

GUÍA DEL LITIO

HACIA UN MODELO DE ALIANZA ENTRE EL EQUIPO
EUROPA Y EL ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA

EN LA CADENA PRODUCTIVA DEL LITIO Y LOS RECURSOS EVAPORÍTICOS

BAJO UN ENFOQUE MEDIOAMBIENTAL
Y SOCIALMENTE RESPONSABLE

Y SOCIALMENTE RESPONSABLE

BAJO UN ENFOQUE MEDIOAMBIENTAL

Y LOS RECURSOS EVAPORÍTICOS

EN LA CADENA PRODUCTIVA DEL LITIO

EUROPA Y EL ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA

HACIA UN MODELO DE ALIANZA ENTRE EL EQUIPO

GUÍA DEL LITIO

AUTORES

Daniel H. Puyal Escobar
Alejandro Torres C.

CONTRIBUCIÓN Y APORTES METODOLÓGICOS

Jaime Royo Olid - Jefe de Cooperación de la Delegación de la Unión Europea en Bolivia (DUE)

Emmanuel Hondrat - Oficial de Programas en Medio Ambiente y Cambio Climático (DUE)

Pascal Zahonero - Oficial de Programas Desarrollo rural y tierras raras (DUE)

Roman POZNANSKI - Oficial de Programas Derechos humanos (DUE)

Sergio Alberto Fernández Ruelas - Experto legal en inversiones, derechos humanos y gobernanza.

Alvaro René Antezana Pantoja - Asistencia técnica Internacional GGIA. Experto en temas económicos, fortalecimiento institucional y competitividad.

AGRADECIMIENTOS

Especiales agradecimientos a la Delegación de la Unión Europea en Bolivia – DUE por la confianza y credibilidad depositada en nuestras personas para la implementación de esta versión.

A los miembros de la DUE en La Paz, **Jaime Royo-Olid** Jefe de Cooperación, **Emmanuel Hondrat** Oficial de Programas en Medio Ambiente y Cambio Climático, **Pascal Zahonero** Oficial de Programa Desarrollo Rural y tierras raras, **Roman Poznanski** Oficial de Programa en Derechos Humanos y a profesionales que han aportado a la guía como **Sergio Alberto Fernández Ruelas** experto legal en inversiones, derechos humanos y gobernanza y **Alvaro Rene Antezana Pantoja** ATI- Global Gateway, que contribuyeron a la guía con sus respectivos insumos y aportes.

Mención especial al Equipo Europa por el entusiasmo mostrado en la presentación e intercambio de opiniones para el desarrollo de esta guía.

Esta guía es un documento investigativo referencial en constante proceso de desarrollo y actualización, con insumos de múltiples organizaciones y expertos, que recopila datos de varias fuentes que en ningún caso puede considerarse como opinión oficial de la Unión Europea, y que busca acercar las inversiones europeas al Estado Plurinacional de Bolivia como un país viable y atractivo al que otorgar fuentes de financiamiento para el desarrollo de la cadena productiva del litio y los recursos evaporíticos.



GUÍA DEL LITIO

HACIA UN MODELO DE ALIANZA ENTRE EL EQUIPO
EUROPA Y EL ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA

EN LA CADENA PRODUCTIVA DEL LITIO Y LOS RECURSOS EVAPORÍTICOS

BAJO UN ENFOQUE MEDIOAMBIENTAL
Y SOCIALMENTE RESPONSABLE



TABLA DE CONTENIDO

8	INTRODUCCIÓN	59	Método EDL
13	CAPÍTULO I: - BOLIVIA DENTRO EL TRIÁNGULO DEL LITIO	60	Primera convocatoria de YLB para EDL
13	Contexto del triángulo del litio	62	Segunda convocatoria de YLB para EDL
15	Análisis comparativo entre los tres países	65	Indicadores para pruebas piloto de la primera convocatoria
15	BOLIVIA	64	Salar de Uyuni
16	CHILE	64	Salar de Coipasa
16	ARGENTINA	64	Salar de Pastos Grandes
19	CAPÍTULO II - CONTEXTO NORMATIVO Y LEGAL DEL LITIO EN BOLIVIA	67	CAPÍTULO IV: CONTEXTO DE LA INFRAESTRUCTURA DEL LITIO EN BOLIVIA
19	Modelo económico adoptado y modelo soberano de inversión ofertado por Bolivia	67	Infraestructura vial que requieren mejorarse dentro los planes de desarrollo nacional
22	Convenios y Contratos de Asociación pública-privada, Servicios y Comercialización.	67	Infraestructura
24	Proyecto de Ley específico del litio y los recursos evaporíticos	68	Desarrollo
30	Seguridad jurídica y arbitraje nacional que rige en Bolivia	69	Limitaciones geográficas
31	Empresas extranjeras y la diferencia entre convocatorias y licitaciones.	69	Actual infraestructura energética y Plan Energético Nacional al 2030
35	CAPÍTULO III: - CONTEXTO TÉCNICO DEL LITIO EN BOLIVIA	69	Capacidad energética actual
35	Descripción de los salares y áreas de interés para recursos evaporíticos en Bolivia	70	El futuro de las energías renovables y el litio.
38	UYUNI	71	Sostenibilidad y cambio climático para la transición energética de la industria del litio
42	PASTOS GRANDES	74	CAPÍTULO V: CONTEXTO ECONÓMICO - FINANCIERO DEL LITIO EN BOLIVIA Y EL MUNDO
46	COIPASA	74	Panorama Mundial (análisis de la demanda)
49	EMPEXA	75	Principales usos y aplicaciones para la demanda del litio
51	CHIGUANA	77	Demanda de mercados mundiales
52	CAÑAPA	78	Proyecciones a futuro en la demanda de litio
53	CAPINA	81	Riesgos y desafíos de la demanda del Litio
54	Escenario actual del litio en Bolivia	81	Análisis de oferta mundial
55	Proceso de obtención de sales de litio en Bolivia	83	Principales Países Productores
56	Proceso en la planta industrial de carbonato de litio	86	Proyecciones futuras de la oferta de litio
58	Demanda hídrica	87	Métodos de Extracción para la Producción del Litio
58	Estudios hidrogeológicos	87	Tecnología de Extracción Directa del Litio (EDL)

TABLA DE CONTENIDO

89	Costos de producción tecnología EDL	130	Supervisión, implicaciones y perspectivas de mercado del Pasaporte Europeo de baterías
91	Análisis comparativo de producción entre la EDL y el método de evaporación solar	133	Impacto del Pasaporte Europeo de baterías en la economía europea
92	Análisis de Oferta y Demanda Global		
95	Conclusiones y parciales		
95	Análisis de precios	136	CAPÍTULO VII: ANÁLISIS DEL IMPACTO SOCIAL DEL LITIO EN BOLIVIA
96	Precios actuales	137	Organizaciones, sectores institucionales y sociales involucrados en la cadena productiva del litio a nivel nacional, departamental y local
97	Proyección de precios		
100	Mecanismos de Financiamiento del Equipo Europa		
101	Áreas de interés común y empleo de recursos		ANEXOS
102	Instrumentos financieros de Global Gateway: Sector Público	150	Anexo 1: Árbol de Problemas
103	Instrumentos de garantías del Global Gateway	151	Anexo 2: Árbol de Soluciones
103	Instrumentos financieros de Global Gateway: Sector Privado	152	Anexo 3: Análisis de los contratos firmados con YLB por la empresa Rusa URANIUM y China CBC
105	Análisis de la oferta productiva de litio en Bolivia	167	Anexo 4: Análisis Financiero de Sensibilidad
105	Recursos y Reservas	174	Anexo 5: Mapa de la red eléctrica en la parte occidental de Bolivia
106	Cantidad de producción e ingresos generados actualmente en Bolivia	175	Anexo 6: Cartografía salar de COIPASA
107	Análisis Financiero	177	Anexo 7: Cartografía salar de UYUNI
111	Escenario - I	181	Anexo 8: Tierras Raras en Bolivia
112	Escenario - II	190	Anexo 9: Transición energética
112	Fórmula del CAPM ajustado	193	Anexo 10: Plantas de energía fotovoltaicas en Bolivia
		196	Anexo 11: Información complementaria de los salares bolivianos y sus productos derivados como el Cloruro de Potasio
115	CAPÍTULO VI: ANÁLISIS MEDIO AMBIENTAL DEL LITIO EN BOLIVIA		
116	Regulación de la gestión medioambiental en Bolivia y Legislación Comparada	203	BIBLIOGRAFÍA
120	Condiciones, afectación y costos ambientales	206	ACRÓNIMOS
124	Desafíos a considerar y política ambiental de YLB	208	LISTA DE TABLAS
124	Proyectos complementarios y periféricos a los de litio y recursos evaporíticos en Bolivia	209	LISTA DE FIGURAS
126	Producción e importancia de los minerales críticos y tierras raras	210	LISTA DE GRÁFICOS
127	Pasaporte Europeo de baterías (PE)		

RESUMEN EJECUTIVO

La tercera edición de esta guía introductoria, otorga una visión integral del estado actual, el contexto de la industria y los desafíos del litio en Bolivia, proporcionando en principio una visión general del actual panorama de la cadena productiva del litio dentro de la región geográfica denominada "triángulo del litio", brindando un panorama comparativo de las estrategias y los enfoques diferentes de Chile, Argentina y Bolivia acerca de sus procesos competitivos que requieren ser acelerados, en cuanto a la exploración, producción, comercialización e industrialización del litio.

A continuación se explica, desde un enfoque legal, el modelo de economía plural, inclusiva y productiva que adopta Bolivia (contrario al modelo de economía abierta y de concesión), a partir del cual el Estado puede asociarse con empresas extranjeras o contratar sus servicios, pero bajo un modelo de negocio e inversiones soberano para la producción de litio y otros recursos evaporíticos. En virtud a este modelo, el Estado, se arroga para sí, la administración, el control y la dirección de la cadena productiva del litio, considerado un recurso natural estratégico y de interés público para Bolivia.

Desde un punto de vista técnico, detalla las particularidades, características y potencialidades de los salares, los recursos evaporíticos y el camino hacia la industrialización del litio en Bolivia, que actualmente centra su extracción en el método tradicional de evaporación utilizado en el proceso y destaca la necesidad que tiene el país de adoptar una tecnología innovadora, como la Extracción Directa de Litio (EDL), que permita acelerar y mejorar significativamente el proceso productivo del mineral, considerando factores como el tiempo, el uso de insumos y recursos como el agua, la energía eléctrica, etc., y la preservación del medio ambiente.

También analiza los aspectos económico-financieros que inciden y regulan en dicha industria, reflejando el panorama actual del mercado mundial (demanda y oferta) del litio -carbonato de litio y de otros productos y subproductos-, así como una descripción del modelo de negocio de Bolivia en sus diferentes etapas y los mecanismos e instrumentos de financiamiento y garantía europeos a los que podría acceder el sector público y privado del país, para el desarrollo de la cadena productiva del litio

El propósito es brindar al Equipo Europa (EE) y a las empresas europeas la información necesaria que les permita evaluar y determinar las razones por las que, bajo el modelo económico y soberano de inversión de Bolivia, es factible o no desarrollar, de manera estratégica y conjunta, la cadena productiva del litio y de otros recursos evaporíticos en Bolivia, a partir del financiamiento y la inversión europea.

Lo que busca la guía introductoria, es que las empresas europeas, tengan un conocimiento pleno, objetivo y claro de las condiciones y requisitos propuestos por Bolivia, para que a partir de ello definan y decidan participar en estudios y realizar pruebas tecnológicas a nivel experimental e industrial, desarrolladas en condiciones reales y a través de la suscripción de convenios de cooperación o contratos de asociaciones o de prestación de servicios.

También facilitar información que permita contar con una mejor visión de las potencialidades de negocio que existen para las empresas europeas en torno al

litio y los recursos evaporíticos, así como de las perspectivas para la prospección, exploración, explotación, producción, comercialización e industrialización. Así como, el entorno de los estudios y proyectos complementarios desde una perspectiva de la infraestructura, el medio ambiente responsable, el relacionamiento socio – comunitario, etc., alineados con el enfoque promovido por el EE y necesarios para la ejecución de los proyectos de litio.

La guía introductoria, proporciona datos relevantes sobre los desafíos medio ambientales y sociales, vinculados con el uso de recursos naturales vitales como el agua, la generación de energía eléctrica y/o la interacción con las comunidades indígenas y originarias aledañas a los salares, así como información sobre las organizaciones cívicas, sectoriales y regionales involucradas y las características de sus demandas.

Por último, se aborda un aspecto que es fundamental para ser considerado previa implementación y puesta en marcha de los proyectos de litio en los diferentes salares bolivianos que es el componente social. Este capítulo pretende brindar informaciones de las consideraciones que se tiene que realizar con los actores claves subnacionales del nivel público, sociedad civil y comunidades indígenas que cuentan con niveles de interés y poder para la viabilidad del proyecto en las zonas de los salares bolivianos.

Finalmente, a través de la representación gráfica de un diagrama de árboles, se presenta una detallada identificación de los desafíos y posibles soluciones inherentes a la industria del litio y los recursos evaporíticos en Bolivia. Este análisis no sólo destaca los problemas existentes, sino que también propone estrategias concretas a ser implementadas y materializadas a través de programas de financiamiento y otorgación de recursos por el EE, en aras de beneficiar tanto a Yacimientos de Litio Bolivianos (YLB) como al Estado Plurinacional de Bolivia.

Este enfoque estratégico no sólo favorecería a las entidades y empresas bolivianas, sino que también crearía oportunidades significativas para las empresas europeas que pueden aprovechar su ventaja comparativa, que se sustenta en su capacidad de financiamiento, presencia de profesionales altamente capacitados, profundo conocimiento tecnológico, altos estándares medioambientales y otros, etc.

En conclusión, una adecuada sinergia entre las condiciones y requisitos propuestos por Bolivia, bajo su modelo económico y soberano de inversión, con la capacidad de financiamiento del EE y la ventaja comparativa de las empresas europeas, permitirá alcanzar un modelo de alianza estratégica entre ambas partes, y por defecto, el que dichas empresas europeas participen de manera efectiva en la cadena productiva del litio y otros recursos evaporíticos en Bolivia, bajo un enfoque social y ambientalmente responsable.

Además, de que participen también en proyectos implícita y necesariamente vinculados al litio y otros recursos evaporíticos, de carácter complementario y periférico, como son los mencionados de infraestructura (recursos hidrogeológicos, carreteras, electricidad, logística) y socio – medioambientales, pero además de energía renovable (geotérmica, fotovoltaica, eólica, hidrógeno verde y otros).

INTRODUCCIÓN

Desde 1995, la Delegación de la Unión Europea (DUE) en Bolivia, mantiene una relación con el Estado Plurinacional de Bolivia facilitando fondos no reembolsables para programas y políticas de desarrollo, centradas en un desarrollo inclusivo y en el compromiso con la lucha contra el cambio climático y el resguardo del medio ambiente.

Desde entonces y hasta la fecha, el Equipo Europa (EE) ha donado más de 1000 millones de Euros a Bolivia, evidenciando un compromiso sólido con el desarrollo de Bolivia y la promoción de los valores compartidos. Cabe destacar que esta cantidad no incluye las contribuciones adicionales bilaterales de los Estados Miembros (EEMM). La UE y sus EEMM constituyen lo que denominamos el Equipo Europa (EE).

La creciente demanda global de litio y de otros recursos evaporíticos convierte los recursos de Bolivia en una gran oportunidad de desarrollo de nuevos proyectos y tecnología, beneficiando tanto al país como al mundo. Sin embargo, este potencial se materializará plenamente si la extracción se lleva a cabo de manera responsable, aprovechando los recursos y si se añade un valor agregado significativo a nivel local, nacional e internacional.

Por esta razón, la DUE, busca facilitar a Bolivia, a través de las empresas de la UE, la generación y transferencia de conocimientos vinculados a la industria del litio y los recursos evaporíticos, más la oferta de soluciones tecnológicas relevantes, además de la experiencia probada en proyectos complementarios de energía renovable, minerales críticos, medio ambiente, relacionamiento socio - comunitario, infraestructura, gobernanza, etc. Con el objetivo de respaldar este esfuerzo, la DUE ha obtenido financiamiento de la Dirección General de Asociaciones Internacionales (DG INTPA) de la Comisión Europea, para la elaboración de la presente guía introductoria.

Este documento es una guía que ofrece una introducción a los aspectos legales, técnicos, económico-financieros, ambientales y sociales relacionados con la cadena de valor del litio en Bolivia. Su objetivo es brindar información clave a empresas europeas y al público en general sobre los elementos que deben considerarse al iniciar negociaciones con el Gobierno boliviano. Asimismo, la guía busca fomentar la participación de empresas europeas en estudios y proyectos vinculados a la cadena productiva del litio, los recursos evaporíticos y el desarrollo de iniciativas complementarias en el país.

El EE está dispuesto a viabilizar el financiamiento y garantías necesarias, a través de los instrumentos, mecanismos e instituciones pertinentes para estos proyectos, con fondos no reembolsables, especialmente en los salares que le puedan ser asignados a empresas de la UE para desarrollar proyectos de la cadena productiva de litio, los recursos evaporíticos y otros complementarios citados anteriormente, bajo un enfoque orientado hacia prácticas ambientales y socialmente responsables.

En paralelo a la guía introductoria, el Equipo Europa viene sosteniendo un diálogo estratégico con el gobierno de Bolivia, conversación que desde la misión Uyuni en noviembre 2023 a la misión Bruselas en febrero 2024 y las actuales reuniones colaborativas con la empresa Yacimientos del Litio Bolivianos Corporación (YLB) y el Ministerio de Hidrocarburos y Energía (MHE), han significado un mejor y mayor relacionamiento con el objetivo de generar las mejores condiciones de trabajo conjunto entre ambas partes. Cabe señalar que, si bien, toda decisión estratégica sobre el litio

y los recursos evaporíticos está estrictamente dirigida por el Presidente del Gobierno boliviano, Luis Alberto Arce Catacora, el trabajo técnico se lleva en conjunto y bajo la supervisión del citado MHE y de YLB.

El mayor yacimiento de litio boliviano se encuentra en el salar de Uyuni, situado a una altura de 3.670 m.s.n.m. Este salar, es uno de los más grandes del mundo, con una costra de sal que cubre una superficie de 10.313 km² (180 km de largo y 80 km de ancho). No obstante, Bolivia cuenta con otros 27 salares, cada uno con sus especificidades hidrogeológicas, medioambientales y sociales, ofreciendo oportunidades para el desarrollo de yacimientos en diversas regiones del país.

La explotación del litio y de otros recursos evaporíticos en Bolivia se enfrenta a grandes desafíos, como ser la construcción e implementación de más plantas piloto de carbonato de litio (aparte de la planta piloto estatal de 15 toneladas/año) y su incremento oportuno y acelerado de producción, considerando que en muchos de sus salares existe una composición de mayor complejidad por la presencia y alta concentración de otros minerales, como el potasio, boro y magnesio, o bien, falta infraestructura en torno al suministro de agua y electricidad, así como accesos. Complejidades que encarecen los costos de extracción y producción en comparación a Chile y Argentina.

Además, se requiere el desarrollo e implementación de nuevas tecnologías como la denominada extracción directa de litio (EDL), que permitan reducir la dependencia de los ciclos hídricos naturales que se suscitan en la región de los salares bolivianos y sustituyan el método de evaporación convencional a través de piscinas. Estas tecnologías son fundamentales para transformar el litio a cloruro de litio, que sirve como base para el carbonato y el hidróxido de litio.

De acuerdo a los estudios y pruebas tecnológicas piloto efectuadas hasta la fecha, la tecnología EDL ofrece la ventaja de extraer el mismo volumen de litio en cuestión de días u horas, en comparación a los meses que toma el método de evaporación convencional. No obstante, la EDL requiere considerables cantidades de agua dulce, así como el uso de productos químicos, aspectos que conllevan desafíos de impacto medioambiental y social.

Son todas estas particularidades las que desde un punto de vista técnico y económico- financiero deben ser cuidadosamente abordadas para garantizar que la implementación de esta nueva tecnología sea compatible con prácticas ambientales y sociales responsables y en concordancia con los usos y costumbres de las comunidades aledañas y las necesidades económicas, laborales, etc. de las regiones en las que se encuentran los salares.

Bolivia ha propuesto como estrategia nacional en la industria del litio y los recursos evaporíticos, la adopción de un modelo de negocio soberano para la inversión y producción, con un enfoque en la asociación con empresas extranjeras o la prestación de sus servicios, de modo que se logre implementar nueva e innovadora tecnología EDL.

Para ello, el año 2021, YLB lanzó una primera convocatoria a nivel internacional "Identificación de las tecnologías de Extracción Directa del Litio (EDL) para su aplicación en los salares de Uyuni, Coipasa y Pastos Grandes de Bolivia", recibiendo 20 propuestas de empresas interesadas en demostrar experiencia en la implementación de esta tecnología; y en 2024 lanzó una segunda convocatoria de "expresiones de interés" también a nivel internacional, recibiendo 38 propuestas de empresas interesadas.

Después de preseleccionar a empresas en ambas convocatorias, YLB abrió una convocatoria internacional para la presentación de propuestas técnico – económicas de proyectos a desarrollar a escala experimental y de pilotaje y para la suscripción de Acuerdos de Confidencialidad para el intercambio y protección de información. El objetivo fue que, a partir de la selección definitiva de las empresas, se suscriban convenios para la construcción e implementación de Plantas de producción de carbonato de litio grado batería en los salares bolivianos, para posteriormente proceder a su industrialización.

Esa primera apertura dirigida a desarrollar la cadena productiva del litio y de otros recursos evaporíticos, marcó el inicio de la fase los estudios y de pruebas piloto que en la primera convocatoria se ejecutó a nivel laboratorio en los salares de Uyuni, Coipasa y Pastos Grandes, y que en la segunda convocatoria se la ejecuta en condiciones reales (in situ) en los salares de Capina, Cañapa, Chiguana y Empexa, además.

De la primera convocatoria, 6 empresas fueron seleccionadas por YLB para la suscripción de los citados convenios, sin embargo, entre enero y diciembre de 2023, sólo el consorcio chino CBC (CATL, CMOC y BRUNP), la empresa china CITIC-GUAN y la empresa rusa URANIUM (Consortio ROSATON) suscribieron dichos documentos, comprometiéndose a ejecutar pruebas piloto para concretar el emplazamiento de plantas de producción de carbonato de litio grado batería mediante tecnología EDL a diseño final.

Las empresas XINJIANG TBEA GROUP, la china FUSION ENERTECH y la norteamericana LILAC SOLUTIONS no concretaron vínculo alguno con Bolivia hasta hoy en día. Cabe señalar que la empresa LILAC SOLUTIONS destaca por contar con la tecnología de mejor calidad y menor impacto ambiental, lo que podría convertirla en un potencial aliado para las empresas europeas interesadas en conformar consorcios transeuropeos.

En diciembre de 2024, el gobierno boliviano, buscando convertirse en un actor estratégico en la transición energética global, amplió la suscripción de convenios a escala pilotaje para desarrollar la cadena de valor del litio respetando los estándares internacionales de producción sostenible, con las empresas australiana-alemana EAU LITHIUM, la francesa-boliviana GEOLIT ACTARIS BOLIVIA y la argentina TECPETROL INTERNATIONAL, mismas que podrán demostrar las cualidades y virtudes de la tecnología que ofrecen y su adaptación a la calidad de litio boliviano. Estas pruebas con una duración de 90 y 120 días, darán paso a un proceso de negociación de contratos para implementar Plantas de litio a escala semi-industrial e industrial, si son positivas.

El mismo año, el gobierno boliviano incursionó también en la etapa industrial a través de la suscripción de dos contratos, uno de Asociación con la empresa rusa URANIUM ONE GROUP, JOINT-STOCK COMPANY Sucursal Bolivia y otro de Prestación de Servicios con la empresa china HONG KONG CBC INVESTMENT LIMITED Sucursal Bolivia, ambos contratos actualmente remitidos a consideración y revisión de la Asamblea Legislativa Plurinacional de Bolivia (ALP).

Hasta la fecha, el proyecto más avanzado en la producción de carbonato de litio está liderado por la empresa estatal YLB en el Salar de Uyuni. Este proyecto consiste en el emplazamiento y actual funcionamiento de una planta piloto (Planta Lipi) con una capacidad de producción anual de 15.000 toneladas de carbonato de litio, por un método de evaporación tradicional. La planta fue inaugurada el 15 de diciembre de 2023 y que para hasta finales de este año se esperaba que produzca 100.000 toneladas de carbonato de litio.

Por otro lado, en el marco del diálogo estratégico sostenido entre el EE y Bolivia, que dio lugar a la segunda convocatoria lanzada en enero 2024 para proyectos de aprovechamiento de recursos evaporíticos en siete salares (Uyuni, Pastos Grandes, Coipasa, Empexa, Chiguana, Cañapa y Capina), es que surgió la oportunidad para las empresas europeas, de incursionar en la industria minera, evaporítica y de energía renovable en Bolivia.

Aunque el EE llegó más tarde y en una etapa posterior, en comparación a las seis empresas seleccionadas por YLB como resultado de la primera convocatoria, la actuación y participación del EE resulta crucial y esencial para consolidar prácticas sostenibles y responsables en la cadena productiva evaporítica en Bolivia, dada su capacidad y calidad tecnológica, el nivel de formación y conocimiento con el que cuenta, su compromiso con el cambio de matriz energética (transición a energías alternativas y limpias), su legislación comunitaria con altos estándares medioambientales (pasaporte europeo de baterías), además de su experiencia en prácticas ambiental y socialmente responsables (relacionamiento social con las comunidades afectadas y las organizaciones involucradas).

Este enfoque de trabajo posiciona al EE como un actor relevante y competitivo, así como su actuación resulta especialmente valiosa, en cuanto al apoyo que puede brindar a los estándares socio ambientales que tiene YLB respecto al cuidado del medio ambiente. Todos estos aspectos convierten a las empresas europeas, además de sus instituciones financieras y agencias de desarrollo, en potenciales aliados de Bolivia dentro la cadena productiva del litio, de los recursos evaporíticos, de minerales críticos y tierras raras, así como para el desarrollo de proyectos complementarios de energía renovable, infraestructura, socio – ambientales, gobernanza, etc.



CAPÍTULO I

BOLIVIA DENTRO DEL TRIÁNGULO DEL LITIO

RESUMEN

Este capítulo analiza el contexto del litio en la región geográfica conocida como el “Triángulo del Litio”, abordando el estado actual del recurso, las características geológicas y productivas de los salares, así como los enfoques adoptados por cada país en el desarrollo de sus respectivas cadenas de valor. Además, ofrece una perspectiva comparada sobre el posicionamiento de Bolivia en la industria del litio y de otros recursos evaporíticos, destacando las condiciones bajo las cuales el país podría consolidarse como un actor relevante en este sector. Para ello, será fundamental la implementación de políticas adecuadas y la adopción de acciones coherentes con su modelo económico y su enfoque soberano de inversión, que contempla la participación estratégica de empresas extranjeras.

CONTEXTO DEL TRIÁNGULO DEL LITIO

Bolivia, Argentina y Chile constituyen el denominado “Triángulo del litio”, que representa más del 50% de las reservas globales (2024). Allí se encuentran los tres principales salares del mundo: el Salar de Atacama (Chile), Hombre Muerto y Olaroz (Argentina), y el Salar de Uyuni (Bolivia). El desarrollo de este tipo de proyectos adquirió especial importancia por la disponibilidad de litio en la zona, insumo clave para la producción de baterías para automóviles eléctricos.

Cada uno de estos países tienen marcos legales, estrategias y enfoques completamente diferentes acerca de la exploración, producción, comercialización e industrialización del litio para asegurar su protagonismo en un mercado creciente cada vez más dinámico y competitivo.

La diferencia más significativa entre los tres países del Triángulo del Litio se evidencia al analizar sus niveles de producción y grado de desarrollo. Mientras que Chile cuenta con décadas de experiencia en la exploración y explotación del litio -lo que le ha permitido certificar cerca del 90 % de sus recursos como reservas-, Bolivia se encuentra aún en una etapa incipiente, con un bajo nivel de exploración y en proceso de generar información técnica que le permita formalizar y certificar sus reservas.

Es importante tener en cuenta que, mientras los recursos son la cantidad estimada que existe de litio en una zona geográfica en particular (aún no evaluados y mucho menos explotados), las reservas son aquellos recursos que han sido evaluados y se sabe que son factibles de explotación.

La mencionada región geográfica, caracterizada por salmueras superficiales y subterráneas, representa la mejor opción comercial para la extracción de litio y otros recursos evaporíticos, frente a otras alternativas como lo son la extracción de éste a partir de rocas y de agua marina.

Sin embargo, esta situación puede cambiar a medida que evolucionen las tecnologías, la oferta y demanda global del litio y, por consiguiente, el precio del mismo.

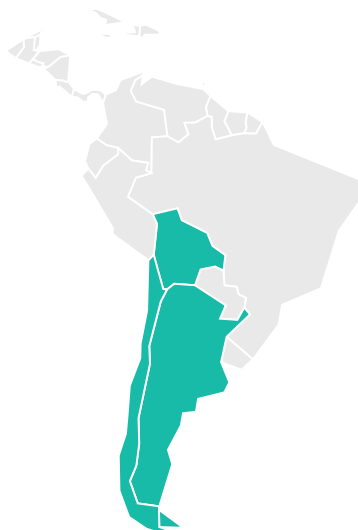
Actualmente, la explotación de litio se focaliza en los lugares donde el costo de extracción es más viable para el mercado; sin embargo, ante las alternativas emergentes como las baterías de iones de sodio, dicha explotación podría mantenerse vigente durante una década más. Ante esta situación y el prometedor desarrollo tecnológico en la extracción de litio, el contexto energético en torno al recurso, se ha vuelto exigente respecto a que es necesario que los tres países aceleren procesos competitivos de extracción y comercialización de las reservas de litio.

Figura 1: Mapa del triángulo de Litio y salinas



*Fuente: China tras el nuevo tesoro de Sudamérica:
El Litio PARTE I. SABINA NICHOLLS/DIÁLOGO JULIO 29, 2023*

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS TRES PAÍSES



BOLIVIA

Bolivia, si logra planificar adecuadamente sus políticas productivas en torno al litio y ofrecer información clara, confiable y garantizada para atraer inversiones, podría acelerar significativamente el desarrollo de sus salares. Esto requiere avanzar en la firma de convenios de estudio, pruebas piloto y modelos contractuales de asociación y prestación de servicios -como los suscritos en la gestión 2024- que le permitan acceder a recursos financieros, conocimiento técnico y tecnologías clave. Bajo estas condiciones, el país no solo podría posicionarse como uno de los principales productores de litio en la región, sino también expandir su participación en la explotación de otros recursos estratégicos, como evaporíticos, minerales críticos y tierras raras.

En Bolivia hay 28 salares siendo el de Uyuni el más grande del mundo. El litio es un recurso estratégico de interés colectivo y cuya propiedad pertenece al Estado boliviano, siendo éste quien lo administra, controla y fiscaliza a nombre de la población, a través de su participación en toda su cadena productiva y por medio de Yacimientos de Litio Bolivianos Corporación (YLB) con el objetivo de industrializar la cadena de valor hasta lograr la producción de baterías, cátodos y otros productos con valor agregado.

Además de enfrentar desafíos en el ámbito legal y socio-comunitario, Bolivia debe considerar importantes aspectos técnicos que condicionan el aprovechamiento del litio. Uno de los principales factores es la elevada concentración de magnesio (Mg) presente en las salmueras bolivianas, cuyo comportamiento iónico es muy similar al del litio, lo que complica significativamente su separación. Esta característica limita la eficiencia del método tradicional de evaporación en piscinas, el cual resulta poco eficaz y lento en términos productivos. Ante esta situación, se plantea la necesidad de adoptar tecnologías más avanzadas, como la extracción directa de litio (EDL), que permitirían una recuperación más selectiva y rápida del recurso. Sin embargo, estas tecnologías aún se encuentran en fase de desarrollo y no han sido implementadas a escala industrial en el país.

CHILE

Chile posee grandes reservas de litio, en su mayoría ya exploradas, depositadas principalmente en las salmueras de los salares del norte del país, especialmente en el Salar de Atacama. Una de las principales ventajas de estos salares es que presentan condiciones geológicas favorables para una extracción más sencilla y económica, debido a sus altas concentraciones de litio y a la baja presencia de elementos contaminantes o interferentes, lo que facilita el procesamiento del recurso mediante métodos tradicionales como la evaporación solar.

Desde la gestión 2024 y a partir de sus políticas de resguardo a los recursos naturales estratégicos, los recursos minerales son propiedad del Estado nacional, lo que ha determinado que el litio a diferencia de otros minerales como el cobre, dejó de ser concesible. Bajo éste enfoque regulatorio, el litio sólo puede ser explorado ó explotado de forma directa por el Estado y sus empresas, o bien por privados a través de Contratos Especiales de Operación del Litio (CEOL) sin estar obligado a entregarlos en concesión a través de licitaciones competitivas, sino en coparticipación en cuanto a la ejecución de su cadena productiva.

La agencia de desarrollo nacional CORFO posee concesiones que corresponden al 55% del salar de Atacama, mientras que CODELCO controla la totalidad del salar de Pedernales y el 18% del salar de Maricunga. Por su parte, ENAMI posee el 4% del salar de Aguilar. Estas les concesionan a dos empresas privadas a través de contratos CEOL: la chilena SQM que tiene una licencia de explotación hasta 2030 y la estadounidense Albermale hasta 2043, ambas en el salar de Atacama.

En cuanto al cobro de regalías, Chile posee un sistema llamado por ellos Royalty, de cobro nacional, por ser un país unitario, y que se establece dinámicamente de acuerdo a los precios comercializados de compuestos de litio exportables.

ARGENTINA

El modelo de negocios para la extracción de litio en Argentina se basa principalmente en la participación del sector privado, con un marco regulatorio que busca atraer inversiones extranjeras.

Argentina cuenta con el 10,3 % de las reservas certificadas globales de litio equivalentes a 2,7 Millones de toneladas de litio (o su equivalente en LCE 11 Millones de toneladas).

En cuanto a los recursos identificados, dispone de aproximadamente 21 Millones de toneladas de Li o 101,8 Mt LCE. La gran disponibilidad de estos recursos se encuentra en salares ubicados en la Puna de Atacama sobre las provincias de Catamarca, Salta y Jujuy. Argentina es además el cuarto productor mundial con 35.000 toneladas en 2024 (aunque eso es el 5% de la producción mundial muy atrás de Australia, Chile y China). Aún así, el potencial es muy grande.

Si bien Chile es el mayor productor en la minería del litio, Argentina podría constituirse en el primer exportador de carbonato de litio de la región, a partir del desarrollo de los proyectos Hombre Muerto y Olaroz en las regiones de Catamarca, Salta y Jujuy.

CONCLUSIÓN

Bolivia posee los mayores recursos de litio dentro del denominado Triángulo del Litio y avanza en estrategias de producción basadas en el uso de tecnologías innovadoras, en el marco de políticas soberanas de inversión. Su objetivo es consolidarse como un actor clave en la industria global del litio. Para ello, resulta fundamental acelerar la cuantificación y certificación de recursos y reservas en todos sus salares, lo que también permitiría el aprovechamiento de otros recursos evaporíticos, minerales críticos y tierras raras. Paralelamente, se requiere impulsar proyectos complementarios que viabilicen la producción a gran escala, abordando las actuales deficiencias en infraestructura, particularmente en cuanto a electricidad, agua, carreteras, transporte y logística, priorizando el uso de fuentes de energía renovable con criterios de sostenibilidad ambiental.



CAPÍTULO II

CONTEXTO NORMATIVO Y LEGAL DEL LITIO EN BOLIVIA

RESUMEN

Este capítulo analiza los modelos económico y soberano de inversión que sustentan el modelo de negocio adoptado por Bolivia para establecer alianzas estratégicas con empresas extranjeras en el desarrollo de la cadena productiva del litio y otros recursos evaporíticos. Asimismo, se revisan las disposiciones normativas que regulan la explotación de estos recursos, resaltando su carácter estratégico y de interés público.

Se detallan las alianzas público-privadas alcanzadas hasta la fecha, incluyendo tres nuevos convenios y dos contratos de asociación y prestación de servicios suscritos con empresas extranjeras. Estos acuerdos, gestionados por Yacimientos de Litio Bolivianos (YLB) en su rol representativo, contemplan la ejecución de pruebas piloto y el emplazamiento de plantas de producción de carbonato de litio en el país.

El capítulo también aborda el estado actual del anteproyecto de ley específica para el litio, y presenta el marco normativo que establece los requisitos que deben cumplir las empresas extranjeras para operar comercialmente en Bolivia, con garantías de seguridad jurídica y la posibilidad de participar en procesos de licitación y convocatorias internacionales.

Finalmente, se expone el contexto legal vinculado al medio ambiente, la energía renovable, las tierras raras y los minerales críticos, en tanto ejes complementarios que pueden contribuir a superar las deficiencias de infraestructura existentes y fortalecer el desarrollo integral de la cadena productiva del litio y otros recursos estratégicos.

MODELO ECONÓMICO ADOPTADO Y MODELO SOBERANO DE INVERSIÓN OFERTADO POR BOLIVIA

Bolivia cuenta con un marco normativo superior definido en la Constitución Política del Estado (CPE) y una planificación programática alineada con la con sus prioridades nacionales de desarrollo, y exteriorizadas mediante Leyes en el Plan General de Desarrollo Económico Social (PGDES) “Agenda Patriótica 2025”, el Plan de Desarrollo Económico y Social 2021-2025 (PDES) “Reconstruyendo la Economía para Vivir Bien, hacia la Industrialización con Sustitución de Importaciones” y los Planes de Desarrollo Sectorial (PDS).

La Agenda Patriótica 2025 (PGDES) plasma la realidad actual de Bolivia y la realidad que proyecta hasta el presente año 2025, estableciendo 13 pilares sobre los que se busca

levantar una Bolivia digna y soberana. Cada uno de estos pilares tiene una serie de dimensiones que deben cumplirse para alcanzar ese objetivo, estableciendo entre los pilares que tienen alguna relación con el litio:

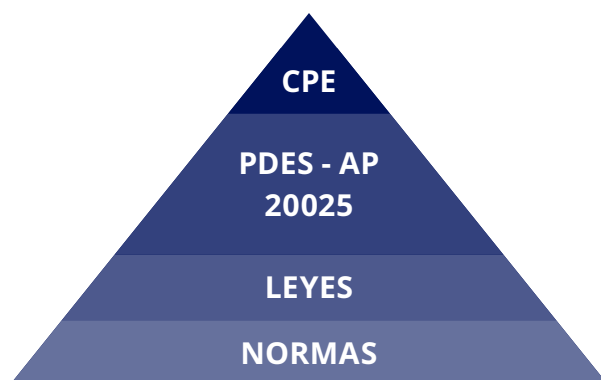
- **Pilar 4:** Soberanía científica y tecnológica
- **Pilar 5:** Soberanía comunitaria y financiera
- **Pilar 6:** Soberanía productiva con diversificación
- **Pilar 7:** Soberanía sobre nuestros recursos naturales
- **Pilar 9:** Soberanía ambiental con desarrollo integral

El Plan Nacional de Desarrollo Social y Económico 2021 – 2025 (PDES), es el eje por el cual se articula la planificación en Bolivia, es decir, es el instrumento a través del cual se establecen los lineamientos generales para la planificación de mediano plazo (5 años), y forma parte del Sistema de Planificación Integral del Estado (SPIE).

Se constituye en la propuesta y construcción colectiva de un mundo sin desigualdades ni pobreza, una sociedad orientada al Vivir Bien en equilibrio y armonía con la Madre Tierra, contemplando los ámbitos: social, económico, político, cultural, ambiental, comunitario, espiritual, que hacen al desarrollo integral y sustentable del país.

El numeral 2.9 relacionado con Hidrocarburos y Energía, establece que los sectores estratégicos de hidrocarburos, minería y energía tienen el objetivo de maximizar el excedente económico y a su vez, optimizar su uso redistribuyendo para la diversificación económica, industrialización y reducción de la pobreza. En el eje 4 menciona la profundización de industrialización de los recursos naturales con soberanía, centrados en tres áreas centrales:

- Impulsar la prospección, exploración y explotación sustentable de los recursos naturales con cuidado del medio ambiente en armonía con la Madre Tierra.
- Fortalecer, diversificar y ampliar la industrialización con valor agregado de recursos naturales, maximizando los excedentes económicos generados.
- Diversificar la matriz energética hacia la consolidación de fuentes de energía renovables y sustentables, generando excedentes para las exportaciones.



Por otra parte, Bolivia depende de sus recursos propios para encarar las costosas actividades económicas que conlleva la explotación de sus recursos naturales, mismos que según la magnitud del proyecto pueden resultar insuficientes, momento en el cual resulta necesaria la inversión de capital empresarial extranjero pero que para el país sea viable en la medida que se adecue, adapte y cumpla los requisitos y condiciones que conlleva el modelo económico, social, comunitario y productivo adoptado por el país.

La Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia (CPE), prevé que los recursos naturales que incluyen a los minerales en todos sus estados, los hidrocarburos, agua, aire, suelo y subsuelo, bosques, biodiversidad, espectro electromagnético y todos los demás elementos y fuerzas físicas susceptibles de aprovechamiento y considerados como fuente de riqueza económica, son de carácter estratégico, de interés público, de propiedad y dominio directo, indivisible e imprescriptible del pueblo boliviano, y es al Estado a quien le corresponde su control y administración en función del interés colectivo (Artículos 348 y 349 parágrafo I. CPE).

También señala que, contrario al modelo de economía abierta, privatizadora y de concesión, el modelo económico, social, comunitario y productivo de Bolivia:

- Se constituye por cuatro (4) formas de organización económica, que son: el Estado, las empresas, las cooperativas y las formas de producción comunitaria, mismas que se pueden asociar y aliarse entre sí, y se articulan sobre los principios de complementariedad, reciprocidad, solidaridad, redistribución, igualdad, seguridad jurídica, sustentabilidad, equilibrio, justicia y transparencia (Artículo 306, CPE).
- Otorga la administración, control y dirección al Estado boliviano sobre toda la cadena productiva de sus recursos naturales estratégicos y de interés público, a fin de que se reinvierta obligatoriamente las utilidades obtenidas en el desarrollo social y crecimiento económico del país.

El modelo soberano de inversiones y negocios en la industria del litio y otros recursos evaporíticos, antepone el respeto a la soberanía del país en los términos ya explicados, y conlleva que Bolivia a través de su empresa estatal YLB, adopte dos roles vinculantes de:

- Participar en toda la cadena productiva, asumiendo la administración de la propiedad de los recursos naturales, controlando los circuitos productivos y dirigiendo los procesos de industrialización.
- Asociarse con y/o contratar a empresas extranjeras a fin de atraer, obtener y contar con capital de inversión, tecnología, conocimiento, know-how, etc., para desarrollar su propia tecnología, obtener productos terminados, productos con valor agregado, etc.

CONVENIOS Y CONTRATOS DE ASOCIACIÓN PÚBLICA-PRIVADA, SERVICIOS Y COMERCIALIZACIÓN

El desarrollo de la cadena productiva por parte del Estado boliviano se exterioriza mediante la prospección, exploración, explotación, industrialización, transporte y comercialización de los recursos naturales estratégicos y de interés público, mismos que puede aprovechar mediante sus entidades públicas, como YLB, entidades cooperativas y comunitarias, las que a su vez pueden: **a)** Contratar a empresas, o **b)** Constituir empresas mixtas (SAM), o **c)** Suscribir contratos de asociación (Artículo 351, parágrafo I. y II. CPE).

La Ley N° 516, Ley de Promoción de Inversiones, establece que, las empresas extranjeras pueden desarrollar, mediante contratos de colocación de aportes de inversión conjunta, actividades económicas en sectores estratégicos de Bolivia, en sujeción a la normativa nacional aplicable y vigente, los preceptos constitucionales y a los derechos que el Estado boliviano les otorgue.

Dichas inversiones pueden constituirse en aportes de capital, derechos de propiedad intelectual, contribuciones tecnológicas intangibles, plantas industriales, máquinas o equipos nuevos o reacondicionados, repuestos, piezas y partes, transferencia de *know how* y otros. Por su parte, el Estado boliviano aporta con los derechos de uso y aprovechamiento de los recursos naturales (Artículos 6 parágrafo III., 7, 9 parágrafo I. y II., 10 y 11).

La Ley N° 466, Ley de la Empresa Pública, establece que las empresas públicas como YLB, pueden constituir con una participación mayoritaria, alianzas estratégicas de inversión conjunta con empresas extranjeras. Estas empresas públicas, al asumir un rol protagónico, administran los derechos propietarios de los recursos naturales, controlan estratégicamente los circuitos productivos y dirigen la generación de procesos de industrialización para producir bienes y servicios con valor agregado (Artículo 3 y 4).

Las empresas públicas pueden suscribir contratos para establecer alianzas estratégicas de inversión conjunta, con empresas extranjeras, que cumplan los requisitos de Ley para ejercer actos habituales de comercio en Bolivia, y de conllevar inversiones para el desarrollo de sectores estratégicos deben garantizar la participación mayoritaria contractual, el control y la dirección de la actividad sea asumida por la empresa pública boliviana. Constituye una modalidad de alianza estratégica la asociación accidental de carácter transitorio y utilizada para el desarrollo o ejecución de una o más operaciones específicas. (artículo 8 parágrafo I. y II. concordante con el Decreto Supremo N° 3469).

