audiencia. (Disposición Lineamientos, 2021)

De acuerdo a la disposición de Lineamientos para la ejecución de la participación ciudadana: Consulta y Audiencia Pública (2021)

“Que las audiencias públicas, desarrolladas en el marco de la consulta pública, constituyen mecanismos de encuentro y debate entre ciudadanos (...) y de los representantes de los organismos con responsabilidad en la toma de decisiones a nivel provincial y municipal. En este marco, la audiencia pública se constituye en un instrumento de prevención y control, posibilitando a quienes toman las decisiones, conocer las propuestas y/o objeciones de los destinatarios y los intereses y valores potencialmente impactados respecto de la ciudadanía en general.”

El objetivo del proceso es que la Autoridad Ambiental Minera, acceda a las distintas opiniones del tema en tratamiento en forma simultánea garantizando el acceso igualitario por medio del contacto directo con los interesados. Construyendo de esta manera un intercambio abierto y franco.

El proceso de consulta pública inicia con la consulta de IIA siguiendo los tiempos establecidos por la disposición, continúa con las charlas informativas organizadas por tema: El Proyecto, Socioeconómico Cultural, Arqueológico; Agua, Biodiversidad, Impactos y Plan de Medidas. El proceso finaliza en la Audiencia Pública que está a cargo de la Di.P.G.A.M., debiendo ser difundida en medios de comunicación masivos y canales formales: en diarios locales digitales y sus ediciones impresas, en el Boletín Oficial de la Provincia, en la página oficial del Ministerio de Minería, en emisoras de radios locales en el área de influencia directa del proyecto minero y por cualquier otro medio que contribuya a una mayor difusión.

De acuerdo a las recomendaciones de la guía de EIA (SAyDS 2019 a) la línea de base social y la consiguiente estimación de impactos sociales e identificación de actores relevantes no debe restringirse a las AIDA y AIIA descritas para los impactos ambientales, sino tener en cuenta las redes e intercambios entre poblaciones y tomar como mínimo el departamento en el que se desarrolla la actividad. Esto implica que las audiencias públicas deben planificarse desde la perspectiva de afectación de todo el departamento buscando garantizar la máxima accesibilidad de los participantes y no desde una perspectiva geográfica de mayor cercanía al AO del proyecto (SAyDS 2019 b). Las experiencias de consulta pública de proyectos en el Salar de Hombre Muerto priorizaron la visión de cercanía geográfica al AO realizando las audiencias en el salar, lo que implicó obstáculos a la accesibilidad por parte de la mayoría de los actores locales afectados por el proyecto.

## **3.2. Monitoreo ambiental participativo**

### **3.2.1. Monitoreo Ambiental**

Desde una perspectiva científica el monitoreo ambiental es el seguimiento, medición y control de variables ambientales que pueden indicarnos el estado de un ecosistema, el impacto de un proyecto, o el desarrollo en el tiempo de alguna variable particular en estudio.

Un ejemplo de monitoreo ambiental en el Altiplano de Sudamérica es el monitoreo de condiciones ecológicas de la Red de Humedales de Importancia para la Conservación de Flamencos Altoandinos, que desarrolla el GCFA desde 1998 (Marconi 2010) y que consiste básicamente en censos de las tres especies de flamencos: relevamientos expeditivos de 10 días de duración de todos los humedales altoandinos; censos por especie y por hábitat para todas las aves acuáticas; toma de muestras de agua y de muestras limnológicas; registro de uso de la tierra e impactos y registro de colonias de nidificación.

### **3.2.2. Monitoreo Ambiental participativo**

Un monitoreo ambiental participativo implica incorporar en esta actividad miembros de la comunidad, que como parte de un ejercicio de ciudadanía articulando deberes y derechos, participa en la generación de estos datos y su evaluación. Es un proceso que genera información para la planificación y toma de decisiones a partir de acciones colectivas en las comunidades para inventariar la riqueza natural, lo que puede traducirse en manejo y uso sustentable, desarrollo de la producción local y en oportunidades de atractivos turísticos.

El monitoreo ambiental participativo requiere como cualquier monitoreo de una línea de base y de la repetición de mediciones a lo largo del tiempo.