La Disposición final segunda de la Ley N° 1613, Presupuesto General del Estado para la gestión 2025, incorpora el Artículo 47 a la Ley N° 2042 de Administración Presupuestaria, bajo la siguiente redacción: "Las previsiones normativas aplicables para la administración económica y financiera del Estado, forman parte de la presente Ley, incorporándose como su Anexo los mandatos contenidos en los: cc) Artículos 6, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 y 17 y Disposición Adicional Primera de la Ley N° 1546 publicada el 31 de diciembre de 2023".

El Artículo 15 parágrafos I y II de la Ley N° 1546, Presupuesto General del Estado para la gestión 2024, indica que, en el marco de los preceptos constitucionales, las empresas

públicas, quedan facultadas a realizar alianzas estratégicas para la colocación de inversiones con empresas nacionales o extranjeras legalmente constituidas en el país, sea mediante la constitución de sociedades de economía mixta o la suscripción de asociaciones accidentales; debiendo garantizar la mayoría accionaria y el control del Estado.

Dicha alianza estratégica deberá ser aprobada por la máxima instancia de decisión de la empresa pública (directorio de YLB), y contar con la autorización de su respectivo Ministerio cabeza de sector (MHE); para su posterior remisión a la Asamblea Legislativa Plurinacional, cuando corresponda; quedando derogadas y abrogadas todas las disposiciones de igual o inferior jerarquía normativa contraria (disposición derogatoria y abrogatoria única)

Es bajo el amparo del citado paraguas normativo, que a la fecha se hizo viable las alianzas entre Bolivia y empresas extranjeras para el desarrollo de la cadena productiva del litio, expresadas mediante la suscripción de cuatro convenios con las empresas australiana-alemana EAU LITIUM, la francesa-boliviana GEOLIT ACTARIS BOLIVIA y la argentina TECPETROL INTERNATIONAL, así como mediante la suscripción de dos contratos de Asociación con la empresa rusa URANIUM ONE GROUP, JOINT-STOCK COMPANY Sucursal Bolivia y de Prestación de Servicios con la empresa china HONG KONG CBC INVESTMENT LIMITED Sucursal Bolivia.

Los convenios tienen por objeto realizar pruebas a nivel pilotaje de la salmuera y litio formado en los salares asignados a cada empresa y de acuerdo a las categorías 3 y 4 que les fueron establecidas a cada empresa, mismas que determinan a su vez el tipo de prueba, a nivel pilotaje, que deberán ejecutar, ya sea a nivel laboratorio o en condiciones reales (en el propio salar).

Los contratos tienen por objeto ejecutar proyectos estratégicos y soberanos de litio a través de la construcción, emplazamiento e implementación de plantas piloto ampliables a plantas semi - industriales e industriales de carbonato de litio, de acuerdo a fases y etapas de escalonamiento. En el marco de los mismos, YLB compromete otorgar la operación y mantenimiento a las mismas empresas, así como la venta preferencial de la producción, debiendo compensarse la inversión efectuada por las empresas extranjeras con las utilidades resultantes del **OPEX** y/o en especie, como gastos reembolsables o costos recuperables, además de pagar el uso de la tecnología EDL.

A la finalización de los contratos, la titularidad de las plantas será transferida a YLB con la entrega de la infraestructura, actividades, materiales, equipos, activos, obras, documentos técnicos, estudios complementarios y de factibilidad, etc., pero no así de la tecnología EDL por cuyo uso Bolivia debe asumir un gasto económico en favor de la empresa extranjera como propietaria de la misma y de su patente.

Estos contratos junto a sus proyectos de Ley N° 588/23, actualmente se encuentran en revisión y para consideración de la Asamblea Legislativa Plurinacional de Bolivia (ALP), conformada por las cámaras de senadores y diputados, que, a tiempo de fiscalizar al Órgano Ejecutivo, tiene entre sus atribuciones, la de aprobar los contratos firmados por dicho Órgano Ejecutivo, que sean de interés público y referidos a recursos naturales y áreas estratégicas, (Artículo 158, parágrafo I. numeral 3 y 12 y Artículo 162).

Siendo las empresas extranjeras las que realizan el mayor y principal aporte (capital, tecnología, conocimiento, etc.) dentro la alianza con Bolivia (asociación o prestación de servicios), se aseguraron para sí que durante la operación y mantenimiento las citadas plantas emplazadas, se destinará los resultados de producción a recuperar su inversión efectuada; respecto a Bolivia que al ser la que aporta el uso y aprovechamiento del litio y como propietario del recurso, se arroga para sí y de forma exclusiva, la administración del recurso, el control de la producción y la dirección de la industrialización, obteniendo impuestos, regalías y utilidades durante dicha etapa de operación y mantenimiento.

PROYECTO DE LEY ESPECÍFICO DEL LITIO Y LOS RECURSOS EVAPORÍTICOS

En noviembre de 2022 y febrero de 2023 se remitieron a la Asamblea Legislativa Plurinacional los proyectos de Ley “Ley Marco del Litio y Recursos Evaporíticos de Bolivia” (Cámara de Diputados) y “Ley de Recursos Evaporíticos y Litio” (Cámara de Senadores), y signados con los números N° 026/23 (211/23) y 094/22 (007/23) respectivamente. Ambos proyectos fueron consensuados por los departamentos de Oruro y Potosí, en los que se encuentran los salares bolivianos, quedando en curso de revisión el proyecto de Ley integral y unificado N° 094/22 (007/23).

Del contexto general y normativo hasta acá descrito así como del técnico, económico – financiero y socio ambiental que se describe a continuación en la guía, se denota la urgente necesidad de acelerar la revisión, el tratamiento y la promulgación del mencionado proyecto de Ley N° 094/22 (007/23) denominado “Ley de Recursos Evaporíticos y Litio”, que exteriorice además el consenso a nivel legislativo y ejecutivo, como resultado de la conformidad de las comunidades aledañas a los salares y las organizaciones cívicas y sociales involucradas (FRUTCAS y COMCIPO).

Dicho proyecto de Ley N° 094/22 (007/23) resulta esencial y de suma importancia como alternativa para aclarar, modificar, complementar, etc., varios aspectos críticos de la cadena productiva del litio y otros recursos evaporíticos, los aspectos impositivos, de utilidades, de regalías - royalties, el tratamiento de los gastos reembolsables y/o costos recuperables, etc. Reemplazaría a la Ley N° 928, a tiempo de aclarar la implementación de las modalidades de inversión en Bolivia, los tipos de contratos a utilizarse para el desarrollo de la cadena productiva del litio y otros recursos evaporíticos, y otros tantos aspectos a detalle que mediante una adecuada reglamentación brindarían transparencia en la gestión, administración y el tratamiento del recurso natural.

Promulgado el citado proyecto normativo, se contaría con una legislación específica para el desarrollo de las actividades de la cadena productiva del litio y otros recursos evaporíticos, con una visión de presente y futuro. Esto permitiría confeccionar un procedimiento para llevar adelante y concretar alianzas con empresas extranjeras, de modo que Bolivia se beneficie del ciclo de precios antes de entrar en la etapa de reciclaje del litio que a su vez conllevaría el congelamiento de los precios.

En este nuevo marco normativo, se deberá considerar la emisión inmediata de un Decreto Supremo que reglamenta y establece el procedimiento para la suscripción

de las citadas alianzas, a partir del requerimiento de expresiones de interés y convocatorias internacionales, para fines de transparencia y control posterior previstos en la Constitución Política del Estado y la Ley N°1178 del Sistema de Administración Financiera y Control Gubernamental.

De esta manera, se podría contar con un reglamento que establezca los principios, normas, condiciones, plazos, criterios de evaluación, procedimiento, elementos de organización, funcionamiento y control interno y demás características del proceso de selección con los que se va a regular la selección de una empresa extranjera. Además, y más importante aún, la suscripción de un contrato de asociación o prestación de servicios, así como las obligaciones y derechos que deriven de las mismas.

En consecuencia, el proyecto de Ley N° 094/22 (007/23), además de normar específicamente la explotación del litio y disponer su reglamentación, se constituye en el camino y marco normativo que permitirá aclarar y reglamentar varios aspectos que hacen al sector del litio y los recursos evaporíticos, promoviendo y acelerando oportunamente el desarrollo del sector; lo lamentable es que no resulta una alternativa clarificadora a corto plazo considerando que se encuentra sujeta a una coyuntura política y a la actual etapa preelectoral que vive Bolivia.

A fin de dar una mayor claridad en cuanto al modelo económico y el modelo soberano de inversión que rige en Bolivia, el marco normativo descrito precedentemente y la urgente necesidad de promulgar una Ley específica sobre el desarrollo de la cadena productiva del litio y de otros recursos evaporíticos, que denoten la factibilidad de conformar alianzas público – privada en las que el Estado mantenga la administración, control y dirección de la cadena de valor, se describe a continuación, una tabla normativa comparada respecto al desarrollo del sector evaporítico en los países que conforman el triángulo del litio:

Tabla 1: Normativa comparada del litio y recursos evaporíticos

ARGENTINA	CHILE	BOLIVIA
Emplea un modelo de economía abierta por la que se concesiona al sector empresarial privado la producción de litio. Las compañías invierten libremente mediante acuerdos directos con los gobiernos locales de las provincias propietarias del recurso natural.	Emplea un modelo de economía abierta en virtud a la cual las principales empresas (Soquimich – SQM y Albermale), vienen explotando el litio mediante concesión parcial hasta el 2043 y 2030 respectivamente con participación y acompañamiento del Estado, en virtud a las últimas modificaciones mineras y contractuales.	Emplea un modelo económico, social, comunitario y productivo por el cual el Estado puede aliarse con empresas privadas, cooperativas y comunitarias mediante la suscripción de Contratos SAM, Asociación y Prestación de Servicios (Art. 351 CPE) para explotar recursos naturales estratégicos.

ARGENTINA	CHILE	BOLIVIA
La Constitución Nacional determina que las provincias donde se concentran las reservas de litio (Catamarca, Jujuy y Salta), son las dueñas originarias de los recursos minerales dentro su jurisdicción, por lo que la injerencia del nivel central del Estado Federal es reducida.	El Decreto Ley N° 2.886 de 1979 reservó el litio al Estado, por lo que para las concesiones posteriores a 1979, son aplicables los Artículos 19 y 24 de la Constitución Política de la República y el Art. 8 del Código de Minería de 1983, que permiten su explotación de las siguientes formas: <ul style="list-style-type: none"> ● Por el Estado o sus empresas ● Por concesiones administrativas ● Por contratos especiales de operación (CEOL). 	Los recursos naturales, entre los cuales se encuentran los minerales y en particular los recursos evaporíticos como el litio entre otros, son de propiedad del pueblo boliviano, de carácter estratégico y de interés público para el desarrollo del país, por lo que el Estado tiene a su cargo su administración y el control y dirección de su cadena productiva.
Las actividades del sector están reguladas por la Constitución Nacional, el Código de Minería, la Ley de Inversiones Mineras (1993) y las normas provinciales, que reconoce la necesidad de financiamiento e inversión empresarial para la producción minera.	La Constitución Política de la República, la Ley Orgánica Constitucional de Concesiones Mineras, el Código de Minería, el Decreto Ley N° 2886 - 1979 y la Ley N° 16.319, constituyen el marco normativo aplicable al litio, considerado hoy en día un mineral concesible parcialmente y que, por interés nacional, queda reservado al Estado.	La Constitución Política del Estado, la Ley N° 516 de Promoción de Inversiones, la Ley N° 466 de Empresas Públicas, la Ley N° 298 de YLB, la Ley N° 1613 PGE-2025 que ratifica el Artículo 15 de la Ley N° 1546 del PGE-2024, norman las actividades económicas dirigida al desarrollo de la cadena productiva del litio y los recursos evaporíticos.

ARGENTINA	CHILE	BOLIVIA
<p>La inversión empresarial sólo puede ser atraída mediante la otorgación de concesiones de explotación, seguridad jurídica - contractual, neutralidad para solución de conflictos, certeza de inversión y su retorno, estabilidad de explotación a largo plazo, incentivos como reducción y/o exención de impuestos por 30 años, facilidades de importación de equipos y maquinarias, etc.</p>	<p>El nuevo Plan Estratégico de Explotación del litio implementado desde abril de 2023) alcanzó:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Una mayor participación del Estado en el ciclo productivo del litio, pero aún no crea la empresa nacional del litio. ● La Empresa Nacional del Cobre (Codelco) representa al Estado en su participación en la concesión parcial otorgada a SQM y Albemarle, cuyos contratos se adecuaron. ● Delimitó la participación y control de esa industria al sector empresarial, asegurando que parte de la riqueza y utilidades generada se quede en el país. ● Promueve la extracción y generación de productos de litio con valor agregado en colaboración público – privada. ● Pruebas de nuevas tecnologías de extracción que minimicen el tiempo y el impacto en los ecosistemas de los salares. ● Hace partícipe a las comunidades aledañas en toda la actividad del litio. 	<p>La cadena productiva de litio se conduce bajo un modelo de negocio e inversión soberano, por el cual el Estado es propietario de los recursos naturales y es capaz de desarrollarlos por cuenta propia, por lo que YLB participa en toda la cadena mediante la alianza que conforma con las empresas privadas a través de contratos de SAM, Asociación (participación mayoritaria) o de Prestación de Servicios.</p>

Fuente: Elaboración propia

La Ley N° 535, Ley de Minería y Metalurgia, dispone que Bolivia mediante ley puede reservar minerales y recursos evaporíticos estratégicos para desarrollar, de manera exclusiva, sus actividades de la cadena productiva por parte de empresas estatales como es YLB, así como declarar áreas reservadas para el Estado, como los salares y lagunas saladas de Uyuni, Coipasa, Chiguana, Empexa, Challviri, Pastos Grandes, etc., respetando y salvando derechos pre-constituidos y derechos adquiridos. En ese sentido, se declaró al litio y al potasio como elementos estratégicos, cuyo desarrollo se debe realizar por YLB (artículo 26, parágrafo I. II y IV), así como al salar de Uyuni como reserva fiscal (artículo 2 de la Ley N° 2564).

Por su parte, la Ley N° 928 que crea la empresa estatal YLB, declara al litio y al potasio como elementos estratégicos a ser desarrollados por YLB, al ser esta responsable de realizar las actividades de toda de la cadena productiva: prospección, exploración, explotación, beneficio o concentración, industrialización y comercialización, así como de la instalación, implementación, puesta en marcha, operación y administración de recursos evaporíticos y complejos de química inorgánica.

YLB es la encargada de desarrollar los procesos de química básica de sus recursos evaporíticos, con una participación del 100% estatal para la exploración, investigación, desarrollo, producción, industrialización y comercialización de carbonato de litio y otros de la cadena evaporítica, pudiendo realizar los procesos posteriores de semi-industrialización, industrialización y procesamiento de residuos, con empresas extranjeras, manteniendo la participación mayoritaria del Estado (Disposición Final Segunda parágrafo I. y artículo único, parágrafo II. y III, concordante con el Artículo 6 del Decreto Supremo N° 3227)

Dicha Ley N° 928 dispondría un carácter restrictivo y limitativo, pues de forma incompatible y contradictoria al modelo económico constitucional, lo previsto en el Artículo 51 de la CPE, la Ley N° 516, la Ley N° 466 y la Ley N° 1613 PGE-2025 que ratifica el Artículo 15 de la Ley N° 1546, en cuanto a realizar alianzas con empresas extranjeras mediante la conformación de empresas mixtas o la suscripción de contratos de asociación o de prestación de servicios, restringiría el establecimiento de una alianza entre YLB y las empresas extranjeras en las etapas de exploración, investigación, desarrollo, explotación, producción y comercialización de carbonato de litio, al tener que ejecutarse éstas con una participación 100% estatal.

Ese postulado normativo, daría a entender que, para esas etapas, el Estado no podría asociarse con una empresa extranjera, pues estaría impedido de fraccionar el 100% de su participación. Sin embargo, sí podría asociarse en las etapas de semi - industrialización, industrialización y procesamiento de residuos; por lo que salta la pregunta respecto a si se podría o no suscribir contratos de asociación y/o prestación de servicios para la ejecución de una ingeniería, procura y construcción que permitan el emplazamiento de plantas o complejos piloto, semi – industriales e industriales, su puesta en marcha y mantenimiento, pero no así su operación (que hace a la etapa de producción), ni su comercialización.

La implementación de dos pasos en el desarrollo de la cadena productiva de la industria de los recursos evaporíticos, sería la estrategia implementada por el MHE y YLB a fin de aperturar y aclarar la apreciación restrictiva y limitativa que daría a entender la Ley N° 928. Dichos pasos se dividen en:

- La suscripción de convenios de estudio y pruebas piloto para determinar si un proyecto será o no viable, pero bajo un enfoque de realizar pruebas tecnológicas conjuntas de carácter experimental en laboratorio y en condiciones reales. Es decir, un primer paso de suscripción de convenios para el desarrollo tecnológico, que jurídicamente se aleja de lo que implica un contrato.
- La suscripción de contratos de asociación y prestación de servicios a través de los cuales se pueda ejecutar la prospección, exploración, investigación, desarrollo, explotación, producción, comercialización, etc., en el marco de la normativa vigente (modelo económico y Artículo 51 de la CPE, Ley N° 516, Ley N° 466, Ley N° 1613.
- PGE-2025/Artículo 15 de la Ley N° 1546) que faculta a las empresas públicas como YLB, a aliarse con empresas privadas.

En ese marco, un proyecto de estudio y prueba piloto viable, al contar con una tecnología funcional y que resulta comercialmente rentable para escalar a un nivel semi – industrial e industrial, significa incrementar la producción y con ello las utilidades y regalías en favor del Estado, lo que a su vez debería agilizar la aprobación, por la Asamblea Legislativa Plurinacional, del proyecto de Ley N° 094/22 (007/23) “Ley de Recursos Evaporíticos y Litio” y de los contratos de asociación y prestación de servicios suscritos.

Asimismo, Yacimientos de Litio Bolivianos (YLB) debe reembolsar a las empresas privadas la inversión realizada en estudios, ingeniería y construcción de plantas o complejos, bajo la modalidad de gastos reembolsables o costos recuperables. Este reembolso se efectúa a través de las utilidades generadas por la operación y mantenimiento de dichas plantas, así como por la comercialización de la producción bajo esquemas de *off-take* (compra en firme o venta anticipada). En los dos contratos suscritos hasta la fecha por Bolivia, estas etapas han sido adjudicadas a las mismas empresas responsables de la construcción, cuya propiedad es transferida posteriormente al Estado.

En consecuencia, la permisibilidad y legalidad de que Yacimientos de Litio Bolivianos (YLB) conforme alianzas con empresas privadas, tanto extranjeras como nacionales, constituye la base jurídica para la suscripción de diversas modalidades contractuales en todas las etapas de la cadena productiva. Estas pueden incluir contratos para cuantificación y certificación de recursos, ingeniería, procura, construcción, puesta en marcha, operación y mantenimiento, producción, comercialización mediante esquemas *off-take*, transferencia de plantas, e industrialización, entre otros. En otras palabras, YLB puede implementar contratos sin restricción alguna, en coherencia con el modelo económico boliviano, el Artículo 51 de la Constitución Política del Estado, y la disposición derogatoria y abrogatoria única de la Ley N.º 1546, la cual dejaría sin efecto las limitaciones impuestas por la Ley N.º 928.

SEGURIDAD JURÍDICA Y ARBITRAJE NACIONAL QUE RIGE EN BOLIVIA

Las actividades económicas, inversiones y los actos habituales de comercio que realicen las empresas extranjeras en Bolivia, así como los derechos y obligaciones que derivan de las relaciones jurídicas entre el Estado boliviano y dichas empresas, se encuentran exclusivamente sometidas a la jurisdicción, las leyes y las autoridades bolivianas.

No se permite a las empresas extranjeras alegar condiciones beneficiosas, invocar situación de excepción, ni apelar a reclamaciones diplomáticas para obtener un tratamiento favorable. De ahí que, se promueve normativamente que las relaciones económicas entre Bolivia y las empresas extranjeras se realicen en condiciones de independencia, respeto mutuo y equidad (Artículo 320, CPE).

Bajo ese marco legal, las eventuales controversias y discrepancias, entre Bolivia y las empresas extranjeras, determina que los procesos de arbitraje y conciliación sean sometidos y sustanciados ante instancias arbitrales con sede en territorio boliviano y bajo la normativa boliviana, por lo que no se reconoce ningún tribunal, fuero, ni jurisdicción extranjero (Artículo 320 CPE concordante con el artículo 9, 55, 127 y siguientes de la Ley N° 708, de Conciliación y Arbitraje, con el artículo 9 y 26 de la Ley N° 516, con el artículo 11 de la Ley N° 466 y con el artículo 147 de la Ley N° 535, de Minería y Metalurgia).

Ello implica, que la empresa extranjera asume bajo su propio costo, los riesgos propios que devienen de las inversiones que decida realizar en Bolivia, mucho más cuando se trata de proyectos vinculados a la cadena productiva de recursos naturales estratégicos como es el litio y los otros recursos evaporíticos existentes en los salares de Bolivia (Artículo 369 CPE).

Esto puede resultar insuficiente para muchas empresas extranjeras, pues su capital y tecnología invertidos, tienen como única garantía de recuperación a los resultados que devengan de la producción de la explotación del litio y los recursos evaporíticos, no pudiendo acudir a una instancia neutral de arbitraje ante una determinada controversia. Sin embargo, el éxito de la relación público - privada se encuentra en que las empresas cuenten con el suficiente respaldo, la seguridad y confianza de que su capacidad de inversión, conocimiento y tecnología es probada y factible de modo que les permita resolver cualquier reclamo (*claims*) que se presente.

Además de ello y a pesar del aparente escenario desfavorable descrito para las empresas extranjeras, cabe señalar que Bolivia, en un enfoque ecuánime y equilibrado, también dispone normativamente que, de acuerdo a su modelo económico plural, inclusivo y productivo, toda forma de organización económica prevista en la Constitución Política Boliviana, goza de igualdad jurídica ante la ley, previniendo el reconocimiento, respeto y protección de:

- La iniciativa empresarial privada nacional y extranjera, para que contribuya al desarrollo económico, social y fortalezca la independencia económica del país.
- La seguridad jurídica en su favor, garantizando la libertad de empresa y el pleno ejercicio de sus actividades reguladas por la Ley (Artículo 308 y 311 CPE)

La Ley N° 516, Ley de Promoción de Inversiones, fundada en los preceptos constitucionales, determina que las inversiones que se realicen en Bolivia deben sujetarse al principio de seguridad jurídica. Esto implica que las relaciones jurídicas que emergen entre el Estado y los inversionistas extranjeros, así como entre los inversionistas que actúan en las formas de organización económica reconocidas constitucionalmente, se basan en la seguridad jurídica, la soberanía y dignidad, y el respeto mutuo, sujetándose a reglas claras, precisas y determinadas, gozando de igualdad jurídica ante la Ley (Artículos 3 y 8).

En esa línea normativa y a fin de cerrar brechas de inseguridad entre Bolivia y las empresas extranjeras, además de garantizarse el que los derechos de los inversores no serán violentados o bien su reparación será asegurada en igualdad de condiciones ante la ley boliviana, crea el mecanismo de incentivos generales y específicos, es decir, cómo es que se propondrán y justificarán las inversiones que se realicen en el país, y si son técnica y jurídicamente viables, se autorizarán y aplicarán los incentivos a dichas inversiones (Artículo 21).

Así que de acuerdo con los preceptos y principios citados, la seguridad jurídica en Bolivia se desarrolla en términos de orden, certeza, confianza, estabilidad, predictibilidad, legalidad, entre otros, y es a través de las normas vigentes que se alcanza la misma y se dota de garantías y estabilidad a las inversiones empresariales extranjeras.

En consecuencia, la seguridad jurídica que ofrece Bolivia a las empresas extranjeras, consiste en garantizar sus inversiones y el pleno ejercicio de sus actividades, otorgarles incentivos generales y específicos, y someter sus derechos y obligaciones con igualdad jurídica ante la ley boliviana, bajo reglas claras, precisas y determinadas, y previendo su reconocimiento, respeto y protección.

EMPRESAS EXTRANJERAS Y LA DIFERENCIA ENTRE CONVOCATORIAS Y LICITACIONES

Bolivia, frente a situaciones en las que no puede satisfacer por sí sola las necesidades, requerimientos, demandas o expectativas de la población, reconoce la necesidad de establecer alianzas público-privadas con empresas extranjeras, orientadas al logro de resultados específicos. Estas alianzas se enmarcan en los contratos previamente descritos, y son viables siempre que se respeten y garanticen los principios de soberanía nacional, la protección de los intereses del Estado, la aplicación del ordenamiento jurídico boliviano y el control, administración y dirección estatal sobre los proyectos. Este enfoque es particularmente aplicable en sectores estratégicos cuya complejidad técnica y/o financiera hace indispensable la participación del sector empresarial extranjero como complemento a las capacidades nacionales.

Si bien YLB puede aliarse con empresas extranjeras, es imperante que, de acuerdo a lo dispuesto por el Código de Comercio (CC), dichas empresas, si son constituidas en el extranjero, establezcan previamente una sucursal o representación permanente en Bolivia, fijando un domicilio en territorio nacional, además de inscribirse en el registro de comercio correspondiente, para así puedan ejecutar actos u operaciones habituales de comercio y actividades económicas (actividad empresarial de la industria extractiva y de aprovechamiento y explotación de recursos naturales renovables y no renovables) en Bolivia (Artículos 17, 415 y 416, CC).

En ese sentido, YLB ejerció dos formas de vincularse con las empresas extranjeras:

- Uno por el que en su calidad de contratante recibe un bien, obra o servicio de parte de la empresa extranjera en su calidad de contratista al que selecciona y adjudica en virtud a una convocatoria internacional de expresiones de interés y presentación de propuestas, y
- Otro por el que, se asocia con una empresa extranjera, para aportar conjuntamente en la ejecución de un proyecto de carácter estratégico y complejo técnica y financieramente, y a la que selecciona en virtud a una convocatoria internacional de expresiones de interés y presentación de propuestas.

Por lo tanto, YLB viene utilizando estas dos formas de alianza, adquisición de bienes y servicios y asociaciones estratégicas, para asegurar el cumplimiento de sus necesidades y objetivos, dirigidos a implementar y emplazar, mediante fases y etapas, plantas para la producción de carbonato de litio grado batería y con ello iniciar el desarrollo de la cadena productiva del litio y los recursos evaporíticos.

Tratándose de las expresiones de interés y convocatorias lanzadas por YLB, estas se encuentran amparadas en el Reglamento Específico de Convocatorias de la misma empresa, así como los contratos utilizados tienen como marco normativo aplicable al Artículo 351 de la CPE y demás normativa descrita, que establecen los preceptos para lograr una asociación o la prestación de servicios. Sin embargo, se requeriría contar de una Ley y Decreto Supremo específico que reglamenta el conjunto interrelacionado de principios y elementos jurídicos, técnicos y administrativos, que regulen el proceso y procedimiento de dichas convocatorias internacionales, expresiones de interés, presentación de propuestas, elaboración de pliegos y términos de referencia, selección de empresas y suscripción de los citados contratos. Ello también contribuiría a los fines de transparencia y control posterior previstos en la Constitución Política del Estado y la Ley N° 1178 del Sistema de Administración Financiera y Control Gubernamental.

En otro contexto normativo, se encuentran los contratos que el Estado puede suscribir para que en su calidad de contratante adquiera un bien, una obra o un servicio de parte de un contratista, la normativa aplicable es el Decreto Supremo N° 181 que aprueba las Normas Básicas del Sistema de Administración de Bienes y Servicios. Así mismo, los Reglamentos Específicos del Sistema de Administración de Bienes y Servicios de cada empresa pública. Estas normas reglamentan la selección y adjudicación de un proceso de contratación, y la suscripción de un contrato según la modalidad de contratación que se emplee, y dentro las cuales se encuentran la licitación pública que se aplica cuando el monto es mayor a un millón de bolivianos.

En conclusión, para que una empresa extranjera pueda realizar actos habituales de comercio y desarrollar sus actividades económicas de inversión, debe establecer una sucursal o representación permanente en Bolivia y haber participado en las convocatorias lanzadas por YLB a fin de suscribir convenios que dentro la categoría 4 y 3 le permitan realizar pruebas de su tecnología, y de acuerdo a su resultado migrar a una categoría 2 o 1 que le permita suscribir contratos para emplazar plantas semi – industriales e industriales. (Véase Anexo 4)

CONCLUSIÓN

Es sobre la base del Plan de Desarrollo Económico Social, cuyo objetivo es establecer un país digno y soberano, que Bolivia estructuró el modelo económico, social, comunitario y productivo y el modelo soberano de inversión y negocios, que actualmente emplea a tiempo de desarrollar la cadena productiva de sus recursos naturales estratégicos, de interés público y fuente de riqueza económica que beneficie al desarrollo de la población boliviana.

Bajo ese marco y considerando los elevados costos asociados al desarrollo de los recursos naturales, Bolivia establece alianzas con empresas extranjeras, pero lo hace bajo un enfoque soberano que le garantiza la participación activa y el ejercicio pleno de la administración, control y dirección de los proyectos. Este modelo busca, a mediano y largo plazo, fortalecer las capacidades nacionales con miras a que el Estado pueda asumir eventualmente el desarrollo autónomo de dichas actividades estratégicas.

En este sentido, la participación de las empresas extranjeras, mediante la realización de actividades económicas habituales en Bolivia, es posible, en tanto cumplan el requisito normativo de establecer su representación permanente en el país, y en cuanto su capacidad de inversión, conocimiento y tecnología sea probada y factible.

Es a partir de la adecuación, adaptación y aceptación a dicho contexto, que las empresas extranjeras junto a YLB, vienen implementando, en una primera etapa, la suscripción de convenios de estudios y pruebas piloto, en una segunda etapa, la suscripción de contratos de asociación y de prestación de servicios de escalamiento industrial, y en una tercera etapa, la suscripción de contratos que permitan desarrollar proyectos complementarios al litio, como son los de infraestructura, socio – ambiental, gobernanza, energía renovable, minerales críticos, tierras raras, etc.

Dicha suscripción se encuentra amparada en la normativa interna de YLB (convocatorias y convenios) y en la propia CPE y demás leyes aplicables (adjudicación y contratos), así como viabilizada a través de la otorgación, en favor de las empresas extranjeras, de los parámetros de seguridad, garantía e igualdad de condiciones, ante la jurisdicción, las leyes y las autoridades bolivianas, para reclamar cualquier controversia vinculada a sus derechos y obligaciones.

Sin embargo, es imprescindible que, si bien a la fecha se ha viabilizado el desarrollo de la cadena productiva del litio y los recursos evaporíticos, a través de la construcción de una estructura normativa, se promulgue una Ley y una reglamentación exclusiva y específica de la industria, que le otorgue mayores parámetros de viabilidad, oportunidad, credibilidad, confianza, seguridad y garantía a su desarrollo.

Es a través de este marco normativo que el Estado boliviano, representado por YLB como la responsable de realizar y desarrollar las actividades y los procesos de toda la cadena productiva de los recursos evaporíticos, química inorgánica y química básica, puede aliarse con las empresas extranjeras en todas las etapas de la cadena productiva.



CAPÍTULO III

CONTEXTO TÉCNICO DEL LITIO EN BOLIVIA

RESUMEN

Este capítulo presenta un panorama de las áreas potenciales de extracción de litio en Bolivia, así como los estudios existentes, pruebas piloto y convenios suscritos por Yacimientos de Litio Bolivianos (YLB), información que resulta clave para las empresas europeas y la delegación de la Unión Europea (UE) en la definición de acciones futuras. Estos elementos permitirán orientar las propuestas a ser presentadas en respuesta a los requerimientos de la más reciente convocatoria lanzada por YLB en enero de 2024. Finalmente, se destaca la importancia de la infraestructura vial y energética, enmarcada en los planes de desarrollo como la Infraestructura Energética y el Plan Energético Nacional al 2030, en los que se reconoce al litio como un recurso estratégico para impulsar la transición energética y enfrentar los desafíos del cambio climático en Bolivia.

DESCRIPCIÓN DE LOS SALARES Y ÁREAS DE INTERÉS PARA RECURSOS EVAPORÍTICOS EN BOLIVIA

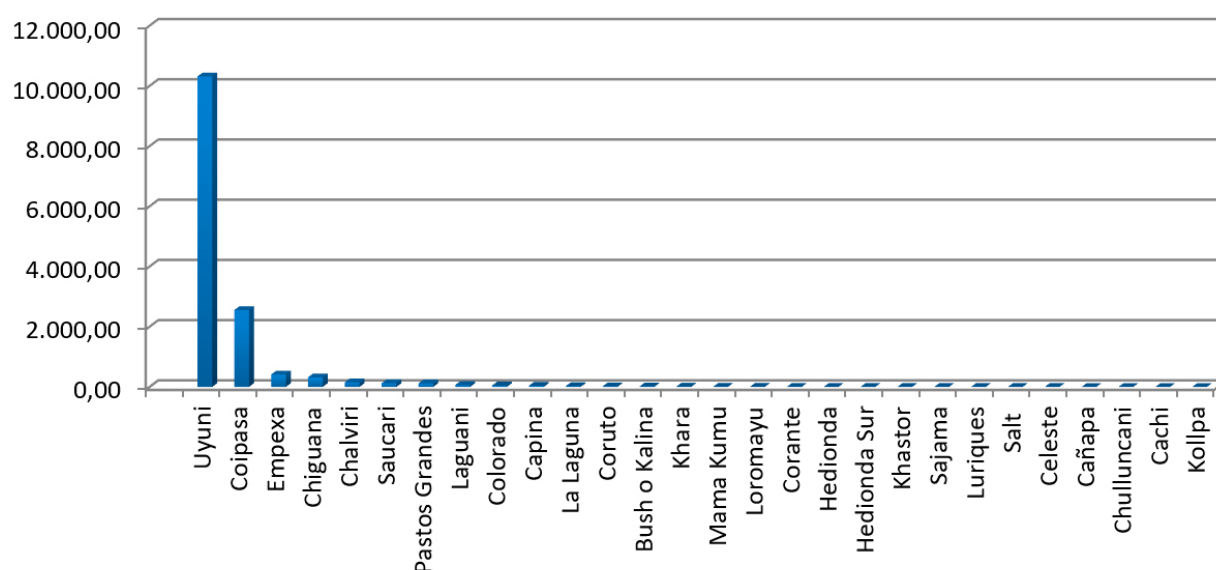
En Bolivia existen 28 áreas de interés para recursos evaporíticos, siendo el salar de Uyuni el más grande, luego está el de Coipasa y los demás más pequeños, pero de mejor calidad, destacando entre ellos el de Pastos Grandes. Es decir, Bolivia cuenta con alrededor de 15 mil Km² de salares, divididos en:

Tabla 2: Áreas en Km² de los salares de Bolivia

Nº	NOMBRE	AREA KM ²	Nº	NOMBRE	AREA KM ²
1	Uyuni	10.313,76	15	Mama Kumu	7,32
2	Coipasa	2.553,28	16	Loromayu	7,30
3	Empexa	413,64	17	Corante	5,70
4	Chiguana	319,26	18	Hedionda	3,84
5	Chalviri	154,14	19	Hedionda Sur	2,89
6	Saucari	124,63	20	Khastor	2,79
7	Pastos Grandes	118,21	21	Sajama	2,60
8	Laguani	68,31	22	Luriques	2,58
9	Colorado	48,97	23	Salt	2,27
10	Capina	43,56	24	Celeste	1,91
11	La Laguna	29,25	25	Cañapa	1,59
12	Coruto	22,45	26	Chulluncani	1,17
13	Bush o Kalina	15,80	27	Cachi	1,05
14	Khara	12,40	28	Kollpa	0,90

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 1: Áreas de los salares de Bolivia (Km²)



Fuente: Elaboración propia.

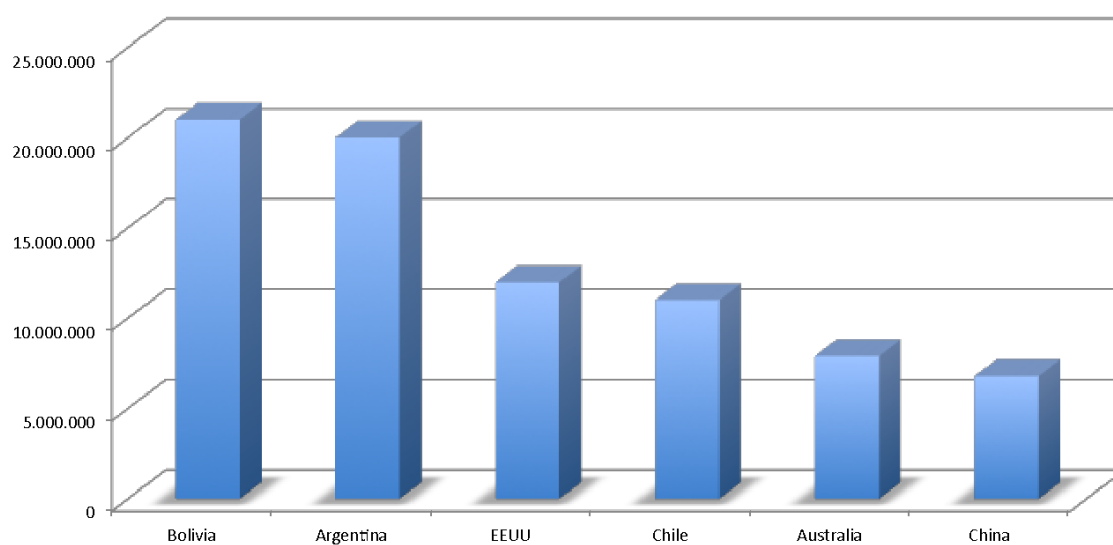
Bolivia tiene un potencial reconocido internacionalmente, en términos de cantidad de recursos tal y como se advierte en el cuadro descrito a continuación:

Tabla 3: Recursos y reservas mundiales de Litio

PAÍS	RECURSOS	%	RESERVAS	%
Bolivia	21.000.000	21.43%	-	-
Argentina	20.000.000	20.41%	2.700.000	10.38%
EEUU	12.000.000	12.24%	1.000.000	3.85%
Chile	11.000.000	11.22%	9.300.00	35.77%
Australia	7.900.000	8.06%	6.200.000	23.85%
China	6.800.000	6.94%	2.000.000	7.69%

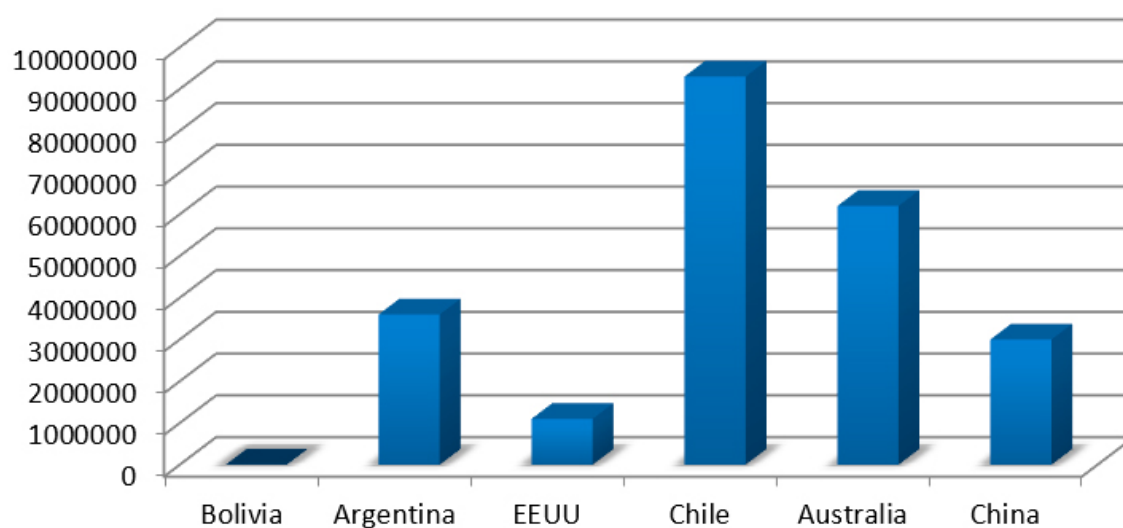
Fuente: USG enero 2023.

Gráfico 2: Recursos de litio de Bolivia



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 3: Reservas de litio de Bolivia



Fuente: Elaboración Propia

UYUNI

El Salar de Uyuni está ubicado 204 km al suroeste de Potosí y 314 km al sureste de Oruro. Se puede acceder desde Potosí, Agua de Castilla, Chaquilla, Pelca, Tica Tica y Pulacayo, llegando a Uyuni, desde donde se puede ingresar al salar en temporada seca o invierno a través de la Planta Colchani -Lipi. Es el salar más grande del mundo y se estima que contiene aproximadamente el 50% de los recursos de litio del planeta. A pesar de este potencial, la salmuera de Bolivia contiene aproximadamente tres veces más magnesio y sulfato que las de Argentina y Chile.

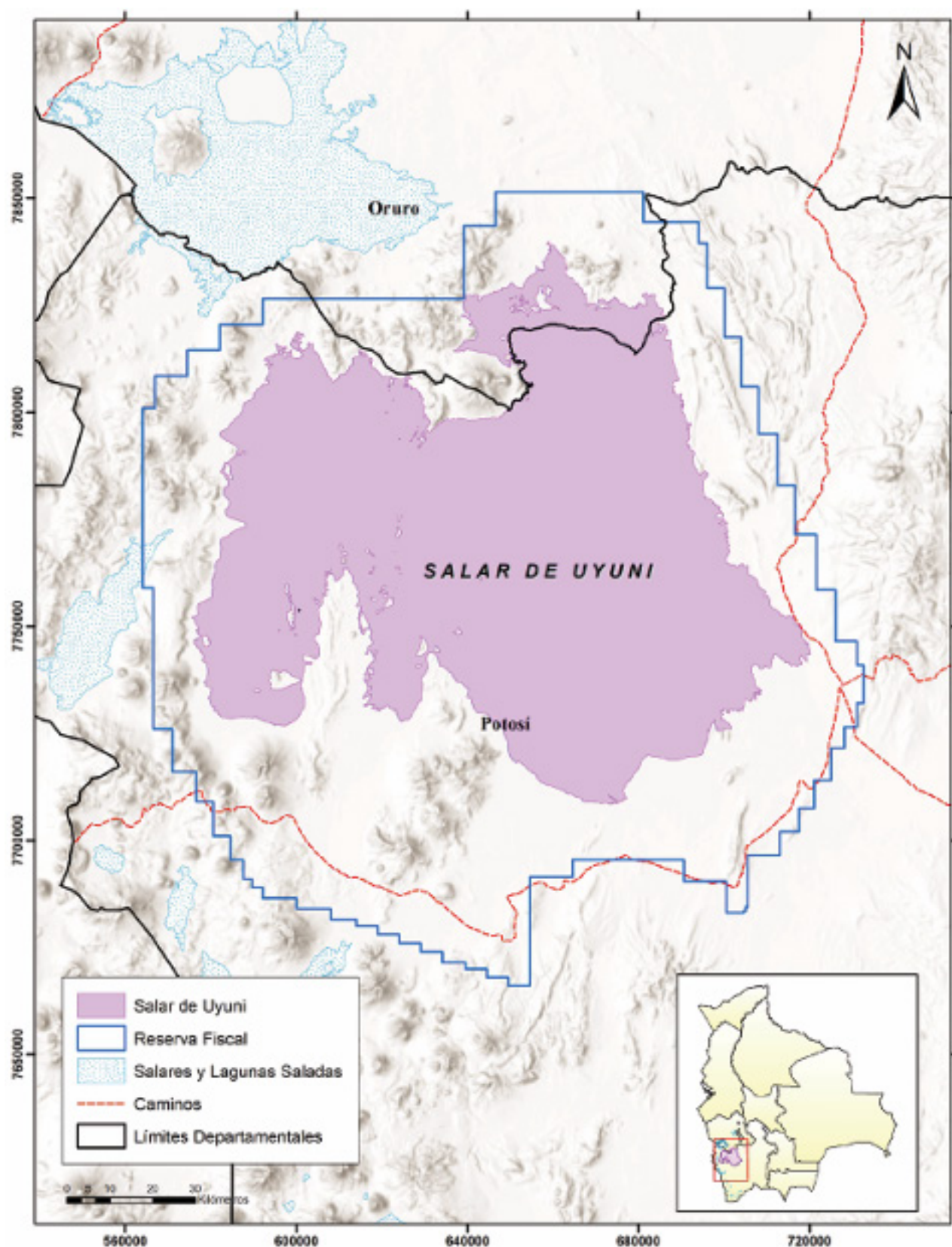
Además, enfrenta desafíos como condiciones menos favorables para la evaporación solar y la falta de infraestructura adecuada en términos de energía, agua, transporte y logística.

Figura 2: Fotografía salar de Uyuni



Fuente: Satélite Proba-V 2017

Figura 3: Fotografía satelital del salar de Uyuni



Fuente: Satélite Proba-V 2017

Tabla 4: Información técnica general salar Uyuni

INFORMACIÓN TÉCNICA DISPONIBLE SALAR DE UYUNI	
Estudios	Hidrogeológico
Pozos de perforación diamante	148
Profundidad	460 m.
Pozos directos de circulación	88
Profundidad	50 m.
Pozos productivos	88
Concentración Li (g/l) (Mín- Máx)	0,4 g/l - 3,67 g/l
Concentración K (g/l) (Mín-Máx)	8,96 g/l - 26 g/l
Concentración Mg (g/l) (Mín-Máx)	8,5 g/l - 67 g/l
Volúmen recuperable (m ³)	35.000.000.000
Porosidad drenable (basado en muestras RBRC %)	Arena (Máx 28,3 Mín 14,2 / Promedio 21,8) Halita (Máx 9,1 Mín 2,2 / Promedio 4,1) Arcilla (Máx 8,6 Mín 4,9 / Promedio 6,2) Limo (Máx 7,9 Mín 2,9 / Promedio 6,0) Yeso (Máx 4,4 Mín 4,4 7 Promedio 4,4)
Densidad promedio	1,23 g/ml
Rango de flujo promedio	12 l/s; pozos productivos de salmuera
Superposición con sitio RAMSAR	Fuera del sitio RAMSAR
Superposición con área protegida	Fuera del área protegida
Límite frontera (>50 Km)	Fuera del límite de frontera de 50 Km
Precipitación	200 mm/ año
Estación de referencia meteorológica	Uyuni, Cerro Colón, Colcha K
Exploración para suministro de agua fresca	Cuenca de San Gerónimo de Huasa Julaca - Colchaca K

Fuente: YLB 2024

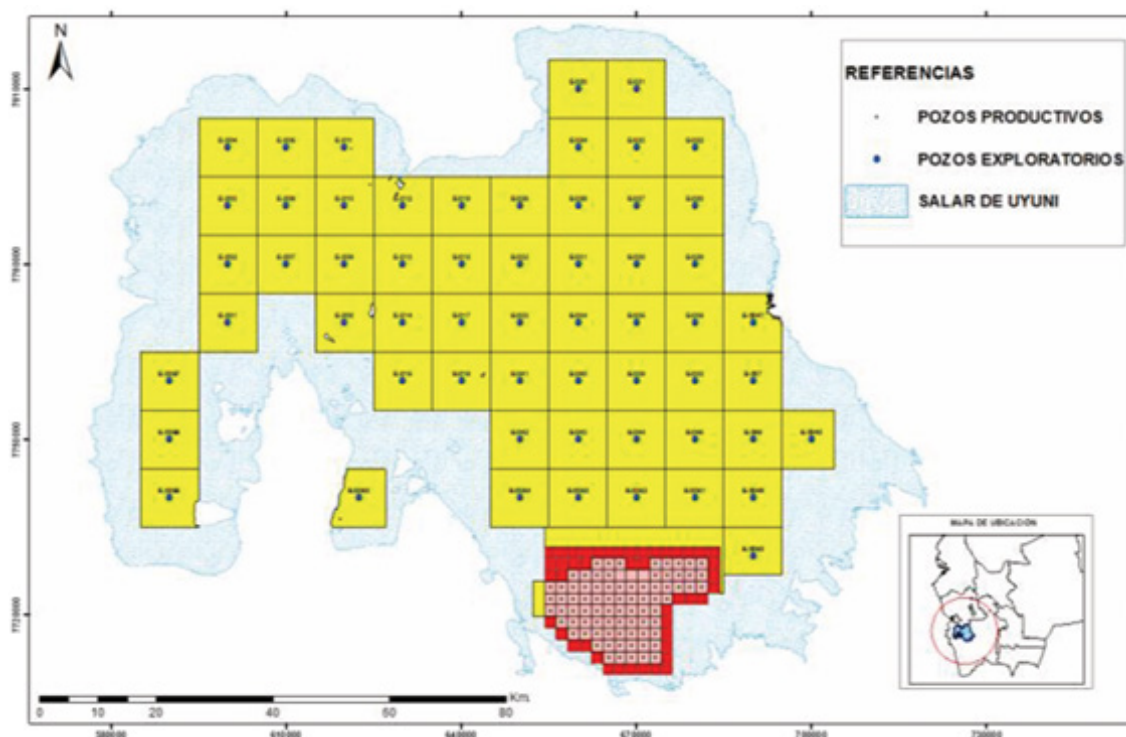
Tabla 5: Categoría del recursos de salmuera

Categoría del Recurso Mineral	Volumen de Salmuera (Mm ³)	Litio Promedio (Mg/L)	Litio Metal In-Situ (Toneladas)	Carbonato de Litio Equivalente LCE (Toneladas)	Tiempo de vida mina para 15,000 Ton/Año
Medido	1,204	1,285	1,352,624	7,195,945	479.73 años
Indicado	962	1,292	642,574	3,418,496	227.89 años
Inferido	33,233	592	19,086,459	101,539,960	6,769.33 años
TOTAL	35,399	3,170.71	21,025,137	111,853,726	7,455 años

Fuente: YLB 2024

Durante los últimos años, YLB ha llevado a cabo investigaciones sobre estimaciones acerca de los volúmenes promedio de salmueras disponibles en el salar de Uyuni, determinando que solo en esta ubicación se encuentran 21 millones de toneladas, con estimaciones de recursos evaporíticos, que se observan en la tabla siguiente:

Figura 4: Mapa de recursos Uyuni



Fuente: Satélite Proba-V 2017

Balance hídrico

Para el cálculo de potencial hídrico del acuífero de la microcuenca San Gerónimo, se han empleado cuatro métodos de balance hídrico del periodo 2009 al 2022m, resultados que se muestran en:

Tabla 6: Balance hídrico

N. º	Métodos	Caudal (m ³ /día)	Caudal (l/s)
1	Thornthwaite y Mather	18,997.55	219.87
2	Penman	18,997.55	219.87
3	Turc	29,434.24	340.67
4	Balance Hídrico de Suelos	18,721.64	216.69

Fuente: YLB 2024

PASTOS GRANDES

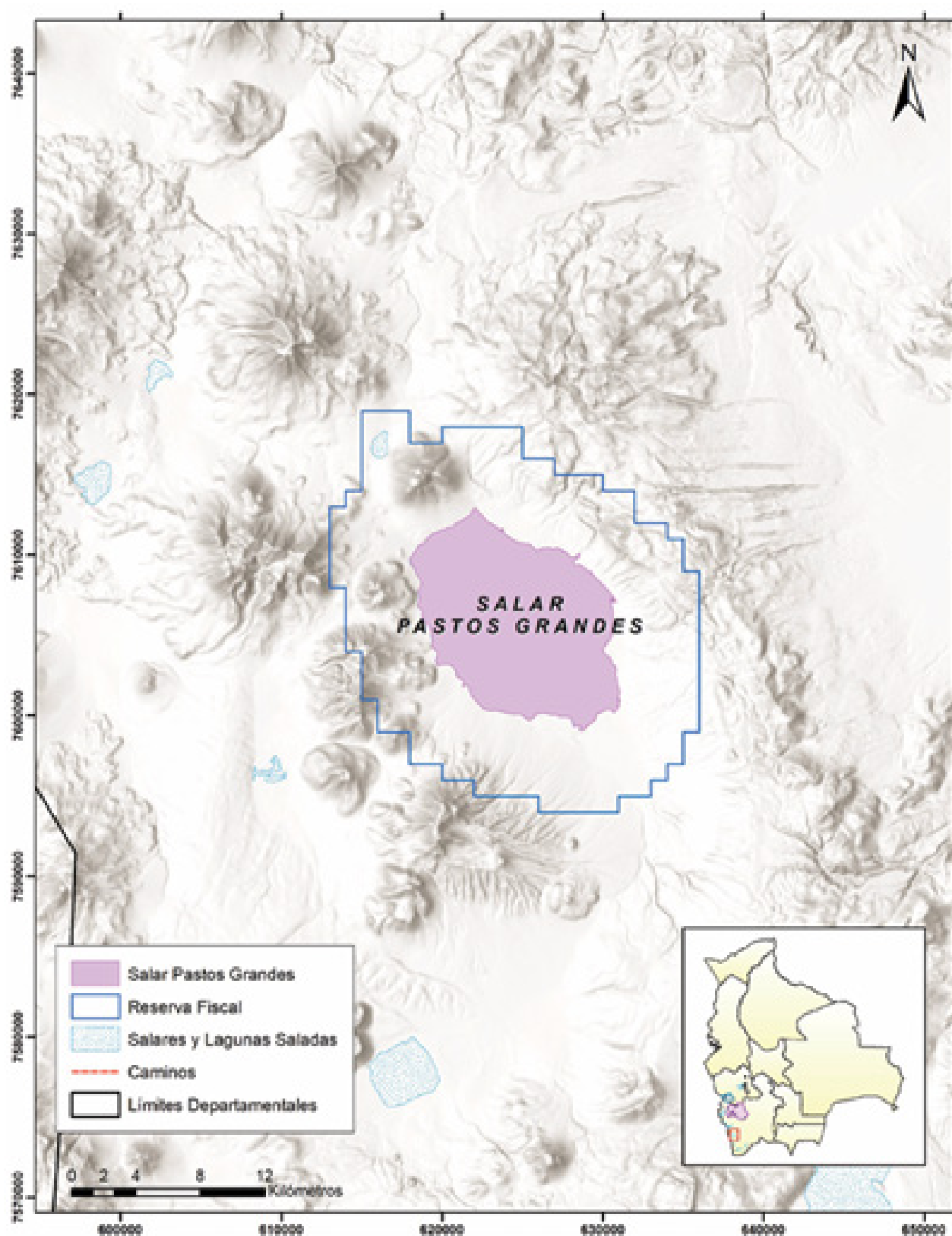
Este salar está ubicado en el Municipio de Colcha K, en la provincia de Nor Lipez, departamento de Potosí. Se puede acceder desde Uyuni, el cual está a 145 Km de distancia de la Comunidad de Alota, pasando a través de los pueblos principales de San Cristóbal y Culpina K, desde donde se continúa a lo largo de la ruta a la estación Abaroa y después 28 Km se abandona hacia el Sur para ir al salar de Pastos Grandes.

Figura 5: Ubicación salar Pastos Grandes



Fuente: Comibol 2011

Figura 6: Fotografía satelital de Pastos Grandes



Fuente: Empresa certificadora SRK Consulting 2024

A diferencia de los salares de Uyuni y Coipasa, los recursos en el Salar de Pastos Grandes aún no cuentan con una certificación formal.

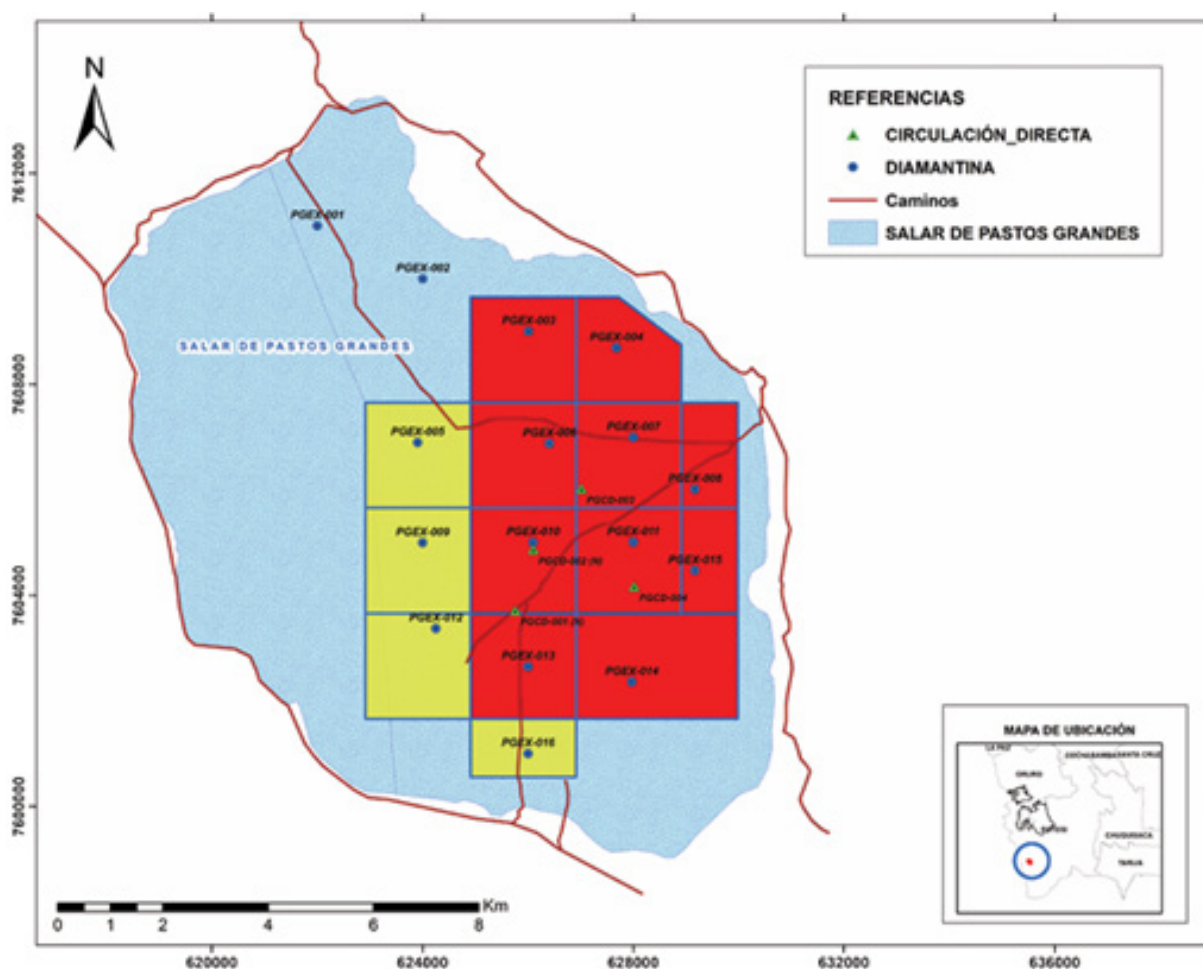
En cuanto a las estimaciones de recursos evaporíticos a la fecha, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 7 : Categoría de salmuera Pastos Grandes

Categoría de Recurso	Volumen Extraíble (m³)	Litio (Ton)	Potasio (Ton)
Inferido	47,699,230.00	48,733.29	315,409.84
Inferido/Indicado	131,924,799.50	155,917.34	978,452.74
Total (Inferido + Inf/Ind)	179,624,029.50	204,650.63	1,293,862.58

Fuente: YLB 2024

Figura 7: Mapa de recursos Pastos Grandes



Fuente: Empresa certificadora SRK Consulting 2024

Tabla 8: Información técnica salar Pastos Grandes

INFORMACIÓN TÉCNICA DISPONIBLE SALAR PASTOS GRANDES	
Estudios	Prospección, exploración(geofísica, geoquímica y perforación)
Pozos de perforación diamante	16
Profundidad (Máx-Mín)	Máx 150 m - Mín 33 m
Pozos directos de circulación	4
Profundidad (Máx - Mín)	Máx 60 m - Mín 33,57 m
Concentración Li (g/l) (Mín- Máx)	1,67 g/l - 0,063 g/l
Concentración K (g/l) (Mín-Máx)	9,27 g/l - 0,24 g/l
Concentración Mg (g/l) (Mín-Máx)	3,97 g/l - 0,15 g/l
Volúmen recuperable (m ³)	179.624.030
Porosidad drenable (basado en muestras RBRC %)	Estimado
Densidad promedio	1,12 g/ml
Rango de flujo promedio	7,5 l/s
Superposición con sitio RAMSAR	Si
Superposición con área protegida	No
Límite frontera (>50 Km)	Dentro del 100% línea

Fuente: YLB 2024

Con respecto a las isoconcentraciones de litio, se ha generado un mapa de curvas de concentraciones de litio, destacando que la concentración oscila entre 0,06 y 1,67 gramos de litio por litro de salmuera.

En el 2020 YLB realizó una consultoría con el SERGEOMIN (Servicio Geológico Minero), para determinar los minerales constituyentes de la roca. De este estudio petrográfico se ha propuesto una malla de perforación para efectos exploratorios en el salar de Pastos Grandes.

COIPASA

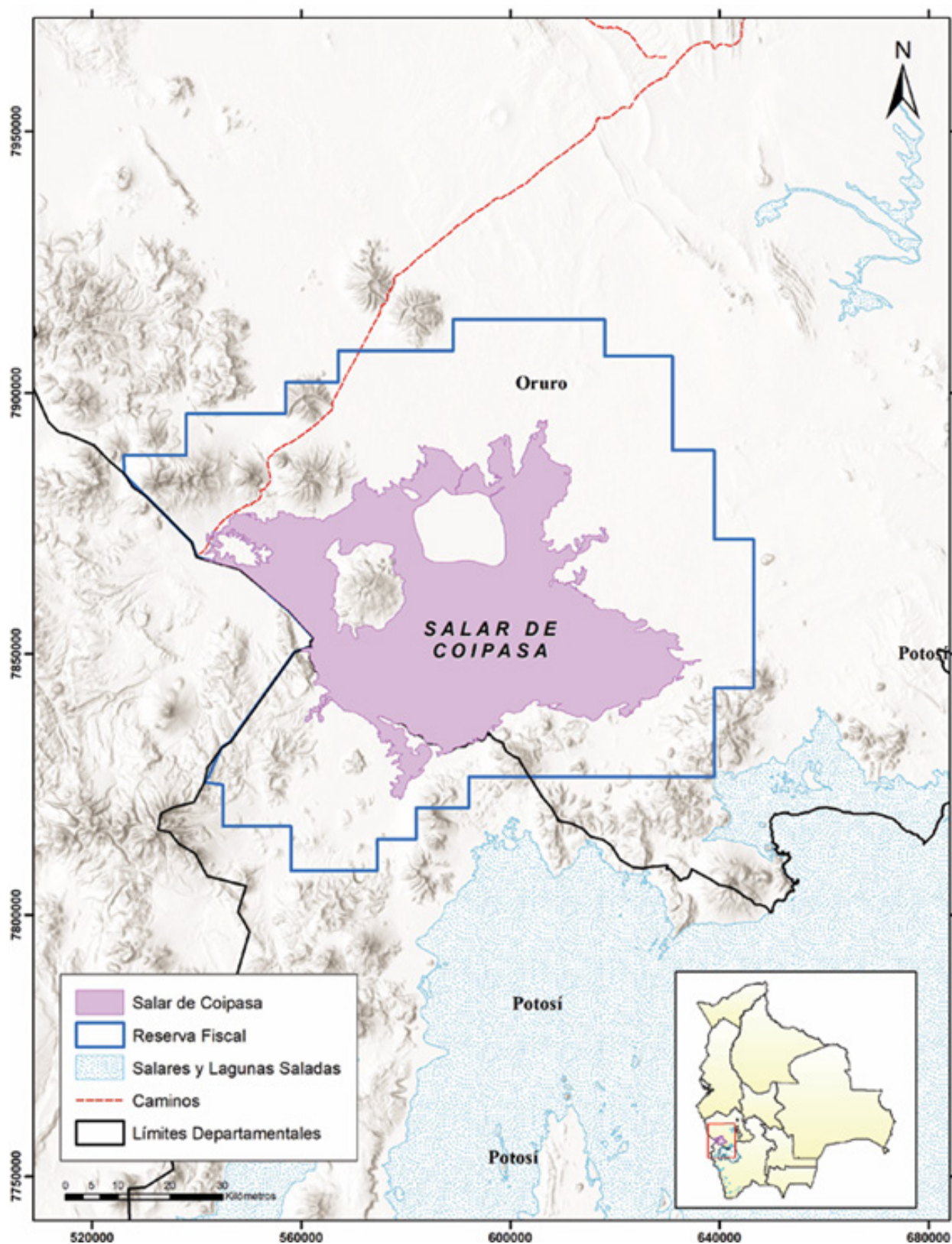
El acceso al salar es a través de tres rutas principales, donde la primera es Oruro-Huachacalla-Sabaya-Coipasa ruta diagonal, cruzando el salar de norte a sur, llegando a Tauca con una distancia aproximada de 307 Km. La ruta alternativa es Oruro-Huari-Quillacas- Salinas de Garci Mendoza, desde ahí en dirección noreste, a través Alcaya y Luca para llegar al sur del borde del salar hasta Tauca, con una distancia aproximada de 267 Km. La tercera ruta va desde Oruro a Toledo, pasando por Copacabanita, Ancaravi, Opoqueri, Huachacalla a San Martín, llegando a la entrada este del salar, con una distancia aproximada de 203 Km.

Figura 8: Ubicación salar de Coipasa



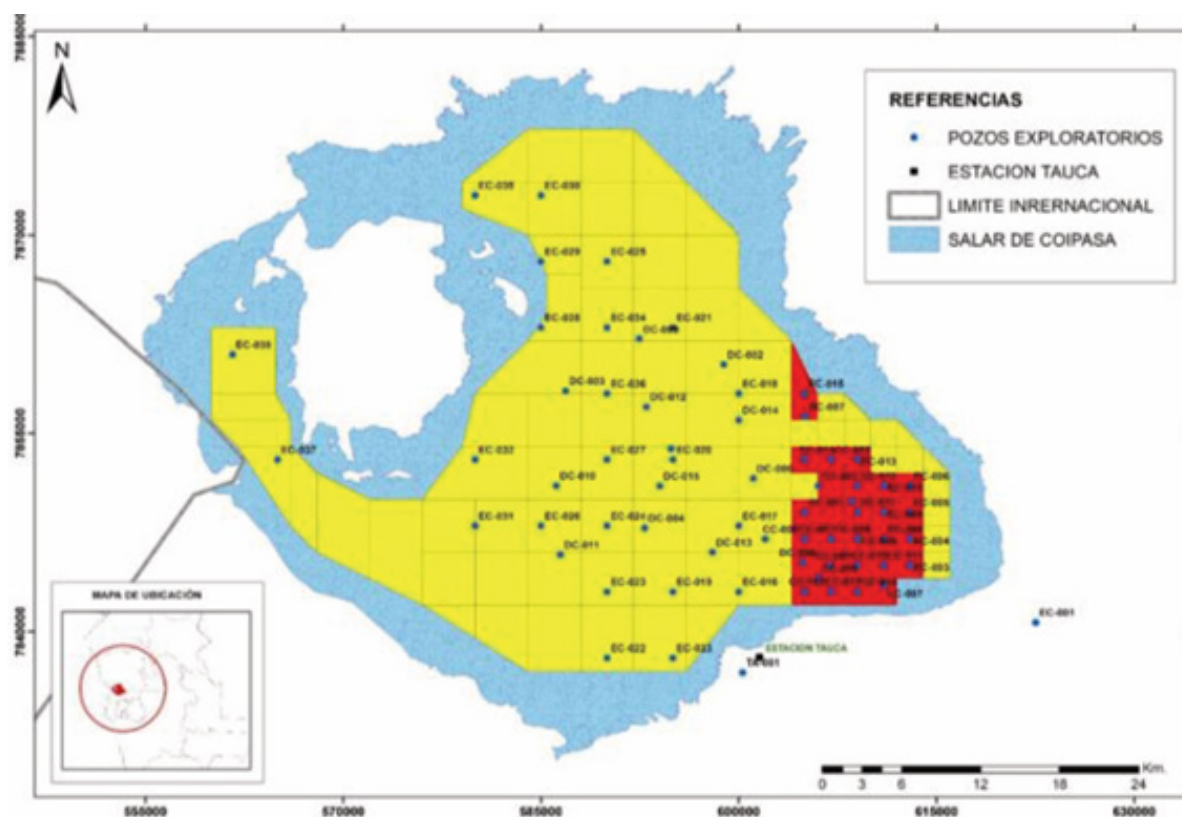
Fuente: Satélite Terra/MODIS (NASA) 2022

Figura 9: Fotografía satelital de Coipasa



Fuente: Empresa certificadora SRK Consulting 2024

Figura 10 : Mapa de recursos de Coipasa



Fuente: YLB 2024

Tabla 9: Información técnica salar Coipasa

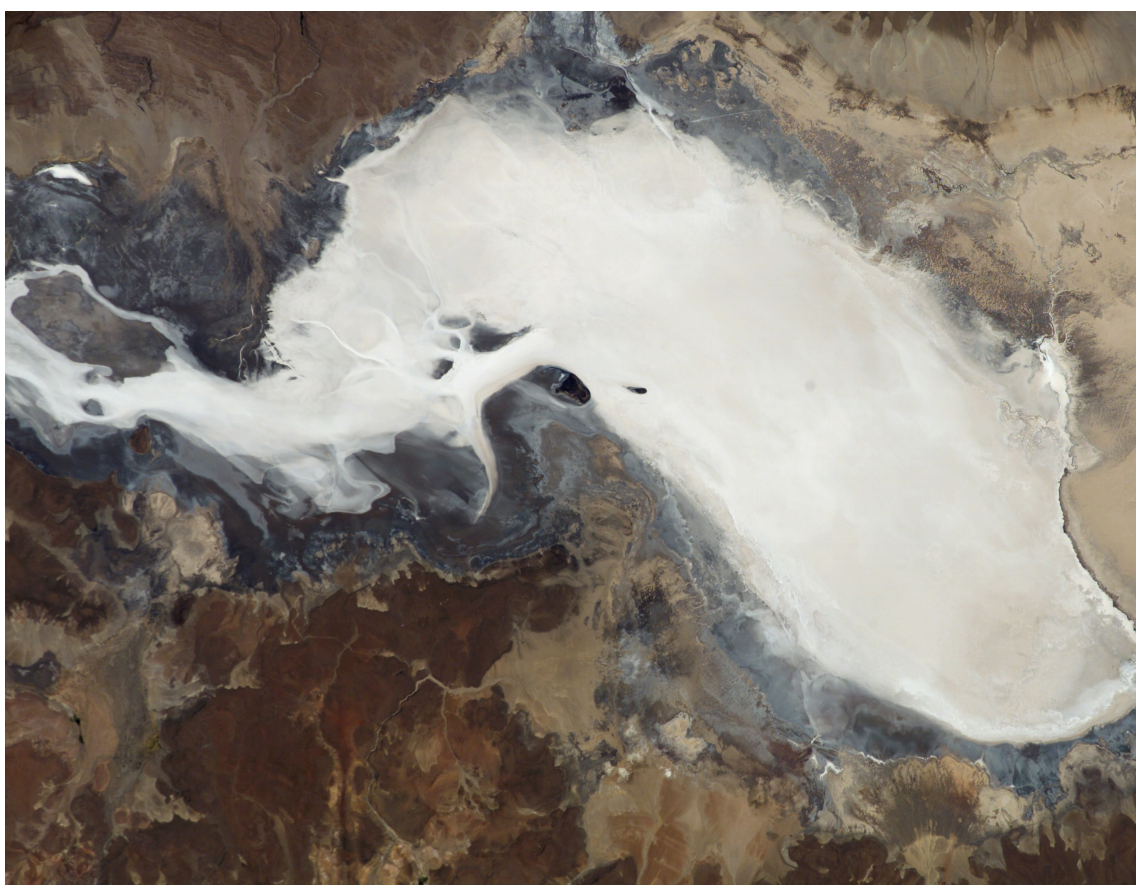
INFORMACIÓN TÉCNICA DISPONIBLE SALAR COIPASA	
Estudios	Hidrogeológico
Pozos de perforación diamante	53
Profundidad (Máx-Mín)	Máx 258 m - Mín 37 m
Pozos directos de circulación	14
Profundidad (Máx - Mín)	146,5 m
Concentración Li (g/l) (Mín- Máx)	0,04 g/l - 0,6 g/l
Concentración K (g/l) (Mín-Máx)	1,26 g/l - 17,63 g/l
Concentración Mg (g/l) (Mín-Máx)	1,58 g/l - 25,81 g/l
Volúmen recuperable (m³)	16.156.400
Porosidad drenable (basado en muestras RBRC %)	Geología Superficie evaporíticos (11,40 % RBRC) Arenas aluviales (21,80 % RBRC) Arcillas limosas (5,77 % RBRC) Yeso evaporítico (4,40% RBRC)
Densidad promedio	1,2 g/ml
Rango de flujo promedio	20 l/s
Superposición con sitio RAMSAR	Fuera del sitio RAMSAR
Superposición con área protegida	No aplicable
Límite frontera (>50 Km)	Está dentro de la línea de 50 Km
Precipitación	307,70 mm/año
Estación de referencia metereológica	Andamarca, San Martín, Ucumasi, Taucá
Exploración para suministro de agua fresca	Micro cuenca Totora

Fuente: YLB 2024

EMPEXA

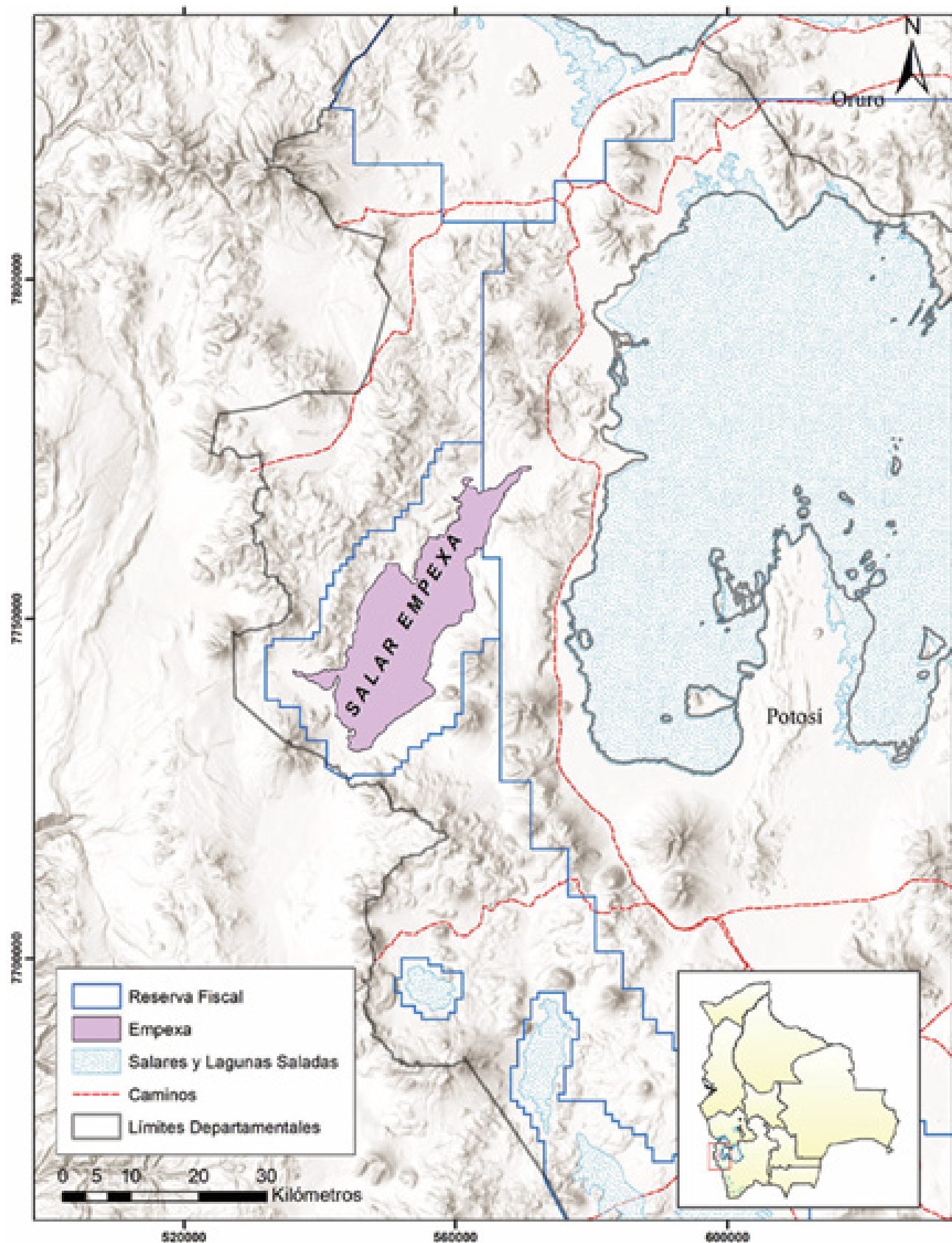
El acceso al salar puede ser a través de la ruta que conecta Oruro-Santuario de Quillacas - Salinas de Garci Mendoza - Llica - Sigsihua - Salar de Pastos Grandes, cubriendo una distancia aproximada de 275 Km. En temporada seca del año cuando el salar de Uyuni no está inundado, es posible atravesar la corteza del salar, siguiendo la uta Uyuni-Colchani-Salra de Uyuni-Llica-Sigsihua, con una distancia aproximada de 210 Km. El salar está situado en el municipio de Llica provincia Daniel Campos en el departamento de Potosí.

Figura 11: Imagen salar Empexa



Fuente: ISS Expedition 16 2021

Figura 12: Fotografía satelital Empexa



Fuente: Empresa certificadora SRK Consulting 2024

Tabla 6: Información técnica salar Empexa

INFORMACIÓN TÉCNICA DISPONIBLE SALAR EMPEXA	
Estudios	Hidrogeológico
Pozos de perforación diamante	9
Profundidad (Máx-Mín)	Máx 60 m - Mín 45 m
Pozos directos de circulación	8
Profundidad (Máx - Mín)	Máx 60 m - Mín 35 m
Concentración Li (g/l) (Mín- Máx)	0,035 g/l - 0,0117 g/l
Concentración K (g/l) (Mín-Máx)	8,535 g/l - 0,353g/l
Concentración Mg (g/l) (Mín-Máx)	9,542 g/l - 1,029 g/l
Rango de flujo promedio	18,93 l/s
Superposición con sitio RAMSAR	Fuera del sitio RAMSAR
Superposición con área protegida	No aplicable
Límite frontera (>50 Km)	Está dentro de la línea de 50 Km

Fuente: YLB 2024

CHIGUANA

El acceso al salar puede ser por el camino de ripio que conecta los pueblos de Uyuni - Villa Martín de Colcha K - punto límite Avaroa Ollague con una distancia de 215,1 Km aproximadamente. El segundo camino alternativo es por riel, el cual el más directo conecta los pueblos, empezando desde la ciudad de Uyuni-Río Grande - Chiguana límite Avaroa Ollague, con una distancia aproximada de 175,6 km. El salar limita en su totalidad con el municipio de San Pedro de Quemes, provincia de Nor Lípez del departamento de Potosí.

Figura 13: Fotografía salar Chiguana



Fuente: ISS Expedition 16 2021

Tabla 11: Información técnica salar Chiguana

INFORMACIÓN TÉCNICA DISPONIBLE SALAR CHIGUANA	
Estudios	Hidrogeológico
Pozos de perforación diamante	5
Profundidad (Máx-Mín)	Máx 30 m - Mín 70 m
Pozos directos de circulación	4
Profundidad (Máx - Mín)	Máx 60 m - Mín 20 m
Concentración Li (g/l) (Mín- Máx)	0,00095 g/l - 0,0274 g/l
Concentración K (g/l) (Mín-Máx)	0,0568 g/l - 0,9011 g/l
Concentración Mg (g/l) (Mín-Máx)	0,047 g/l - 0,8411 g/l
Rango de flujo promedio	16,68 l/s
Superposición con sitio RAMSAR	Fuera del sitio RAMSAR
Superposición con área protegida	No aplicable
Límite frontera (>50 Km)	Está dentro de la línea de 50 Km

Fuente: YLB 2024

CAÑAPA

El acceso al salar puede ser a través del camino existente de ripio que conecta los pueblos de Uyuni - San Cristóbal – Alota - Salar de Cañapa con una distancia aproximada de 203,3 Km . La laguna llamada Cañapa limita en su totalidad el municipio de San Pedro de Quemes, provincia de Nor Lipez, departamento de Potosí.

Figura 14: Fotografía laguna salar Cañapa



Fuente: Google Octubre 2021

Tabla 12: Información técnica salar Cañapa

INFORMACIÓN TÉCNICA DISPONIBLE SALAR CAÑAPA	
Estudios	Según F. Risacher (1984)
Pozos de perforación diamante	4
Profundidad (Máx-Mín)	50 m
Pozos directos de circulación	2
Profundidad (Máx - Mín)	Máx 58 m - Mín 20 m
Concentración Li (g/l) (Mín- Máx)	0,0036 g/l - 0,690 g/l
Concentración K (g/l) (Mín-Máx)	0,108 g/l - 10,9913 g/l
Concentración Mg (g/l) (Mín-Máx)	0,00537 g/l - 1,4604 g/l
Superposición con sitio RAMSAR	Dentro del sitio RAMSAR
Superposición con área protegida	No aplicable
Límite frontera (>50 Km)	Está dentro de la línea de 50 Km

Fuente: YLB 2024

CAPINA

El acceso es posible desde Uyuni, 145 Km, pasando a través de los pueblos de San Cristóbal y Culpina K, llegando Alota vía camino asfaltado, después continuando en ripio hasta Villa Mar, para llegar al Salar de Capina, cubriendo una distancia de 74,3 Km aproximadamente. **El salar limita al norte con el municipio Colchaca K en la provincia de Nor Lípez y al sur con el municipio de San Pablo en Sur en la provincia de Sur Lípez, departamento de Potosí.**

Figura 15: Fotografía salar Capina



Fuente: Alamy foto stock / Septiembre 2009

Tabla 13: Información técnica salar Capina

INFORMACIÓN TÉCNICA DISPONIBLE SALAR CAPINA	
Estudios	Según F. Risacher (1984) Y B. Fritz(1989)
Pozos de perforación diamante	4
Profundidad (Máx-Mín)	50 m
Pozos directos de circulación	4
Profundidad (Máx - Mín)	Máx 50 m - Mín 20 m
Rango de flujo promedio	11,12 l/s
Superposición con sitio RAMSAR	Dentro del sitio RAMSAR
Superposición con área protegida	No aplicable
Límite frontera (>50 Km)	Está dentro de la línea de 50 Km

Fuente: YLB 2024

ESCENARIO ACTUAL DEL LITIO EN BOLIVIA

Debido a la demanda internacional de litio para la fabricación de baterías eléctricas, el litio (y el carbonato de litio) se convierte en un mineral importante, donde Bolivia posee este recurso en varios salares, de los departamentos de Potosí y Oruro.

Durante el 2024, el litio ha sido objeto de amplio debate económico y político, a pesar de que la explotación y comercialización podría mejorar las condiciones económicas y sociales futuras del país. Existe la percepción de que la explotación de litio podría tener el mismo impacto que tuvo la del gas natural; por ello, surgen importantes presiones para capturar el excedente de esta.

Bolivia cuenta con un plan de ejecución de proyectos estratégicos en la industria del litio, que se basa en un enfoque soberano de negocio e inversiones permitiendo al Estado asociarse con empresas extranjeras. En este esquema, el Estado aporta el uso y aprovechamiento del recurso natural, mientras que las empresas aportan capital y otros, a fin de producir carbonato de litio grado batería, hidróxido de litio, fosfato de litio y productos industrializados con valor agregado.

YLB tiene como desafío el desarrollo de nuevos proyectos según la tabla adjunta:

Tabla 14: Asignación de recursos para explotación de litio

PROYECTO	OBJETIVO	TIEMPO DE EJECUCIÓN	PRODUCCION	COSTO ESTIMADO \$us	RESULTADOS ESPERADOS
EDL	Mejorar producción de carbonato de litio	2 años	> 14.000 ton/año	400-800 MM	Mejorar la capacidad productiva
KCL	Construir un módulo industrial para gránulos KCl	1 año	3.000 ton/año	10 MM	Incrementar ventas y producción de fertilizantes
Producción sulfato de potasio	Diversificar los productos que se obtienen de los evaporíticos	2 años	15.000 ton/año	50 MM	Expansión de la producción y valor agregado a los salares de la mezcla de salmueras A y B
Alta pureza de sales (NaCl, KCl, K ₂ SO ₄)	Diversificar los productos que se obtienen de los evaporíticos	2 años	2.000 ton/año	Depende tecnología y nivel de pureza	Nuevos mercados, demanda interna e inicio del desarrollo de la industria inorgánica

PROYECTO	OBJETIVO	TIEMPO DE EJECUCIÓN	PRODUCCION	COSTO ESTIMADO \$us	RESULTADOS ESPERADOS
Obtención $\text{LiOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$	Diversidad productos de litio	1 año	2.000 ton/año	5 MM	Materia prima para baterías y lubricantes, diversidad de la matriz de posibles proyectos
Obtención litio metálico	Proveer materia prima para desarrollo de baterías de alta densidad	2 años	50 ton litio/año	10 MM	Valor agregado al producto de lagunas de salmuera
Obtención MgCl_2 de alta pureza	Incrementar materia prima para obtener Li_2CO_3	1 año	10.000 ton/año	20 MM	Diversidad en los productos de los salares y provisión de químicos básicos en el país
Producción de H_3BO_3	Valor agregado de los productos de los salares	2 años	10.000 ton/año	20 MM	Diversidad en los productos de los salares y provisión de químicos básicos en el país
Obtención de Rb_2CO_3 de las salmueras	Exploración de nuevos productos obtenidos de la salmuera del salar de Uyuni	2 años	50 ton Rb_2CO_3 /año	Sin definir	Diversidad de productos del salar y otros productos independiente de los precios internacionales de litio
Energía para nuevos proyectos	Construir parque fotovoltaico	2 años	En base a demanda de energía de YLB	200 MM	Reducción de combustibles fósiles
Provisión energía térmica para nuevos proyectos	Construir planta termosolar	2 años	50-100 ton/año	200 MM	Reducción de combustibles fósiles

Fuente: YLB GNRE 2023

PROCESO DE OBTENCIÓN DE SALES DE LITIO EN BOLIVIA

- 1 Se extraen sales del salar como LiCl , KCl , Mg , Na , NaCl , B y otras perforando la costra salina a diversas profundidades.
 - 2 Se las deposita en una piscina previamente preparada, en su base, con una geomembrana a una altura de 30 cm (la piscina está en un área de 2.400 hectáreas que contiene 60 piscinas). En ella sucede la primera evaporación; gracias a esta se separan algunos minerales salinos, como por ejemplo el cloruro de sodio.
 - 3 Se traslada el producto a otra piscina mediante bombeo, se espera la evaporación y se obtiene sales de litio.
 - 4 Se repite este proceso hasta alcanzar una concentración aproximada de 6% de LiCl ; se agrega cal $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ para eliminar el magnesio y el boro (eliminación por solventes) y, luego, extraerlos y recuperarlos por destilación.
 - 5 Para producir LiCl de alta pureza, se realiza electrodiálisis de la solución concentrada de cloruro de litio.
- Este procedimiento tiene una duración de entre 1,5 y dos años, dependiendo del grado de evaporación obtenido por energía solar. Hay que tener en cuenta que en el salar de Atacama la lluvia es escasa y la evaporación es fuerte, mientras que el salar de Uyuni se inunda en época de lluvias y esto hace más difícil la evaporación.
 - El producto final de este procedimiento se traslada a la planta industrial de carbonato de litio.
 - Se prevé producir 45.000 toneladas de sales de litio cuando la operación de la planta llegue al 100% de su capacidad.

El primer desafío de la extracción de litio desde salares es la amplia gama de combinaciones químicas posibles de salmuera y cada salar es distinto en concentraciones de litio e impurezas, por esta razón los procesos de extracción de litio deben ser ajustados y pensados de manera particular para los diferentes salares. En consecuencia, cada salar necesita su propio diagrama de flujo para la recuperación de litio.

Los salares que tienden a ser más competitivos son aquellos con alta concentración de litio y tasas de evaporación, a la vez que contengan bajos niveles de magnesio-litio y sulfato-litio.

Aunque YLB no ha realizado mucha exploración de nuevos recursos en Bolivia, la cantidad de información es bastante reducida. Solo se tiene datos de Uyuni, que, si bien es uno de los recursos más grandes en cuanto a tamaño, su concentración de litio es baja comparado con el promedio de Chile o Argentina. Además, sus altas concentraciones de magnesio hacen difícil la posibilidad de extracción a través de procesos convencionales.

PROCESO EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE CARBONATO DE LITIO

- 1** Se extraen sales del salar como LiCl, KCl, Mg, Na, NaCl, B y otras perforando la costra salina a diversas profundidades.
- 2** Se las deposita en una piscina previamente preparada, en su base, con una geomembrana a una altura de 30 cm (la piscina está en un área de 2.400 hectáreas que contiene 60 piscinas). En ella sucede la primera evaporación; gracias a esta se separan algunos minerales salinos, como por ejemplo el cloruro de sodio.
- 3** Se traslada el producto a otra piscina mediante bombeo, se espera la evaporación y se obtiene sales de litio.
- 4** Se repite este proceso hasta alcanzar una concentración aproximada de 6% de LiCl; se agrega cal $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ para eliminar el magnesio y el boro (eliminación por solventes) y, luego, extraerlos y recuperarlos por destilación.

- Para producir LiCl de alta pureza, se realiza electrodiálisis de la solución concentrada de cloruro de litio.
- Este procedimiento tiene una duración de entre 1,5 y dos años, dependiendo del grado de evaporación obtenido por energía solar. Hay que tener en cuenta que en el salar de Atacama la lluvia es escasa y la evaporación es fuerte, mientras que el salar de Uyuni se inunda en época de lluvias y esto hace más difícil la evaporación.
- El producto final de este procedimiento se traslada a la planta industrial de carbonato de litio.
- Se prevé producir 45.000 toneladas de sales de litio cuando la operación de la planta llegue al 100% de su capacidad.

El primer desafío de la extracción de litio desde salares es la amplia gama de combinaciones químicas posibles de salmuera y cada salar es distinto en concentraciones de litio e impurezas, por esta razón los procesos de extracción de litio deben ser ajustados y pensados de manera particular para los diferentes salares. En consecuencia, cada salar necesita su propio diagrama de flujo para la recuperación de litio.