En el caso de actividades extractivas (minería, petróleo, gas) o de construcción de infraestructura de gran escala (mega-represas, gasoductos) el monitoreo ambiental participativo se utiliza como un medio de prevención o alivio de conflictos (BID 2015). Este tipo de monitoreo participativo es recomendado por organismos multilaterales (BID, BM) en situaciones de proyectos que pueden tener impactos ambientales y sociales negativos significativos y/o dónde las comunidades tienen una historia de desconfianza hacia el gobierno o la empresa y/o donde la falta de comunicación o información precisa puede conducir a un aumento de las tensiones. Tiene por finalidad que representantes de las comunidades afectadas participen en la supervisión de los proyectos que tienen impacto sobre sus vidas. En este caso no están destinados a obtener información independiente y objetiva acerca del funcionamiento del proyecto y la cuantificación de sus impactos, mitigación o rehabilitación sino para crear confianza entre la empresa y las comunidades. Este es el tipo de monitoreo participativo que hemos registrado en Catamarca en los casos del proyecto Fénix y el proyecto Sal de Vida en el Salar del Hombre Muerto

(<https://mineriasustentable.com.ar/contenido/2535/monitoreo-participativo-en-los-proyectos-de-litio-fenix-y-sal-de-vida>) y el del proyecto Tres Quebradas en el Salar homónimo (<https://elabaucandigital.com/info/septimo-monitoreo-ambiental-comunitario/>).

En el marco normativo de la provincia de Catamarca el monitoreo ambiental participativo está contemplado en la Resolución SEM 330/16 pero no se encuentra reglamentado aún.

### 3.2.3. Ejes del monitoreo ambiental participativo

Identificamos dos ejes principales en relación al monitoreo ambiental participativo de actividades extractivas que expresaremos como preguntas:

- 1) ¿Quiénes realizan el monitoreo?
- 2) ¿Cuáles son los objetos del monitoreo?

Siguiendo a Cornwall (2005), dependiendo del grado de reconocimiento al aporte de los actores, podemos calificar a la participación como: **funcional e instrumental**, cuando el participante es recibido como objeto sin capacidad de influenciar; **consultiva**, cuando el participante es reconocido como actor con voz, pero sin incidencia; y **transformativa**, cuando el participante actúa como verdadero agente con capacidad de incidir. Si se pretende que la participación sea transformativa, los antecedentes revisados (Follegati *et al.* 2007; OEFA 2016; Godfrid *et al.* 2020; Martínez *et al.* 2018; Derechos Humanos sin Fronteras 2017) coinciden en señalar que el mecanismo más eficaz es la conformación de comités de monitoreo.

- 1) Comités de monitoreo ambiental participativo

Tomando por caso la experiencia en relación al sector minero de Perú, Valencia (2018) señala que en los Comités de Monitoreo y Vigilancia Ambiental Participativos, el objetivo es que la ciudadanía no sea un simple receptor pasivo de información por parte del experto, sino que intervenga activamente en el seguimiento de las obligaciones y compromisos establecidos en los EIA -vigilancia-, así como en la recolección, procesamiento, análisis de datos y muestras -monitoreo- referidas a la calidad de los indicadores ambientales dentro del área de influencia directa e indirecta ambiental de un proyecto (Menard, 2011). Estas actividades incluyen no solo las planificadas por las autoridades y/o por las empresas, sino también las propuestas por la ciudadanía cuando existan preocupaciones razonables sobre impactos negativos de carácter ambiental. Su rol, en ese sentido, no es ni debe ser limitado al de un simple acompañante en actividades de monitoreo organizadas por la empresa u organismos encargados, como viene ocurriendo en la provincia de Catamarca hasta ahora. Tampoco buscan sustituir el trabajo del Estado. Estos comités deberían funcionar como un canal de transmisión de preocupaciones ciudadanas, las cuales deben ser tomadas en cuenta seriamente en la planificación de supervisiones y monitoreos. Como tales, tienen el potencial de constituirse como un mecanismo de

alerta temprana, promotores de transparencia en el acceso a la información y prevención del conflicto.

En Argentina, destaca la experiencia del comité de monitoreo participativo comunitario en Jáchal, San Juan (Godfrid *et al.* 2020). En 2015, un grupo de vecinos del departamento de Jáchal, preocupados por la afectación de la calidad del agua del río, se organizaron en la Asamblea Jáchal No Se Toca (AJNST). En el marco de crecientes movilizaciones y a pedido de los vecinos, el Concejo Deliberante de Jáchal aprobó el proyecto Agua Segura, mediante el cual el Municipio financia la realización de monitoreos de calidad de agua y la Asamblea propuso que los monitoreos sean realizados por un tercero independiente del Estado Provincial, el laboratorio de la Universidad Nacional de Cuyo (Uncuyo), con sede en la provincia de Mendoza. El programa Agua Segura ha desempeñado una función clave para la comunidad de Jáchal. En primer lugar, porque la AJNST ha podido elegir con qué institución realizar los estudios. Otro elemento importante es que, según la ordenanza, una copia de los análisis debe ser entregada a los ciudadanos. Si bien el diseño del programa no incluye instancias de participación comunitaria de mayor relevancia —toma de muestras, diseño del muestreo, participación en la recolección de datos—, la población de Jáchal ha sabido transformarlo en una herramienta para mejorar su acceso a información sobre la calidad del agua y, a partir de ello, generar una estrategia de concientización ambiental.