Los salares que tienden a ser más competitivos son aquellos con alta concentración de litio y tasas de evaporación, a la vez que contengan bajos niveles de magnesio-litio y sulfato-litio.

Aunque YLB no ha realizado mucha exploración de nuevos recursos en Bolivia, la cantidad de información es bastante reducida. Solo se tiene datos de Uyuni, que, si bien es uno de los recursos más grandes en cuanto a tamaño, su concentración de litio es baja comparado con el promedio de Chile o Argentina. Además, sus altas concentraciones de magnesio hacen difícil la posibilidad de extracción a través de procesos convencionales.

Para obtener carbonato de litio (Li_2CO_3) se procede a agregar soda Solvay en un proceso llamado carbonatación, en el que se precipita el carbonato de litio impuro (99,5% o grado técnico) que luego, por una inyección de CO_2 (dióxido de carbono), se convierte en bicarbonato de litio. Este proceso permite ganar bonos verdes, ya que contribuye a la eliminación de CO_2 . Luego, por filtración y calentamiento, se obtiene carbonato de litio grado batería (99,9%).

En diciembre de 2023 YLB puso en marcha la primera Planta Industrial de Carbonato de Litio, con una capacidad de producción de 15 mil toneladas al año, para producir en una primera fase hasta el 30% de ese volumen y aumentar progresivamente la cantidad, hasta alcanzar su máximo nivel en la gestión 2025. La obtención de este producto se efectuará mediante piscinas de evaporación y se estima que la recuperación de litio no será mayor al 30%. Por tal motivo, YLB tiene la apuesta por la tecnología EDL, para la explotación del litio de los salares, con las perspectivas de entrar en condiciones competitivas al mercado internacional.

DEMANDA HÍDRICA

En cuanto a la demanda hídrica de la operación de la planta de producción de cloruro de potasio y la de carbonato de litio, que operan en el mismo complejo, se tiene un detalle de consumo de aguas salinas y dulces.

Tabla 15: Consumo de aguas salinas y dulces por la operación de las plantas.

INSTALACIÓN	CONSUMO ANUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (M3)			PRODUCCIÓN ANUAL ESPERADA (T/AÑO)	RELACIÓN CONSUMO DE AGUA Y PRODUCCIÓN (M3/T)
	SALMUERA (M3)	AGUA DULCE (M3)	TOTAL (M3)		
PLANTA DE CLORURO DE POTASIO	17.117.661,95	1.019.008,11	18.136.670,06	350.000,00	51,82
PLANTA DE CARBONATO DE LITIO	134.028,00	198.466,56	332.494,56	15.000,00	22,17
TOTAL (M3)	17.251.689,95	1.217.474,67	18.469.164,62		
TOTAL (MM3)	17,25	1,22	18,47		
TOTAL (MTON)	21,05	1,22	22,27		

*Fuente: Elaboración propia en base a SIMBIOSIS 2012,
Memoria GNRE 2011, VIVENS 2020*

ESTUDIOS HIDROGEOLÓGICOS

YLB realiza el uso sostenible del agua dentro del proceso de industrialización de los recursos evaporítico, a través de estudios hidrogeológicos, considerando que para la industrialización de los recursos evaporíticos, YLB, es importante realizar de manera responsable el manejo del recurso hídrico a través de estudios, proyecciones y monitoreos de los recursos de agua, salmuera y otros.

Estos estudios hidrogeológicos y balances hídricos, se realizan desde el 2014, en las micro cuencas Marka Pampa y San Gerónimo, de donde se extrae el agua para las operaciones de las plantas en el Complejo Industrial de YLB, ubicado al sur del Salar de Uyuni, que permitieron determinar la capacidad de extracción de 216 litros de agua por segundo (l/s), solamente en una de las microcuencas, de los cuales, YLB utiliza 22 l/s actualmente, y cuando las plantas alcancen a su máxima capacidad, requerirá 100 l/s, aun así, el consumo será menor al 50% del recurso hídrico disponible.

Por otra parte, la identificación de la zona de extracción del agua, la ubicación de los pozos de exploración, los parámetros de profundidad de perforación; la caracterización de acuíferos y la determinación de la cantidad de agua para uso industrial, sin afectación de acuíferos, están respaldados por los estudios hidrogeológicos.

Si bien se vienen realizando estos análisis, YLB necesita validar y cada vez más obtener mayor información actualizada. Por tal motivo, el 29 de febrero de 2024, se firmó un memorando de entendimiento para el estudio de los recursos hidrogeológicos en los salares de Bolivia, entre la Empresa Pública Nacional Estratégica de Yacimientos de Litio Bolivianos (YLB) y el Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) de la República Francesa.

Este acuerdo incluye la evaluación de recursos hidrogeológicos, lo que permitirá determinar las capacidades para la producción y el cuidado ambiental, especialmente en lo que respecta al recurso hídrico.

Además, este pacto se suscribió en virtud a que la información hidrogeológica precisa de los salares y el uso de modelos conceptuales, que son esenciales para estimar la recarga de las cuencas circundantes y el impacto del bombeo de salmuera.

Es importante recabar información del estado de los estudios, es decir, el estado de avance en el que se encuentran, según la firma realizada el 2024.

MÉTODO EDL

Este nuevo método para la obtención del litio tiene aspectos novedosos, como ser: menor tiempo para la extracción de iones de litio de las salmueras, menor uso de agua y reposición de la salmuera al salar; también se utiliza menos químicos y, finalmente, esta tecnología implica menores costos de operación, pues con ella se extrae litio directamente. Sus métodos, tal como están descritos en la literatura, son los siguientes:

- **El método de electrodiálisis.** Los iones de litio se transportan a través de una membrana iónica selectiva semipermeable, bajo la influencia de un potencial eléctrico. Las membranas son selectivas para catión o anión de litio y no dejan pasar iones de otras sales. Al colocar alternativamente múltiples membranas de diferente polaridad en una fila, se permite que fluyan iones cargados positiva o negativamente, dependiendo del tipo de membrana; de esta forma es posible concentrar y/o separar los iones de litio que interesan. Para el litio, en particular, el flujo de solución concentrada que se obtiene circula hasta que se alcanza un valor de concentración que permite la precipitación deseada de la sal.
- **Absorción por gibbsita** (cloruro de litio por hidróxido laminar doble de litio y aluminio). La gibbsita es una forma mineral del hidróxido de aluminio, que capta iones de litio en la corteza terrestre. El ion de litio se intercala, desde soluciones acuosas, con iones de cloruro que compensan la carga positiva del ion de litio. Los iones de litio, luego de perder las cuatro moléculas de agua de hidratación, se ubican en sitios cristalográficos bien definidos. En concreto, este compuesto, denominado gibbsita, atrae o absorbe al ion de litio en un alto porcentaje, logrando una recuperación del 90% de LiCl en 90 minutos, con una capacidad de extracción

máxima de 33 mg/g. La gibbsita se utiliza a gran escala por su bajo costo, es ambientalmente segura y de fácil regeneración. Las patentes de la empresa francesa Eramet sugieren que esta también utilizará esta técnica de absorción en la planta en Salta, Argentina, que todavía no está en operación.

- **Extracción de litio por solventes orgánicos.** Para aplicar este método en operaciones a gran escala, con miles de toneladas de salmueras, debe tenerse en cuenta el costo energético de recuperación del solvente y los enormes volúmenes de solventes involucrados, que muchas veces no son muy amigables con el medio ambiente. Esta tecnología se está probando actualmente en una planta ¿Qué podemos esperar del litio? Regalías, impuestos, inversión, exportaciones y crecimiento del PIB 13 piloto, en el salar de Maricunga, en Chile, y se afirma que no requiere etapas separativas previas. El proceso continuo permitiría una alta velocidad de recuperación del litio y tendría una gran capacidad de extracción.
- **Intercambio iónico.** La siguiente familia dentro de la tecnología EDL es la del intercambio iónico (Ion-Exchange). Los iones de litio en el agua de salmuera se absorben en material de iones sólidos y luego se intercambian por iones positivos. Esta tecnología es excelente porque produce una alta concentración de litio en la solución y se minimiza el riesgo de contaminación por impurezas, pero también presenta una baja eficiencia de extracción, altos costos de operación por las numerosas etapas de alternancia entre condiciones ácidas y básicas que requiere, y la probabilidad no nula de degradación en condiciones ácidas.

PRIMERA CONVOCATORIA DE YLB PARA EDL

Ante la necesidad de aumentar la producción, considerando el método EDL, en abril de 2021 YLB realizó la primera convocatoria internacional para la “identificación de las Tecnologías de Extracción Directa del Litio (EDL) para su aplicación en los salares de Uyuni, Coipasa y Pastos Grandes de Bolivia”.

De ocho empresas que fueron seleccionadas, quedaron 6, que se mencionan en el siguiente cuadro:

Tabla 16: Empresas seleccionadas en la primera convocatoria - 2023

Empresas seleccionadas	Denominación	País
Empresa Industrial Minera Lithium Bolivia S.A.	CBC	China
Qinghai Guoan Science and Technology Development Co. Ltd.	CITIC	China
Fusion Enertech Development Co. Ltd. Sucursal Bolivia	FUSION	China
Lilac Solutions Inc.	LILAC	Estados Unidos de America
Xinjiang TBEA Group Co. Ltd.	TBEA	China
Lithium One Bolivia Ltda. Subsidiaria de Uranium One Group	URANIUM	Rusia

Fuente: Elaboración propia

En enero de 2023, YLB firmó un convenio con el consorcio chino CBC (CATL, BRUNP y CMOC) para la construcción de dos complejos industriales con tecnología EDL en los salares de Uyuni y Coipasa. La inversión inicial será de \$us 1.030 millones para labores de infraestructura carretera y las condiciones necesarias de acceso para poner en marcha las plantas. Con esta asociación y la implementación de la tecnología EDL, se estimaba que para el primer trimestre del 2025, YLB estará en condiciones de exportar baterías de litio.

El estado boliviano esperaba con ese arreglo, que en 2025 las ventas de carbonato de litio generen por lo menos 5.000 M \$us. (Energía minería y construcción Latinoamérica, 2023). .

A fines de junio de 2023, YLB firmó dos convenios con las empresas URANIUM de Rusia y CITIC -GUAN de China, para instalar dos complejos industriales de producción de carbonato de litio en los salares de Pastos Grandes y Uyuni, en el departamento de Potosí, con una inversión de \$us 1.400 millones. YLB proyecta que ambas plantas puedan producir al menos 50 mil toneladas de carbonato de litio al año.

Los acuerdos establecen, por un lado, que URANIUM desarrollará el proyecto industrial en un área geográfica específica del salar de Pastos Grandes, en sociedad con las empresas rusas Rosaton y Niquel Norilsk, que manejan uno de los diez depósitos más grandes de litio en el mundo, produciendo carbonato de litio e hidróxido de litio.

Los convenios fueron suscritos en el marco del modelo de negocio soberano, donde se garantiza el control absoluto del estado boliviano, a través de YLB, en la construcción de las plantas, la producción, comercialización y toda la cadena productiva del litio y los recursos evaporíticos.

Por otro lado, CITIC-GUAN es la primera empresa china en incursionar en la extracción directa de litio a partir de salmuera cruda. Esta multinacional cuenta con una fuerza de investigación científica que le permitió construir en apenas nueve meses (2022), la mayor planta de producción de EDL.

Cabe mencionar que cada uno de los complejos tendrá la capacidad de producir hasta 25.000 toneladas métricas por año, sumando en total una producción de 50.000 toneladas anuales de carbonato de litio. Adicionalmente, CITIC-GUAN busca invertir en una ensambladora de automóviles eléctricos en Bolivia, con lo que comenzaría una verdadera revolución industrial en Sudamérica.

En septiembre de 2024 se firmó contrato entre YLB y la empresa Uranium One Group (Rusia), para instalar la primera planta de EDL, con una inversión superior a los \$us 970 millones. Se prevé construir un complejo industrial para producir 14.000 toneladas métricas de carbonato de litio al año.

Por otro lado, en noviembre del mismo año, también se firmó contrato con la empresa CBC (China) para la instalación de una planta EDL, de 25.000 toneladas métricas y otra de 10.000 al año, con una inversión de \$us 1.030 millones.

SEGUNDA CONVOCATORIA DE YLB PARA EDL

En enero de 2024 YLB lanzó segunda convocatoria para “Expresiones de interés sobre el desarrollo de proyectos y tecnología para el aprovechamiento de recursos evaporíticos”, donde busca el desarrollo de la cadena industrial de fertilizantes, boratos, sulfato, carbonatos de litio, hidróxido de litio que se encuentran en los salares bolivianos.

38 proponentes se presentaron para la fase I, donde quedaron habilitadas 26 empresas para la fase II. Para continuar en el proceso debían cumplir con la suscripción de un acuerdo con YLB para el intercambio y protección de información técnica, y compromiso de presentación de proyecto, por lo que al final, YLB eligió a 23 empresas para que sigan en la Fase II, y así presenten sus propuestas hasta el 9 de mayo de 2024, con el objetivo de demostrar que su tecnología es viable para la construcción de plantas a escala industrial.

Las compañías seleccionadas fueron:

Tabla 17: Empresas seleccionadas en la segunda convocatoria - 2024

Nº	EMPRESA	Nº	EMPRESA
1	CBC Group	13	White Salar
2	Tecpetrol	14	Li3 & Adionics
3	Energía de litio SPA-Green Lithium Energy	15	America Bao Cheng S.R.L
4	EAU Lithium PTY Ltd	16	Watercycle Technologies
5	Actaris Bolivia	17	Uranium Group
6	Green Energy Global	18	Petroquim S.R.L
7	Electralith	19	N2E Materials
8	CITIC Guoan Group	20	Eramet
9	Clontarf Energy plc	21	Lithium for earth/Hydro Lithium/ Lithium Plus
10	CMEC	22	Lithium One Bolivia Ltda
11	Protecno	23	AD-Infinitum SPA
12	Lanshen Technology		

Fuente: Elaboración propia

Después de las respectivas evaluaciones, en diciembre de 2024, YLB suscribió convenios las empresas EAU Lithium Pty Ltd (Australia), Tecpetrol S.A (Italia) y Geolith Actaris (Francia) para demostrar sus tecnologías en el aprovechamiento de recursos evaporíticos en los salares de Coipasa (Oruro), Empexa y Pastos Grandes (Potosí).

Por último, mencionar que luego de 3 meses de prueba, la australiana EAU Lithium y la francesa Geolith Actaris están a punto de firmar contratos con YLB.

INDICADORES PARA PRUEBAS PILOTO DE LA PRIMERA CONVOCATORIA

En el período de pruebas piloto, YLB tomó en cuenta indicadores y además propuestas a nivel industrial para la futura planta.

Las empresas debían cumplir con ciertos parámetros en el desarrollo, para garantizar el método EDL a las salmueras de Uyuni, Coipasa y Pastos Grandes. Con estos criterios, YLB seleccionó a la mejor propuesta de tecnología, para ser implementada dentro de los salares, en base a las características químicas y físicas de la salmuera.

Tabla 18: Indicadores para la futura planta EDL

INDICADOR	INDICADOR PLANTA PILOTO	INDICADOR PLANTA INDUSTRIAL
Tasa de recuperación de Li %	Mayor al 80 %	Mayor al 80%
Pureza del producto (Calidad)	Producto de alta calidad de cloruro de Litio	Mayor o igual al 99,5 % Grado Batería
Capacidad de tratamiento del proceso	Capacidad variable	Mayor o igual a 25.000 ton/año
Flexibilidad de la tecnología	Concentraciones medias de: <ul style="list-style-type: none"> ● Uyuni: 0,64 g/l ● Coipasa: 0,3 g/l ● Pastos Grandes: 1,4 g/l 	Concentraciones medias de: <ul style="list-style-type: none"> ● Uyuni: 0,64 g/l ● Coipasa: 0,3 g/l ● Pastos Grandes: 1,4 g/l
Consumo de agua	No considera un consumo significativo. Capacidad de cada planta varia.	Capacidad planta en base a los recursos disponibles. Estimación de agua para los salares de Uyuni, Coipasa y Pastos Grandes

Fuente: Elaboración propia

El parámetro más importante de análisis de las propuestas fue el recurso hídrico, evaluando disponibilidad, acceso y calidad de las fuentes de agua existentes en los salares de Uyuni, Pastos Grandes y Coipasa. También se consideró a la salmuera, como recurso limitante y la concentración de litio, ya que ésta varía de una salmuera a otra.

Por lo tanto, YLB consideró que los parámetros de volumen de agua cruda, volumen de salmuera de extracción y concentración de litio (ver cuadro volúmenes y concentración) en salmuera son aspectos que los convierten en limitantes para determinar la magnitud de las plantas en los diferentes salares.

Tabla 19: Volúmenes y concentración de agua

Salar	Volumen de Agua (m ³ /h)	Volumen de Salmuera (m ³ /h)	Concentración Media Li (g/l)
UYUNI	186,62	1.375	0,69
COIPASA	90	2.560	0,37
PASTOS GRANDES	126	240	1,07

Fuente: Elaboración propia

Esta tabla presenta el resumen de disponibilidad de agua para EDL proveniente de la batería de pozos, salmuera certificada en la zona de producción y concentración disponible de salmuera en cada salar.

En términos generales y de acuerdo a los datos proporcionados por YLB:

SALAR DE UYUNI

- **Concentración de Li:** 0,69 g/L ► aceptable.
- **Volumen de salmuera:** 1.375 m³/h ► bueno para EDL a escala.
- **Agua dulce:** 186,62 m³/h ► relativamente alto, habría que evaluar sostenibilidad ambiental.

Conclusión: Técnicamente viable, pero requiere cuidado en el manejo hídrico.

SALAR DE COIPASA

- **Concentración de Li:** 0,37 g/L ► viable, aunque en el límite inferior.
- **Volumen de salmuera:** 2.560 m³/h ► muy alto, favorable para EDL.
- **Agua dulce:** 90 m³/h ► más sostenible.

Conclusión: Buena opción para EDL si se optimiza la recuperación.

SALAR DE PASTOS GRANDES

- **Concentración de Li:** 1,07 g/L ► muy favorable.
- **Volumen de salmuera:** 240 m³/h ► bajo, podría limitar la escala.
- **Agua dulce:** 126 m³/h ► aceptable, pero hay que comparar con disponibilidad local.

Conclusión: Excelente concentración, pero la escala debe ajustarse.

En conclusión, Los tres salares tienen condiciones viables para EDL. Uyuni y Coipasa permiten mayor escala industrial, pero Uyuni requiere especial atención al uso de agua. Pastos Grandes tiene la mejor concentración, ideal para plantas piloto o producción modular.

Con todo lo mencionado anteriormente, YLB realizó el análisis general (tabla parámetros generales) y de viabilidad técnica (tabla viabilidad técnica), cuyos resultados se presentan a continuación:

Tabla 20: Viabilidad técnica

EMPRESA	CALIDAD PRODUCTO	CAPACIDAD PLANTA	% RECUPERACIÓN LITIO
CBC (CATL)	99,50%	27.361	86,30%
FUSION	99,60%	50.000	96,00%
CITIC	99,50%	25.000	80,20%
LILAC	99,50%	25.000	80,00%
TBEA	99,60%	50.000	85,80%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21: Parámetros generales de salmuera

EMPRESA	VOLUMEN CRUDA AGUA DE POZO (m³/h)			VOLUMEN EXTRACCION SALMUERA (m³/h)			CONCENTRACION LITIO EN SALMUERA (g/l)		
	UYUNI	COIPASA	PASTOS GRANDES	UYUNI	COIPASA	PASTOS GRANDES	UYUNI	COIPASA	PASTOS GRANDES
CBC (CATL)	222,90	241,600		75,470	1.757,210		0,716	0,521	
FUSION	200,490			1.248,240			0,540		
CITIC	370,000	460,600	290,600	1.182,000	1.316,000	522,000	0,654	0,596	1,435
LILAC	63,000			1.075,470			0,694		
TBEA	1.000,000	986,250	916,250	1.570,000	1.843,750	833,750	0,644	0,546	1,200
URANIUM		183,000	135,000		2.267,000	521,000		0,360	1,300

Fuente: Elaboración propia

Una vez analizada la información por YLB, la estatal consideró el siguiente resultado:

PROYECTO	PROPUESTAS TÉCNICAMENTE VIALES
EDL SALAR DE UYUNI	CBC, CITIC, LILAC, FUSION
EDL SALAR DE COIPASA	CITIC, URANIUM, CBC
EDL SALAR DE PASTOS GRANDES	CITIC, URANIUM

Una vez terminado el período de pruebas, el 2024, las empresas CBC y Uranium firmaron los respectivos contratos con YLB.



CAPÍTULO IV

CONTEXTO DE LA INFRAESTRUCTURA DEL LITIO EN BOLIVIA

RESUMEN

Bolivia posee grandes reservas de litio, pero enfrenta desafíos en infraestructura, tecnología y sostenibilidad para su industrialización. La cadena de valor del litio está poco desarrollada más allá de la extracción, lo que limita los beneficios económicos.

El país avanza con proyectos como el Corredor del litio y busca mejorar su red vial y energética, aún dominada por fuentes termoeléctricas. Además, enfrenta dificultades por su falta de acceso al mar y altos costos de extracción.

El litio es clave para la transición energética global, por su uso en baterías para energías renovables. Para aprovechar esta oportunidad, Bolivia necesita atraer inversión, desarrollar a futuro tecnología propia y aplicar estándares ambientales altos.

INFRAESTRUCTURA VIAL QUE REQUIEREN MEJORARSE DENTRO LOS PLANES DE DESARROLLO NACIONAL

INFRAESTRUCTURA

La cadena de valor del litio en América Latina se compone por cuatro etapas diferenciadas: exploración, extracción de salmuera, transformación del litio y comercialización del mismo.

La exploración es el primer paso, donde se estiman las reservas de litio mediante estudios especializados, por su parte el proceso de extracción consiste en el bombeo de salmuera que luego se deposita en piscinas, donde atraviesa un proceso de evaporación natural para obtener una alta concentración de litio. Una vez obtenido el concentrado de litio, las etapas que siguen en la cadena de valor son la transformación de la materia prima, comercialización, usos y reciclaje, que resultan incipientes y se caracterizan por conformarse por una cantidad limitada de actores e infraestructura.

En ese contexto, la capacidad instalada de infraestructura para la producción de litio refleja tanto el potencial como los desafíos de Bolivia en este sector, pues el aumento de la capacidad de producción de litio y creación de cadena de valor de productos intermedios y finales demanda incrementar el desarrollo de infraestructura vial, importante para el transporte de este mineral y para el desarrollo de la industria nacional con miras a consolidar su exportación pero sobretodo su industrialización.

El corredor del litio es un proyecto que busca no solo mejorar la infraestructura vial de Bolivia sino también fomentar el comercio y el desarrollo regional en torno a la industria

del litio, para ello el 2024 se aprobó el crédito destinado a la construcción de este corredor, que unirá Uyuni con el Hito LX. El mismo, va a reducir significativamente el tiempo y los costos de transporte, mejorando la seguridad vial en esta estratégica ruta.

Además, se espera que esta nueva carretera abra nuevas oportunidades para el comercio, tanto nacional, como internacional, fortaleciendo el vínculo entre Bolivia y los mercados globales. También, el proyecto tendrá un impacto directo en el desarrollo económico y social de las comunidades de la región, mejorando las condiciones de vida de miles de familias.

Sin perjuicio de lo expresado, cabe señalar que la logística para el litio en Bolivia debe ser robusta y eficiente, además de incluir los vehículos de transporte, las rutas para circular, los puertos para la exportación y las instalaciones de almacenamiento.

DESARROLLO

En lo que respecta a desarrollo y desafíos, el litio enfrenta una competencia creciente debido a los avances tecnológicos que podrían desplazar como el material preferente para baterías, como la inclusión de baterías en estado sólido, supercondensadores y nuevas químicas de baterías que utilizan materiales más abundantes y menos problemáticos desde el punto de vista ambiental. Las baterías en estado sólido están transformando el panorama de las tecnologías de almacenamiento de energía, reemplazando el electrolito líquido con uno sólido para mejorar la seguridad y la densidad energética.

Aunque la extracción de litio representa un potencial económico considerable, la integración en la cadena de valor para la fabricación de productos intermedios o finales de baterías y otros derivados del litio aún está pendiente, lo que limita la capacidad de la región para posicionarse como un proveedor clave en tecnología. En consecuencia, la mayor parte del litio se exporta como materia prima sin procesar, lo que modera los beneficios económicos y el avance tecnológico local.

Bolivia desarrolla proyectos piloto para crear las capacidades para producir productos intermedios, como la planta de materiales catódicos y la planta piloto para producir celdas base de distintas tecnologías de baterías de ion litio. Es importante destacar que la región aún depende de la importación de productos finales, enfrentando un déficit comercial significativo. La consolidación de la producción regional de baterías podría ayudar a equilibrar esta disparidad.

Uno de los principales retos para Bolivia y su industria del litio es la incursión a un mercado mundial de este sector, que es competitivo y desarrollado. Por ejemplo, hay países que tienen menores cantidades de reservas de litio, pero que producen y exportan mucho más que Bolivia, que tiene las mayores reservas a nivel mundial.

Un desafío que Bolivia ha tenido que enfrentar en su estrategia de industrialización del litio es el desarrollo tecnológico. Bolivia no cuenta con la tecnología y la infraestructura para poder explotar el litio. Esto le impide cumplir los parámetros establecidos por las normas ISO 14040 y 14044, en las que se fijan los debidos procesos para la correcta y efectiva extracción del mineral, por lo que resulta implícitamente vinculante el hecho de que junto al desarrollo del mineral como tal, se trabaje en políticas a nivel comunitario, municipal, departamental y nacional que permitan alinear estrategias

tecnológicas y camineras que a corto plazo permitan contar con la infraestructura vial necesaria para el desarrollo de esta industria.

Tal y como lo afirma Ströbele-Gregor (2023), aunque las reservas de litio en Bolivia son grandes, los costos de extracción hacen que la producción de litio sea más cara que en Chile y Argentina, debido a que en el salar de Uyuni el litio está mezclado con otros minerales como rubidio, potasio, boro y magnesio. En esta situación, la transformación a clorato precisa del desarrollo de una nueva tecnología de evaporación, ya que en esta región (en contraste con los dos países vecinos mencionados) hay una temporada de lluvias de tres meses de duración y separar el litio de los otros minerales requiere de gran cantidad de agua.

Bolivia actualmente es productor de cloruro y sulfato de potasio. No obstante, dado su deficiente conocimiento en el proceso de industrialización en cuanto a la exploración, explotación, extracción e industrialización (baterías de litio) del carbonato de litio, queda rezagada únicamente a la exportación de materias primas. El otro problema está relacionado con la infraestructura vial, solo se cuenta con vías principales de carácter nacional, por lo que es primordial invertir en vías secundarias de accesos a las zonas de explotación para mejorar las condiciones de las mismas para articular la cadena del litio con los puertos y mercados internacionales.

LIMITACIONES GEOGRÁFICAS

Bolivia cuenta con grandes riquezas y recursos naturales, caracterizándose por ser un país productor y exportador principalmente de materia prima en cuanto a minerales, alimentos, madera e hidrocarburos, entre otros. Sin embargo, es intención del gobierno de turno iniciar el proceso de industrialización e ir erradicando el modelo económico basado solo en una fuente extractivista.

Otro factor que limita el desarrollo económico de Bolivia es su falta de acceso soberano al océano Pacífico. Esta restricción geopolítica impide al país contar con una proyección marítima directa, lo cual es especialmente crítico si se considera que alrededor del 80% del comercio mundial se realiza por vía marítima. Actualmente, las exportaciones bolivianas deben atravesar la cordillera Occidental para acceder a los puertos chilenos de Antofagasta y Arica. En años recientes, también se han iniciado operaciones por el puerto de Ilo, en Perú. En este contexto, resulta fundamental desarrollar estudios técnicos de infraestructura y comercio exterior vinculados a la exportación y comercialización del litio, con el fin de garantizar condiciones logísticas óptimas para el acceso a estos puertos internacionales.

ACTUAL INFRAESTRUCTURA ENERGÉTICA Y PLAN ENERGÉTICO NACIONAL AL 2030

CAPACIDAD ENERGÉTICA ACTUAL

En la actualidad la infraestructura energética de Bolivia en un 70% aproximadamente depende de fuentes termoeléctricas. Es decir que, dependen del suministro de gas, que como se mencionó precedentemente, se encuentra en una situación de declive en cuanto a su producción, por lo que una alternativa es el reemplazo con proyectos vinculados a la producción de hidrógeno verde y la generación de energía fotovoltaica.

Por otra parte, las zonas de explotación del litio no cuentan con fuentes de suministro eléctrico cerca por lo que se requiere de la ejecución de proyectos que permitan contar información de fuentes de agua y estaciones de distribución y tendidos de electricidad o bien con proyectos de suministro de electricidad limpia no convencional como la solar, eólica, etc.

Bolivia tiene una participación del 8,2 % de energías renovables no convencional (Eólica 127,8MW y Solar 165,1 MW), 20.6% hidroeléctrica y 71.2% termoeléctrica, teniendo la capacidad instalada de fuentes de energías de 28.8%.

Por lo anterior se tiene el objetivo de duplicar la actual oferta de capacidad de generación de energía eléctrica de 3.641 megavatios (MW) a 6.773 (MW) para el año 2033. Se trata del plan de expansión del Sistema Interconectado Nacional (SIN) con fuentes de energía renovable que prevé llegar a un 75%, a fin de ampliar la cobertura del servicio a la población y generar la transición energética y disminuir gradualmente la dependencia de fuentes energéticas de termoeléctricas.

Bolivia ha trazado un plan ambicioso hasta 2033 con el objetivo de aumentar la participación de las energías renovables al 65%, con la idea de impulsar la transición energética para fortalecer y aprovechar sus recursos naturales, en particular el litio.

A largo plazo, para el año 2050, se apunta a llegar a 8.211 megavatios, incrementando las fuentes hidroeléctricas, energía solar, eólicas, geotermia y biomasa a través de la Empresa Nacional de Electricidad (ENDE) Corporación, que viene ejecutando varios proyectos para la generación de energía renovable que permitan aprovechar los recursos naturales como el sol (fotovoltaico), viento (eólico) o afluentes mediante plantas hidroeléctricas, entre otros.

EL FUTURO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES Y EL LITIO

El litio es una alternativa entre las energías verdes debido que es el componente básico de las baterías de iones de litio, que permite el flujo de la corriente eléctrica. Debido a la ligereza del metal, su larga vida útil, su gran capacidad de almacenamiento y su facilidad de recarga, se espera que la demanda crezca en las próximas décadas. Se destaca como una opción más ecológica que el petróleo, debido a sus propiedades menos contaminantes.

Bolivia tiene el potencial de convertirse en un actor clave en la economía mundial del litio, especialmente con el auge de la industria automotriz eléctrica que demanda grandes cantidades de este recurso para impulsar las energías verdes y limpias.

La industrialización del litio, que se desarrolla principalmente en el salar de Uyuni, Potosí, y en otros salares menores, se prevé un importante impacto en los próximos años en el proceso del cambio de la matriz energética de Bolivia, de esta manera contribuir a que se masifique el empleo de vehículos eléctricos, y así garantizar la provisión del litio necesario para ese proceso, así como impulsar el uso de energías limpias.

La combinación de generación de energía renovable y sistemas eficientes de almacenamiento de energía, incluidas las baterías de iones de litio, está allanando el camino hacia un futuro energético más limpio y sostenible. A medida que los costos de almacenamiento de energía continúan disminuyendo, las soluciones de almacenamiento

de energía renovable se vuelven cada vez más viables económicamente. Este cambio hacia la adopción a gran escala de energía renovable junto con sistemas de almacenamiento de energía tiene un enorme potencial para transformar nuestros sistemas energéticos, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y acelerar la transición global hacia un futuro más verde.

El litio, principalmente a través de baterías, es un factor clave para la revolución de las energías renovables. Los sistemas de almacenamiento de energía alimentados por baterías de iones de litio permiten la integración eficiente de fuentes de energía renovables intermitentes en nuestras redes, lo que proporciona estabilidad, confiabilidad y energía de respaldo.

A medida que el mundo adopta cada vez más tecnologías de generación y almacenamiento de energía renovable, la combinación de litio y sistemas de almacenamiento de energía desempeñará un papel central para lograr un futuro energético sostenible y descarbonizado. Podemos acelerar la transición hacia un sistema energético más ecológico y resiliente aprovechando la energía eólica, geotérmica, solar, de biomasa e hidroeléctrica junto con soluciones de almacenamiento de energía sostenibles y avanzadas.

En general, con la inminente transición global hacia una economía baja en carbono, se espera que la demanda de litio siga creciendo. Empresas y gobiernos están invirtiendo en investigación para mejorar la eficiencia de las baterías y también en formas más sostenibles de extraer litio. Se espera que la industria se expanda aún más a medida que surjan nuevas tecnologías de almacenamiento de energía y los países avancen en sus objetivos de descarbonización. Por tanto, es fácil entender que el mercado del litio desempeña un papel central en la transición energética.

SOSTENIBILIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO PARA LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA DE LA INDUSTRIA DEL LITIO

Los yacimientos de litio, especialmente los de Bolivia, Argentina y Chile, se encuentran en algunos de los lugares más secos del planeta, lo que los hace especialmente vulnerables a los efectos del cambio climático. Bolivia, en particular, enfrenta altos niveles de inseguridad alimentaria y desnutrición.

Para hacer frente al cambio climático mediante la descarbonización industrial y económica mundial, que permitan a su vez, reducir las emisiones de dióxido de carbono y gases de efecto invernadero, el uso de energías alternativas se abre cada vez más paso y con esto el uso de baterías de ion de litio, razón por la cual, siendo el Salar de Uyuni el que alberga una de las mayores reservas de litio del mundo, desde el 2008 el gobierno boliviano promueve su extracción e industrialización.

Los efectos cada vez más evidentes del cambio climático en distintas regiones del mundo —como lluvias torrenciales, inundaciones, sequías e incendios forestales—, de carácter extremo y fuera de temporada, han intensificado la búsqueda de fuentes alternativas para la generación y el almacenamiento de energía. Este impulso se manifiesta con fuerza en sectores clave como el transporte y las telecomunicaciones, así como en la

necesidad de almacenar eficientemente la energía proveniente de fuentes renovables como la solar y la eólica. En este contexto, el uso de baterías ha experimentado un crecimiento acelerado a nivel global.

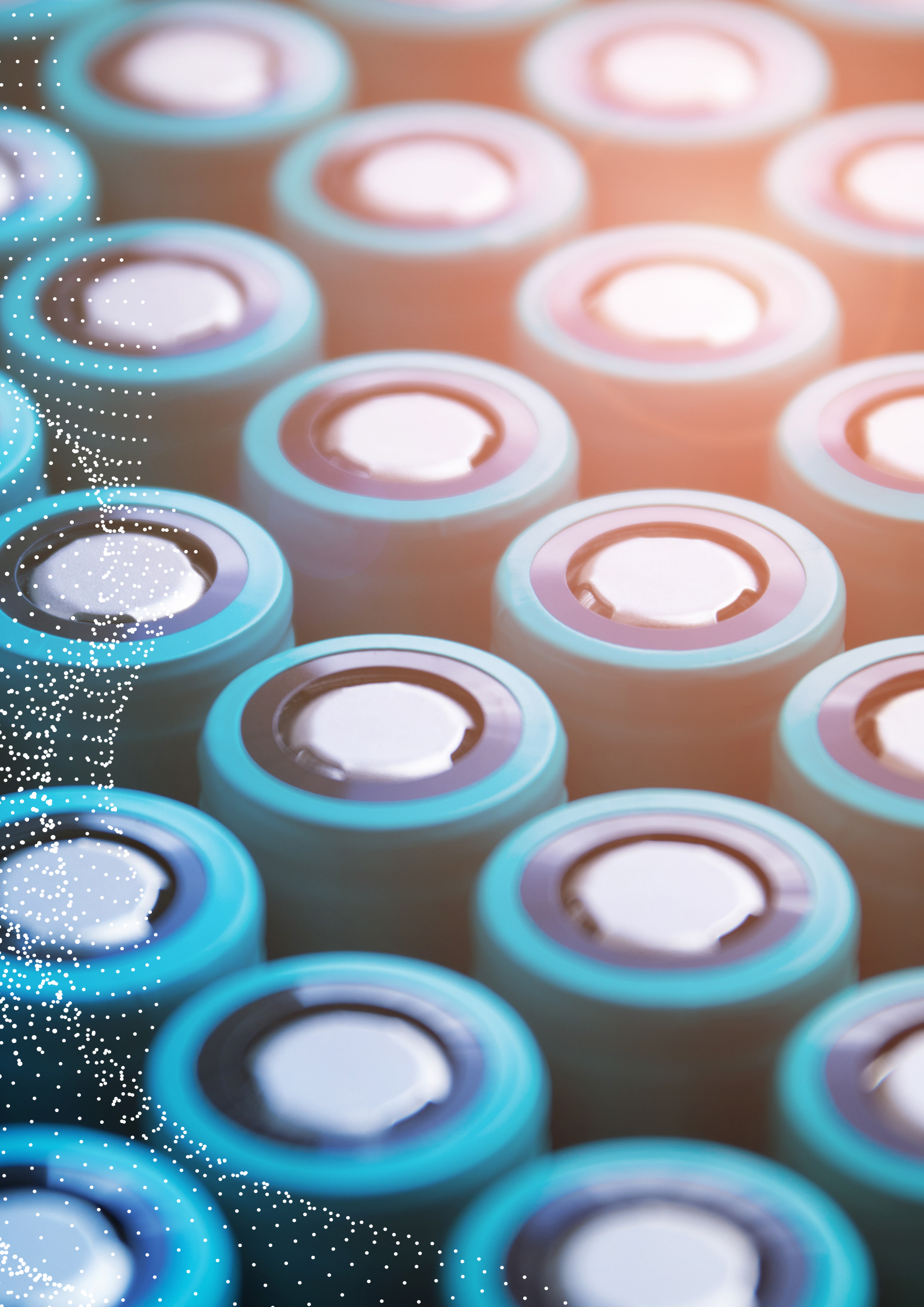
Considerando que los recursos minerales estratégicos son factores determinantes para el desarrollo de las naciones y en una coyuntura de cambio climático y los esfuerzos de la comunidad internacional para enfrentar esta amenaza realizando una transición al uso de energías limpias, el litio ha cobrado importancia en la geopolítica y geoeconomía mundial, al ser una opción eficiente para almacenar energías renovables y reemplazar el uso de hidrocarburos.

En este contexto, Bolivia posee las mayores reservas de litio del mundo —estimadas en 21 millones de toneladas—, lo que ha captado el interés del mercado internacional. Si bien este recurso representa una oportunidad estratégica para fortalecer la economía del país, Bolivia enfrenta una serie de desafíos que han dificultado el aprovechamiento pleno de este potencial. A pesar de diversos intentos por avanzar en la explotación y exportación del litio, así como en la producción de baterías de ion-litio, persisten obstáculos significativos. Estos van desde limitaciones geográficas, sociales, medioambientales, seguridad jurídica y tecnológicas, hasta deficiencias en infraestructura, como se ha mencionado previamente. Tales factores han impedido el desarrollo de una industria del litio sostenible, eficiente y suficientemente atractiva para una inversión extranjera de largo plazo.

El litio se ha convertido en un metal estratégico para la transición energética global. Se estima que su demanda en tecnologías de energía limpia podría incrementarse hasta 40 veces para el año 2040 en comparación con los niveles de 2020, según proyecciones aún no verificadas. Este aumento supera con creces el crecimiento previsto para otros minerales clave como el cobalto y el níquel. En este escenario, el litio adquiere una relevancia central no solo para el desarrollo tecnológico, sino también para el crecimiento económico y social de los países productores. Al mismo tiempo, representa una gran oportunidad de negocio para empresas -particularmente europeas- que cuentan con amplia experiencia en la cadena de valor del litio, así como con elevados estándares en sostenibilidad y protección ambiental.

CONCLUSIONES

Bolivia cuenta con un enorme potencial para convertirse en un actor clave dentro de la transición energética global, gracias a sus vastas reservas de litio. No obstante, para alcanzar este objetivo, es necesario superar importantes limitaciones estructurales, tales como la insuficiente infraestructura, la debilidad jurídica, la falta de tecnología avanzada y la carencia de inversión significativa. Además, debe incorporarse el cumplimiento de altos estándares ambientales. Solo a través de una estrategia integral que articule el desarrollo industrial, la sostenibilidad y la mejora de la conectividad, Bolivia podrá consolidar una posición competitiva y sostenible en el mercado internacional del litio.



CAPÍTULO V

CONTEXTO ECONÓMICO - FINANCIERO DEL LITIO EN BOLIVIA Y EL MUNDO

RESUMEN

Este capítulo ofrece un análisis integral sobre la dinámica actual y futura del mercado mundial del litio, enfocándose en los principales países productores, los costos asociados a su extracción y procesamiento, y las proyecciones de oferta y demanda a escala global. Se examinan las tendencias estructurales del sector, las capacidades productivas emergentes y los desafíos vinculados a la sostenibilidad, calidad y trazabilidad del mineral.

La segunda sección aborda la evolución histórica de los precios del litio, así como los niveles actuales y las perspectivas de comportamiento del mercado internacional en el mediano y largo plazo. Este análisis permite comprender las señales económicas y los factores que inciden en la volatilidad del mercado, tales como la innovación tecnológica, la demanda de baterías, la geopolítica de recursos estratégicos y las regulaciones ambientales.

En la sección final, el capítulo se centra en el contexto económico y productivo de Bolivia, explorando su posición actual en la cadena de suministro global de litio. Se detallan las cifras de producción nacional, los ingresos generados, y se desarrolla un ejercicio financiero que contempla dos escenarios prospectivos: uno basado en la estimación de volúmenes de extracción en salares bolivianos, y otro sustentado en la evolución proyectada de los precios internacionales. Este ejercicio incluye un flujo de caja modelado, con cálculos referenciales de Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR), orientados a evaluar la viabilidad económica de proyectos estratégicos bajo condiciones actuales y del entorno operativo local.

PANORAMA MUNDIAL (ANÁLISIS DE LA DEMANDA)

En los últimos años, la demanda mundial de litio ha experimentado un notable crecimiento. Este fenómeno se ha visto reflejado en el aumento sostenido del precio internacional del mineral, impulsado principalmente por una oferta limitada frente a una demanda creciente de baterías de ion-litio, las cuales destacan por su cada vez mayor eficiencia en el almacenamiento de energía.

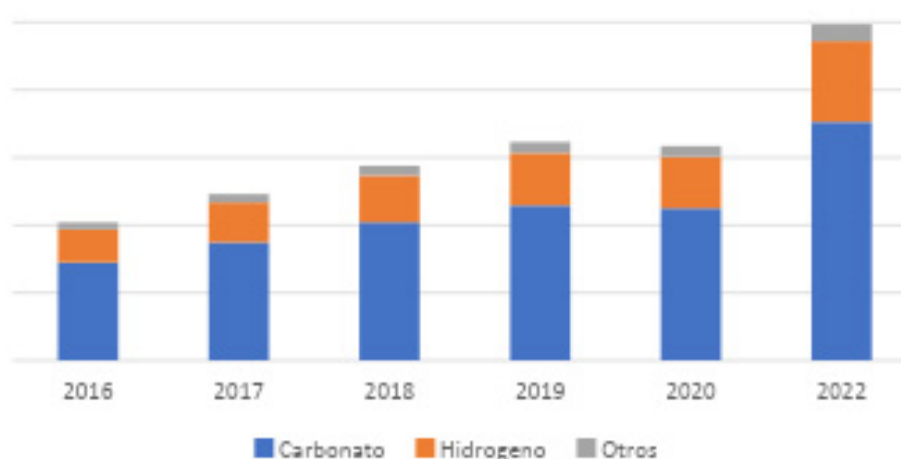
Actualmente, el mercado del litio atraviesa una fase de expansión acelerada. Entre 2016 y 2020, la demanda global pasó de 204 mil toneladas a 317 mil toneladas, lo que representa un incremento del 64%. Para 2023, esta tendencia continuó con un aumento adicional del 30%, alcanzando las 447 mil toneladas, como se observa en el siguiente gráfico.

Gráfico No 4: Demanda de Litio - 2022

Fuente: Elaboración propia en base a Cochilco (2021)

PRINCIPALES USOS Y APLICACIONES PARA LA DEMANDA DEL LITIO

Como se aprecia en el gráfico No 6, la demanda -consumo- de litio se divide en dos compuestos que están principalmente destinados al consumo de carbonato 71% e hidróxido 24% hasta el 2022.