Los Comités de monitoreo pueden estar conformados solo por miembros de la sociedad civil, o también pueden estar compuestos por miembros de las comunidades, del Estado y la academia (Daitch y Pareja, 2019). En la mayoría de los casos se necesita el apoyo de actores externos para iniciar un programa de monitoreo participativo, que aportan al proceso recursos económicos, experiencia técnica y legitimidad al presentarse como independientes tanto del estado como de la empresa. Sin embargo, los programas impulsados exclusivamente por este tipo de actores muy rara vez son sostenibles. (Evans y Guariguata 2008) En todos los casos, es recomendable un nivel básico de articulación entre comité, Estado y empresa que desarrolla el proyecto. (SAyDS 2019 b).

## 2) Objetos del monitoreo

Cualquier proceso de diagnóstico o evaluación comienza con la definición de los fenómenos y procesos a analizar, la detección de las variables involucradas y la construcción de indicadores. Este proceso de construcción no es aséptico ni extraño a intereses y prejuicios por lo que el primer paso para definir qué monitorear es definir qué pensamos respecto del ambiente en el que vivimos. Por ejemplo, agua, aire y suelo no son indicadores, son parámetros, la composición química o el caudal de un río sí pueden llegar a identificarse como indicadores si presentan cambios en función de determinadas actividades o proyectos de intervención.

En la minería de litio en humedales, los niveles de agua subterránea medidos mediante pozos piezométricos situados próximos a los pozos de extracción de

salmuera o de agua dulce pueden ser indicadores de los impactos de la actividad minera sobre el parámetro agua. La variación de caudal del río medida en puntos fijos y con una frecuencia determinada a lo largo del año o el tamaño del espejo de las lagunas, estimado a través de imágenes satelitales pueden ser otro tipo de indicadores para las aguas superficiales.

En particular, para identificar y proponer indicadores de calidad ecológica para humedales de altura sometidos a impacto minero es necesario desarrollar una metodología de monitoreo específica (Frau com pers 2022). Esta metodología básicamente consiste en a) identificar y proponer indicadores de cambio, b) realizar una verificación de los indicadores propuestos a partir de su aplicación en campo y c) con la información obtenida proponer un protocolo de monitoreo basado en los indicadores generados y testados que permita identificar cambios potenciales en la calidad ecológica de estos ecosistemas de altura. Con la información recopilada y procesada en el punto anterior se ensayan diferentes índices de calidad ecológica de agua basados en los diferentes parámetros físico-químicos, biológicos y de imágenes satelitales obtenidos en el punto anterior y luego se testea la sensibilidad de los índices propuestos y se realizan los ajustes necesarios. A partir de la propuesta metodológica se diseña un programa de monitoreo y recién entonces se transfieren estos conocimientos a los miembros del comité de monitoreo para que desarrollen los monitoreos participativos con asistencia técnica independiente por parte del sector académico o de ONGs de perfil técnico.

#### 4. BIBLIOGRAFÍA

Acuerdo Regional sobre el Acceso a la Información, la participación pública y el Acceso a la Justicia en Asuntos Ambientales en América Latina y el Caribe. Disponible en: <https://www.cepal.org/es/acuerdodeescazu>

Albarracín VH, Kurth D, Ordoñez OF, Belfiore C., Luccini E, Salum GM, Piacentini RD, Farías ME (2015) High up: a remote reservoir of microbial extremophiles in central Andean wetlands. *Frontiers in Microbiology* 6:1404. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.01404>

Amilhat-Szary, A., Guyot, S. (2009). El turismo transfronterizo en los Andes centrales: Prolegómenos sobre una geopolítica del turismo. *Si Somos Americanos, Revista de Estudios Transfronterizos*, IX(2), 63-100.

Arias Alvarado PV, Díaz Paz WF, Salas Barboza A, Seghezze L, Iribarnegaray M (2022) Huella hídrica como indicador del consumo de agua en la minería del litio en la puna argentina. En prensa

Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento/Banco Mundial (2017) Marco Ambiental y Social del Banco Mundial, Banco Mundial, Washington, DC.