Gráfico No 5: Demanda de Litio por Compuesto – año 2022

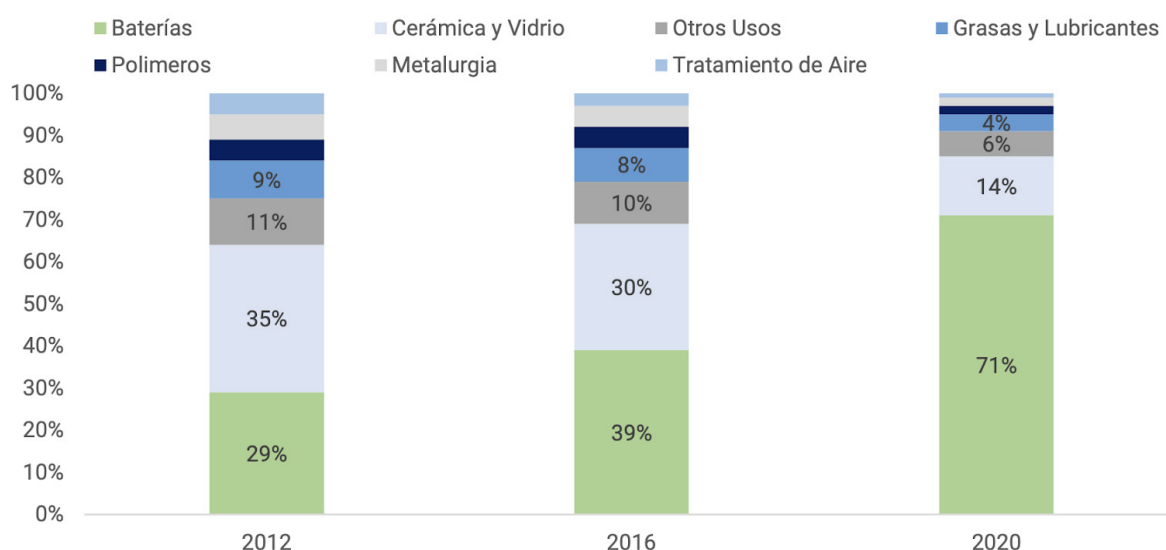
Fuente: Cochilco en base a BMI (2021)

Por otra parte, el litio tiene múltiples usos y aplicaciones, siendo el de mayor demanda el relacionado con los dispositivos electrónicos. Este grupo incluye baterías para teléfonos móviles (smartphones), controladores de consolas de videojuegos, dispositivos médicos y otros equipos vinculados a la industria de la salud, así como las baterías destinadas a la electromovilidad, un sector en constante expansión.

Un aspecto relevante a considerar es que aproximadamente el 95% del litio utilizado en baterías puede ser reutilizado. Este factor introduce una posibilidad de sustitución parcial en el futuro, lo cual podría mitigar el impacto de un aumento sostenido en los precios del mineral.

En el gráfico N° 6 se muestran las distintas aplicaciones del litio según el tipo de producto. A partir del año 2016, se observa un crecimiento significativo del uso del litio en la fabricación de baterías, consolidándose como uno de los principales destinos de este recurso.

Gráfico No 6: Aplicación del litio por tipo de producto

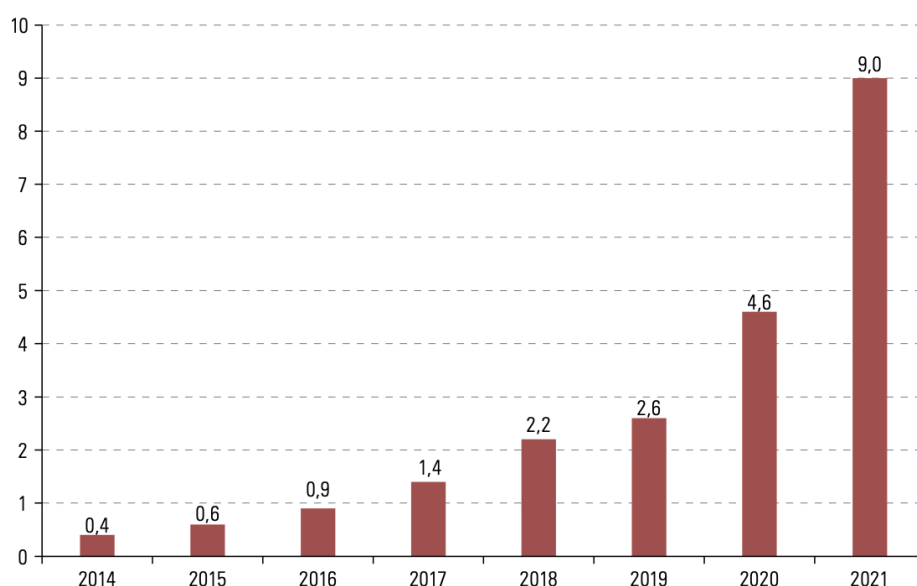


*Fuente: Ministerio de Desarrollo Productivo Argentina,
 en base a datos de Cochilco (2019)*

Adicionalmente, en el año 2022 la demanda global de litio se concentró en un 80% en la producción de baterías. Otras aplicaciones incluyeron cerámica y vidrio (7%), grasas lubricantes (4%), fundentes para moldes de colada continua (2%), tratamiento del aire (1%), uso médico (1%) y otros usos (5%).

Esta distribución evidencia el papel predominante del sector de baterías, particularmente en la industria automotriz, cuya demanda ha crecido de manera exponencial en los últimos años. Este fenómeno está estrechamente vinculado al aumento de las ventas de vehículos eléctricos, que registraron un incremento del 55% en nuevas unidades durante 2022 respecto a 2021.

Como se muestra en el gráfico N° 7, la demanda mundial de vehículos eléctricos creció aproximadamente un 650% entre 2014 y 2019. Este crecimiento acelerado de la electromovilidad ha sido uno de los principales impulsores de la expansión sostenida en la demanda de baterías de ion-litio durante la última década.

Gráfico No 7: Demanda de vehículos eléctricos, 2014-2021

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de M. Obaya y M. Céspedes, "Análisis de las redes globales de producción de baterías de ion de litio. (2020)

DEMANDA DE MERCADOS MUNDIALES

El principal país demandante de carbonato de litio a nivel mundial es China, impulsado por el crecimiento sostenido de las ventas de vehículos eléctricos, que aumentaron en promedio un 70%. En Estados Unidos, si bien la demanda de baterías de litio creció un 80% en 2022, las ventas de vehículos eléctricos aumentaron solo un 55% en comparación con 2021.

De acuerdo con datos de COMTRADE, este desfase se explica porque el tamaño promedio de las baterías utilizadas en vehículos eléctricos en China fue aproximadamente un 40% mayor que el promedio mundial. Esto se debe, en gran parte, a la alta proporción de vehículos utilitarios deportivos (SUV) en el mercado chino, en comparación con otros mercados relevantes.

Históricamente, China fue el mayor consumidor de litio para la producción de baterías de vehículos eléctricos hasta el año 2019. Sin embargo, en ese año fue superada por Corea del Sur. Este cambio se debe a múltiples factores, entre ellos la desaceleración de la demanda industrial en China como consecuencia de la pandemia, lo que redujo su dependencia del mercado externo y priorizó el consumo interno. A ello se sumaron importantes problemas logísticos, como la escasez de contenedores para exportaciones, que provocaron aumentos significativos en los precios del litio.

Por otro lado, el auge de la industria surcoreana de baterías de ion-litio también explica el aumento de su demanda. Corea del Sur ha experimentado un crecimiento acelerado en la producción de baterías tanto para vehículos eléctricos como para sistemas de almacenamiento de energía renovable, especialmente fotovoltaica. Empresas como LG

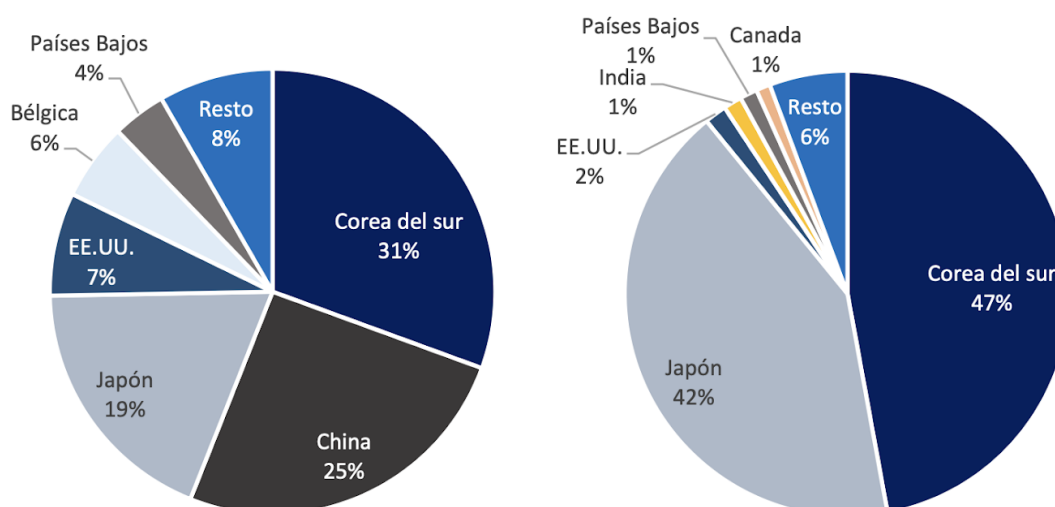
Chem y Samsung SDI han expandido de manera significativa su capacidad productiva, lo que ha incrementado la necesidad de abastecimiento constante de carbonato de litio.

Otro factor clave es la estrategia surcoreana de asegurar el suministro a través de acuerdos a largo plazo, especialmente con países como Chile, lo que garantiza estabilidad frente al crecimiento proyectado de su industria de electromovilidad.

En este contexto, para el año 2021, los principales países importadores de litio —considerando sus diferentes formas, como carbonato, óxido o hidróxido de litio— fueron:

- **Carbonato de litio:** Corea del Sur, China, Japón, Estados Unidos, Bélgica y Países Bajos.
- **Óxido/hidróxido de litio:** Corea del Sur, Japón y, en menor medida, Estados Unidos, India, Países Bajos y Canadá.

Gráfico No 8: importaciones 2021 de carbonatos de litio versus las de óxido/hidróxido de litio



Fuente: Elaboración propia en base a COMTRADE (2021)

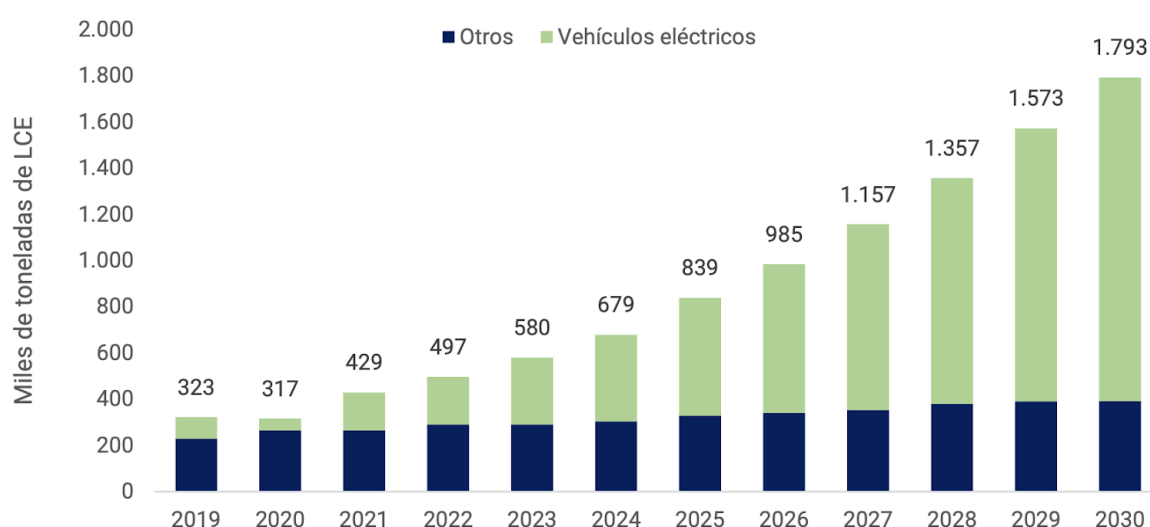
PROYECCIONES A FUTURO EN LA DEMANDA DE LITIO

Las proyecciones sobre la demanda futura de litio son diversas y, en muchos casos, no existe una información completamente uniforme respecto a su comportamiento en las próximas décadas. No obstante, como se ha señalado previamente, en los últimos años la principal fuente de demanda de este recurso ha provenido del sector transporte, impulsada especialmente por el creciente interés en los vehículos eléctricos ligeros o de pasajeros. Esta tendencia se prevé que continúe en ascenso, a medida que los vehículos con motores de combustión interna sean gradualmente reemplazados por alternativas más sostenibles.

En este contexto, cualquier estimación sobre la demanda futura de litio dependerá, en primera instancia, de las proyecciones de crecimiento del sector de la electromovilidad. Por tanto, una proyección precisa de la demanda de litio requiere, a su vez, una estimación fundamentada de las ventas futuras de vehículos eléctricos.

Según datos de la Comisión Chilena del Cobre (Cochilco), el crecimiento exponencial proyectado para el mercado del litio está estrechamente vinculado al aumento de la demanda de vehículos eléctricos. Esto se explica por la cantidad de litio necesaria para la fabricación de baterías, la cual varía según el tipo de vehículo, como se muestra en el gráfico N° 9.

Gráfico No 9: Demanda de Litio al 2030

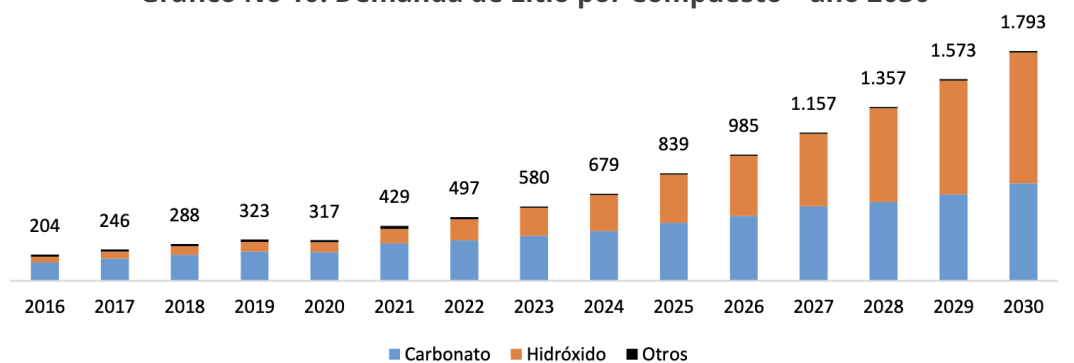


Fuente: Cochilco (2023)

Tal como se observa en el Gráfico 9, se estima que la demanda agregada de litio alcance para el año 2030 los 1,793 millones de toneladas de LCE, de las cuales aproximadamente el 78%, será para abastecer el mercado de vehículos eléctricos.

Como información adicional en el gráfico No 10, las proyecciones para la demanda de litio para el año 2030 por compuesto, reflejan que el hidróxido será (57% hidrógeno versus un 42% para el carbonato). Esto se explica principalmente por la creciente demanda de los fabricantes de baterías del tipo NCM (Níquel-Litio, Cobalto, Manganeso), variedad en la cual se espera que el hidróxido sea crecientemente empleado en detrimento del carbonato.

Gráfico No 10: Demanda de Litio por Compuesto – año 2030



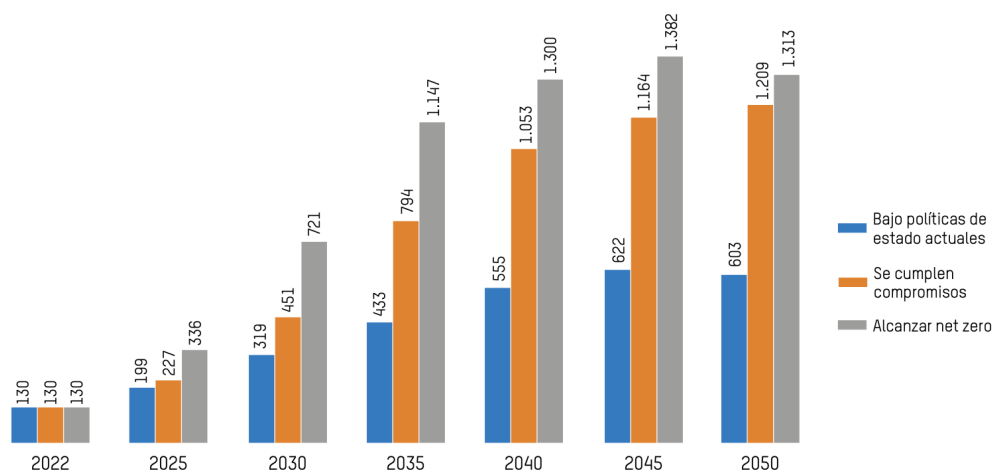
Fuente: Cochilco (2023)

Para el análisis de la demanda proyectada para el año 2050 de litio se analizaron tres escenarios:

- 1** Con las actuales políticas de Estado.
- 2** Suponiendo que los Estados cumplen los compromisos medioambientales adquiridos, y
- 3** En el escenario net-zero (International Energy Agency, 2023).

En el gráfico No 11, se observa que, de seguir las políticas actuales, la demanda mundial podría incrementarse de 130 kt, en 2022, a 603 kt en 2050, es decir en 4,6 veces. Si los países asumen y ejecutan unos compromisos medioambientales sólidos, la demanda en 2050 podría oscilar entre 1,2 y 1,3 millones de toneladas, es decir, ser de nueve a diez veces mayor que en 2022.

Gráfico No 11: Demanda de Litio al 2050



Fuente: International Energy Agency (2023^a).

El informe del departamento de energía de EEUU, considera que la provisión de dos minerales en particular, litio y níquel, (será “vital” a partir de 2025) serán los dos mayores en importancia para la producción de energía “limpia” y los segundos de mayor “riesgo de aprovisionamiento”.

Se proyecta hacia 2035 una demanda que va desde un mínimo de 600.000 toneladas en la trayectoria hasta un máximo de 1.800.000.

RIESGOS Y DESAFÍOS DE LA DEMANDA DEL LITIO

Los desafíos y riesgos asociados con la **demanda de litio** son múltiples y pueden afectar la estabilidad y el crecimiento del mercado, los principales factores podrían estar vinculados a:

- **Dependencia del crecimiento de vehículos eléctricos.** Si las proyecciones de venta no se materializan debido a factores económicos, cambios en las preferencias del consumidor o problemas tecnológicos, la demanda de litio podría verse afectada negativamente. Por otra parte, el desarrollo de tecnologías alternativas también podría impactar de manera negativa en la demanda del litio a futuro.
- **Fluctuaciones en la demanda,** debido a ciclos económicos y volatilidad del mercado debido a cambios en las políticas gubernamentales, incentivos fiscales, o cambios en la percepción pública sobre la sostenibilidad de los vehículos eléctricos pueden provocar cambios abruptos en la demanda.
- **Condiciones del mercado y competencia,** por una saturación del mercado debido a un aumento repentino en la capacidad de producción de litio que puede llevar a un exceso de oferta y, en consecuencia, a una disminución en los precios. Esto podría desincentivar nuevas inversiones y afectar la demanda a largo plazo, y otros materiales para las baterías, podrían competir directamente con el litio y disminuir su demanda.

ANÁLISIS DE OFERTA MUNDIAL

El análisis de la oferta de litio tiene como objetivo principal identificar los factores que inciden en su producción, disponibilidad y los desafíos asociados al suministro de este mineral estratégico, clave para industrias como la de vehículos eléctricos y el almacenamiento de energía.

En el contexto de la transición hacia energías alternativas, el litio se ha consolidado como una materia prima emergente y de rápida expansión, impulsada por la creciente demanda internacional debido a su amplia gama de aplicaciones. Este recurso se comercializa en múltiples formas, con distintos grados de pureza, y sus precios se determinan principalmente en mercados spot, tomando como referencia los contratos de exportación e importación establecidos por los principales comercializadores internacionales.

Un aspecto fundamental en el análisis de la oferta es la distinción entre **recursos** y **reservas**. A menudo, ambos términos se utilizan de forma indistinta, pero tienen

significados técnicos diferentes. Un recurso se convierte en reserva cuando su extracción es económicamente viable, es decir, cuando los costos de operación y capital asociados se justifican bajo determinadas condiciones de mercado y precios de venta. Por tanto, el tamaño de las reservas está condicionado no solo por la cantidad física disponible, sino también por variables tecnológicas, económicas y regulatorias.

Además, es importante considerar que las cifras de reservas son dinámicas: pueden disminuir conforme se extrae el mineral o cambian las condiciones económicas, pero también pueden aumentar si se desarrollan nuevos depósitos, se amplían los estudios sobre yacimientos existentes o se incorporan tecnologías que mejoran la viabilidad económica de su explotación.

En la tabla No 22, se presenta una comparación entre recursos y reservas de litio a nivel mundial. Como puede observarse, la cantidad de reservas representa solo el 26,8% del total estimado de recursos. En este marco, Chile lidera en volumen de reservas certificadas, seguido por Australia, Argentina y China.

En el caso de Bolivia, si bien posee una de las mayores concentraciones de recursos de litio en el mundo, actualmente no se dispone de información certificada sobre la proporción entre sus recursos y sus reservas. Esto resalta la necesidad de contar con una valoración económica precisa de los recursos identificados, como paso fundamental para dimensionar el verdadero potencial de reservas explotables en el país.

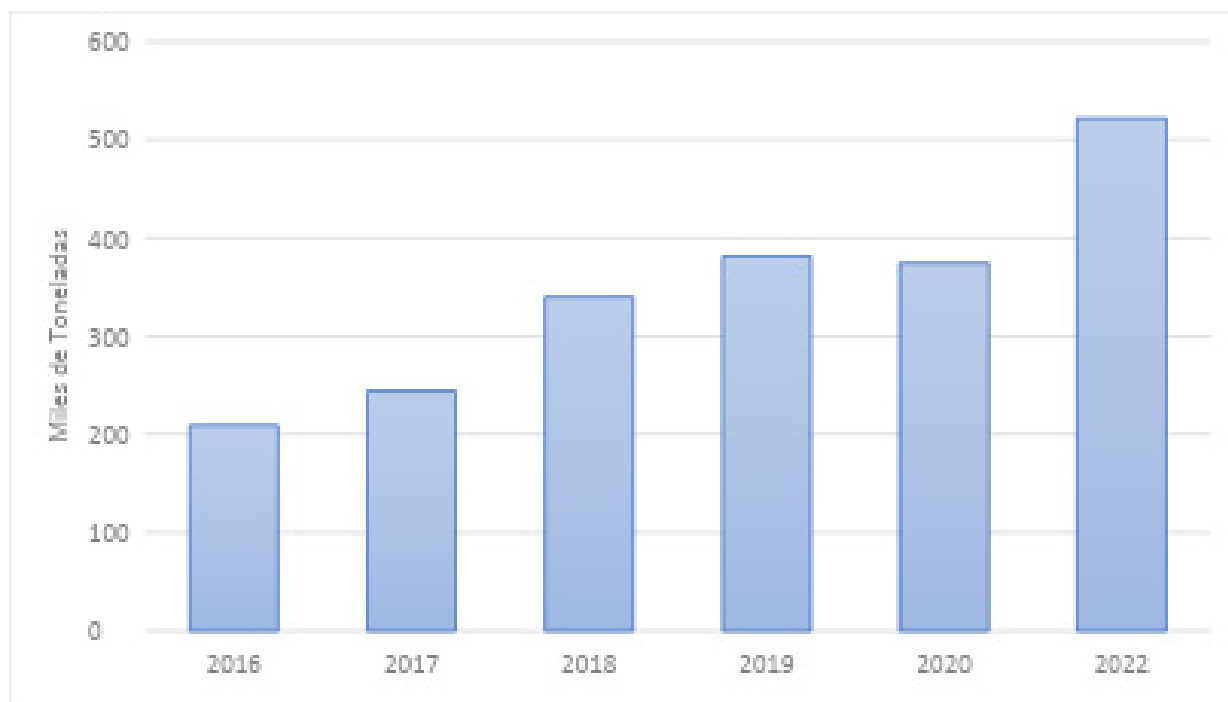
Tabla No 22: Recursos Vs Reservas de Litio (2022)

PAÍS	UNIDAD	RECURSOS	RESERVA
Argentina	MMt	20.0	2.7
Australia	MMt	7.9	6.2
Bolivia	MMt	21.0	N/D
Brasil	MMt	0.7	0.3
Canadá	MMt	2.9	0.9
Chile	MMt	11.0	9.3
China	MMt	6.8	2.0
Estados Unidos	MMt	12.0	1.0
Otros	MMt	14.0	3.3
Portugal	MMt	0.3	0.1
Zimbawe	MMt	0.7	0.3
TOTAL	MMt	97.3	26.1

Fuente: International Energy Agency (2023)

Como se observa en el gráfico No 12, para el 2022 la producción de litio en mina alcanzó 146.000 toneladas métricas de litio a nivel mundial, lo cual representa un incremento de 41.000 toneladas en comparación con el año previo.

Gráfico No 12: Oferta mundial de Litio



Fuente: STATISTA (2021)

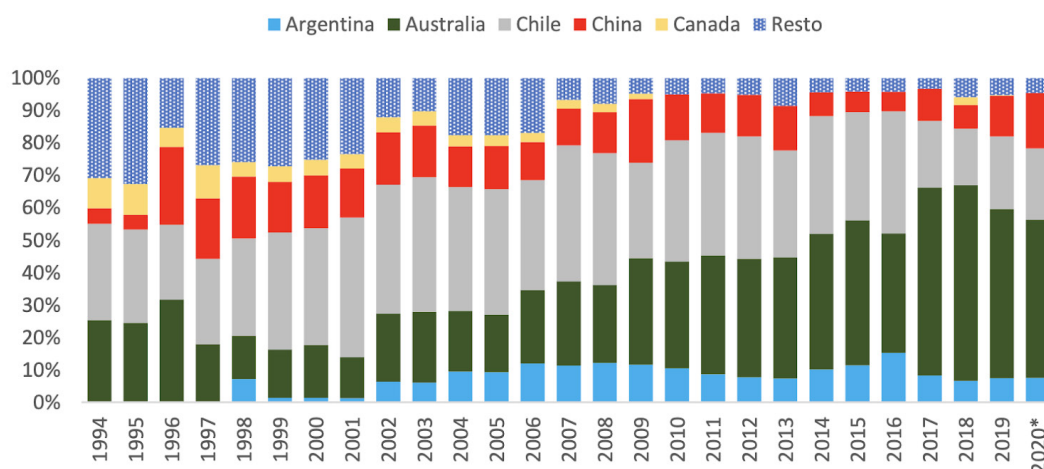
PRINCIPALES PAÍSES PRODUCTORES

El año 1994 el principal productor de litio era Chile con el 32,8% de la producción mundial, mientras que Argentina contaba solo con el 0,1% del total. Por su parte, Australia, que se posiciona entre los principales productores, tuvo una merma en su participación a mediados de 1990. No obstante, cobró protagonismo a mediados de la década del 2010 como el principal productor mundial debido al dinamismo relacionado con la rápida capacidad de respuesta que ha tenido la producción a partir del concentrado de espodumeno proveniente de pegmatitas (roca).

Para el año 2020 Australia mantiene el puesto como el primer productor mundial de litio con el 48,8% de la producción mundial, mientras que Chile disminuyó su participación en el mercado al 22%. De esta forma, ambos países productores concentraron el 70,8% de la producción mundial.

En lo que respecta a la región de Latinoamérica, Argentina, Bolivia y Chile conforman el triángulo del litio. Bolivia se encuentra con producción a escala piloto dado que sus políticas van orientadas al desarrollo de un proyecto público de explotación integral de la cadena de valor del litio, por lo que por el momento el litio boliviano no tiene una incidencia a nivel mundial. Argentina y Chile producen el 29,5% de la producción mundial.

Gráfico No 13: Participación en el Mercado Mundial por Países Productores



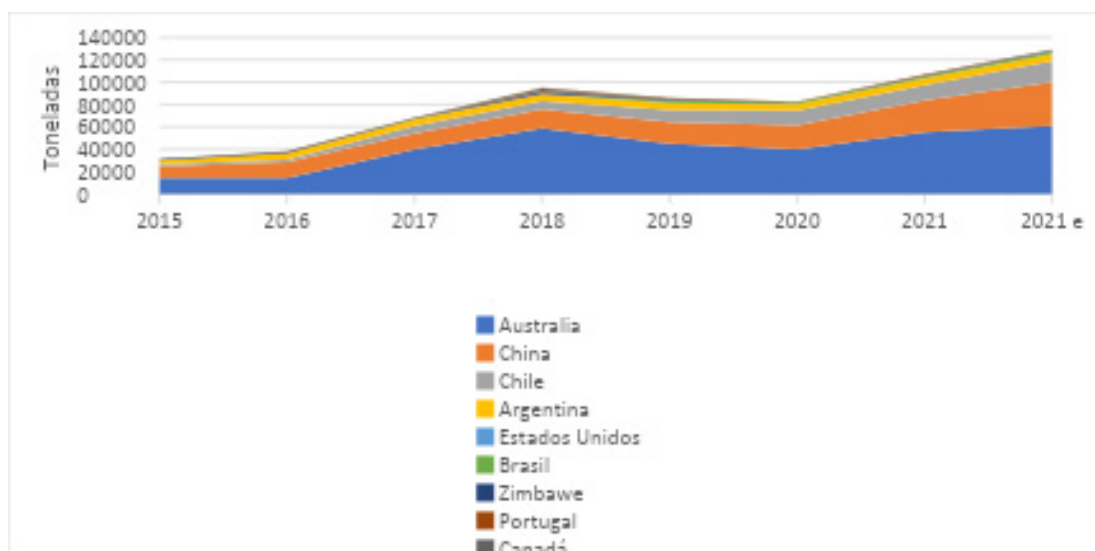
Fuente: USGD (2019)

El gráfico No 14, muestra la evolución de la producción de litio durante el periodo 2015-2022 (US. Geological Survey, 2023). Se observa que el año 2022 la producción se concentraba en cuatro países con el 92% de la producción mundial, Australia (47,2%), Chile (30,2%), China (14,7%) y Argentina (4,8%). Se visualiza que China tuvo un importante y efectiva expansión que se refleja en un crecimiento anual de 37,9%; le siguen Australia (23,3%), Chile (20,6%) y Argentina (8,1%).

Tabla No 23: Producción de Litio por países

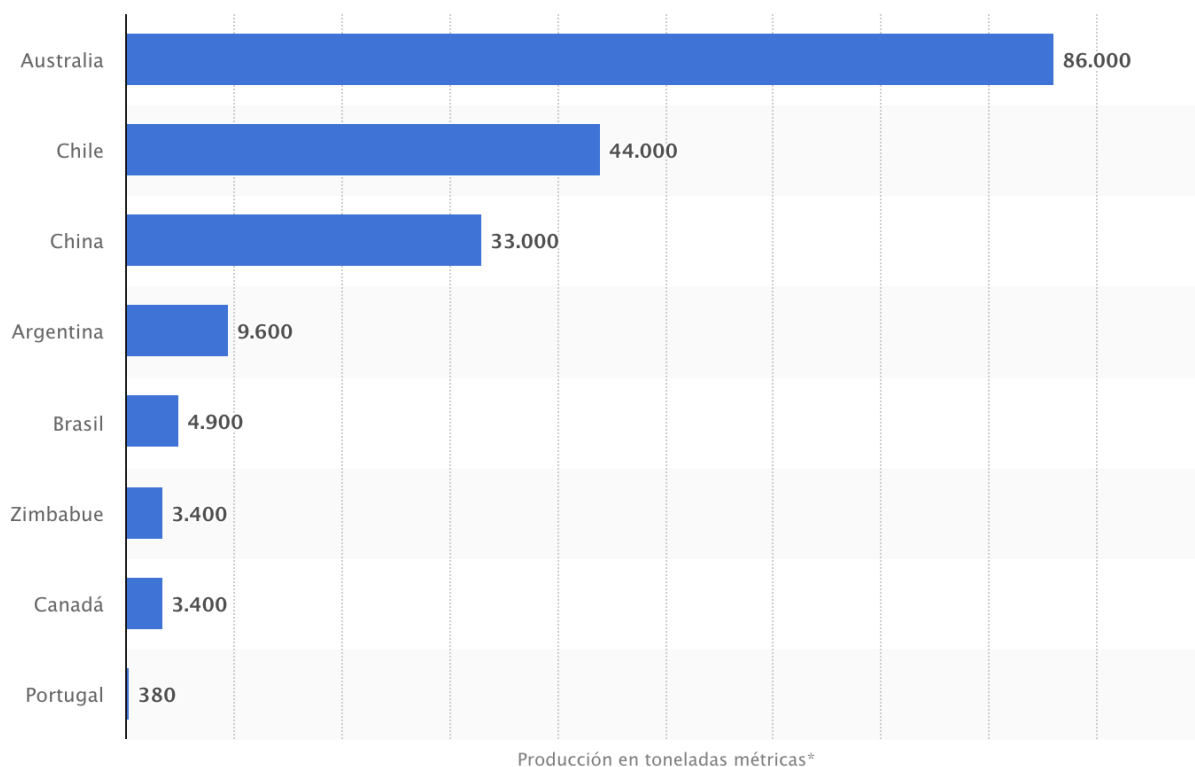
PAÍS	UNIDAD	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2021 E
Australia	T	14.100	14.000	40.000	58.800	45.000	39.700	55.300	61.000
China	T	10.500	14.300	14.200	17.000	19.300	21.500	28.300	39.000
Chile	T	2.000	2.300	6.800	7.100	10.800	13.300	14.000	19.000
Argentina	T	3.600	5.800	5.700	6.400	6.300	5.900	5.970	6.200
Estados Unidos	T	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
Brasil	T	200	200	200	300	2.400	1.420	1.700	2.200
Zimbawe	T	900	1.000	800	1.600	1.200	417	710	800
Portugal	T	200	400	800	800	900	348	900	600
Canadá	T	-	-	-	2400	200	-	-	500
Namibia	T	-	-	-	500	-	-	-	-
Otros	T	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	T	31.500	38.000	68.500	94.900	86.100	82.585	106.880	129.300

Gráfico No 14: Producción de Litio por países al 2021



Fuente: US. Geological Survey, 2023

Gráfico No 15: Producción de Litio por países al 2030

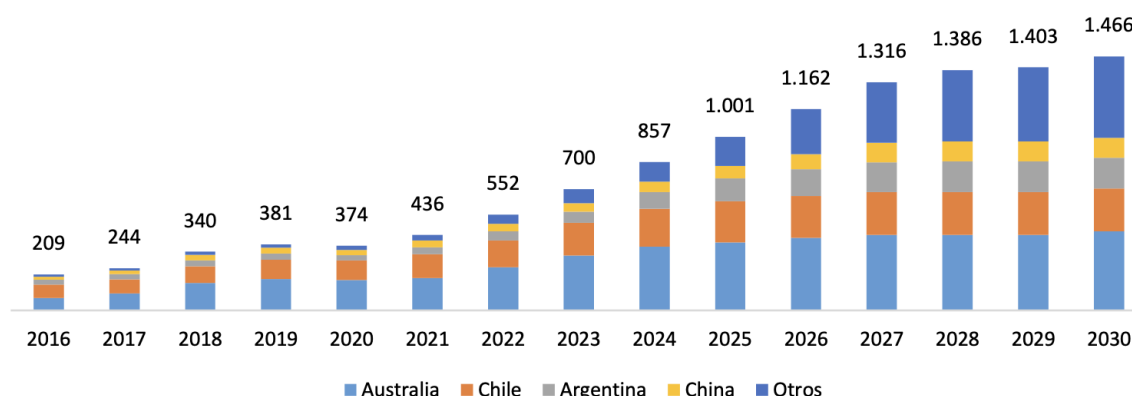


Fuente: Elaboración propia en base a STATISTA (2024)

PROYECCIONES FUTURAS DE LA OFERTA DE LITIO

Otro aspecto importante en la oferta es la estimación de producción en mina por país, la cual brinda información de cada operación de litio que actualmente está operando o con entrada probable o posible de operar en los próximos años, como se puede apreciar en el gráfico No 16.

Gráfico No 16: Producción en Mina (kt)



Fuente: Cochilco en base a BMI (2024)

Del gráfico anterior se aprecia que los cuatro principales países productores tendrán incrementos en su producción al 2030. Tanto Australia como Chile mantendrían los dos primeros lugares en producción, pero con participaciones menores. Por otro lado, Australia reduciría su participación desde un 48% en 2019 a un 31% en 2030 y Chile disminuiría de 29% a 17%, por su parte Estados Unidos, Canadá y Zimbabue que representan a otros elevarían su producción en al menos diez veces por sobre sus niveles actuales.

Por otra parte, las proyecciones de oferta de litio según la Agencia Internacional de Energía (AIE) estima que para el 2040 la oferta de litio llegará a las 1.172 (Kt), como se puede apreciar en la siguiente tabla.

Tabla No 24: Producción de Litio en mina (Kt)

Milestones (APS)	2021	2023	2030	2040
Cleantech demand (kt)	38	92	442	1203
Other uses (kt)	63	73	90	123
Total demand (kt)	101	165	531	1326
Secondary supply and reuse (kt)	2	5	28	154
Primary supply requirements (kt)	100	160	503	1172
Share of top three mining countries	89%	85%	68%	70%
Share of top three refining countries	100%	96%	85%	84%

Fuente: AIE (2024)

MÉTODOS DE EXTRACCIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DEL LITIO

La Tabla N° 25 presenta la producción mundial de litio según las formas actuales de explotación. Los datos indican que, a pesar de los mayores costos asociados a la extracción desde pegmatitas, esta fuente representa la principal vía de oferta global, con una participación del 55% del total.

Esta prevalencia se explica por dos factores clave: en primer lugar, el tiempo de producción a partir de espodumeno (mineral presente en pegmatitas) es significativamente menor en comparación con los procesos de extracción desde salmueras. En segundo lugar, el espodumeno permite una conversión directa a hidróxido de litio, sin necesidad de pasar por la fase intermedia de carbonato, como es el caso en los depósitos de salmuera. Esta ventaja técnica lo hace especialmente atractivo para aplicaciones que requieren hidróxido de alta pureza, como las baterías de vehículos eléctricos de alto rendimiento.

Tabla No 25: Producción de Litio a partir de las formas actuales de explotación

Tipo	Part. nivel mundial	Método de extracción	Rango estándar* costos ('000 USD/t)		Tiempo promedio	Subproductos típicamente asociados en yacimiento
			Carb.	Hidr.		
Pegmatitas	55%	Mina subterránea o rajo abierto	8,3-9,0	6,0-9,0	1-2 meses	Estaño, tantalio y niobio
Salmueras	45%	Evaporación y precipitación	4,1-5,8	5,2-6,8	18-24 meses	Potasio, boro

* Incluyendo royalties e impuestos. Fuente: Cochilco (2023)

TECNOLOGÍA DE EXTRACCIÓN DIRECTA DEL LITIO (EDL)

Por otra parte, una tecnología relativamente nueva es la **extracción directa de litio (EDL)** que se utiliza para extraer litio de las salmueras sin los métodos tradicionales de evaporación solar.

A diferencia de los métodos convencionales, que requieren grandes cantidades de agua y tiempo (meses o años) para evaporar el agua de la salmuera y concentrar el litio, la EDL permite una extracción más rápida y eficiente, minimizando el impacto ambiental.

Las principales características de este método son:

1 Uso de tecnologías de adsorción o intercambio iónico

- Estas tecnologías emplean materiales específicos, como resinas o membranas, que "atrapan" o absorben selectivamente los iones de litio presentes en la salmuera.
- Una vez que el litio es extraído, el material adsorbente se somete a un proceso químico que libera el litio, que luego se purifica para obtener el producto final.

2 Mayor eficiencia

- En comparación con los métodos tradicionales, la EDL permite recuperar más litio en menos tiempo y con menos pérdidas. Algunos métodos tradicionales pierden hasta un 50% del litio durante el proceso de evaporación, mientras que la EDL puede recuperar un porcentaje mucho mayor.

3 Menor consumo de agua y menor impacto ambiental

- En los métodos convencionales de evaporación, se requiere mucha agua, lo que puede ser problemático en áreas áridas o semiáridas (como los salares). La EDL reduce significativamente este consumo, ya que no depende de la evaporación solar, y permite que el agua y otros minerales sean devueltos a la salmuera después de la extracción.

4 Menor dependencia de factores climáticos

- Las técnicas de evaporación solar dependen del clima (sol y viento) para eliminar el agua de la salmuera. La EDL no está sujeta a estas variables climáticas, lo que permite un proceso más constante y predecible.

Aunque la tecnología tiene un gran potencial, aún se enfrenta a desafíos técnicos y económicos. Implementar plantas de EDL a gran escala requiere una inversión inicial significativa. Por otro lado, la tecnología está en constante desarrollo, y aunque ya ha sido probada en algunos *proyectos piloto y plantas comerciales*, sigue siendo una opción menos utilizada que los métodos de evaporación solar.

Desde el punto de vista medio ambiental, la extracción de litio a partir de salmuera puede requerir mucha agua, lo que puede agotar los recursos hídricos locales. Los yacimientos de salmuera de litio suelen encontrarse en países con condiciones áridas. En Argentina, el Salar del Hombres Muerto utiliza tecnologías EDL, donde el consumo total de agua dulce es aproximadamente un 200% superior al del mayor salar de Chile (Salar de Atacama).

Por lo tanto, la eficiencia de la EDL depende en gran medida de la concentración de litio en las salmueras y la presencia de otros minerales que podrían interferir en el proceso, como el magnesio. Salmueras con concentraciones más altas de magnesio son más costosas de tratar, ya que requieren tecnologías más avanzadas para separar el litio.

Dentro de los países que están utilizando y desarrollando esta tecnología están:

- **Estados Unidos: California**, empresas como **Energy Source and Controlled Thermal Resources (CTR)** están liderando proyectos piloto que han demostrado que la EDL es factible y eficiente en esta área. **Arkansas**: La empresa **Standard Lithium** ha estado trabajando en el desarrollo de EDL en las salmueras de la cuenca Smackover. Su planta piloto ha mostrado resultados positivos en la extracción eficiente de litio.

- **Argentina:** Está probando EDL en algunos de sus salares. **Livent** ha estado trabajando en la cuenca del Salar del Hombre Muerto, utilizando técnicas avanzadas de EDL para mejorar la eficiencia de extracción. Empresas como **Lilac Solutions**, en colaboración con compañías mineras argentinas, han estado desarrollando proyectos pilotos para la implementación de esta tecnología en salares de litio en el norte del país.
- **Chile:** Uno de los principales productores de litio del mundo, está explorando la EDL como una forma de mejorar la eficiencia y reducir el impacto ambiental en sus operaciones de salares. **SQM** y **Albemarle**, dos de las mayores empresas de extracción de litio en el Salar de Atacama, han considerado la EDL como parte de sus planes para hacer sus operaciones más sostenibles. Sin embargo, el proceso aún está en fases iniciales de prueba, ya que las técnicas de evaporación solar siguen dominando en este país.
- **China:** Entre los mayores consumidores de litio del mundo y ha estado investigando activamente métodos de extracción directa para sus salmueras y arcillas ricas en litio. En las salinas del Tíbet y Qinghai, algunas empresas están probando la EDL para hacer frente a los desafíos del clima extremo y mejorar las tasas de recuperación. Empresas como **Ganfeng Lithium** y **Tianqi Lithium** han invertido en el desarrollo y escalado de tecnologías de EDL.
- **Alemania:** Aunque Alemania no tiene grandes reservas de litio, ha invertido fuertemente en la investigación y el desarrollo de la EDL. En la región del **Valle del Rin Superior**, la empresa **Vulcan Energy Resources** está llevando a cabo un proyecto innovador para extraer litio de las salmueras geotérmicas de esta zona, utilizando tecnología de EDL. Esto permitiría obtener litio de una manera más sostenible y con menor huella de carbono.

COSTOS DE PRODUCCIÓN TECNOLOGÍA EDL

Costos de capital (CAPEX)

- La inversión inicial en infraestructura para plantas de EDL suele ser alta, especialmente porque esta tecnología requiere un proceso más sofisticado en comparación con las piscinas de evaporación solar.
- Se estima que los costos de capital para una planta de EDL varían entre **\$400 MM a \$1,000 millones de dólares**, dependiendo del tamaño y la ubicación¹.