Boyle TP, Caziani SM, Waltermire RG (2004) Landsat TM inventory and assessment of waterbird habitat in the southern altiplano of South America. *Wetl Ecol Manag* 12(6):563–573. <https://doi.org/10.1007/s11273-005-1761-2>

Boutt DF, Hynek SA, Munk LA, Corenthal LG (2016) Rapid recharge of fresh water to the halite-hosted brine aquifer of Salar de Atacama, Chile. *Hydrol Processes* 30(25):4720–4740. <https://doi.org/10.1002/hyp.10994>

Boutt DF, Corenthal LG, Moran BJ, Munk LA, Hynek SA (2021) Imbalance in the modern hydrologic budget of topographic catchments along the western slope of the Andes (21–25° S): implications for groundwater recharge assessment. *Hydrogeol J* 29(3):985–1007. <https://doi.org/10.31223/osf.io/p5tsq>

Brevik, Eric & Homburg, Jeffrey. (2004). A 5000 year record of carbon sequestration from a coastal lagoon and wetland complex, Southern California, USA. *Catena*. 221-232. [10.1016/j.catena.2003.12.001](https://doi.org/10.1016/j.catena.2003.12.001).

Cabria Mellace A. y Matamoro V. (2015). El diálogo social una práctica con potencial transformador. Argentina: Fundación Cambio Democrático. Disponible en: [https://docs.wixstatic.com/ugd/854e9d\\_27a4f15a661f46cfbd15e89b25165a92.pdf](https://docs.wixstatic.com/ugd/854e9d_27a4f15a661f46cfbd15e89b25165a92.pdf)

Cabrol NA, Grin EA, Chong G, Minkley E, Hock AN, Yu Y, Bebout L, Fleming E, Häder DP, Demergasso C, Gibson J (2009) The high-lakes project. *J Geophys Res: Biogeosci*. <https://doi.org/10.1029/2008JG000818>

Castellino M, Lesterhuis A. (2020). Censo simultáneo de falaropos 2020-Resumen y resultados. Manomet-WHSRN

Caziani SM, Derlindati EJ, Tálamo A, Sureda AL, Trucco CE, Nicolossi G (2001) Waterbird richness in altiplano wetlands of northwestern Argentina. *Waterbirds* 24:103-117. <https://doi.org/10.2307/1522249>

Chiappero, M. F., Vaieretti, M. V., & Izquierdo, A. E. (2021). A baseline soil survey of two peatlands associated with a lithium-rich salt flat in the Argentine Puna: physico-chemical characteristics, carbon storage and biota.

Código de Minería Ley 1919 (1887) <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-1919-43797/actualizacion>. Accessed 28 Mar 2022.

Código de Minería Ley 24585 (1995) Modificación – Medio Ambiente <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-24585-30096>.

Código de Procedimientos Mineros Catamarca Ley 5682 (2020)

COFEMIN (2019) Protocolo de Buenas Prácticas para la Exploración y Producción de Litio en Salares en Jujuy, Salta y Catamarca, concordado entre las Provincias de Jujuy, Salta y Catamarca y Secretaría de Política Minera del Ministerio de Producción de la Nación.

CONHIDRO Consultora Ambiental (2002) Estudio de Impacto Ambiental y Social del Proyecto Fénix, Salar del Hombre Muerto, Provincia de Catamarca. 59 pp.

CONHIDRO (2021) Estudio Hidrogeológico Cuenca Río de Los Patos - Salar del Hombre Muerto – 2da Etapa Informe Final. Consejo Federal De Inversiones (CFI)

Corenthal LG, Boutt DF, Hynek SA, Munk LA (2016) Regional groundwater flow and accumulation of a massive evaporite deposit at the margin of the Chilean Altiplano. *Geophys Res Lett* 43(15):8017–8025. <https://doi.org/10.1002/2016GL070076>

Cornwall, A. (2005). Spaces for Transformation? Reflections on issues of power and difference in participation in development. En Hickey, S. y Mohan, G. (eds). *Participation: From Tyranny to Transformation: Exploring New Approaches to Participatory Development* (pp. 75-91). NY: Zed Books.

Daitch, S., Pareja, C., Xavier, A. (2019). Comités de Monitoreo Ambiental Participativo en Contextos Mineros: Lecciones a Partir de Nuevos Estudios de Casos en Cuatro Países de Latinoamérica. Columbia, Canadá: CIRDI.

Decreto Ley 2577 (1973) Ley de Aguas de la Provincia <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/agua-catamarca.pdf>. Acceso 28.03.2022

Decreto provincial 1318 1997 Autoridad de Aplicación de la Provincia de Catamarca Ley Nacional N° 24.585 del Código de Minería

Decreto Nacional 349 (2016) Derechos de exportación - Alícuotas. <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/decreto-349-2016-258595>. Acceso 28.03.2022.

Decreto Provincial O.P. 847 (2019) Autorización de extracción de agua del río Los Patos para proyecto Fénix (Minera del Altiplano S.A.)