Existen varios enfoques para la extracción directa, cada uno con sus propias ventajas y desafíos. A continuación, te detallo los principales tipos están²:

1 [Los avances y desafíos de la extracción directa de litio - Cedib](#)

2 [Direct Lithium Extraction Market Report 2026-2036: DLE - The Global Direct Lithium Extraction Market 2026-2036](#)

1. Adsorción

- **Proceso:** Utiliza materiales adsorbentes (como resinas o zeolitas) que pueden atraer y capturar selectivamente iones de litio de la salmuera.
- **Ventajas:** Tiene la capacidad de recuperar litio a partir de salmueras de baja concentración y permite ciclos de regeneración rápida del adsorbente.
- **Desafíos:** La durabilidad y capacidad del material adsorbente pueden limitar su efectividad a largo plazo.
- **Costo por tonelada métrica (tm): estimación - \$us 3,000 y \$us 5,000**

2. Intercambio iónico

- **Proceso:** Usa resinas o membranas que intercambian iones litio por otros iones en la salmuera, extrayendo el litio de manera más selectiva.
- **Ventajas:** Alta selectividad para el litio y bajo impacto ambiental. Ideal para salmueras complejas con otras sales en altas concentraciones.
- **Desafíos:** Requiere una mayor inversión inicial y los sistemas de intercambio iónico pueden degradarse con el tiempo.
- **Costo por tm: estimación - \$us 4,000 y \$us 6,000**

3. Extracción mediante solventes

- **Proceso:** Utiliza disolventes químicos selectivos que se mezclan con la salmuera para extraer el litio de manera eficiente.
- **Ventajas:** Alta eficiencia en la extracción de litio, incluso de salmueras con baja concentración.
- **Desafíos:** Puede generar residuos químicos y tiene un costo elevado por los reactivos empleados.
- **Costo por tm: estimación - \$us 4,000 y \$us 6,500**

4. Electrodialisis

- **Proceso:** Aplica una corriente eléctrica para mover iones de litio a través de una membrana, separándolos de otros iones en la salmuera.
- **Ventajas:** Permite una extracción muy controlada y selectiva del litio.
- **Desafíos:** El costo energético es elevado y puede ser menos eficiente en salmueras con alta concentración de otros minerales.
- **Costo por tm: estimación - \$us 5,000 y \$us 7,000**

5. Nanofiltración

- **Proceso:** Utiliza membranas de nanofiltración para separar el litio del resto de componentes en la salmuera.
- **Ventajas:** La tecnología es capaz de trabajar con salmueras con alta concentración de otros minerales y es una opción más respetuosa con el medio ambiente.
- **Desafíos:** La vida útil de las membranas puede ser corta y los costos de mantenimiento pueden ser altos.
- **Costo por tm: estimación - \$us 5,000 a \$us 7,500**

6. Extracción geotérmica

- **Proceso:** Extrae el litio directamente de los fluidos geotérmicos que se utilizan para la generación de energía geotérmica. El litio se recupera después de que los fluidos hayan sido utilizados para generar electricidad.
- **Ventajas:** Es altamente eficiente y sostenible, ya que aprovecha una fuente de energía renovable.
- **Desafíos:** Este método está limitado a zonas con recursos geotérmicos y la tecnología aún está en fase de desarrollo.
- **Costo por tm: estimación - \$us 4,000 a \$us 6,000**

ANÁLISIS COMPARATIVO DE PRODUCCIÓN ENTRE LA EDL Y EL MÉTODO DE EVAPORACIÓN SOLAR

El costo de producción de la evaporación solar en el Triángulo del Litio (Chile, Argentina, Bolivia) es típicamente más bajo, entre \$us 2,000 y \$us 4,000 por tonelada de LCE, debido a que la energía solar es gratuita y el proceso es menos tecnológicamente intensivo.

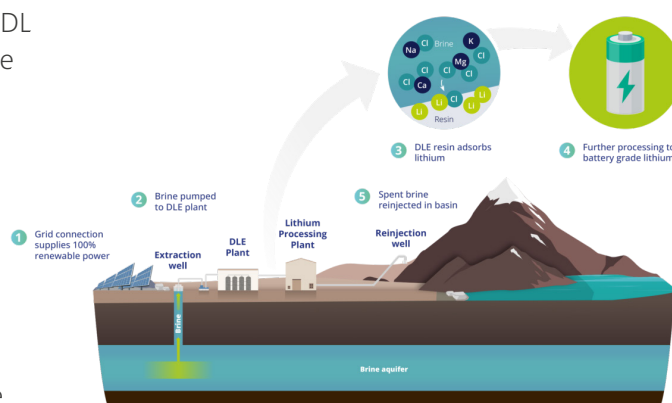
Por otra parte, aunque el costo actual de EDL es más alto, los avances en la tecnología podrían hacer que en el futuro el costo por tonelada baje y se iguale o incluso supere la competitividad de la evaporación solar.

Con relación al consumo de agua, la extracción directa de litio (EDL) utiliza significativamente menos agua en comparación con el método tradicional de evaporación solar. En la evaporación solar, el método consiste en bombear grandes cantidades de salmuera a la superficie y se almacena en estanques de evaporación durante meses o incluso años. Durante este tiempo, el agua se evapora naturalmente, dejando atrás los minerales concentrados, incluido el litio.

El proceso de evaporación solar consume enormes cantidades de agua, especialmente en regiones áridas como el Salar de Atacama en Chile o el Salar de Uyuni en Bolivia. Se estima que se requieren aproximadamente 500,000 litros de salmuera por tonelada de carbonato de litio producida en algunos salares (entre 80 a 100 m³ de agua industrial por tonelada de carbonato de litio). Además, la evaporación solar depende de las condiciones climáticas y geográficas, lo que puede agravar la escasez de agua en regiones secas.

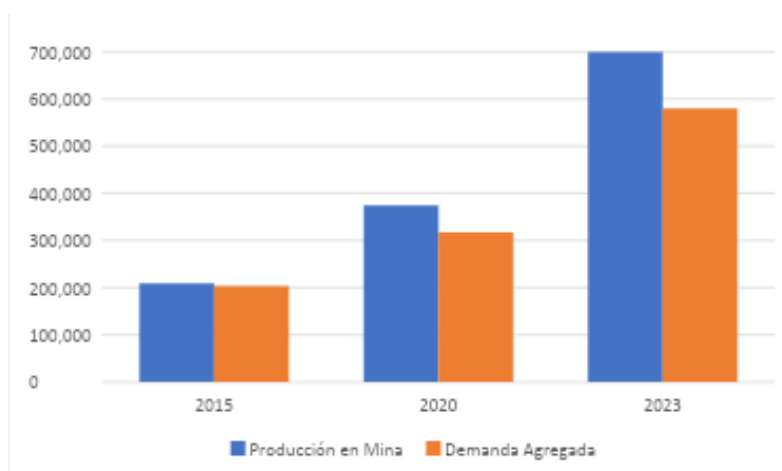
La EDL, en comparación, requiere mucho menos agua porque no depende de grandes estanques de evaporación. En lugar de permitir que el agua se evapore, el litio se extrae directamente de la salmuera a través de tecnologías de adsorción, membranas o intercambio iónico. El agua y otros minerales pueden ser re-inyectados en el salar o en el acuífero de donde fueron extraídos, reduciendo así el impacto ambiental. Algunos estudios sugieren que la EDL puede reducir el consumo de agua en un 90% o más en comparación con la evaporación solar. La reutilización del agua en EDL es clave para su menor impacto, y muchas tecnologías están diseñadas para reciclar el agua dentro del sistema de producción.

Con relación al tema energético, la EDL es mucho más intensiva en energía porque utiliza tecnologías activas como adsorción, membranas y procesos químicos, que requieren energía para operar. Lilac Solutions, una de las empresas líderes en EDL, estima que su proceso consume aproximadamente 70 a 200 kWh por tonelada de carbonato de litio producida. En comparación, la evaporación solar consume una cantidad significativamente menor de energía directa, pero toma mucho más tiempo el proceso de producción.



ANÁLISIS DE OFERTA Y DEMANDA GLOBAL

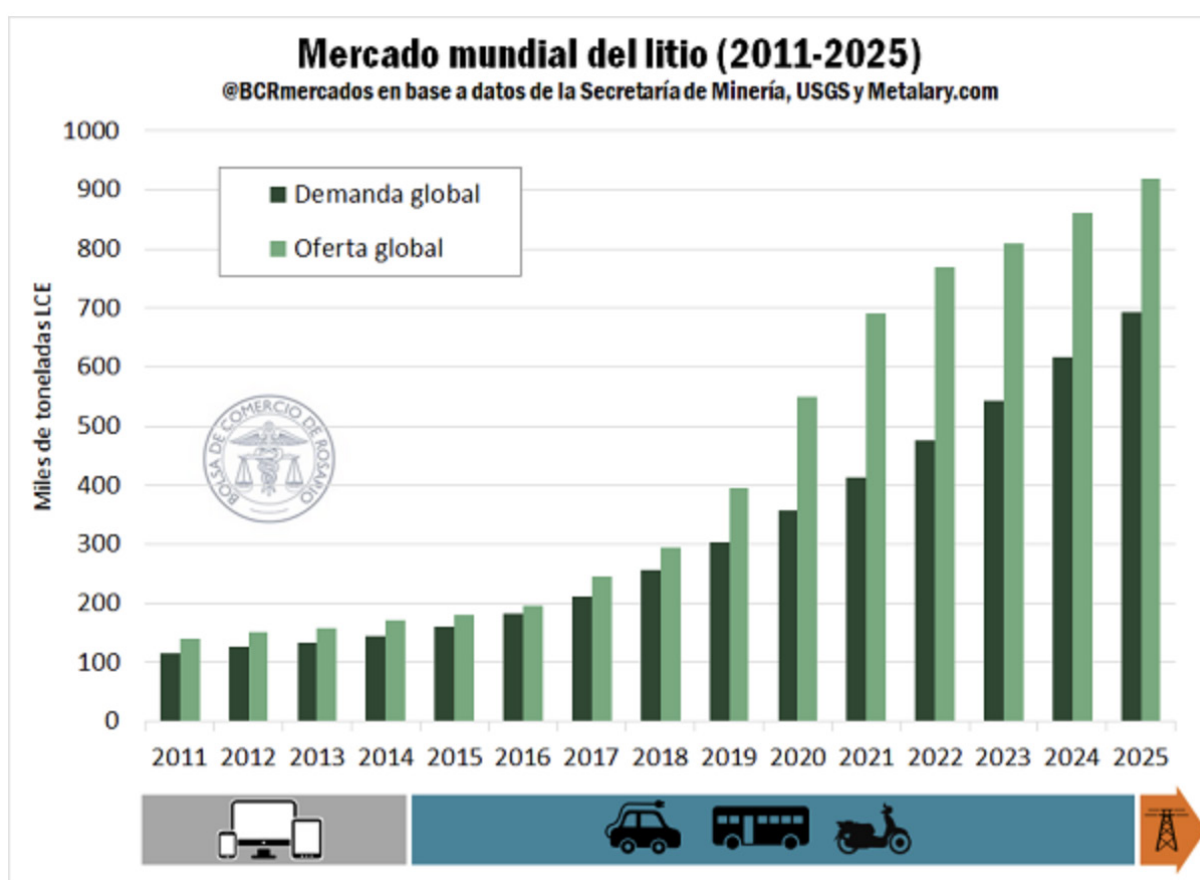
Gráfico No 17: Oferta y Demanda de Litio



Fuente: Elaboración propia en base a Cochilco y HSBC, Roskill, BMI y otras fuentes de mercado. (2023)

El gráfico 18, muestra los cambios en el mercado del litio según diferentes impulsos de la demanda. Durante los primeros años de la década de 2010, el mercado del metal se encontraba cercano a un equilibrio, donde el principal motor de la demanda era la industria de dispositivos electrónicos portátiles con baterías de litio. En línea con lo expuesto anteriormente, el salto en la demanda llegó de la mano del desarrollo de la industria de vehículos eléctricos, a partir de 2015. La respuesta de la oferta no fue inmediata, ya que los proyectos de extracción de litio requieren de varios años de desarrollo antes de estar operativos.

Gráfico No 18: Oferta y Demanda de Litio de acuerdo a uso de tecnología



Fuente: Bolsa de comercio de Rosario (2024)

Las proyecciones indican que la oferta de litio continuaría superando a la demanda por un buen margen en los próximos 6 años. En este período se espera que la industria automotriz continúe siendo el principal motor de demanda para el litio, aunque en el largo plazo su uso también podría masificarse en el sector energético como medio de almacenamiento. Los precios que se esperan para el año 2025 se sitúan en torno a los 10.400/10.900 US\$/t. Estos valores son muy similares a los actuales, a julio de 2019.

Por otro lado, el informe final de Colchico analiza que la oferta es mayor a la demanda de 117 mil y 191 mil toneladas de LCE para los años 2024 y 2025 respectivamente.

En la tabla No 26 se aprecian los parámetros de oferta, demanda y balance de mercado para los años 2023, 2024 y 2025.

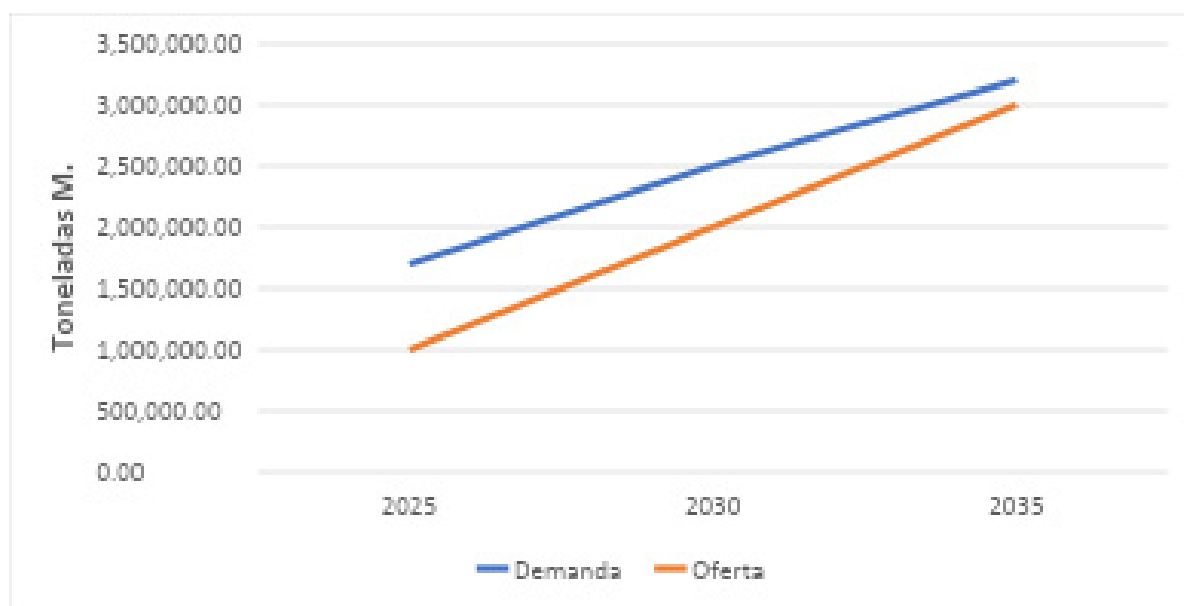
Tabla No 26: Producción de Litio años 2023 - 2025

MILES DE TN DE (LCE)	2023	2024(P)	2025(P)
Oferta	988	1.246	1.504
Demanda	920	1.129	1.404
Balance	68	117	191

Fuente: Cochilco, en base a Benchmark Minerals, S&P Global, EIA, Macquarie (2023)

Por último, según McKinsey & Company y la Agencia de Energía Renovable de los EE UU, proyecta el comportamiento de la oferta y demanda de litio como se puede apreciar en el siguiente gráfico.

Gráfico No 19: Oferta y Demanda de Litio 2025 - 2035



Fuente: Elaboración propia en base a McKinsey & Company y la Agencia de Energía renovable de los EE UU (2024)

En el gráfico No 19, se aprecia que la brecha entre oferta y demanda tiende a reducirse a partir del año 2030 y refleja una mayor reducción para el año 2035. Este factor según el análisis de la Agencia Internacional de Energía puede deberse a que la demanda de baterías de litio para vehículos eléctricos y para almacenamiento se irá acortando debido a nuevas tecnologías y el mayor porcentaje reciclado de las baterías de litio.

CONCLUSIONES Y PARCIALES

La **EDL es mucho más eficiente en el uso de agua** que la evaporación solar, ya que puede ahorrar alrededor del 90% del agua utilizada. Mientras que la evaporación solar puede requerir medio millón de litros por tonelada de litio, la EDL utiliza una cantidad mucho menor debido a la reinyección de la salmuera y el reciclaje del agua. Esto hace que la EDL sea una opción más sostenible, especialmente en áreas donde el acceso al agua es limitado.

- **Evaporación solar:** baja demanda energética directa, pero requiere mucho tiempo.
- **EDL:** mayor demanda de energía eléctrica (70-200 kWh por tonelada de litio), pero mucho más rápido y menos dependiente de las condiciones climáticas.

A pesar de consumir más energía, la EDL es considerada más viable en áreas con acceso limitado a agua y donde la sostenibilidad y rapidez son prioridades clave. Es importante tener en cuenta que la EDL es una técnica emergente y que tiene factores que deben ser considerados el momento de su implementación, como: costos iniciales elevados; desarrollo tecnológico en curso, muchas tecnologías de EDL aún se encuentran en fases de desarrollo o pruebas; Eficiencia variable: La eficiencia de la extracción puede depender de factores específicos del sitio; Disponibilidad de recursos: La EDL requiere la disponibilidad de aguas subterráneas con concentraciones suficientes de litio y Dependencia de la demanda: La viabilidad económica de la EDL puede depender de los precios del litio en el mercado

Con relación a la oferta y demanda mundial, aunque hay variables que pueden favorecer ambos escenarios, los análisis proyectan una oferta menor a la demanda a mediano plazo.

La creciente demanda de litio, impulsada por la electrificación del transporte y la necesidad de almacenamiento de energía renovable, supera la capacidad de producción existente y las proyecciones a largo plazo indican que esta tendencia continuará. Sin embargo, es crucial monitorear de cerca los desarrollos en la producción y las innovaciones tecnológicas en reciclaje, así como cualquier cambio en la demanda global.

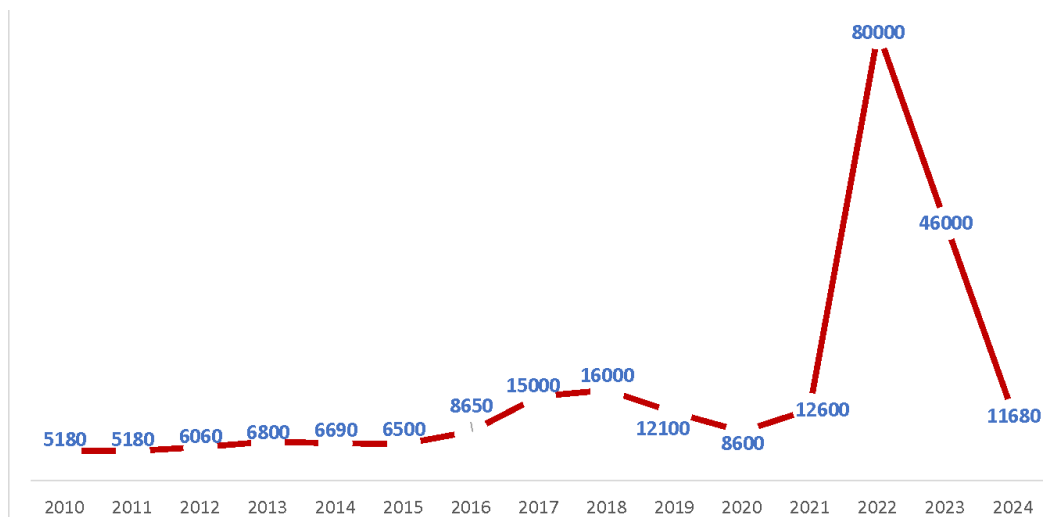
ANÁLISIS DE PRECIOS

Los precios de varios minerales (metales y tierras raras) esenciales para la transición energética han tenido un incremento de precios a nivel mundial.

En este contexto, el litio es uno de los metales que registró el mayor aumento de precio, resistiendo incluso el descenso experimentado desde abril de 2022. Esto tiene un considerable impacto sobre el costo de producción de las celdas de baterías de iones de litio necesarias para expandir la electromovilidad.

PRECIOS ACTUALES

Gráfico No 20: Precio histórico del litio (TM*\$us)



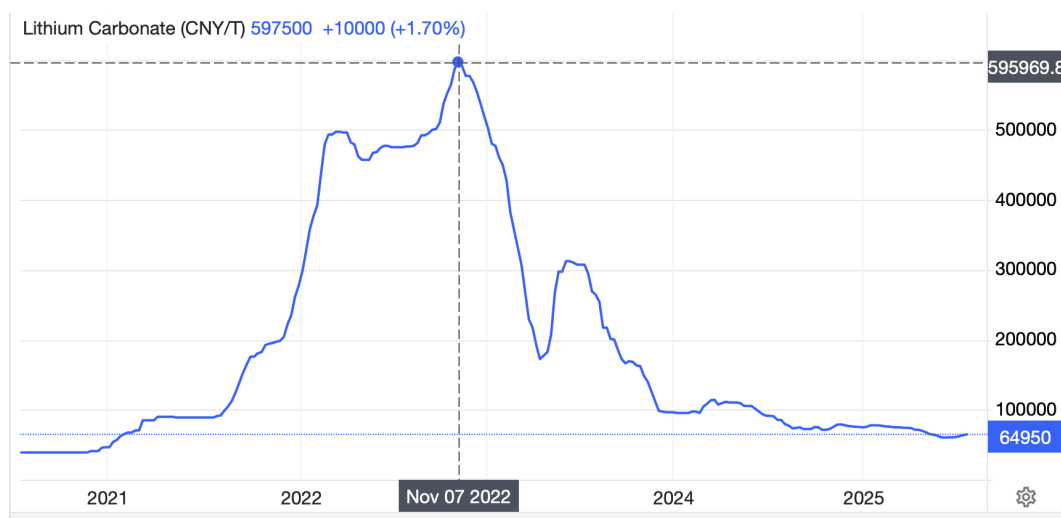
Fuente: Elaboración propia con base en datos de Metalary.com (2024)

Como se puede apreciar en el gráfico no 20, el precio del litio se mantiene prácticamente estable desde el 2010 al 2015 (con pequeñas fluctuaciones). Es a partir del año 2016 que se presentan incrementos alcanzando un máximo de \$16.000,00 el año 2018 y una caída del aproximadamente el 50% para el año 2020.

El año 2022, el precio del carbonato de litio alcanzó un máximo histórico de **más de \$80,000** por tonelada métrica. Este aumento se debió a la creciente demanda impulsada por la industria de baterías para vehículos eléctricos y otros usos tecnológicos.

Como información complementaria la Trading Economics - Lithium Price a julio del 2025 de yuanes 64.950,00 equivalentes a dólares americanos de \$us 9.041,00, como se aprecia en el gráfico No 21.

Gráfico No 21: Precio del litio (CNY/TM)



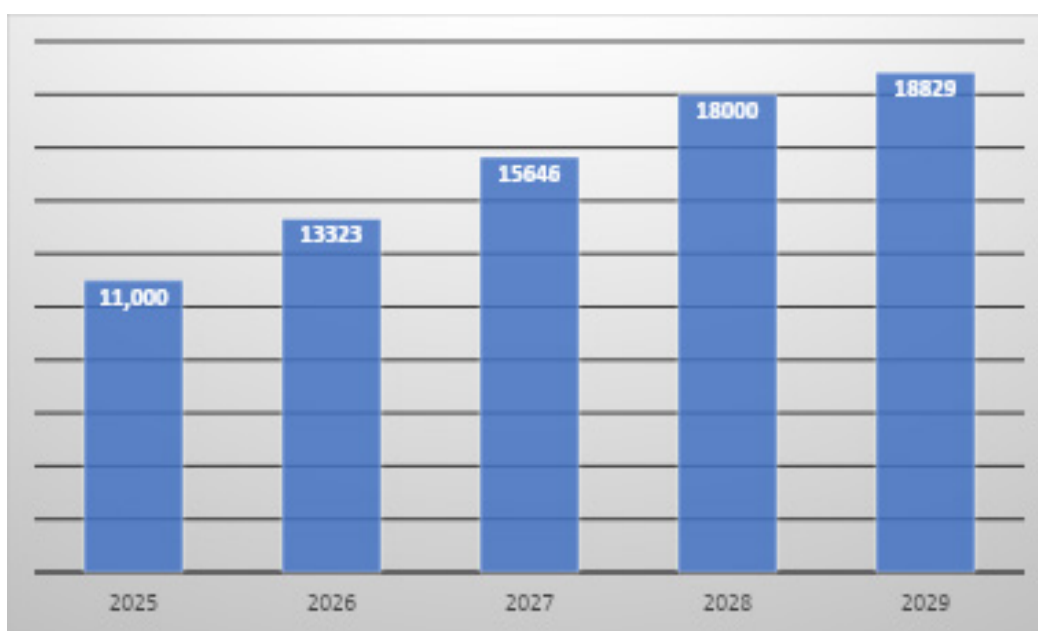
Fuente: Trading Economics - Lithium Price

PROYECCIÓN DE PRECIOS

Según la información de diferentes instituciones a nivel mundial, coinciden que el precio del litio si bien tendrá incrementos en su cotización no se visualiza volver a los precios registrados entre el 2022 y 2023.

El comportamiento del precio del litio estará entre los \$10.500,00 a \$10.900,00 la tonelada métrica para el año 2025. Como se puede apreciar en el siguiente gráfico.

Gráfico No 22: Proyección de precios de litio



Fuente: Elaboración propia en base a datos de CORFO (2024)

Por otra parte, según las estimaciones de precios del carbonato de litio publicadas por CORFO, los valores promedio del carbonato de litio podrían ir incrementando paulatinamente hasta alcanzar los \$18.829/ton para el año 2029. Para los siguientes años, el precio proyectado del carbonato de litio está sujeto al contexto del mercado y factores como la creciente demanda para baterías de vehículos eléctricos, las limitaciones en la oferta y las tensiones geopolíticas que afectan las estimaciones. Pero por la alta volatilidad del litio realizar estimaciones a más largo plazo no serían precisas.

A nivel regional en la tabla No 27, se reflejan y comparan los precios regionales con los valores unitarios de exportación (VUE) de Argentina y Chile. De esta información se pueden extraer los siguientes comentarios:

- 1** "Hasta el año 2021, los VUE de Argentina y Chile están más cercanos a los precios regionales de Sudamérica.
- 2** En los años 2022 y 2023 se aprecia un desacople entre los VUE de Argentina y Chile: en general, se observa que los VUE de Chile son un 50% mayores a los de Argentina.

- 3 Tanto los VUE como los precios regionales presentan disminuciones en 2023; sin embargo, hay notorias diferencias: mientras que el VUE de Chile y el precio del noreste de Asia caen en 23% y 38%, respectivamente, el resto de los valores lo hacen entre 1% y 9%.
- 4 La volatilidad observada sugiere la hipótesis de que en algunas de las zonas prevalecen los contratos spot (o de corto plazo); mientras que, en otras, las de menor volatilidad, existen contratos de mediano y largo plazo.
- 5 Suele pasar que los VUE son mayores a los precios contractuales debido a que incorporan costos adicionales (fletes, seguros, etc.)
- 6 El promedio de Sudamérica y los VUE de Argentina y Chile son menores a los promedios observados en otros mercados.

Tabla No 27: Valores unitarios de exportación y precios regionales

Año	Argentina VUE	Chile VUE	Norte América	Noreste de Asia	Europa	Sud América
2018	8.740	13.229	17.797	21.239	15.920	7.598
2019	6.091	9.959	16.018	14.594	12.868	6.316
2020	4.413	6.476	12.494	10.188	9.529	4.688
2021	6.744	6.603	13.811	19.273	11.053	5.708
2022	22.352	40.750	28.857	72.828	39.007	16.361
2023	20.369	31.297	28.090	44.877	38.646	15.881
Promedio	11.451	18.052	19.511	30.500	21.171	9.425

Fuente: Litio – OXFAM (2023)

Según tradingeconomics.com - Lithuim, para 2025, se espera que el precio se estabilice entre USD 10.000,00 y 11.000,00 por tonelada.

A partir de 2026 en adelante y de acuerdo a los compromisos de los países en cuanto a la generación de políticas públicas en el incentivo a las energías limpias podría comenzar una tendencia de incremento de precio, apuntando hacia el alcance del precio de incentivo a largo plazo de USD 21.000,00/t.

Las proyecciones si bien reflejan una estabilidad de precios el año 2025, los posibles incrementos en los precios del litio apuntan hacia un repunte en los próximos años.

La CAGR (por sus siglas en inglés: *Compound Annual Growth Rate*), o Tasa de Crecimiento Anual Compuesta, es una medida que indica el ritmo de crecimiento constante que una inversión, mercado o variable ha tenido a lo largo de un período determinado, como si hubiera crecido al mismo ritmo cada año de forma compuesta. La fórmula de la CAGR, es:

$$CAGR = \frac{(VfVi)^{1/n} - 1}{CAGR = \frac{(ViVf)^{1/n} - 1}$$

Donde:

- **VfVf:** valor final
- **ViVi:** valor inicial
- **n:** número de años

En este sentido, según el tradingeconomics.com - Lithuim, la CAGR pronosticada es de alrededor del **7% anual** en la próxima década. De acuerdo a este escenario la fluctuación de precios estaría en.

Tabla 28: Tendencia (Proyecciones de Precios)

DETALLE	DÓLARES AMERICANOS (\$US)
Año Base diciembre 2025	10.400
Año 2026	11.128
Año 2027	11.907
Año 2028	12.740
Año 2029	13.632
Año 2030	14.587
Año 2031	15.608
Año 2032	16.700
Año 2033	17.869
Año 2034	19.120
Año 2035	20.458

Fuente: Elaboración propia en base a Benchmark Minera - Trading Economics

Es importante mencionar que el precio del carbonato de litio está ligado directamente a un conjunto de variables clave, que responden tanto a la dinámica del mercado global como a factores tecnológicos, geopolíticos y productivos.

VARIABLE	IMPACTO EN EL PRECIO DEL LITIO
Demanda de EVs y baterías	Aumenta precio si supera a la oferta
Capacidad de producción y extracción	Baja oferta = sube precio
Costos de producción	Mayores costos = mayor precio de venta
Disrupciones logísticas o políticas	Reducción de oferta real o percibida
Inventarios bajos	Genera especulación y alzas
Tipos de cambio y energía	Inciden en estructura de costos
Regulaciones ambientales	Mayor costo y riesgo = presión alcista

Fuente: Elaboración propia en base a International Energy Agency (IEA) - Reuters & Bloomberg y Benchmark Mineral Intelligence

MECANISMOS DE FINANCIAMIENTO DEL EQUIPO EUROPA

Las diferentes herramientas de financiación del EE y, en especial, de la Agenda de Inversiones Global Gateway, podrían estar a disposición de posibles proyectos de inversión de empresas europeas en la cadena de valor del litio, otros recursos evaporíticos, minerales críticos, tierras raras y otros proyectos complementarios de energía renovable e infraestructura en Bolivia.

En febrero de 2024, el Ministerio de Hidrocarburos y Energías (MHE) y la UE trabajaron en Bruselas, Bélgica, en una estrategia conjunta para establecer mecanismos de financiamiento destinados a proyectos que impulsen la transición energética, que incluye el desarrollo industrial del litio y las energías renovables. Durante la reunión, el Ministro Molina detalló los alcances de los proyectos relacionados con el desarrollo del litio y los recursos en el contexto de la segunda convocatoria internacional que convoca a nuevas empresas a participar en el proceso de industrialización del litio y a conocer los avances de los emprendimientos estatales.

La UE, a través de los ejecutivos del INTPA, después de conocer los alcances del proyecto de desarrollo, considera que es posible construir un tren de inversión para dirigirlo a Bolivia, que cuente con el aporte de empresas que proporcionen tecnología y recursos. Existe la intención de colaborar en el desarrollo de un litio que respete los estándares medioambientales del pasaporte europeo de las baterías.

El EE podría involucrar sus fondos en proyectos complementarios al litio como los de carreteras, desalinización de agua para consumo humano y riego de cultivos en las zonas adyacentes a los salares, generación de energía fotovoltaica, eólica y geotérmica que alimenten las plantas de litio, capacitación y formación de personal, entre otros.

En ese contexto, es necesario comenzar con una definición de Global Gateway, entendida como una nueva estrategia europea cuyo propósito es el de promover vínculos inteligentes, limpios y seguros en los sectores digital, de la energía y del transporte, y reforzar los sistemas de salud, educación e investigación en todo el mundo. Esta estrategia fue puesta en marcha en el año 2021.

Global Gateway tiene el objetivo de movilizar hasta 300.000 millones de Euros entre 2021 y 2027 en inversiones a través de un enfoque del EE, que reúne a la UE, sus Estados miembros y sus instituciones financieras y de desarrollo. De esa manera, busca lograr un impacto transformador en los sectores digital, climático y de la energía, del transporte, la salud, la educación y la investigación. Se centra en inversiones inteligentes en infraestructuras de calidad, en el respeto de las normas sociales y medioambientales más estrictas y en línea con los intereses y los valores de la UE: estado de Derecho, derechos humanos y normas y estándares internacionales.

Global Gateway involucra contribuir a las necesidades e intereses estratégicos de los países socios y de la UE. Una de las principales áreas de acción de Global Gateway es clima y energía, ya que la UE apoya inversiones y reglas que marcan la senda hacia una transición energética limpia y justa. No obstante, no deja de lado inversiones en transporte al apoyar medios de transporte verdes, inteligentes y seguros; educación e investigación de alta calidad con un enfoque en la igualdad de género y la inclusión social.

Adicionalmente a ello, durante la Cumbre UE – CELAC de julio de 2023, ambas regiones del mundo reconocieron el potencial y beneficios paralelos de la estrategia Global Gateway, de entre los cuales es relevante para la presente guía recalcar los siguientes:

- La UE financia y comparte tecnologías de punta desarrolladas y probadas en Europa;
- América Latina y el Caribe pueden aumentar su industrialización para reforzar su autonomía estratégica;
- América Latina y el Caribe acceden a la tecnología y el capital necesarios.

Paralelamente al apalancamiento de inversiones, la UE aplica altos estándares social y medioambientalmente responsables y de gobernanza para reducir las desigualdades y contribuir al desarrollo local.

ÁREAS DE INTERÉS COMÚN Y EMPLEO DE RECURSOS

Los principales puntos de coincidencia entre la UE y el gobierno de Bolivia, hasta ahora, han desembocado en los siguientes temas:

- Energías renovables, con especial énfasis en energía solar y eólica;
- Agua y saneamiento básico;
- Litio y materias primas fundamentales;
- Hidrógeno verde.

Vale la pena aclarar que algunas de las acciones y fondos ya han desembocado en el desarrollo de algunas de estas actividades, como en el caso de la planta de energía fotovoltaica en Oruro, como se explicará más adelante.

Por otra parte, la Agenda de Inversiones Global Gateway excede los fondos y mecanismos tradicionales, ya que ofrece un diálogo de políticas y desarrollo que van de la mano con altos estándares ambientales, sociales y de gobierno corporativo (ESG). El EE involucra una alianza de actores públicos y privados, además de una combinación y articulación de instrumentos también financieros que se explican a continuación, para que los proyectos en las áreas temáticas mencionadas arriba, puedan madurar y llevarse a cabo.

INSTRUMENTOS FINANCIEROS DE GLOBAL GATEWAY: SECTOR PÚBLICO

En primer lugar, es imprescindible mencionar los fondos no reembolsables, que están destinados a brindar cooperación al desarrollo, financiados por la Dirección General de Asociaciones Internacionales de la Comisión Europea (INTPA) y canalizados por la DUE en Bolivia. Se trata de subvenciones (donaciones) para apoyar proyectos de agua, energía, caminos, reformas en el sector justicia, fortalecimiento en materia electoral e infraestructura social.

Por otro lado, se tienen a los prestamistas europeos, por lo general bancos o agencias de desarrollo y sus préstamos soberanos, es decir aquellos recursos reembolsables transferidos a otros Estados para financiar proyectos, obras públicas, etc., incluyendo una tasa de interés y que se establecen a través de acuerdos firmados por algún alto representante de gobierno con capacidad de comprometer la fe del Estado, y regulados por el derecho internacional público.

Entre estos bancos o agencias de desarrollo de carácter público que más resaltan por su actividad en Bolivia se pueden citar a la *Agence Française de Développement* (AFD) de Francia; la *Kreditanstalt für Wiederaufbau* (KfW) que al español se traduce como Instituto de Crédito para la Reconstrucción o Banco de Crédito para la Reconstrucción de Alemania; el Banco Europeo de Inversiones (BEI) con sede en Luxemburgo, entre otras.

Al respecto, en la reunión de Bruselas, Bélgica, el Banco Europeo de Inversiones (BEI) presentó las posibilidades y recursos propios para apoyar directamente inversiones en el litio y/o complementarias y materiales críticos en el marco de la ventana 1 del EFSD+.

La AFD manifestó su interés de proseguir canalizando fondos para inversiones en transición energética e infraestructuras asociadas al litio, pero no así en exploración e industrialización.

El Banco de Desarrollo de América Latina (CAF) manifestó su intención de convertirse en el banco verde de América Latina y asumir el rol de puente entre la UE y Bolivia considerando que aportó en la agenda de inversiones bi-regionales y manejan recursos blending de la UE.

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) señaló su experiencia en estimular el desarrollo de los recursos mineros mediante alianzas integrales público – privadas en Bolivia bajo 4 componentes: gobernanza sectorial con modernización normativa,

conocimiento geológico con hojas de ruta, desarrollo tecnológico para prácticas mineras sustentables, y desarrollo económico local, y entorno a los cuales se buscará alianzas estratégicas con los actores europeos.

INSTRUMENTOS DE GARANTÍAS DEL GLOBAL GATEWAY

En cuanto a garantías, el actor principal en proveerles es el *European Fund for Sustainable Development* (o Fondo Europeo para el Desarrollo Sostenible Plus - EFSD+), que es una de las herramientas de financiación de Global Gateway. El EFSD+ promueve inversiones sostenibles en los países socios de la UE, ofreciendo una variedad de instrumentos de riesgo compartido de hasta 40.000 millones de euros, el EFSD+ aspira a movilizar hasta 135.000 millones de euros de financiación pública y privada para ayudar a los países socios a alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). La Garantía del EFSD+ se despliega a través de una serie de instituciones financieras de desarrollo admisibles, que actúan como socios de ejecución de la UE sobre el terreno. El BEI es el principal socio ejecutor de la Garantía EFSD+, junto con los demás socios del EE.

Ahora, al existir proyectos de mayor envergadura que requieren recursos de múltiples fuentes, existe también la modalidad conocida como *blending*. Se trata de un instrumento de financiación en el que se combina una contribución en forma de donación por parte de la UE con financiación reembolsable (vía préstamo o capital) de entidades financieras acreditadas, a la que se pueden añadir otras contribuciones (instituciones financieras nacionales y multilaterales, sector privado o el propio país beneficiario).

Los proyectos elegibles son aquellos que requieren de un aporte no reembolsable para ser viables desde un punto de vista financiero, económico y/o técnico, con un alto impacto en el desarrollo de los países beneficiarios y especialmente en la creación de empleo.

En los proyectos de *blending* se aplicarán los procedimientos de contratación del país beneficiario del proyecto, siempre y cuando estos respeten los siguientes principios: publicidad, concurrencia, transparencia, condencialidad, igualdad y no discriminación.

En Bolivia, uno de los ejemplos más emblemáticos es la Planta Fotovoltaica de Oruro. Según datos oficiales, dicha planta tiene una inversión de \$us 97,4 millones (\$us 48,7 millones cada fase), monto que es financiado por la AFD, la UE y el Banco Central de Bolivia (BCB). En cuanto a capacidad, luego de consolidar sus fases I y II, el proyecto alternativo producirá 100 MW de energía limpia y se consolidará como el más grande de Bolivia.

INSTRUMENTOS FINANCIEROS DE GLOBAL GATEWAY: SECTOR PRIVADO

En la esfera privada, el mecanismo es diferente puesto que, desde luego, no participa el Estado y como tal, no hay préstamos soberanos. En este caso, los prestamistas son instituciones financieras de desarrollo (DFIs por su sigla en inglés) e instituciones financieras internacionales (IFIs por su sigla en inglés) que se especializan en financiar al sector privado. Entre las principales DFIs pertenecientes al EE se tienen a:

- OeEB (Austria)
- BIO (Bélgica)
- BMI-SBI (Bélgica)
- IFU (Dinamarca)
- Finnfund (Finlandia)
- AFD/Proparco (Francia)
- KfW/DEG (Alemania)
- CDP/SIMEST (Italia)
- FMO (Países Bajos)
- SOFID (Portugal)
- COFIDES (España)
- Swedfund (Suecia)

En cuanto a IFIs, por parte del EE se tiene principalmente al BEI, pero ello no impide la participación de otros bancos y sus ramas especializadas en el sector privado, como ser:

- Grupo Banco Mundial – Corporación Financiera Internacional;
- Banco de Desarrollo del Asia;
- Banco Europeo de Reconstrucción y Desarrollo;
- CAF – Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe;
- Banco Interamericano de Desarrollo – BID Invest;
- Banco de Desarrollo de África.

Bajo este mecanismo *Global Gateway*, estas entidades prestan el financiamiento a la empresa privada que actúa como prestamista/promotor de la inversión y que se asocia con la empresa privada europea para procurar alcanzar una cuota de suministro (*offtake*) para empresas en la UE.

En el caso concreto de Bolivia, las entidades que se han interesado en prestar financiamiento a empresas privadas son la AFD, Proparco, la KfW/DEG, el BEI, el BID y la CAF. Para el caso específico de YLB, el BEI sostuvo reuniones en febrero con representantes de la empresa para conversar sobre un préstamo de alrededor de EUR 250 millones para financiar sus operaciones de producción e industrialización de derivados de litio. Durante la segunda convocatoria internacional de YLB, las empresas europeas que lograron pasar la primera fase de evaluación, podrían beneficiarse de estos mecanismos financieros que se encuentran a su disposición si se pudieran concretar negocios con YLB.

ANÁLISIS DE LA OFERTA PRODUCTIVA DE LITIO EN BOLIVIA

RECURSOS Y RESERVAS

Para poder cuantificar la riqueza del litio en Bolivia, es importante conocer que existen tres categorías a partir de las cuales se deben entender las distintas cifras que existen sobre este metal, las cuales se definen a continuación (U.S. Geological Survey (USGS), 2020).

- **Depósitos:** Significa que hay seguridad en la existencia del metal en un determinado lugar
- **Recursos:** Se refiere a una concentración de material sólido, líquido o gaseoso de origen natural, en, o sobre la corteza terrestre, en tal forma y cantidad que sea actual, o potencialmente, factible la extracción económica del mismo.
- **Reservas:** Corresponde a aquella parte de los recursos que podría extraerse o producir de manera rentable bajo las condiciones técnicas, económicas y socioambientales existentes.

A nivel mundial la relación recursos y reservas de litio se aprecia en la siguiente figura.

Figura No 15: Recursos y Reservas mundiales de Litio

PAÍS	RECURSOS	PAÍS	RESERVAS
● Bolivia	21,00	Chile	8,60
● Argentina	17,00	Australia	2,80
● Chile	9,00	Argentina	1,70
Estados Unidos	6,80	Restos países	1,10
Australia	6,30	China	1,00
China	4,50	Estados Unidos	0,63
Rep. Democrática del Congo	3,00	Canadá	0,37
Alemania	2,50	Zimbawe	0,23
Canadá	1,70	Brasil	0,10
México	1,70	Portugal	0,06
República Checa	1,30	Total Mundo	16,59
Mali	1,00		
Rusia	1,00		
Servia	1,00		
Zimbabue	0,54		
Brasil	0,40		
España	0,30		
Portugal	0,25		
Perú	0,13		
Austria	0,05		
Finlandia	0,05		
Kazajistán	0,05		
Namibia	0,01		
Total Mundo	79,58		

Fuente: Fundación Jubileo en base a Mineral Commodity Summaries 2020, USGC.

Como se observa en la figura No 15, el denominado triángulo del litio (Bolivia, Chile y Argentina) concentra la mayor cantidad de recursos de litio en sus territorios.

Un aspecto que es importante mencionar es que Bolivia, a pesar de ser el país con mayores recursos estimados de litio a nivel mundial, a la fecha no cuenta con reservas certificadas. Por otro lado, Chile tiene la mayor cantidad de reservas registradas, seguido de Australia y Argentina.

CANTIDAD DE PRODUCCIÓN E INGRESOS GENERADOS ACTUALMENTE EN BOLIVIA

La producción de litio en Bolivia entre 2020 y 2024 ha mostrado algunos avances importantes, aunque el país continúa enfrentando múltiples desafíos para consolidar su proceso de industrialización. A pesar del enorme potencial del Salar de Uyuni, Bolivia aún no logra posicionarse como un productor relevante a escala global.

En 2020, Bolivia se encontraba en una fase inicial de producción industrial, con volúmenes aún reducidos. La producción se concentraba principalmente en la planta piloto de Llipi, ubicada en el Salar de Uyuni, donde se procesaban pequeñas cantidades de carbonato de litio. Sin embargo, la producción comercial a gran escala aún no había comenzado.

Durante la gestión 2021, Bolivia produjo aproximadamente 1.009 toneladas métricas de carbonato de litio, un aumento respecto a años anteriores. No obstante, esta cifra seguía siendo baja en comparación con países vecinos como Chile o Argentina, líderes regionales en la industria. A pesar del interés en atraer inversiones y establecer asociaciones internacionales, el avance de los proyectos fue lento debido a limitaciones tecnológicas y a la ausencia de acuerdos estratégicos concretos.

En los años 2022 y 2023, la producción de litio en Bolivia mostró una tendencia decreciente, con volúmenes que oscilaron entre 600 y 370 toneladas métricas. Este retroceso evidenció problemas estructurales en la capacidad operativa y técnica del país.

En 2024, la situación se agravó debido a problemas técnicos en las piscinas de evaporación de la planta de Llipi, lo que provocó la paralización temporal de la producción. No obstante, según datos de Yacimientos de Litio Bolivianos (YLB), hasta agosto de 2024 se comercializaron poco más de 770 toneladas métricas de carbonato de litio, generando ingresos aproximados de Bs 46,9 millones.

Para el cierre del año, se proyecta que la producción podría superar las 1.000 toneladas métricas, aunque este resultado dependerá de la culminación de obras de infraestructura pendientes y de la implementación efectiva de nuevas tecnologías de extracción y procesamiento.