Decreto Provincial 770 (2020) Autorización de extracción de agua del río Los Patos para proyecto Sal de Vida (Galaxy Lithium S.A.) Decreto Provincial OP 847 (2019) Autorización de extracción de agua del río Los Patos para proyecto Fénix (Minera del Altiplano S.A.).

Derechos Humanos sin Fronteras (2017) Gestión Ambiental Comunitaria. Aprendiendo sobre Gestión, Vigilancia y Monitoreo Ambiental Participativo Tomo 4: Caja de Herramientas Ambientales Segunda edición. Lima, Perú.

Diaz Paz WF, Escosteguy ML, Clavijo A., Seghezze L, Iribarnegaray M (2022) Transición energética y producción de litio: principales debates y desafíos para la gestión del agua en Argentina. In: Brannstrom C, Seghezze L, Gorayeb A (eds) Metodologías e Abordagens para a Descarbonização Justa na América do Sul. Universidade Federal do Ceará.

Dirección Provincial de Biodiversidad y Áreas Naturales Protegidas (2021) <https://www.facebook.com/ambientecatamarca> visitado 15-01-22

Disposición de la Dirección Provincial de Gestión Ambiental Minera (2021) Lineamientos para la participación pública. Proceso de Consulta Pública y Audiencia Pública. Ministerio de Minería de Catamarca

Donadio E (2009) Ecologists and large-scale mining operations, thoughts about why and how become involved in the mining-environmental conflict. *Ecol Austral* 19(03):247–254

Drumm A (2004) Evaluation of the pilot fee system at Eduardo Avaroa reserve and recommendations for the Bolivian protected area system. The Nature Conservancy, Arlington, VA

EC & Asociados (2018) Proyecto Fénix. Estudio de Impacto Ambiental y Social Aprovechamiento de Agua Subterránea y Conducción a Planta Fénix. Acueducto Los Patos. 584 pp.

Escosteguy, Melisa & Clavijo, Araceli & Diaz Paz, Walter & Hufty, Marc & Seghezze, Lucas. (2022). "We are not allowed to speak": Some thoughts about a consultation process around lithium mining in Northern Argentina. *The Extractive Industries and Society*. 11. 101134. 10.1016/j.exis.2022.101134.

Evans K. y Guariguata M. (2008) Monitoreo Participativo para el manejo forestal en el trópico: una revisión de herramientas, conceptos y lecciones aprendidas. Indonesia: Centro para la Investigación Forestal Internacional (CIFOR).

Farias ME, Rasuk MC, Gallagher KL, Contreras M, Kurth D, Fernandez AB, Poiré D, Novoa F, Visscher PT (2017) Prokaryotic diversity and biogeochemical characteristics of

benthic microbial ecosystems at La Brava, a hypersaline lake at Salar de Atacama, Chile. *PloS ONE* 12(11):e0186867

Farias ME (2018) Ecosistemas microbianos de la Puna: El inmenso valor de lo diminuto. In: Grau HR, Babot MJ, Izquierdo A, Grau A (eds) *Serie de Conservación de la Naturaleza 24: La Puna argentina: naturaleza y cultura*. Fundación Miguel Lillo, Tucumán, pp 96–111. <http://www.lillo.org.ar/index.php/publicaciones/serie-conservacion-de-la-naturaleza/v24>

FARN, Fundación YUCHAN & Wetlands International (2021) *Conservación de humedales altoandinos y una minería de litio ajustada a estándares sociales y ambientales*. Programa Conservando los humedales altoandinos para la gente y la naturaleza.

Fernandez J, Markgraf V, Panarello HO, Albero M, Angiolini FE, Valencio S, Arriaga M (1991) Late Pleistocene/ Early Holocene environments and climates, fauna, and human occupation in the Argentine Altiplano. *Geochronology* 6:251–272

Flexer V, Baspineiro CF, Galli CI (2018) Lithium recovery from brines: a vital raw material for green energies with a potential environmental impact in its mining and processing. *Sci Total Environ* 639:1188–1204. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.05.223>

FMC-Minera del Altiplano S.A. (2000) *Diagnóstico y monitoreo ambiental en el Río Trapiche (Catamarca)*. FMC—Minera del Altiplano S.A. Catamarca

Follegati *et al.* 2007 *Comités de Monitoreo y Vigilancia Ambiental Participativos: Recomendaciones para una minería moderna y responsable*. 1<sup>er</sup> edición. Impresa en la ciudad de Lima.

Foro Intergubernamental sobre Minería, Minerales, Metales y Desarrollo Sostenible (IGF). (2020). *Guía para Gobiernos: mejorando los marcos legales para la evaluación de impactos ambientales y sociales y su gestión*. Winnipeg: IISD.

Frau D, Battauz Y, Mayora G, Marconi P (2015) Controlling factors in planktonic communities over a salinity gradient in high-altitude lakes. *Annales De Limnol-Int J Limnol* 51(3):261–272. <https://doi.org/10.1051/limn/2015020>

Frau D, Moran BJ, Arengo F, Marconi P, Battauz Y, Mora C, Manzo R, Mayora G, Boutt DF (2021) Hydroclimatological patterns and limnological characteristics of unique wetland systems on the Argentine high Andean plateau. *Hydrology* 8(4):164. <https://doi.org/10.3390/hydrology8040164>

Gajardo G, Redón S (2019) Andean hypersaline lakes in the Atacama Desert, northern Chile: between lithium exploitation and unique biodiversity conservation. *Conserv Sci Pract* 1(9):e94. <https://doi.org/10.1111/csp2.94>

Galaz-Mandakovic Fernández, D. (2014) Uyuni, capital turística de Bolivia. Aproximaciones antropológicas a un fenómeno visual posmoderno desbordante *Teoría y Praxis*, núm. 16, diciembre, 2014, pp. 147-173

Galtung, J. (2010) The Transcend Method in Conflict Mediation Across Levels: Conflict Literacy and Competence as an Approach to Peace, in *European Psychologist*, Vol. 15, nº 2, pp. 82-90.

Gandarillas V, Jiang Y, Irvine K (2016) Assessing the services of high mountain wetlands in tropical Andes: a case study of Caripe wetlands at Bolivian Altiplano. *Ecosyst Serv* 19:51–64. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.04.006>

García SP, Rolandi D, Olivera D (2000) Puna e historia: Antofagasta de la Sierra, Catamarca. Asociación Amigos del Instituto Nacional de Antropología, Buenos Aires

García, S. P., Rolandi de Perrot, D. S., López, M., Valeri, P. (2002) "Alfa", vega y hortaliza Riego y siembra en Antofagasta de la Sierra, Puna catamarqueña. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*; tomo 27 págs. 79-100, Institución de origen: Sociedad Argentina de Antropología.

Genovese A (2020) Línea de base normativa ambiental-minera en primer informe semestral saving high Andean wetlands for people and nature project. Unpublished report, Wetlands International, pp 7

Gleeson T, Wada Y, Bierkens MFP, van Beek LPH (2012) Water balance of global aquifers revealed by groundwater footprint. *Nature* 488:197–200. <https://doi.org/10.1038/nature11295>

Gluzman G (2007) Minería y metalurgia en la antigua gobernación del Tucumán (siglos XVI-XVII): Colonial Tucumán 16th and 17th Centuries. *Mem Am* 15:157–184

Godfrid J, Ulloa A, Damonte G, Quiroga C y López AP (2020) Minería y conflictos en torno al control ambiental: la experiencia de monitoreos hídricos en la Argentina, el Perú y Colombia.

Hernández FM (2016). Paisaje desértico, autenticidad y aislamiento como teatralidad turística. El caso de la Puna jujeña (Argentina). *Revista de Análisis Turístico*, no 22, 2o semestre 2016, pp. 56–74

IFC (2013) Good Practice Handbook Cumulative Impact Assessment. Pp. 102 [https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/58fb524c-3f82-462b-918f-Oca1af135334/IFC\\_GoodPracticeHandbook\\_CumulativeImpactAssessment.pdf?MOD=AJPERES&CVID=kbnYgl5](https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/58fb524c-3f82-462b-918f-Oca1af135334/IFC_GoodPracticeHandbook_CumulativeImpactAssessment.pdf?MOD=AJPERES&CVID=kbnYgl5)

INAI (2022) <https://www.argentina.gob.ar/derechoshumanos/inai> consultado el 15-01-23

Izquierdo AE, Aragón R, Navarro CJ, Casagrande E (2018) Humedales de la Puna: principales proveedores de servicios ecosistémicos de la región. In: Grau HR, Babot MJ,

Izquierdo A, Grau A (eds) Serie de Conservación de la Naturaleza 24: La Puna argentina: naturaleza y cultura. Fundación Miguel Lillo, Tucumán, pp 96-111 <http://www.lillo.org.ar/index.php/publicaciones/serie-conservacion-de-la-naturaleza/v24>

Jacobsen D, Dangles O (2017) Ecology of high-altitude waters. Oxford University Press, Oxford

Ley N° 25.675 (2002) General del Ambiente Argentina <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-25675-79980/texto>

Ley 5276 de 2009 Comunidad Indígena de Antofalla. Reconocimiento del carácter de sujeto de derecho y de pueblo indígena Kolla Atacameño. Provincia de Catamarca.