Tabla No 28: Cantidad de producción e ingresos de litio de Bolivia

AÑO	CANTIDAD DE PRODUCCIÓN	INGRESOS EN MILLONES DE \$US
2021	1.009 TM	9,94
2022	630 TM	37,84
2023	320 TM	14,65
2024(p)	770 TM	6,70

Fuente: Elaboración propia en base a datos del Instituto Nacional de Estadísticas (INE) (p) agosto 2024

ANÁLISIS FINANCIERO

El análisis tiene como objetivo fundamental proporcionar información financiera detallada, incluyendo ratios clave, contextualizados bajo el marco de las condiciones económicas y políticas vigentes en Bolivia. Se busca ofrecer una lectura técnica que permita comprender la estructura de costos, los márgenes operativos y la viabilidad financiera de proyectos estratégicos, en línea con las regulaciones locales. Esta información resulta esencial para facilitar la toma de decisiones tanto para actores públicos como privados.

Se elaboraron dos escenarios de análisis, las variables de estudio estarán centradas en modificaciones de las cantidades de producción y niveles de precios de acuerdo a las tendencias reflejadas anteriormente:

ESTIMACIONES	TONELADAS MÉTRICAS TM
Cantidad de Producción	12.000,00
Cantidad de Producción	25.000,00
Cantidad de Producción	50.000,00

Tendencia (Proyecciones de Precios)

DETALLE	DÓLARES AMERICANOS (\$US)
Año Base diciembre 2025	10.400
Año 2026	11.128
Año 2027	11.907
Año 2028	12.740
Año 2029	13.632
Año 2030	14.587
Año 2031	15.608
Año 2032	16.700
Año 2033	17.869
Año 2034	19.120
Año 2035	20.458

Fuente: Elaboración propia en base a Benchmark Minera - Trading Economics

La construcción del flujo de caja, toma los siguientes supuestos y datos financieros

- A** Proyección del análisis financiero para este estudio es a 10 años
- B** Se supone inicio del proceso industrial el año 2030
- C** La Tasa de Descuento calculada para calcular el costo financiero del proyecto es del 12%³.
- D** Se asume un CAPEX (Capital Expenditures o Gastos de Capital) de \$us 1.000 MM.
- E** Los Costos de operación (OPEX), precio promedio de \$us 5.500 la TM (método de extracción (EDL) por Intercambio iónico)⁴.
- F** El sistema tributario para el operador es el siguiente: Impuesto a las Utilidades de Empresas (IUE): 25%; Regalías: 3%; IVA + IT: 16%; Alícuota adicional; 12,5%.
- G** La recuperación -devolución- de capital está dentro del OPEX y según los contratos firmados con Rusia y China ascienden a \$us 1.700 la TM.
- H** En el escenario I se estima un incremento del precio del litio del 7% anual y en el escenario II del 12%. Estos datos están en función a la información de Benchmark Minera - Trading Economics.

³ Visión 360 (Según informes financieros internos (de YLB y el Ministerio de Hidrocarburos), se utilizó una tasa del 12 % como variable de sensibilidad para evaluar el costo financiero del proyecto. No hay una tasa de interés fija en el contrato, el 12 % se utilizó como referencia en estudios financieros.

⁴ Método más adecuado salares bolivianos, según información de YLB

Para el Flujo de caja a continuación se calculan las siguientes cantidades y precios:

- Año 2025 y 26 producción de 12.000 TM
- Año 2027 al 29 producción de 25.000 TM
- Año 2030 al 35 producción de 50.000 TM

Flujo en \$us - Escenario I						
	Año 0	2025	2026	2027	2028	
Inversión	(1.000.000.000)					
Ingreso						
Ingresos de Producción		124.800.000,00	133.536.000,00	297.674.000,00	318.511.180,00	
Costos						
Costos Intercambio Ionico		66.000.000,00	66.000.000,00	137.500.000,00	137.500.000,00	
\$1.700,00 Devolucion de la inversion		20.400.000,00	20.400.000,00	42.500.000,00	42.500.000,00	
Depreciación		100.000.000,00	100.000.000,00	100.000.000,00	100.000.000,00	
UTILIDAD BRUTA		(61.600.000)	(52.864.000)	17.674.000	38.511.180	
Flujo de Inversión						
Impuestos						
3,00% Regalias		-	-	530.220	1.155.335	
16% IT + IVA		-	-	2.827.840	6.161.789	
25% IUE		-	-	4.418.500	9.627.795	
12,50% Alícuota adicional		-	-	2.209.250	4.813.897	
TOTAL IMPUESTOS y Otros		-	-	9.985.810	21.758.817	
UTILIDAD DE GESTIÓN	(1.000.000.000)	(61.600.000)	(52.864.000)	7.688.190	16.752.363	
UTILIDAD DE GESTIÓN		(61.600.000)	(114.464.000)	(106.775.810)	(90.023.447)	
2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
340.806.962,60	685.567.285,97	733.556.995,98	784.905.985,70	839.849.404,70	898.638.863,03	961.543.583,44
137.500.000,00	258.500.000,00	258.500.000,00	258.500.000,00	258.500.000,00	258.500.000,00	258.500.000,00
42.500.000,00	79.900.000,00	79.900.000,00	79.900.000,00	79.900.000,00	79.900.000,00	79.900.000,00
100.000.000,00	100.000.000,00	100.000.000,00	100.000.000,00	100.000.000,00	100.000.000,00	100.000.000,00
60.806.963	247.167.286	295.156.996	346.505.986	401.449.405	460.238.863	523.143.583
1.155.335	7.415.019	8.854.710	10.395.180	12.043.482	13.807.166	15.694.308
9.729.114	39.546.766	47.225.119	55.440.958	64.231.905	73.638.218	83.702.973
15.201.741	61.791.821	73.789.249	86.626.496	100.362.351	115.059.716	130.785.896
7.600.870	30.895.911	36.894.624	43.313.248	50.181.176	57.529.858	65.392.948
33.687.060	139.649.517	166.763.703	195.775.882	226.818.914	260.034.958	295.576.125
27.119.902	107.517.769	128.393.293	150.730.104	174.630.491	200.203.905	227.567.459
(62.903.544)	44.614.225	173.007.518	323.737.622	498.368.113	698.572.018	926.139.477

La devolución de capital está dentro del OPEX (gastos operativos o de funcionamiento diario de una empresa), según datos del contrato firmado con la empresa China CBC, el monto correspondiente a la licencia de servicio técnico en 1700 Dólares (USD) por tonelada de producción.

INVERSIÓN	1.000.000.000
TASA DE DESCUENTO - KE(*)	12,00%
VAN (\$US) (>= 0)	-699.353.739
TIR (TIR>= KE)	-1%

Flujo en \$us - Escenario II						
	Año 0	2025	2026	2027	2028	
Inversión	(1.000.000.000)					
Ingreso						
Ingresos de Producción		124.800.000,00	139.776.000,00	326.144.000,00	365.281.280,00	
Costos						
Costos Intercambio Iónico		66.000.000,00	66.000.000,00	137.500.000,00	137.500.000,00	
\$1.700,00 Devolución de la inversión		20.400.000,00	20.400.000,00	42.500.000,00	42.500.000,00	
Depreciación		100.000.000,00	100.000.000,00	100.000.000,00	100.000.000,00	
UTILIDAD BRUTA		(61.600.000)	(46.624.000)	46.144.000	85.281.280	
Flujo de Inversión						
Impuestos						
3,00% Regalías		-	-	1.384.320	2.558.438	
16% IT + IVA		-	-	7.383.040	13.645.005	
25% IUE		-	-	11.536.000	21.320.320	
12,50% Alicuota adicional		-	-	5.768.000	10.660.160	
TOTAL IMPUESTOS y Otros		-	-	26.071.360	48.183.923	
UTILIDAD DE GESTIÓN	(1.000.000.000)	(61.600.000)	(46.624.000)	20.072.640	37.097.357	
UTILIDAD DE GESTIÓN		(61.600.000)	(108.224.000)	(88.151.360)	(51.054.003)	

2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
409.115.033,60	861.432.614,75	964.804.528,52	1.080.581.071,94	1.210.250.800,57	1.355.480.896,64	1.518.138.604,24
137.500.000,00	258.500.000,00	258.500.000,00	258.500.000,00	258.500.000,00	258.500.000,00	258.500.000,00
42.500.000,00	79.900.000,00	79.900.000,00	79.900.000,00	79.900.000,00	79.900.000,00	79.900.000,00
100.000.000,00	100.000.000,00	100.000.000,00	100.000.000,00	100.000.000,00	100.000.000,00	100.000.000,00
129.115.034	423.032.615	526.404.529	642.181.072	771.850.801	917.080.897	1.079.738.604

2.558.438	12.690.978	15.792.136	19.265.432	23.155.524	27.512.427	32.392.158
20.658.405	67.685.218	84.224.725	102.748.972	123.496.128	146.732.943	172.758.177
32.278.758	105.758.154	131.601.132	160.545.268	192.962.700	229.270.224	269.934.651
16.139.379	52.879.077	65.800.566	80.272.634	96.481.350	114.635.112	134.967.326
71.634.981	239.013.427	297.418.559	362.832.306	436.095.702	518.150.707	610.052.311

57.480.052	184.019.187	228.985.970	279.348.766	335.755.098	398.930.190	469.686.293
6.426.049	190.445.236	419.431.206	698.779.973	1.034.535.071	1.433.465.261	1.903.151.554

INVERSIÓN	1.000.000.000
TASA DE DESCUENTO - KE(*)	12,00%
VAN (\$US) (>= 0)	-327.508.456
TIR (TIR>= KE)	7%

(*) En informes financieros (YLB y el Ministerio de Hidrocarburos), se utilizó una tasa del 12 % como variable de sensibilidad para evaluar el costo financiero del proyecto. No hay una tasa de interés fija en el contrato, pese a que el 12 % se utilizó como referencia en estudios financieros.

RIESGO PAÍS (CCC-)⁵	20,00%
TASA LIBRE DE RIESGO	5%
BETA DE LA INDUSTRIA	150%
RENTABILIDAD DEL MERCADO	23%
COSTO ACCIONISTA (KE)	47,50%

DEUDA	0%
APORTE	100%
COSTO DEUDA	0%
COSTO ACCIONISTA	24,86%

TASA DE DESCUENTO	12,00%
--------------------------	--------

De acuerdo a los datos obtenidos del flujo de caja de los dos escenarios realizado con los supuestos previamente descritos, se aprecia que:

ESCENARIO - I

VAN negativo (-USD 699 millones)

- Esto indica que, descontando los flujos futuros de caja al 12 % anual, el valor presente del proyecto no recupera la inversión inicial.

TIR negativa (-1 %)

- La TIR es mucho menor que la tasa de descuento (12 %), e incluso está por debajo de cero, lo que implica que el proyecto no solo no es rentable, sino que tendría pérdidas netas cada año.

5 Standar & poor

ESCENARIO - II

VAN negativo (–USD 327 millones)

- Esto indica que el valor presente de los flujos de caja descontados al 12 % no recupera la inversión.
- Aunque hay mejoras respecto al escenario anterior, todavía el proyecto no genera valor.

TIR menor a la Ke

- La TIR del 7 % es menor que la tasa de descuento del 12 %, lo que implica que el retorno del proyecto no compensa el costo de capital ni el riesgo asumido.

En conclusión, cuando el VAN y la TIR son negativas, **el proyecto no es rentable** ni cumple con los criterios mínimos de retorno esperados.

Para complementar el análisis y su relación con el **costo del accionista (Ke)**, se puede aplicar el modelo de **Capital Asset Pricing Model (CAPM)** ajustado por riesgo país. El CAPM ajustado se usa frecuentemente en economías emergentes o en situaciones de alto riesgo.

FÓRMULA DEL CAPM AJUSTADO

$$Ke = Rf + \beta \times (Rm - Rf) + \text{Riesgo País} \quad Ke = Rf + \beta \times (Rm - Rf) + \text{Riesgo País}$$

Donde:

- **Ke**: Costo del accionista (retorno esperado por los inversionistas).
- **Rf**: Tasa libre de riesgo (5% en este caso).
- **β**: Beta de la industria (1.50, que mide la sensibilidad al mercado).
- **Rm**: Rentabilidad esperada del mercado (23% en este caso).
- **Riesgo País**: Prima adicional para reflejar inestabilidad en el país (20%).

El cálculo ajustado da un **Ke de 52,50%** es bastante alto. Esto podría tener una explicación o algún ajuste adicional no especificado en los datos, como una prima específica por factores idiosincráticos o riesgos específicos del proyecto o del sector.

Por lo tanto, el costo del accionista refleja que los inversionistas en acciones de una empresa o proyecto exigen, como promedio, un retorno anual del 52,50% sobre su inversión. Este valor refleja tanto el riesgo percibido de la inversión como las expectativas de ganancia que compensan dicho riesgo, así como la elevada percepción de riesgo de la inversión, dada la prima de riesgo país del 25%. Este valor es típico en mercados emergentes o en industrias con alta volatilidad, como la minería o energía.

Se recomienda continuar con un análisis más profundo sobre los flujos de caja proyectados y considerar factores externos que puedan influir en la rentabilidad futura, como cambios en el mercado o en las condiciones económicas.

CONCLUSIONES

Este capítulo ofrece un análisis integral del contexto económico y financiero del litio a nivel mundial y en Bolivia, abordando dinámicas de oferta, demanda, precios, tecnologías de extracción y viabilidad económica de la industrialización del recurso.

- **Demanda mundial:** Impulsada por vehículos eléctricos y almacenamiento de energía. En 2023 se demandaron 447 mil toneladas y se espera un fuerte crecimiento al 2030. China, Corea del Sur y EE. UU. son los mayores consumidores.
- **Oferta global:** Australia, Chile y China lideran la producción. Bolivia tiene los mayores recursos, pero sin reservas certificadas ni producción comercial a gran escala.
- **Precios:** Volátiles. Alcanzaron \$80.000/t en 2022 y bajaron a cerca de \$10.000/t en 2025. Se proyecta un repunte moderado al 2030.
- **Extracción Directa de Litio (EDL):** Tecnología emergente más limpia, pero costosa. Bolivia busca implementarla con apoyo de empresas extranjeras, aunque sin detalles claros de los contratos.
- **Producción en Bolivia:** Muy baja y con problemas técnicos. En 2024 se espera un leve repunte, pero aún lejos del potencial del país.
- **Finanzas:** Escenarios de industrialización no son viables financieramente bajo condiciones actuales. Alta incertidumbre y riesgo país.
- **Cooperación europea:** La UE ofrece financiamiento y apoyo técnico para proyectos sostenibles. Puede ser clave si se mejora la transparencia y la viabilidad de los proyectos.

Por lo tanto, la transición energética global convierte al litio en un recurso estratégico con alta demanda proyectada. Si bien Bolivia enfrenta serios desafíos estructurales, tecnológicos y financieros para entrar competitivamente al mercado mundial del litio, la alternativa de la tecnología EDL representa una oportunidad ambientalmente sostenible, pero requiere grandes inversiones y validación operativa.

El apoyo internacional, especialmente europeo, podría ser clave para el desarrollo responsable e inclusivo del litio boliviano, siempre que se mejore la transparencia y la viabilidad financiera de los proyectos.



CAPÍTULO VI

ANÁLISIS MEDIO AMBIENTAL DEL LITIO EN BOLIVIA

RESUMEN

Este capítulo aborda el **marco jurídico ambiental de Bolivia**, destacando el enfoque de **gestión, prevención y control ambiental** aplicable a las actividades, obras o proyectos (AOP). Se describen los procedimientos normativos que permiten obtener una **licencia ambiental**, así como el marco legal específico aplicable a los **proyectos estratégicos**, y un análisis comparativo con la normativa vigente en los países que conforman el **Triángulo del Litio** (Bolivia, Argentina y Chile).

Asimismo, se identifican los principales desafíos que enfrenta Bolivia en este ámbito, entre ellos la necesidad de **fortalecer la formación de recursos humanos especializados**, establecer **líneas base técnicas** para la valoración de proyectos, y desarrollar procedimientos eficaces de **control y evaluación ambiental**. Se enfatiza también la importancia de aplicar **altos estándares en la preservación, mitigación y restauración ambiental**, especialmente en el caso de los proyectos de litio a escala industrial, cuyo alto consumo de agua y generación de residuos condicionan su viabilidad y sostenibilidad.

El capítulo también plantea los fundamentos para la implementación de **proyectos complementarios o periféricos** a la cadena de valor del litio, orientados a mejorar las condiciones de **infraestructura básica**, como el acceso a agua, energía eléctrica y transporte. Se destaca el papel estratégico de las **energías renovables y limpias** en la reducción de costos operativos y en la promoción del cambio de matriz energética, minimizando así el impacto ambiental de las operaciones.

Finalmente, en el contexto del mercado global de vehículos eléctricos y de la industria de baterías, se describen las características del **Pasaporte Europeo de Baterías**, el cual establece estándares de **sostenibilidad, trazabilidad y economía circular** (reciclaje). Este instrumento busca asegurar que la producción de baterías cumpla con criterios responsables, promoviendo una **industria automotriz más sostenible y alineada con los objetivos climáticos internacionales**.

REGULACIÓN DE LA GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL EN BOLIVIA Y LEGISLACIÓN COMPARADA

El citado enfoque de construcción colectiva del PDES 2021 – 2025, respecto a una Bolivia sin desigualdades ni pobreza y una sociedad orientada al vivir bien en equilibrio y armonía con el medio ambiente, mediante un desarrollo integral, sustentable y sostenible, dispone en su eje 8 (Medio ambiente sustentable y equilibrado en armonía con la madre tierra), la meta de alcanzar la soberanía ambiental con desarrollo integral, respetando los derechos de la madre tierra, centrado en cinco directrices:

- Fortalecer el manejo integral y sustentable de los bosques como un recurso de carácter estratégico, promoviendo la protección de las áreas con vocación forestal. Impulsar acciones de mitigación, adaptación y monitoreo para el cambio climático, con medidas de respuesta efectiva a sus impactos en armonía y equilibrio con la Madre Tierra.
- Impulsar acciones de mitigación, adaptación y monitoreo para el cambio climático, con medidas de respuesta efectiva a sus impactos en armonía y equilibrio con la Madre Tierra.
- Promover sistemas de vida con un medio ambiente saludable, protegido y equilibrado en armonía con la Madre Tierra.
- Promover el sistema de áreas protegidas, humedales, bofedales, como parte del patrimonio natural del país.
- Fortalecer la gestión integrada de los recursos hídricos superficiales y subterráneos para alcanzar la seguridad hídrica.

El régimen normativo ambiental en Bolivia tiene un carácter general de gestión del medio ambiente, enmarcado en la tramitación de instrumentos específicos que permitan obtener la licencia ambiental para una actividad, obra o proyecto, y cuyos procedimientos se encuentran descritos en la Ley N° 1333 de Medio Ambiente y su Decreto Supremo Reglamentario N° 24176 que aprueba los Reglamentos de:

- Gestión Ambiental (modificado por el D.S. N° 26705, N° 28499 y N° 28592).
- Prevención y Control Ambiental (modificado por el D.S. N° 26705, N° 28499, N° 28592, N° 3549 y N° 3856).
- Contaminación Atmosférica.
- Contaminación Hídrica.
- Actividades con Sustancias Peligrosas.
- Gestión de Residuos (Abrogado por el D.S. N° 2954 Reglamento Gestión Integral de Residuos).

Los reglamentos de Gestión Ambiental y de Prevención y Control Ambiental, describen, entre otros, el procedimiento para obtener una Evaluación de Impacto Ambiental – EIA (que incluye a la Ficha Ambiental, Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental y Declaración de Impacto Ambiental) y efectuar el Control de Calidad Ambiental – CCA (Manifiesto Ambiental y Auditoría Ambiental), a un proyecto en fase de pre-inversión, implementación, operación, ampliación o abandono.

La Licencia Ambiental para la ejecución de proyectos estratégicos, de interés público nacional y que puede generar impactos ambientales significativos, es autorizada por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua – MMAyA en su calidad de autoridad competente, y dicha licencia versa sobre:

- Concesión de Aguas Superficiales.
- Uso de Aguas Superficiales.
- Uso de Aguas Subterráneas.
- Permiso de Vertimientos.
- Ocupación de Cauces.
- Aprovechamiento Forestal.
- Emisiones Atmosféricas.
- Disposición de Residuos Sólidos.

En el tema que hace a la presente guía introductoria, es importante también considerar además las previsiones del Decreto Supremo N° 24781 cuyo objeto es reglamentar y regular la gestión ambiental de las áreas protegidas y establecer su marco institucional, en función a lo establecido en la Ley N° 1333 y el Convenio sobre la Diversidad Biológica Ley N° 1580; así como las previsiones del Decreto Supremo N° 24782 que aprueba el Reglamento Ambiental para las Actividades Mineras (RAAM) de exploración, explotación, concentración, fundición, refinación y comercialización de minerales, que constituyan o no, parte integrada del proceso de producción minero.

La normativa medioambiental que rige en los países que conforman el triángulo del litio tiene como denominador común, el que la producción de este recurso se encuentra sujeta a la regulación y control previstos en sus legislaciones ambientales generales y las aplicables a la industria de la minería en general, no contando con legislación específica para la cadena productiva del litio como tal y de otros recursos evaporíticos:

Tabla 29: Normativa ambiental comparada

ARGENTINA	CHILE	BOLIVIA
Constitución Nacional Artículo 41: "Todos los habitantes tienen el derecho a gozar de un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y a que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras.	Constitución Política del Estado Artículo 19: "Todas las personas tienen derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación. Es deber del Estado velar para que este derecho no sea afectado y tutelar la preservación de la naturaleza"	La Constitución Política del Estado considera al litio como mineral no metálico y un recurso natural de carácter estratégico e interés público para el desarrollo del país, a ser aprovechado de manera soberana y como materia prima para obtener productos industrializados y con valor agregado.
<p>Código de Minería N° 1919.</p> <p>Ley N° 21382 de Inversiones Mineras.</p> <p>Ley N° 24.585 de Protección Ambiental de la Actividad Minera. (Para actividades Mineras – Documento técnico de impacto ambiental, indicando qué van a hacer, cuál es el área afectada, cuál va a ser el impacto y cómo van a mitigarlo.)</p> <p>Ley Nacional de Medio Ambiente N° 25.675 (Resguardo, preservación, aprovechamiento sustentable y reparación de los ecosistemas y medio ambiente)</p> <p>Ley N° 24071 de Consulta previa a comunidades</p> <p>Normas Provinciales iguales o más estrictas a la Ley N° 25.675, con enfoque de desarrollo sustentable (ambiental, social y económico)</p>	<p>Código de Minería (procedimientos y requisitos para la concesión y explotación de recursos minerales)</p> <p>Ley N° 19.300, General de Bases del Medio Ambiente (protección, conservación y recuperación medioambiental. Los proyectos se sometan a una EIA para la toma de decisiones en cuanto a la afectación.</p> <p>Ley N° 20.417, Sistema Nacional de Información Nacional (SINIA) (Servicio de EA, Participación ciudadana en la DIA y Análisis de la EIA - Estudia, considera y evalúa las áreas de influencia, la identificación y predicción de impactos ambientales, hídricos, sociales, biodiversidad, ecosistemas y otras áreas relevantes, las medidas de mitigación y/o prevención, compensación y/o reparación, consulta a autoridades y participación ciudadana)</p>	<p>Artículo 9 y 80 concordantes con el 298 y 299: el Estado promueve y garantiza el aprovechamiento responsable y planificado de los recursos naturales, impulsar su industrialización mediante la conservación del medio ambiente y orienta la educación a conservar y proteger el medio ambiente, la biodiversidad y el territorio.</p> <p>Artículos 30, 33 y 34: Es el derecho de los bolivianos a vivir en un medio ambiente sano, saludable, protegido y equilibrado, con un adecuado manejo y aprovechamiento de los ecosistemas.</p> <p>Artículo 312, 316 y 319: El Estado y toda actividad económica, deben fortalecer la soberanía económica y promover la industrialización de los recursos naturales, pero respetando y protegiendo el medio ambiente.</p>

ARGENTINA	CHILE	BOLIVIA
<p>Ley N° 23724 sobre ozono.</p> <p>Ley N° 20284 sobre el aire</p> <p>Ley N° 25.688 sobre gestión del agua</p> <p>Ley N° 25.612 sobre gestión integral de residuos peligrosos</p> <p>Ley N° 23879 de impacto ambiental, etc., y sus modificaciones.</p>	<p>Normas específicas sobre límites a la emisiones y vertidos de contaminantes al aire, suelo y agua, a fin de evitar impactos negativos en el medio ambiente y la salud humana.</p> <p>Normas específicas de protección y regulación del uso de los recursos hídricos, como en la explotación del litio, uso eficiente y protección del agua.</p>	<p>Artículo 342, 343, 345 y 347: Bases de las políticas de gestión ambiental, de promoción a la mitigación, minimización, remediación y reparación de los efectos nocivos al medio ambiente, la responsabilidad por los daños ambientales y su resarcimiento, la imprescriptibilidad de los delitos ambientales.</p> <p>Obligación del Estado y la población de conservar, proteger y aprovechar de manera sustentable los recursos naturales y la biodiversidad manteniendo el equilibrio del medio ambiente.</p> <p>Derecho de la población a participar en la gestión ambiental, a ser consultada e informada previamente sobre decisiones que puedan afectar la calidad del medio ambiente.</p>
<p>Las empresas que realicen actividades con el litio deben cumplir la citada normativa ambiental y obtener los permisos y autorizaciones de las autoridades competentes (En los hechos queda en un formalismo y nada más)</p>	<p>El nuevo Plan Estratégico de Extracción del Litio (abril 2023), busca implementar tecnología nueva e innovadora a gran escala, mediante procedimientos más amigables con el medio ambiente.</p>	<p>Ley N° 1333, de Medio Ambiente y Decretos Supremos Reglamentarios: procedimientos y requisitos para ejecutar proyectos de explotación de recursos naturales, pero protegiendo, preservando y conservando el medio ambiente, regulando las acciones del hombre con relación a la naturaleza y promoviendo el desarrollo sostenible para mejorar la calidad de vida de la población.</p>

ARGENTINA	CHILE	BOLIVIA
Dado su modelo de economía abierta que otorga en concesión a empresas privadas extranjeras la explotación del litio, a la fecha se viene impulsando un proyecto de Ley que le permita al Estado tener un rol más participativo en la explotación del litio y crear una empresa pública para industrializarlo, que es lo que el país busca incursionar.	Procedimientos que no generen residuos contaminantes, que reutilicen el agua, que no requieran la agregación de sustancias químicas y que minimicen el impacto en los ecosistemas de los salares.	Ley N° 300, de la Madre Tierra: Vivir Bien es aprovechar los componentes de la Madre Tierra (no metálicos, salmueras, evaporíticos y otros), bajo procesos de extracción y transformación, en el marco de la armonía y equilibrio con la Madre Tierra.
Dicha Ley pretende incorporar nueva tecnología de extracción y producción, compatible con la preservación del medio ambiente, con estudios estratégicos y serios para minimizar el impacto y afectación al ecosistema, y con controles más estrictos.	Se pretende utilizar reactores con dos electrodos que separan los iones de litio para ser procesados en plantas que a su vez utilicen energía renovable y alternativa (paneles solares o molinos de viento)	El desarrollo integral del agua y la protección de los recursos hídricos conlleva el aprovechamiento del agua en una actividad industrial y extractiva, pero con plantas y/o procesos de tratamiento, que minimicen los efectos de la contaminación y regulen la descarga de desechos tóxicos a las fuentes de agua.

Fuente: Elaboración propia

CONDICIONES, AFECTACIÓN Y COSTOS AMBIENTALES

Como toda actividad minera, la explotación industrial del litio, así como de otros recursos evaporíticos, minerales críticos y tierras raras, puede generar impactos negativos significativos sobre el medio ambiente, con profundas repercusiones sociales en las regiones involucradas.

Dentro del denominado **Triángulo del Litio**, Bolivia es el país con mayor retraso en términos de producción industrial. Sin embargo, esta situación también ha permitido mantener, en gran medida, los ecosistemas salinos en condiciones casi intactas. No obstante, estos ecosistemas no están exentos de riesgos, ya que, al igual que en Chile y Argentina, la extracción de litio en Bolivia se realiza mediante el método de **evaporación solar**, que implica un uso intensivo de los recursos hídricos.

El país enfrenta importantes desafíos estructurales, entre ellos la falta de tecnología apropiada, la escasez de personal especializado, la limitada infraestructura operativa y la presión ejercida por múltiples empresas que desde hace años compiten por participar en el desarrollo del litio boliviano, muchas veces realizando promesas no cumplidas a las comunidades locales.

En este contexto, antes de avanzar hacia un proceso de producción a gran escala, es fundamental que Bolivia incorpore las lecciones aprendidas de sus países vecinos y priorice la **formación de capacidades humanas**, el desarrollo de **líneas base ambientales y técnicas para la evaluación de proyectos**, el diseño de **procedimientos efectivos de monitoreo y control**, así como la adopción de **altos estándares de protección ambiental**, con énfasis en la **mitigación, restauración y socialización técnica** de los proyectos con las comunidades afectadas.

Entre los principales factores que condicionan la **viabilidad y rentabilidad económica** de estos emprendimientos, se encuentran la generación de grandes volúmenes de **residuos sólidos y líquidos contaminantes**, y el consumo intensivo de **agua dulce**, aspectos que no solo afectan al litio, sino también a otros elementos como el **potasio, magnesio y boro**, considerados subproductos de alto valor que podrían ser aprovechados estratégicamente por el país.

El uso desigual de los recursos naturales (por la industria minera, los campesinos, la población urbana y el turismo) en los salares y alrededor de ellos, tienen diferentes consecuencias, costos y efectos en los diversos sectores económicos y sociales locales.

La contaminación en el método tradicional de extracción y la escasez del agua, así como el impacto al medio ambiente son temas de preocupación ya que afectan sobre todo a las comunidades que practican la agricultura y la ganadería. Además el aumento de los desechos y la contaminación de los salares también afectarían a la industria del turismo.

Por ejemplo, la región del salar de Uyuni tiene una densidad poblacional muy baja (0,8 hab/Km) y 95% de la población vive en la pobreza extrema si se toma en cuenta el índice de necesidades básicas insatisfechas: únicamente 10% de los suelos de la región sudoeste se pueden aprovechar para la agricultura, y ellos cerca de 80% de los campesinos cultivan quinua y papas. 70% de la producción está destinada al autoconsumo. Otra actividad importante es la crianza de camélidos (ocupa el 60% de los suelos) para el autoconsumo y el comercio.

Las condiciones del suelo, del clima, del agua y de la vegetación obligan a las comunidades a combinar diferentes actividades económicas y desde 1990 se dedican también al creciente turismo, que ofrece ingresos estacionales.

El método tradicional de extracción de litio, en relación con el medio ambiente produce los siguientes impactos:

- Altos índices de contaminación de suelos y fuentes superficiales y subterráneas de agua.
- Disminución de recursos hídricos debido al uso sin control de aguas superficiales y subterráneas. En la evaporación solar el uso de recursos hídricos tiene un “rango típico: Se estima que se requieren entre 400.000 y 2.000.000 de litros de agua (400 a 2.000 m³) por tonelada de carbonato de litio producido mediante evaporación solar. Promedio en salares de Sudamérica: Estudios indican que el promedio está entre 500.000 y 1.500.000 litros (500 a 1.500 m³) por tonelada, versus la EDL que tiene un menor consumo de agua: 10.000 a 50.000 litros por tonelada de carbonato de litio”⁶.
- El consumo de energía, la evaporación solar utiliza principalmente energía solar y tiene un bajo consumo de energía eléctrica, la EDL, aunque más eficiente en la recuperación de litio y con menor consumo de agua, demanda una mayor cantidad de energía eléctrica en su proceso. “En términos de consumo energético, estudios recientes indican que la EDL puede requerir aproximadamente 0,2 kWh por kilogramo de carbonato de litio equivalente (LCE), lo que equivale a 200 kWh por tonelada de LCE”⁷.
- Contaminación del salar debido a la falta de saneamiento básico y a los desechos tóxicos y contaminantes.
- Quema y tala indiscriminada de cobertura vegetal nativa y exótica.
- Falta de educación e incumplimiento de normativa y reglamentos para el manejo sostenible de los recursos naturales y el medio ambiente.

En esta región árida y seca, el agua es un bien especialmente valioso y hace algunos años el cambio climático se hace notar de forma visible. Los productores de quinoa y los criadores de alpacas sufren sequías más a menudo. Las aguas de superficie (ríos) son muy escasas y gran parte de los cursos de agua son básicamente subterráneos y deberían considerarse un recurso no renovable. El alto consumo de agua así como la contaminación de las napas subterráneas por el uso de químicos constituye un gran peligro para la agricultura y la ganadería de la región.

A continuación se presenta un análisis FODA con toda la información esencial mencionada anteriormente.

6 BCL – PDF (Comparación de la evaporación solar y la EDL)

7 Ernesto Julio Calvo INQUIMAE, FCEN, UBA – Nuevos métodos de extracción de litio (Volumen 30 número 180 junio - julio 2022)

Análisis FODA Socioambiental – Producción de Litio en Bolivia

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<p>Baja intervención histórica en los salares, lo que mantiene ecosistemas relativamente conservados.</p> <p>Potencial para diversificación con subproductos como potasio, boro y magnesio.</p>	<p>Transición energética global que demanda minerales críticos como el litio, generando nuevas oportunidades de financiamiento y cooperación.</p> <p>Cooperación internacional (UE, Global Gateway) dispuesta a financiar proyectos sostenibles bajo estándares ambientales rigurosos.</p> <p>Implementación de nuevas tecnologías (como la EDL) con menor impacto ambiental que la evaporación tradicional.</p> <p>Demanda de trazabilidad y sostenibilidad (p. ej. Pasaporte Europeo de Baterías) que incentiva buenas prácticas.</p>
DEBILIDADES	AMENAZAS
<p>Falta de tecnología y capacidades técnicas para aplicar procesos de extracción modernos y sostenibles.</p> <p>Débil infraestructura (acceso, energía, agua) en zonas productoras.</p> <p>Ausencia de reservas certificadas pese a la gran cantidad de recursos declarados.</p> <p>Falta de transparencia contractual y regulatoria, lo que genera incertidumbre para actores nacionales e internacionales.</p>	<p>Degradación ambiental (agua, desechos, ecosistemas) si se escala la producción sin control adecuado.</p> <p>Escasez y conflicto por el uso del agua, especialmente en contextos de cambio climático.</p> <p>Pérdida de legitimidad social ante comunidades si no se socializan adecuadamente los proyectos.</p> <p>Desventaja competitiva frente a Chile y Argentina, que ya tienen mercados consolidados y tecnologías probadas.</p>

DESAFÍOS A CONSIDERAR Y POLÍTICA AMBIENTAL DE YLB

Las empresas extranjeras deben considerar en sus propuestas de implementación de la tecnología EDL, el hacer circular la salmuera en reactores dotados de elementos activos (compuestos orgánicos o inorgánicos, filtros selectivos), con el fin de capturar directa y selectivamente los iones litio que se encuentran disueltos en la salmuera. Una vez recuperada la casi totalidad del litio (80% a 90% de rendimiento), la salmuera residual deberá regresar directamente al salar.

También es necesario contemplar el ciclo hidrogeológico de la cuenca como una totalidad integrada para el diseño de la explotación. Sólo de esta forma es posible incorporar la industria al ciclo hidrológico natural del ambiente y preservar los recursos naturales. Caso contrario, de no contar con un modelo hidrogeológico apropiado para el diseño de explotación y de una red de monitoreo para control de las variables ambientales, el riesgo que se corre es la alteración, parcial o total, del ciclo hidrológico y de cualquier elemento que dependa de él, como los humedales.

Dentro de sus planes, las empresas europeas deben controlar la contaminación ambiental, al momento de desarrollar la industrialización del litio. Toda industria tiene impactos, y si se quiere que estos disminuyan se debe también considerar que a su vez los costos de producción podrán ser más altos.

En consecuencia, las empresas europeas deben tener en cuenta para el trabajo a desarrollar y en sus propuestas, que YLB, en cumplimiento de la normativa nacional vigente sobre medio ambiente, asume el compromiso de:

- Cumplir las regulaciones ambientales nacionales, departamentales, municipales regionales y otras vigentes que apliquen a sus operaciones.
- Optimizar el uso de agua, energía, recursos naturales, materias primas e insumos en los procesos de explotación e industrialización de minerales no tradicionales.
- Minimizar la generación de residuos y desechos y disponerlos de manera adecuada, en los diferentes procesos de exploración, explotación e industrialización.
- Mejorar constantemente el desempeño ambiental, calidad y ambiente laboral.

PROYECTOS COMPLEMENTARIOS Y PERIFÉRICOS A LOS DE LITIO Y RECURSOS EVAPORÍTICOS EN BOLIVIA

El contexto descrito precedentemente, determina en favor de las empresas extranjeras, la gran oportunidad de desarrollar estudios de carácter ambiental que, de la mano con la producción de minerales críticos y tierras raras, resulten el camino a la implementación de los proyectos complementarios y periféricos de energía renovable, que a su vez se constituyan en la solución a la deficiencia de infraestructura adecuada en términos energía eléctrica, agua, carreteras, transporte y logística, etc.

Bolivia como país suscribiente del Acuerdo de París, se ha comprometido con el desarrollo sostenible y la lucha contra el cambio climático a través de la transición energética y el cambio de su matriz, habiéndose comprometido con sus contribuciones nacionalmente determinadas (CND) que son evaluadas y replanteadas cada año en las Conferencias de las Partes (COP) y que promueven y desarrollan la investigación e implementación de nuevas formas de producción de energías alternativas y limpias.

Al respecto la CPE, toda persona tiene derecho al acceso universal y equitativo al servicio básico de electricidad, cuya política y cadena de generación, producción, control, transmisión, transporte y distribución de energía en el Sistema Interconectado Nacional (SIN), es competencia exclusiva y facultad privativa del Estado, mediante empresas públicas, mixtas, instituciones sin fines de lucro, cooperativas, empresas privadas, comunitarias y sociales, con participación y control social. Esta cadena no puede estar sujeta exclusivamente a intereses privados ni puede concesionarse (Artículos 20, 298 y 378 CPE).

Como recurso natural, las diferentes formas de energía y sus fuentes, constituyen un recurso de carácter estratégico, de interés y utilidad pública y necesidad estatal, por lo que su acceso es un derecho fundamental y esencial para el desarrollo integral el país, que debe regirse bajo los principios de eficiencia, continuidad, adaptabilidad y preservación del medio ambiente (Artículos 348 y 378 CPE).

El Estado es el encargado de desarrollar y promover la investigación y el uso de nuevas formas de producción de energías alternativas, compatibles con la conservación del medio ambiente, a fin de reducir la dependencia de combustibles fósiles para la generación de electricidad, disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero y contribuir a la mejora del medio ambiente, el ahorro y la eficiencia energética (Artículo 379 CPE).

Se dispone la transformación progresiva de la matriz energética de Bolivia hacia fuentes alternativas renovables y más limpias, de modo que el desarrollo de éstas permita la diversificación de dichas fuentes de generación de energía eléctrica dando continuidad a la política del cambio de la matriz energética del país (Artículo 15 de la Ley N° 300, de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para Vivir Bien).

Bajo dicha política y durante 15 años, Bolivia viene invirtiendo en proyectos de generación, transmisión y distribución eléctrica, a fin de consolidar un sistema eléctrico robusto con la suficiente capacidad energética instalada para cubrir la demanda industrial creciente en el país y a su vez reducir la contaminación ambiental mediante la disminución del uso de combustibles fósiles.

Considerando la ubicación privilegiada de Bolivia en el continente y que produce el doble de energía de lo que necesita, a la fecha tiene mucho para exportar, sin embargo, su energía renovable sólo representa un 7% de lo que se produce, por lo que se pretende incrementarla a un 75% para el 2025 y mantenerlo sosteniblemente al 2050, sobre todo en energía solar y eólica y su almacenamiento, para cuyo efecto busca financiamiento.

Así mismo, en cuanto a hidrógeno verde (H2V), Bolivia viene trabajando de la mano del BID y empresas españolas su desarrollo, habiendo confeccionado en 2024 una estrategia y un plan nacional expresado en una Hoja de Ruta dirigida a coadyuvar a la producción de metanol y etanol, entre otros, y con ello biodiesel.

En ese contexto, se prevé una mayor participación de empresas extranjeras, para lo cual el MHE viene trabajando en un marco normativo que motive y anime a la inversión en buenas condiciones, pues si bien la actual no lo prohíbe, se necesita desarrollar y actualizar más la normativa. De ahí que para promover el uso eficiente de la energía y avanzar en la transición energética, Bolivia promulgó la normativa siguiente, entre otras:

- La Ley N° 1604 y el Decreto Supremo N° 26093 rigen el sector eléctrico del país.
- El Decreto Supremo N° 2048 que establece el mecanismo de remuneración para la generación de electricidad a partir de energías alternativas dentro el SIN
- El Decreto Supremo N° 4477 que regula la generación distribuida con fuentes renovables y conectada a la red de distribución del SIN a fin de inyectar sus excedentes.
- El Decreto Supremo N° 4794 que permite al sector industrial, cambiar su fuente de alimentación eléctrica, migrando e integrándose al SIN, que resulta más estable, confiable, de calidad y aprovecha la eficiencia de los ciclos combinados y las energías limpias, como la hidroeléctrica, biomasa, fotovoltaica, eólica, geotérmica, etc.
- Plan Eléctrico del Estado Plurinacional de Bolivia 2025.
- Plan para el Desarrollo de las Energías Alternativas.
- Agenda Patriótica - Plan de Desarrollo Económico y Social 2021 - 2025.

En ese marco, es a través de la implementación proyectos complementarios y periféricos de infraestructura, que las energías renovables y limpias, se constituyen en una alternativa para la generación de la electricidad que vayan a requerir las diferentes etapas de la cadena productiva de litio y los otros recursos evaporíticos, reduciendo costos y promoviendo el cambio de matriz energética. La participación de las empresas extranjeras europeas de una forma más activa y no bajo términos de financiamiento, dependerá de los acercamientos y gestiones que el EE realice con el MHE y la empresa estatal boliviana denominada Empresa Nacional de Electricidad - ENDE.

PRODUCCIÓN E IMPORTANCIA DE LOS MINERALES CRÍTICOS Y TIERRAS RARAS

La explotación e industrialización de minerales escasos o no tradicionales y tierras raras, ha despertado un gran interés y se ha constituido en una actividad importante para Bolivia, como producto de la creciente demanda de materiales y recursos tecnológicos y el proceso de industrialización de sus recursos naturales dentro la política de sustitución de importaciones.

Concordante con la definición de recursos naturales y el carácter estratégico, de interés y utilidad pública y necesidad estatal que prevé el artículo 348 de la CPE, Bolivia, aunque de manera retrasada, ha iniciado la incursión en el estudio y aprovechamiento de los minerales críticos y las tierras raras, mediante la adecuación y actualización de

su normativa y a fin de contar con las instancias que promuevan su investigación y producción (Decreto Supremo N° 4721 que modifica los Artículos 74, 75, 76 y 77 del Decreto Supremo N° 29894, Estructura Organizativa del Órgano Ejecutivo).

El objeto de dicha modificación fue cambiar la estructura y atribuciones del Ministerio de Minería y Metalurgia, a fin de implementar, promover e impulsar estrategias de desarrollo en toda la cadena productiva de los minerales tecnológicos y tierras raras. Para ello ha adoptado procesos productivos de mayor transformación y valor agregado, con sostenibilidad y en armonía con el medio ambiente y la madre tierra, así como considerando que éstos resultan fundamentales para el desarrollo de las energías renovables, su almacenamiento y distribución, así como para el desarrollo de la tecnologías digital y sostenible.

La Ley N° 535, de Minería y Metalurgia, dispone que, entre las bases prioritarias para el desarrollo de la actividad minera, se encuentra la investigación, formación y desarrollo tecnológico para el cambio cualitativo y cuantitativo de la minería y metalurgia del país. Por ello, el Estado, a través de sus entidades y empresas competentes y con la participación de los actores productivos mineros, promoverá e incentivará la diversificación de las actividades mineras en todo el territorio para explotar, en tierras raras y similares (artículos 6 y 11).

Bolivia aún debe trabajar en la normativa jurídica específica y plenamente adecuada, que guíe cualquier plan serio para el aprovechamiento específico de estos recursos, que siendo 17 los identificados a nivel mundial, Bolivia cuenta con 11 depósitos o áreas prospectivas que se encuentran en los departamentos de La Paz, Oruro, Potosí, Santa Cruz y Tarija, y que además de tierras raras contienen uranio, titanio, niobio, cobalto, molibdeno, torio, níquel, platino, paladio, indio y galio, entre otros

La cobertura en prospección y exploración básica aún es escasa en el país habiéndose ejecutado sólo en zonas puntuales y con un número de metros lineales perforados por debajo de los estándares internacionales. Por ello, si bien hay indicios de estos minerales en la carta geológica boliviana, éstos no se encuentran cuantificados y menos desarrollados para perfilar un proyecto, pues éste trabajo requiere de mucha inversión que se debe asumir en el marco de una asociación público – privada, dados los elevados costos y la insuficiente dotación de maquinaria.

La importancia y productividad de estos minerales críticos radica principalmente en el hecho de que se constituyen en un insumo para los equipos que conforman las energías renovables como la fotovoltaica (paneles solares) y eólica (astas), asimismo las tierras raras resultan ser un insumo para el desarrollo de tecnología sostenible, por lo que estos recursos se constituyen en proyectos alternativos y complementarios para las empresas extranjeras en la cadena productiva del litio y los otros recursos evaporíticos.