Ley N° 25.831 (2003) De Acceso a la Información Pública Ambiental <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/90000-94999/91548/norma.htm>

Liu Y, Wagener T, Beck HE, Hartmann A (2020) What is the hydrologically effective area of a catchment? *Environmental Research Letters* 15(10): 104024. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aba7e5>

Locascio de Mitrovic C, Villagra de Gamundi A, Juárez J, Ceraolo M (2005) Características limnológicas y zooplancton de cinco lagunas de la Puna – Argentina. *Ecología en Bolivia* 40:10–24.

Manzi, L. (2007) Confrontación de Racionalidades: El Caso de los pastores puneños, Antofagasta de la Sierra, Catamarca, Argentina. *Revista Hombre y Desierto. Una perspectiva cultural* 14:37:61. Universidad de Antofagasta. Chile. 2007.

Manzi, L. (2008) Diagnóstico socio-ambiental para un desarrollo sustentable de la Puna Meridional Argentina, Localidad de Antofagasta de la Sierra, Catamarca. AIBR: *Revista de Antropología Iberoamericana*, Vol. 3, N° 2, 2008, págs. 280-311

Marconi P. (2007). Red de Humedales de Importancia para la Conservación de Flamencos Altoandinos

Marconi P (2010). Manual de Monitoreo de Condiciones Ecológicas para el manejo integrado de la Red de Humedales de Importancia para la Conservación de Flamencos Altoandinos. 1ra. ed. Salta: Fundación YUCHAN

Marconi P., F. Arengo, A. Clark, 2022. The arid Andean plateau waterscapes and the lithium triangle: flamingos as flagships for conservation of high-altitude wetlands under pressure from mining development. *Wetlands Ecology & Management* <https://doi.org/10.1007/s11273-022-09872-6>

Marconi P, Sureda AL (2008) High Andean Flamingo Wetland Network: Evaluation of degree of implementation of priority sites-preliminary results. *Flamingo* 18:48–53

Menard, R. (2011). Guía para la implementación de comités de monitoreo y vigilancia ambiental participativo. Lima: Proyecto Percan.

Minerals Council of Australia (2015). Cumulative Environmental Impact Assessment Industry Guide. Pp.52  
[https://www.minerals.org.au/sites/default/files/Cumulative\\_Environmental\\_Impact\\_Assessment\\_Industry\\_Guide\\_FINAL\\_0.pdf](https://www.minerals.org.au/sites/default/files/Cumulative_Environmental_Impact_Assessment_Industry_Guide_FINAL_0.pdf)

Mining Association of Canada (2021) Towards Sustainable Mining.

Moran BJ, Boutt DF, Munk LA (2019a) Stable and radioisotope systematics reveal fossil water as fundamental characteristic of arid orogenic-scale groundwater systems. *Water Resour Res* 55(12):11295–11315. <https://doi.org/10.1029/2019WR026386>

Moran BJ, Boutt DF, Munk LA, Marconi P, Fisher JD, Arengo F, Frau D (2019b) Revealing paleo-groundwater and interbasin flow as fundamental to water and mineral resource sustainability on the arid Altiplano-Puna plateau. *AGU Fall Meet Abstr* 2019:H11N-1711

Nalegach Romero, C. (2019) Claves del Acuerdo de Escazú en Informe ambiental 2019: premio Adriana Schiffrin 17° convocatoria, Coord.: Ana Di Pangraccio; Sonia Nordenstahl; María Julia Tramutola. 1a ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Fundación Ambiente y Recursos Naturales.

OEFA (2016) Participación Ciudadana en la Protección del Ambiente: El Monitoreo Ambiental Participativo a Cargo del OEFA

Organización Internacional del Trabajo (OIT), Convenio (N. 169) sobre pueblos indígenas y tribales en países independientes, 27 junio 1989, C169, disponible en esta dirección: <https://www.refworld.org/es/docid/50ab8efa2.html> Consultado el 15-01-23

Otárola RM (2019) El turismo como banalización del paisaje indígena en San Pedro de Atacama-Chile. *Revista Antropologías Del Sur* 6(12):261–281

Pabón-Caicedo JD, Arias PA, Carril AF, Espinoza JC, Borrel LF, Goubanova K, Lavado-Casimiro W, Masiokas M, Solman S, Villalba R (2020) Observed and projected hydroclimate changes in the Andes. *Front Earth Sci* 17(8):61. <https://doi.org/10.3389/feart.2020.00061>Otárola 2019

Placzek CJ, Quade J, Patchett PJ (2013) A 130 ka reconstruction of rainfall on the Bolivian Altiplano. *Earth and Planetary Science Letters* 363:97-108. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2012.12.017>

Pramanik, B. K., Asif, M. B., Roychand, R., Shu, L., Jegatheesan, V., Bhuiyan, M., & Hai, F. I. (2020). Lithium recovery from salt-lake brine: impact of competing cations, pretreatment and preconcentration. *Chemosphere*, 260, 127623. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S004565352031818X>

Prieto G, Alzérreca H, Laura J, Luna D, Laguna S (2003) Características y distribución de los bofedales en el ámbito boliviano del sistema T.D.P.S. In: Rocha O, Sáez C (eds) *Uso Pastoril de los Humedales Altoandinos de Argentina, Bolivia, Chile y Perú*. La Paz, pp 13–40

Quiroga L (2019) Las minas del inca y el valle de Pasinas (Siglos XV-XVI, Gobernación del Tucumán, Virreinato del Perú). *Intercambios. Estudios de Historia y Etnohistoria* 4(4)

Raffino RA, Gobbo DJ, lácona A, Moralejo RA (2013) La minería y metalurgia de los Inkas del Kollasuyu. V Congreso Nacional de Arqueología Histórica 2013:1. Editorial Académica Española, Buenos Aires

Rayén Quiroga Martínez, M. A 2001. La sustentabilidad socioambiental de la emergente economía chilena entre 1974 y 1999. Evidencias y desafíos en El ajuste estructural en América Latina Costos sociales y alternativas Emir Sader. (Compilador) CLACSO. Buenos Aires.

Resolución SEM 330 (2016) Secretaría de Estado de Minería de Catamarca. Participación Ciudadana.  
<http://www.mineria.catamarca.gov.ar/legislacion/consulta/55>.

Resolución Secretaría de Estado de Minería 449/2020 Gestión Integral de Salmueras

Resolución Secretaría de Estado de Minería 119/2010 Guía para Programas de Control Ambiental

Resolución Secretaría de Estado de Minería 998/14 Guía de Presentación Para Programa de Control de Factores Socioeconomicos Para Las Empresas Mineras en la Provincia de Catamarca

Ruthsatz B, Movia CP (1975) Relevamiento de las estepas andinas del noreste de la provincia de Jujuy, República Argentina. Fundación para la educación, la ciencia y la cultura, Buenos Aires

Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (2019a). Guía para la Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental.

Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (2019b) Guía para fortalecer la participación pública y la evaluación de los impactos sociales.

Secretaría de Política Minera (2019) Guía de Recursos de Buenas Prácticas para el Cierre de Minas.

Silvani VA, Colombo RP, Scorza MV, Bidondo LF, Rothen CP, Scotti A, Fracchia S, Godeas A (2017) Arbuscular mycorrhizal fungal diversity in high-altitude hypersaline Andean wetlands studied by 454-sequencing and morphological approaches. *Symbiosis* 72(2):143-52. <https://doi.org/10.1007/s13199-016-0454-3>

Sticco M (2018) ¡Litio al agua! Pulso Ambiental 10: No todo lo que brilla es litio, pp 17-18. [https://farn.org.ar/wp-content/uploads/2020/06/REVISTAPULSO\\_N10\\_LITIO-web\\_compressed.pdf](https://farn.org.ar/wp-content/uploads/2020/06/REVISTAPULSO_N10_LITIO-web_compressed.pdf)

Turunen, J., E. Tomppo, K. Tolonen, and A. Reinikainen (2002), Estimating carbon accumulation rates of undrained mires in Finland: Application to boreal and subarctic regions, *Holocene*, 12, 69–80.

US Geological Survey (2017b) Argentina Lithium Map-Data Sources and Explanatory Notes. Administrative Report. Office of International Programs (OIP) and National Minerals Information Center (NMIC). Reston, VA. [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/argentina\\_lithium\\_map\\_geopdf\\_data\\_explanatory\\_document\\_2017\\_nov\\_06.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/argentina_lithium_map_geopdf_data_explanatory_document_2017_nov_06.pdf) Acceso 17-12-2022

Van Beek LP, Wada Y, Bierkens MF (2011) Global monthly water stress: 1. Water balance and water availability. *Water Resources Research*. 47(7). <https://doi.org/10.1029/2010WR009791>

Wheeler, J.C. 1991. Origen, evolución y status actual. In Fernández-Baca S (ed) *Avances y perspectivas del conocimiento de los camélidos sudamericanos*. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, Santiago, pp 11-48

Yacobaccio, H., and Morales, M. 2011. Ambientes pleistocénicos y ocupación humana temprana en la Puna argentina. *Boletín de Arqueología PUCP* 15:337–356.