PASAPORTE EUROPEO DE BATERÍAS (PE)

El PE es una iniciativa de la Unión Europea que se implementará a partir del 18 de febrero de 2027, consiste en un documento digital obligatorio para todos los vehículos eléctricos e híbridos enchufables vendidos en Europa y cuyo objetivo es proporcionar

información detallada sobre las baterías de estos vehículos, promoviendo la sostenibilidad y la transparencia en su producción y reciclaje. Los objetivos específicos del PE están centrados en:

- Fomentar una economía circular al facilitar el reciclaje responsable y la reutilización de materiales.
- Aumentar la transparencia en la cadena de suministro, permitiendo que tanto consumidores como fabricantes conozcan mejor los orígenes y características de las baterías utilizadas en sus vehículos.

Dentro las características principales del PE, se encuentran:

- **Identificación:** Cada batería tendrá un número VIN único y un código QR que permitirá acceder a información relevante sobre la batería al escanearlo.
- **Información Incluida:** El pasaporte contendrá datos sobre:
- **Origen de los materiales:** Información sobre la procedencia de materiales como litio, cobalto, grafito y níquel.
- **Proceso de fabricación:** Detalles sobre cómo y dónde se fabricó la batería.
- **Estado de salud de la batería:** Información sobre el rendimiento y durabilidad.
- **Huella de carbono:** Datos que reflejan el impacto ambiental de la producción de la batería.
- **Cumplimiento normativo:** Certificaciones y etiquetas que aseguran que se cumplen los estándares europeos.

Los requisitos de PE de baterías son:

1 Identificador Único

- Cada batería debe tener un código o número único que identifique su pasaporte.

2 Información del Fabricante

- Nombre y dirección de la empresa que fabricó la batería.

3 Designación de la Batería

- Nombre específico o número de modelo de la batería.

4 Sistema Electroquímico

- Composición química o tipo de batería (por ejemplo, ión-litio, níquel-hidruro metálico).

5 Tipo de Batería

- Categoría específica a la que pertenece la batería.

6 Tensión Nominal

- Salida de tensión estándar de la batería.

7 Capacidad Nominal

- Capacidad estándar o capacidad de almacenamiento de energía.

8 Peso

- Peso total de la batería.

9 Vida Útil

- Duración operativa prevista en condiciones normales.

10 Huella de Carbono

- La huella de carbono asociada a la fabricación y al lote de la batería debe ser verificada por una entidad externa y publicada en línea antes del 1 de febrero de 2025.

11 Cumplimiento Normativo

- Información sobre el cumplimiento con las regulaciones ambientales y sobre el uso de materiales reciclados.

12 Prácticas Sostenibles

- Detalles sobre el origen de las materias primas, asegurando que se obtienen de manera sostenible y ética.

Adicionalmente el PE de baterías también incluirá un código QR que permitirá acceder fácilmente a toda esta información, promoviendo así una mayor transparencia en el mercado. Se espera que el PE contenga alrededor de 90 datos divididos en siete categorías, abarcando aspectos como el rendimiento, durabilidad, circularidad y eficiencia en el uso de recursos.

Por lo tanto, el objetivo central de estos requisitos es, no solo buscar mejorar la trazabilidad y sostenibilidad en la producción de baterías, sino también fomentar una economía circular dentro del sector, garantizando que los materiales sean utilizados y reciclados adecuadamente a lo largo del ciclo de vida del producto.

SUPERVISIÓN, IMPLICACIONES Y PERSPECTIVAS DE MERCADO DEL PASAPORTE EUROPEO DE BATERÍAS

La supervisión del PE de baterías estará a cargo de diversas entidades y organismos, tanto a nivel regulatorio como por parte de los propios fabricantes. A continuación, se detallan los principales actores involucrados en este proceso:

1 Unión Europea

- **Reglamento de Baterías:** La Unión Europea establece el marco legal y normativo que regula la implementación del Pasaporte de Baterías. Esto incluye la definición de requisitos y estándares que deben cumplir los fabricantes para garantizar la sostenibilidad y trazabilidad de las baterías.

2 Fabricantes de Baterías

- **Responsabilidad Directa:** Los fabricantes son responsables de recopilar y mantener la información necesaria para el pasaporte, asegurándose de que cada batería cumpla con los requisitos establecidos por la UE. Esto incluye datos sobre el origen de los materiales, procesos de fabricación y huella de carbono.

3 Entidades Externas de Verificación

- **Verificación Independiente:** Se espera que entidades externas validen la huella de carbono y otros datos críticos relacionados con las baterías. Esto es crucial para asegurar la transparencia y la veracidad de la información proporcionada en el pasaporte.

4 Ellen Carey y Circulor

- **Control del Proceso Productivo:** Ellen Carey, directora de Asuntos Externos de Circulor, ha sido mencionada como responsable de controlar el proceso productivo y contribuir a la creación del pasaporte. Circulor es una empresa que se especializa en soluciones de trazabilidad y sostenibilidad en cadenas de suministro.

Por lo tanto, el proceso de supervisión del PE de baterías será un esfuerzo colaborativo que involucra a la Unión Europea, los fabricantes, entidades externas para verificación y expertos en sostenibilidad. Este enfoque multiinstitucional es fundamental para garantizar que las baterías sean producidas y gestionadas de manera responsable, promoviendo así un futuro más sostenible en la industria automotriz.

Las implicaciones del PE de baterías alcanzan a:

- **Responsabilidad en la Cadena de Suministro:** El pasaporte ayudará a rastrear quién ha participado en cada etapa del proceso productivo, lo que aumentará la responsabilidad entre los fabricantes y proveedores.
- **Coste Asociado:** Se estima que el costo para implementar este pasaporte será entre 8 y 15 euros por batería, lo cual será asumido por los fabricantes.
- **Acceso a Información:** La información será accesible tanto para consumidores como para talleres mecánicos, facilitando el mantenimiento y reparación de las baterías.
- **Uso de Materiales Reciclados:** Con requisitos que fomentan el uso de materiales reciclados, se espera que los fabricantes adapten sus procesos para cumplir con las normativas europeas. Esto no solo beneficiará al medio ambiente, sino que también abrirá oportunidades para empresas especializadas en el reciclaje y recuperación de materiales.
- **Consortios y Alianzas:** La creación del pasaporte ha sido respaldada por un consorcio que incluye importantes fabricantes como BMW y Audi, lo que indica un compromiso significativo con la sostenibilidad. Estas colaboraciones pueden resultar en inversiones adicionales en tecnología e infraestructura para mejorar la producción y reciclaje de baterías.

En cuanto a las perspectivas de mercado con el PE de baterías, podemos señalar que su implementación prevé que tenga un impacto significativo en el mercado de vehículos eléctricos y en la industria de baterías en general. A continuación, se describen alguna de ellas:

1 Aumento de la Transparencia

- **Información Accesible:** El pasaporte proporcionará a los consumidores acceso a información detallada sobre el origen y la composición de las baterías, lo que fomentará una mayor confianza en los productos adquiridos. Esto puede influir en las decisiones de compra, favoreciendo a los fabricantes que demuestren prácticas sostenibles y éticas.

2 Promoción de la Sostenibilidad

- **Uso de Materiales Reciclados:** Con requisitos que fomentan el uso de materiales reciclados, se espera que los fabricantes adapten sus procesos para cumplir con las normativas europeas. Esto no solo beneficiará al medio ambiente, sino que también abrirá oportunidades para empresas especializadas en el reciclaje y recuperación de materiales.

3 Innovación en la Cadena de Suministro

- **Visibilidad y Gestión:** La necesidad de documentar cada etapa del ciclo de vida de la batería creará un entorno donde los fabricantes estarán más conscientes de su cadena de suministro. Esto puede llevar a innovaciones en la gestión logística y a una mayor responsabilidad en la selección de proveedores, lo cual es esencial para mitigar riesgos asociados con prácticas laborales inadecuadas.

4 Impulso al Mercado Europeo

- **Requisito Obligatorio:** A partir de 2027, el pasaporte será obligatorio para todas las baterías con capacidad superior a 2 kWh, lo que significa que todos los fabricantes que deseen comercializar sus productos en Europa deberán adaptarse a estos nuevos estándares. Esto podría crear un mercado más competitivo, donde solo aquellos que cumplan con las regulaciones puedan participar.

5 Adaptación a Otros Mercados

- **Expansión Global:** Aunque inicialmente se implementará en Europa, existe un potencial para que este sistema se adapte a otros mercados, como el estadounidense. Esto podría facilitar la entrada de baterías europeas en otros países y viceversa, ampliando así el alcance del mercado global.

6 Inversiones y Colaboraciones

- **Consortios y Alianzas:** La creación del pasaporte ha sido respaldada por un consorcio que incluye importantes fabricantes como BMW y Audi, lo que indica un compromiso significativo con la sostenibilidad. Estas colaboraciones pueden resultar en inversiones adicionales en tecnología e infraestructura para mejorar la producción y reciclaje de baterías.

En resumen, el PE de baterías tiene el potencial de transformar el mercado mediante una mayor transparencia, sostenibilidad e innovación en la cadena de suministro, lo que beneficiará tanto a los consumidores como a los fabricantes comprometidos con prácticas responsables.

IMPACTO DEL PASAPORTE EUROPEO DE BATERÍAS EN LA ECONOMÍA EUROPEA

La implementación del PE de baterías tendrá un impacto significativo en la economía europea, afectando diversos sectores y promoviendo cambios hacia una mayor sostenibilidad. Entre los principales efectos que se prevén están:

- 1 Fomento de la Sostenibilidad**, a través de la transición a la economía circular: El pasaporte promoverá prácticas más sostenibles en la producción y reciclaje de baterías, alineándose con los objetivos del Pacto Verde Europeo. Esto facilitará la creación de una economía circular, donde los materiales sean reutilizados y reciclados, reduciendo la dependencia de recursos vírgenes y de la reducción de impacto ambiental, ya que exige información sobre la huella de carbono y el origen de las materias primas, se espera que las empresas adopten prácticas más responsables, lo que contribuirá a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.
- 2 Impulso a la Innovación y Competitividad**, a través de incentivos para la innovación, debido a la necesidad de cumplir con los requisitos del pasaporte se pretende estimular a las empresas a invertir en tecnologías más limpias y eficientes, lo que puede resultar en avances significativos en la industria de baterías. Así también, se pretende fortalecer al sector local, actuando como una barrera para productos que no cumplan con los estándares europeos, protegiendo así a los fabricantes locales y fomentando su competitividad frente a importaciones menos sostenibles.
- 3 Creación de Nuevos Mercados y Oportunidades, a través de mercado del reciclaje**, donde la implementación del pasaporte aumentará la demanda de servicios de reciclaje y recuperación de materiales, lo que podría crear nuevas oportunidades económicas en este sector y el desarrollo de nuevas tecnologías, que permitirá mejorar la trazabilidad y sostenibilidad en la cadena de suministro, la cual puede impulsar el desarrollo de tecnologías innovadoras, como soluciones basadas en inteligencia artificial para optimizar el rendimiento y reciclaje de baterías.
- 4 Mejora en la Toma de Decisiones del Consumidor, fomentando la transparencia para el Consumidor** y el acceso a información clara sobre el origen y las características ambientales de las baterías permitirá a los consumidores tomar decisiones más informadas, favoreciendo productos sostenibles y responsables que promuevan la conciencia ambiental a medida que los consumidores se vuelvan más conscientes del impacto ambiental de sus elecciones, es probable que haya un cambio hacia productos más sostenibles, lo que beneficiará a las empresas que adopten estas prácticas.
- 5 Desafíos Potenciales orientados a las necesidades de estándares internacionales**, la falta de estándares uniformes para los pasaportes podría dificultar su implementación y comparación entre diferentes tecnologías. Esto requerirá esfuerzos coordinados a nivel internacional para garantizar efectividad.
- 6 Costos iniciales para fabricante**, los cuales tendrán que adaptarse a los nuevos requisitos lo cual puede implicar costos adicionales para los fabricantes, afectando temporalmente su rentabilidad hasta que se establezca en el nuevo entorno regulatorio.

En síntesis, el PE de baterías tiene la finalidad de transformar significativamente la economía europea, fomentar la sostenibilidad, impulsar la innovación, crear nuevos mercados y mejorar la transparencia en las decisiones del consumidor. Sin embargo, también presenta desafíos que deberán ser abordados para maximizar sus beneficios.

En este sentido, la implementación del PE de baterías responde a una creciente necesidad de asegurar que las baterías utilizadas en vehículos eléctricos sean producidas de manera sostenible, cumpliendo con los estándares ambientales establecidos por la UE. Esta medida también busca abordar las preocupaciones sobre el impacto ambiental de la extracción de materiales para baterías, promoviendo prácticas más responsables en toda la cadena de suministro.

Por lo tanto, el PE de baterías representa un paso importante hacia una mayor sostenibilidad en la industria automotriz, asegurando que tanto los fabricantes como los consumidores tengan acceso a información crítica sobre las baterías utilizadas en vehículos eléctricos.

CONCLUSIÓN

Antes de avanzar en la implementación de proyectos industriales relacionados con el litio y otros recursos evaporíticos, Bolivia debe consolidar un marco claro y concreto de gestión ambiental, cimentado en estándares internacionales de sostenibilidad. Esto implica desarrollar políticas eficaces de prevención, control, preservación, mitigación y restauración ambiental, capaces de anticipar impactos y garantizar una operación responsable de los ecosistemas de los salares.

Actualizar el marco normativo vigente es una condición imprescindible. Es necesario superar los enfoques tradicionales de gestión ambiental e incorporar criterios alineados con la transición energética global, como el uso de energías renovables, estudios hidrológicos y tecnologías limpias.

Este giro permitiría no solo proteger los ecosistemas frágiles del altiplano, sino también reducir los impactos ambientales y sus consecuencias económicas, muchas veces asumidas por el Estado boliviano como costos reembolsables o recuperables, afectando la eficiencia fiscal y reputacional de los proyectos.

Adoptando una visión de largo plazo basada en sostenibilidad y trazabilidad, Bolivia tiene la oportunidad de transformar su rezago en la industrialización del litio en una ventaja estratégica. En lugar de competir por velocidad, podría posicionarse en mercados exigentes como el europeo, donde iniciativas como el Pasaporte de Baterías demandan transparencia ambiental y certificación del origen responsable. Esta reorientación facilitaría la inserción del país en cadenas globales de valor asociadas a la transición energética, el desarrollo de infraestructura verde, la movilidad eléctrica, la economía circular y la digitalización industrial, todos ellos motores de una economía climáticamente inteligente y con alto valor agregado.



CAPÍTULO VII

ANÁLISIS DEL IMPACTO SOCIAL DEL LITIO EN BOLIVIA

RESUMEN

El capítulo aborda de manera integral la dimensión social y organizativa del desarrollo del litio en Bolivia, identificando actores clave, estructuras de gobernanza y condiciones necesarias para una explotación responsable y sostenible.

Se identifican los principales grupos de instituciones públicas y sociedad civil involucrados en la cadena de valor del litio, así como el modelo organizativo indígena que es determinante en la aprobación o rechazo de proyectos extractivos en las regiones (Potosí y Oruro).

También se aborda el marco legal y el derecho de la comunidades indígenas en cuanto a la propiedad del suelo y al uso de paso, reflejados en los

El capítulo analiza de forma integral la dimensión social y organizativa vinculada al desarrollo del litio en Bolivia, resaltando la importancia de identificar a los actores clave, sus estructuras de gobernanza y las condiciones necesarias para una explotación responsable y sostenible del recurso. Se reconoce la presencia de cinco grandes grupos involucrados en la cadena de valor: el gobierno central, las autoridades subnacionales, la sociedad civil organizada, el sector privado y la academia junto a organismos internacionales, cada uno con niveles diferenciados de influencia e interés. Este mapeo de actores revela tensiones pero también oportunidades en la gobernanza territorial y en la construcción de consensos.

En ese contexto, se describe el modelo organizativo comunitario del altiplano boliviano, basado en el derecho consuetudinario y el derecho positivo, donde la Magna Asamblea ejerce la máxima autoridad decisoria. Este esquema es determinante en la aprobación o rechazo de proyectos extractivos, como ha quedado demostrado en experiencias concretas en los salares. La comprensión de esta gobernanza indígena resulta esencial para cualquier estrategia de desarrollo territorial sostenible.

Se examina también el marco legal vigente, en especial la Ley No. 535, que establece los derechos mineros y su relación con el uso de la superficie. Se distinguen claramente el derecho de paso y el derecho de superficie, los cuales requieren acuerdos con propietarios, compensaciones justas y el cumplimiento estricto de normas ambientales y sociales. La titularidad minera no implica propiedad del suelo, y por tanto las empresas deben gestionar de manera transparente y consensuada cualquier intervención en territorio comunitario.

Por otra parte, se presenta un diagnóstico sobre la participación de los gobiernos subnacionales en la gobernanza del litio, basado en entrevistas con autoridades locales y nacionales. A través de una metodología participativa, se incorporan variables como inclusión territorial, enfoque de género, adaptación cultural y construcción de consensos. Los resultados muestran que si bien el interés por el litio es alto en todos los niveles, el poder de decisión sigue concentrado en instancias centrales, lo cual limita la articulación efectiva con las regiones productoras.

En este marco, se identifican desafíos claves que deben abordarse en las etapas de diseño e implementación de los proyectos: la limitada coordinación intergubernamental, la escasa transparencia informativa, la consulta previa insuficiente, las preocupaciones socioambientales, y los vacíos regulatorios en cuanto a participación y distribución de beneficios. Sin embargo, también se destacan importantes oportunidades, como el potencial de desarrollo regional que ofrece la industria del litio, el posicionamiento estratégico de Bolivia en el contexto de la transición energética global, la atracción de inversión europea en el marco de iniciativas como Global Gateway, y la posibilidad de diversificar la economía a través de infraestructura verde, empleo local y bienestar comunitario.

Finalmente, se proponen recomendaciones orientadas a fomentar una gobernanza participativa, promover la transparencia, priorizar el compromiso ambiental, impulsar el desarrollo comunitario y facilitar espacios de diálogo estructurado entre actores europeos, autoridades bolivianas, empresas y sociedad civil. En suma, el litio representa una ventana estratégica para Bolivia, pero su aprovechamiento dependerá de la capacidad del país para garantizar sostenibilidad, legitimidad territorial y cooperación internacional efectiva.

ORGANIZACIONES, SECTORES INSTITUCIONALES Y SOCIALES INVOLUCRADOS EN LA CADENA PRODUCTIVA DEL LITIO A NIVEL NACIONAL, DEPARTAMENTAL Y LOCAL

Un **mapa de actores** en la explotación del litio en Bolivia resulta fundamental para identificar a los diversos grupos involucrados, comprender sus intereses y evaluar su nivel de influencia. Estos actores se pueden clasificar en cinco grandes grupos:

Actores Gubernamentales (Alta influencia, interés variable)

- Gobierno Nacional: Define políticas, regula y firma contratos.
- Yacimientos de Litio Bolivianos (YLB): Empresa estatal encargada de la exploración, extracción y comercialización del litio.
- Asamblea Legislativa Plurinacional: Evalúa contratos con empresas extranjeras.
- Gobernaciones de Potosí y Oruro: Gestionan regalías y desarrollo departamental.
- Municipios locales: Representan intereses comunitarios y pueden facilitar o bloquear proyectos.

Comunidades y Movimientos Sociales (Alta influencia, alto interés)

- Comunidades indígenas y campesinas: Habitantes de las zonas donde se extrae litio; demandan consulta previa y beneficios económicos.
- Comités cívicos (Potosí y Oruro): Actores críticos que exigen mayor transparencia y beneficios locales.
- Cooperativas mineras: Buscan participación en la cadena de valor del litio.
- ONGs y organizaciones ambientales: Evalúan impactos ambientales y sociales de la explotación.

Empresas y Sector Privado (influencia media, alto interés)

- Empresas extranjeras (China, Rusia, Alemania, etc.): Socios estratégicos en el desarrollo industrial del litio.
- Empresas nacionales: Proveedores de servicios y contratistas en la cadena de producción.
- Industria automotriz y tecnológica: Demandan litio para baterías y otros productos.

Academia y Centros de Investigación (Influencia media, alto interés)

- Universidades y centros de investigación: Desarrollan tecnología y estudian impactos socioambientales.
- Institutos científicos: Investigan la viabilidad del litio y sus derivados.

Organismos Internacionales y Financieros (Influencia media, interés medio)

- Banco Mundial / BID / CAF: Posibles fuentes de financiamiento para infraestructura y desarrollo del sector.
- Unión Europea / ONU: Promueven estándares ambientales y sociales en la minería.
- Organizaciones ambientales globales: Vigilan el impacto del litio en los ecosistemas.

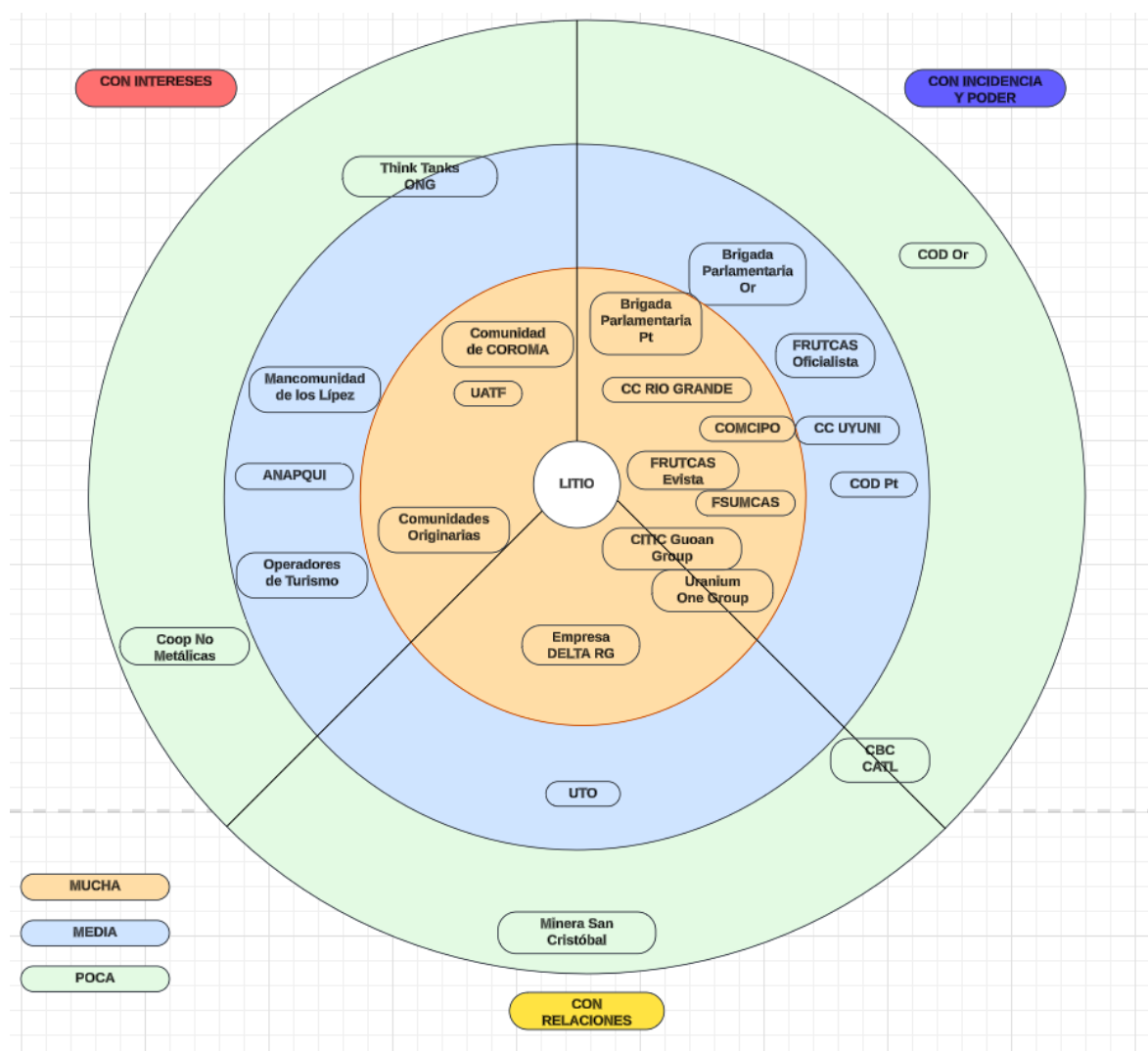
De acuerdo al estudio⁸ y el diagnóstico realizado por la DUE - Bolivia, se identifican a los actores claves de la sociedad civil, situandolos en roles de: Interés⁹, Incidencia/Poder¹⁰ y Relaciones, como se puede apreciar en la siguiente figura.

8 Consultoría: Informe de diagnóstico mapeo de la sociedad civil - Alfredo Zaconeta. Año 2024

9 Que tienen interés (positivo/negativo) en el desenvolvimiento del proyecto, ya sea por el impacto económico que derive en desarrollo de otras cadenas productivas o por el impacto socioambiental que serviría de argumento para generar debates y temas de investigación.

10 Que tienen la capacidad de promover u oponerse al desarrollo del proyecto y las eventuales asociaciones a través de los contratos suscritos para la EDL.

Figura 16: Mapa de Actores - Sociedad Civil



Fuente: Informe de diagnóstico mapeo de la sociedad civil (Alfredo Zaconeta)

Como se observa en la figura 16, en el centro se encuentra la cadena de valor del litio. En el círculo naranja están los actores de la sociedad civil con mayor interés, tales como las comunidades indígenas, comités cívicos, federaciones de campesinos, universidades y empresas extranjeras interesadas en la explotación del litio en las regiones de los salares.

En el círculo azul se ubican los actores de la sociedad civil con un nivel medio de interés y poder, representados por productores, operadores turísticos, brigadas parlamentarias regionales y municipios de la zona de intervención. Finalmente, en el círculo verde están los actores con menor interés en la cadena del litio, entre los que se encuentran empresas mineras asentadas en la zona, la Central Obrera Departamental y diversas ONGs.

Además, es fundamental considerar la organización del Altiplano boliviano, especialmente en relación con la estructura organizacional de las comunidades indígenas originarias.

En este contexto, el esquema organizativo del Altiplano se basa en el derecho consuetudinario (usos y costumbres) y el derecho positivo (normas escritas). Estos esquemas conforman la gobernanza de las comunidades indígenas originarias, la cual se estructura de la siguiente manera:

- La primera y más importante instancia es la **Magna Asamblea**, como máxima instancia de toma de decisiones. Asisten a estas reuniones el Corregidor, el Agente Municipal, los Comités de Salud, Energía Eléctrica, Deportes, y otros representantes seccionales que deben englobar al grueso de las comunidades del altiplano. La Asamblea tiene 3 reuniones ordinarias anuales donde se toman las decisiones más importantes de la comunidad. Si la Asamblea General decide autorizar la implementación de un proyecto, prospera, pero si no, no tiene futuro. La decisión de la asamblea ordinaria es vital, es ahí donde se dan los lineamientos para que las autoridades empiecen a trabajar. Las fechas aproximadas de las 3 Asambleas son después de carnaval (febrero o marzo), después de las fiestas patrias (6 de agosto) y después de Todos Santos (noviembre).
- La segunda instancia son las **Asambleas Extraordinarias** que se reúnen de acuerdo a las circunstancias y necesidades de la comunidad. No es una instancia decisiva, ya que no es con todos los representantes y no comprende al 100% de los representantes de la población. Por lo tanto, las decisiones que se toman no tienen el mismo impacto y autoridad que la Magna Asamblea.
- En el tercer nivel está el **Consejo de Autoridades** que acompaña la toma de decisiones del cumplimiento del mandato de la Asamblea Extraordinaria. Está conformado por los comités y autoridades, se encargan de realizar acompañamiento, cumplimiento, evaluación y seguimiento a las decisiones tomadas por la Magna Asamblea.

Por lo tanto, la decisión final la toma la Magna Asamblea, eso es fundamental entender. Si la Magna Asamblea no da curso a una aprobación final de las otras asambleas no se da curso a lo autorizado en las otras instancias. En Bolivia hay casos como la mina Mallkukota, donde la decisión fue rechazada por la Magna Asamblea y el proyecto se cerró. Hay varios ejemplos de este tipo en Bolivia. Ni el Gobierno ni nadie puede interferir en esa decisión.

Estas instancias de decisión son el primer nivel de negociación de toma de decisiones, antes que el mismo Ejecutivo. La minera adquiere una concesión, cuidando el medio ambiente y cuidando el impacto en las comunidades circundantes.

Figura 17: Esquema organizacional de las comunidades indígenas en el altiplano boliviano



Fuente: Elaboración propia en base a información Minera San Cristóbal

Por lo tanto, la sensibilización de la información debe ahondar esfuerzos con estas autoridades.

Como se mencionó anteriormente la Ley No. 535 de Minería y Metalurgia establece en su artículo 2 que los recursos minerales son de propiedad y dominio directo, de forma indivisible e imprescriptible, del pueblo boliviano. Su administración corresponde al Estado boliviano en sujeción a lo previsto por la presente Ley. Ninguna persona, aun siendo propietaria del suelo, puede reclamar propiedad sobre los recursos minerales que se encuentran en el suelo o subsuelo.

El uso del suelo establecido en la Ley minera, puede llevar a cometer errores, ya que en el Art. 108 de la Ley establece:

- Los titulares de derechos mineros tendrán el derecho a paso por la superficie en las que se encuentra su área de contrato y/o por las propiedades vecinas, previo acuerdo de partes, estando facultados para construir sendas, caminos, puentes, ductos, acueductos, tendido eléctrico, líneas férreas e instalar los servicios básicos necesarios, a su propia cuenta y costo. En todos los casos el ejercicio de estos derechos deberá cumplir con la normativa vigente.

El artículo 109 de la Ley establece que:

- Los titulares de derechos mineros podrán obtener el derecho de superficie en sus áreas de contrato y/o por las propiedades vecinas, previo acuerdo de partes, pago de compensación y cumplimiento a normas y procedimientos de autorización establecidos, quedando así facultados para construir plantas de tratamiento, dique y presa de colas, infraestructura y otros equipamientos necesarios para sus actividades mineras, en el marco de las normas legales aplicables.

Tabla 30: Diferencias entre el derecho de paso y derecho de superficie

CONCEPTO	ARTÍCULO 108 (DERECHO DE PASO)	ARTÍCULO 109 (DERECHO DE SUPERFICIE)
Acceso al terreno	Permitido para tránsito dentro del área minera y propiedades vecinas	Permitido para establecer infraestructura permanente
Negociación con propietarios	Requiere acuerdo con el dueño del terreno	Requiere acuerdo con compensación
Tipo de infraestructura	Sendas, caminos, puentes, ductos, servicios básicos	Plantas de tratamiento, diques, presas de colas, infraestructura minera
Normas Aplicables	Regulaciones de acceso y tránsito	Normas ambientales, sociales y de construcción

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, previo acuerdo de partes se facultará a construir caminos, sendas, puentes, campamentos y otros necesarios a su propia cuenta y costo, por lo que hay que pedir permiso para hacer cualquier inversión, ya que sino las **Centrales Únicas Provinciales** consideran que es una invasión a su suelo. La cláusula, número 16, en el contrato minero que dice: “El ejercicio de la actividad minera no confiere al actor productivo minero derechos propietarios. Asimismo, los derechos mineros son distintos e independientes del propietario sobre la superficie”. En el caso de las TCOs, el actor productivo minero debe llegar a un acuerdo con las comunidades, caso contrario se debe ir a un juicio.

El segundo estudio que realizó en la zona del litio de Bolivia estuvo centrado en un análisis de la participación de los gobiernos sub-nacionales en el sector de la minería del litio, cuyo objetivo se orientó en proponer una metodología que permita la participación efectiva de las autoridades locales (AL) de Bolivia en la gobernanza de la iniciativa Global Gateway relativa al sector del litio.

Las variables que se abordaron para la metodología tuvieron un enfoque participativo que asegure la inclusión y representación de autoridades locales involucradas en la cadena del litio; análisis de género que integra la perspectiva de género en todas las etapas del proceso; diversidad cultural: Adaptar la metodología y herramientas a los contextos locales y la construcción de consensos para fomentar el diálogo y la colaboración para lograr acuerdos y soluciones sostenibles.

El segundo estudio¹¹ realizado por la DUE - Bolivia elabora un diagnóstico y un mapa de actores para el análisis de las autoridades locales en la zona de los salares. En este

11 Consultoría: Análisis de la participación de los gobiernos sub-nacionales en el sector de la minería del litio - Luis Eduardo Martínez Almanza. Año 2024

se describe en primera instancia la organización territorial e institucional del Estado Bolivia, entrevistando a un total de 30 autoridades locales y nacionales con las siguientes características:

Tabla 31: Mapeo estructural de autoridades locales

ACTORES	DEPARTAMENTO DE POTOSÍ	DEPARTAMENTO DE ORURO	DETALLE
Autoridades Locales	13 Instancias locales	10 Instancias locales	<ul style="list-style-type: none"> ● Alcaldes, ● Concejales ● Representantes de autonomías indígenas
Autoridades Nacionales	<ul style="list-style-type: none"> ● Ministerio de Hidrocarburos y Energía ● Asamblea Legislativa Plurinacional ● Yacimientos del Litio Boliviano (YLB) ● Tribunal Constitucional Plurinacional (TCP) ● Tribunal Agroambiental ● Servicio Nacional de Áreas Protegidas (SERNAP) ● Instituto Nacional de Reforma Agraria (INRA) ● Viceministro De Autonomía del Ministerio de la Presidencias 		
Organizaciones privadas	<ul style="list-style-type: none"> ● Asociación de Municipalidades de Potosí (AMDEPO) ● Asociación de Municipios del Departamento de Oruro (AMDEOR) ● Mancomunidad de la Gran Tierra de los Lípez 		
Instituciones Académicas	<ul style="list-style-type: none"> ● Universidad Autónoma Tomás Frías (UATF) ● Universidad Técnica de Oruro (UTO) 		

Fuente: Elaboración propia, en base a información del estudio (Análisis de la participación de los gobiernos sub-nacionales en el sector de la minería del litio - 2024)

Las instituciones analizadas, tanto a nivel local como nacional, muestran un alto interés en la producción de litio, aunque su poder de decisión varía. En Potosí, la Universidad Autónoma Tomás Frías (UATF) ha realizado estudios sobre el litio y participa en espacios de discusión sobre el tema, pero su poder de decisión en la gestión del recurso es limitado. “Nosotros tenemos mucha información que hemos generado en la universidad... para que conozcamos de todas las cosas que ha ido haciendo la universidad autónoma Tomás Frías y los resultados que se tienen” (Soraide, 2024).

En Oruro, la Gobernación busca participar activamente en la cadena productiva del litio, aunque reconoce las limitaciones competenciales que le impiden tomar decisiones directas sobre la explotación del recurso. “Necesitamos en el Departamento de Oruro

generar industria, generar industrialización” (Paravicini, 2025). La Asamblea Legislativa Departamental de Oruro, por otro lado, tiene un menor poder de decisión en el proceso, aunque mantiene el interés en la fiscalización y el seguimiento de los proyectos de litio.

A nivel nacional, el Ministerio de Hidrocarburos y Energía, a través de Yacimientos de Litio Bolivianos (YLB), tiene un alto poder de decisión en la gestión del litio. “El marco jurídico y legal, ha dado soluciones exclusivas a que el gobierno central sea el que va a manejar todo lo que es en materia del litio”, señala Vidaurre (2025).

En la tabla No 32, se visualiza el mapa de actores de acuerdo al diagnóstico realizado en el estudio de diagnóstico a autoridades locales.

Tabla 32: Mapeo de actores autoridades locales priorizados

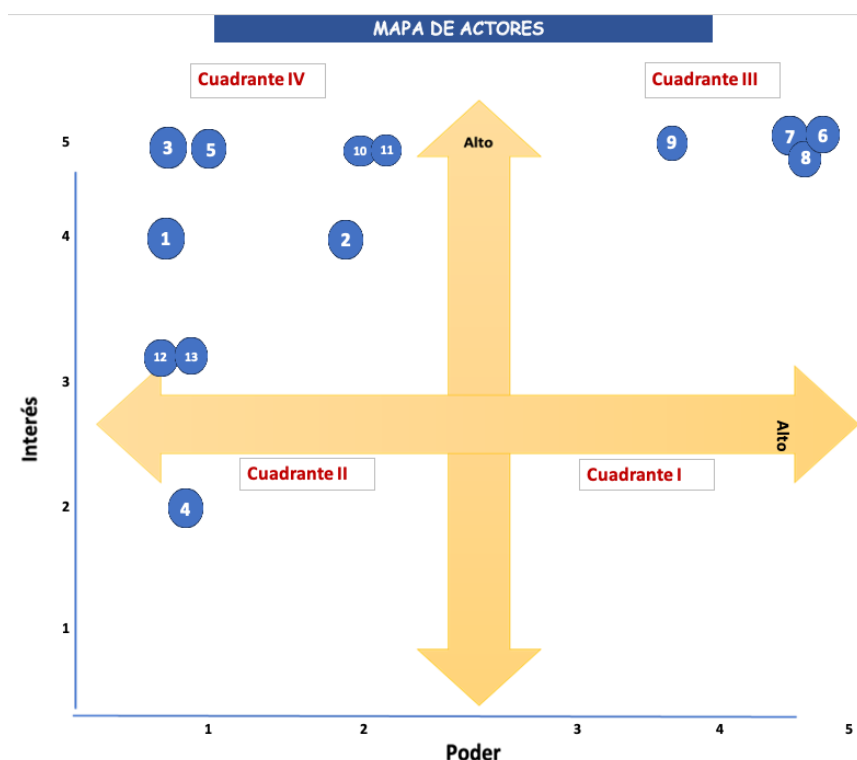
No	Actores Relevantes	Poder	Interés
1	Universidades	1	4
2	Asociación de municipios de Potosí	2	4
3	Gobiernos municipales	1	5
4	Asamblea Legislativa Departamental de Oruro	1	2
5	Gobierno Autónomo Indígena Originario Campesino	1	5
6	Ministerio de Hidrocarburos y Energía	5	5
7	Yacimientos de Litio Bolivianos (YLB)	5	5
8	Asamblea Legislativa Plurinacional	5	5
9	Mancomunidad de la Gran Tierra de los López	3	5
10	Consejo Regional Económico y Social (CRES) del Sudoeste Potosino	2	5
11	Tribunal Constitucional Plurinacional (TCP)	2	5
12	Servicio Nacional de Áreas Protegidas (SERNAP)	1	3
13	Instituto Nacional de Reforma Agraria (INRA)	1	3

Fuente: Elaboración propia, en base a información del estudio (Análisis de la participación de los gobiernos sub-nacionales en el sector de la minería del litio - 2024)

En la tabla anterior describe los 13 actores identificados en dicho estudio, de acuerdo a las entrevistas realizadas se cuantificó del 1 al 5 el grado de poder e interés de cada uno de ellos relacionado a la cadena productiva del litio.

En la figura No 18, se visualiza el mapa de actores de acuerdo al grado de poder e interés que cada uno de ellos tiene.

Figura No 18: Mapa de actores autoridades locales



Fuente: Elaboración propia, en base a información del estudio (Análisis de la participación de los gobiernos sub-nacionales en el sector de la minería del litio - 2024)

Esta metodología no solo describe en qué lugar del cuadrante se sitúa cada actor sino también refleja las estrategias que se pueden realizar por cuadrante:

- En el **cuadrante II**, (bajo poder, bajo interés). Son actores a los cuales se los puede descartar o realizar acciones para ir incorporándolos gradualmente para incrementar su interés. En este sentido, es necesario trabajar con ellos en procesos de acercamiento para ir involucrándolos en las actividades y acciones que realizan las empresas.
- En el **cuadrante III**, (alto poder, alto interés). Son actores a los cuales se los debe incorporar cuanto antes. Por lo que el trabajo con estas instancias tiene que estar orientado a trabajos de alta coordinación y comunicación, con el fin de lograr el proyecto.
- En el **cuadrante IV**, (bajo poder, alto interés). Son actores a los cuales se les debe informar y comunicar todos los avances que se van realizando. Por lo cual las acciones a desarrollar estarían centradas en un trabajo de información constante de los resultados, impactos y las actividades que se va desarrollando en las empresas.

CONCLUSIÓN

El actual modelo de gestión del litio en Bolivia presenta una fuerte centralización en el nivel estatal, liderada por el Ministerio de Hidrocarburos y Energía y Yacimientos de Litio Bolivianos (YLB). Aunque las autoridades locales de Potosí y Oruro han mostrado un alto interés en este recurso estratégico, su margen de acción sigue siendo limitado debido a restricciones de competencias y recursos.

Si bien el centralismo en Bolivia es elevado, es importante tener en cuenta que los derechos mineros no otorgan automáticamente derechos sobre la superficie. En este sentido, se requiere negociación y compensación. Los propietarios pueden negarse a permitir el acceso si no hay acuerdo, salvo que se apliquen procedimientos administrativos específicos. Las empresas deben cumplir con normas ambientales y sociales antes de construir infraestructura. Si hay conflicto, las partes pueden recurrir a mediación o instancias judiciales.

Por lo tanto, para comprender plenamente la dinámica de la gobernanza del litio en Bolivia, es fundamental considerar no sólo la perspectiva de los actores gubernamentales, sino también el rol de las autoridades locales y la sociedad civil. En este sentido, la gobernanza¹², juega un rol primordial para lograr éxito para la implementación y ejecución de los proyectos de litio, la generación de sinergias, reuniones explicativas entre la empresa y la sociedad civil de la región son acciones que sin lugar a dudas permitirá que la puesta en marcha de las inversiones en la región sean sostenibles y beneficiosas para las empresas.

De acuerdo a la investigación final de la consultoría¹³ elaborado para la DUE-Bolivia se concluye que para realizar un análisis integral sobre la participación de los actores locales en la gobernanza del litio en Bolivia, es imprescindible tener una visión profunda de cada uno de los actores claves de la sociedad civil a nivel nacional y sub-nacional.

En este sentido, es esencial tener en cuenta que todo estudio sobre la participación de las autoridades locales en la gobernanza del litio revela un escenario complejo, donde se entrelazan oportunidades y desafíos para el desarrollo sostenible de este recurso estratégico.

De esta manera, el estudio identifica aspectos -desafíos claves- que deben ser tomados en cuenta al momento del trabajo de campo de las empresas interesadas en el litio de Bolivia:

12 Es el proceso de interacción y toma de decisiones dentro de una organización, estado o sociedad. Abarca temas como la política, la política económica y el orden social en general. La gobernanza se centra en el proceso y la colaboración entre los actores. La gobernanza implica la interacción de diferentes actores públicos y privados en el proceso de elaboración, toma de decisiones e implementación de las políticas públicas

13 Participación Efectiva de Autoridades Locales en la Gobernanza del Litio en Bolivia, de fecha febrero 2025 - Luis Eduardo Martínez Almanza.

- **Limitada coordinación intergubernamental:** Las brechas de comunicación entre el nivel central y las autoridades locales han generado desconfianza y dificultan la participación efectiva de las regiones productoras.
- **Déficit de transparencia:** La falta de información clara y accesible sobre los proyectos y acuerdos genera incertidumbre entre las comunidades y los gobiernos locales.
- **Consulta previa insuficiente:** Aunque la Constitución boliviana garantiza la consulta previa a las comunidades indígenas, en la práctica esta no siempre se implementa de manera efectiva.
- **Preocupaciones socioambientales:** Las comunidades locales expresan inquietudes por los posibles impactos ambientales y sociales, particularmente en relación con la gestión del agua y la preservación de sus territorios y culturas.
- **Normativa incompleta:** Existen vacíos regulatorios en cuanto a la participación de actores territoriales, la consulta previa, la distribución de beneficios y la gestión ambiental.

Por su parte, el mismo documento aborda oportunidades interesantes en caso de que el litio se concrete en Bolivia:

- **Alto potencial de desarrollo regional:** La industria del litio puede convertirse en un motor de desarrollo económico para las regiones productoras, siempre que se garantice una gestión equitativa y sostenible.
- **Posicionamiento estratégico de Bolivia:** La creciente demanda internacional de litio, impulsada por la transición energética global, sitúa a Bolivia como un socio clave en el mercado de minerales críticos.
- **Atracción de inversión europea:** La participación de empresas europeas, especialmente en el marco de iniciativas como Global Gateway de la Unión Europea, representa una oportunidad para impulsar la transferencia tecnológica, la creación de empleo y el desarrollo de una cadena de valor sostenible.
- **Diversificación económica:** La industria del litio tiene el potencial de fortalecer la infraestructura local, dinamizar la economía regional y mejorar la calidad de vida de las poblaciones locales.

Las recomendaciones de la investigación están orientadas a:

- **Fomentar la participación inclusiva:** Invertir en esquemas de gobernanza que promuevan la participación activa de autoridades locales, comunidades indígenas y organizaciones sociales, fortaleciendo la legitimidad y sostenibilidad de los proyectos.

- **Promover la transparencia y el acceso a la información:** Garantizar la divulgación de información clave sobre contratos, operaciones y distribución de beneficios, para contribuir a la confianza y al clima favorable para la inversión.
- **Compromiso ambiental:** Priorizar tecnologías de extracción con menor huella hídrica y ambiental, alineadas con las mejores prácticas globales en sostenibilidad.
- **Desarrollo comunitario:** Asegurar que la inversión también se traduzca en beneficios tangibles para las comunidades locales mediante proyectos de desarrollo social y económico.
- **Facilitar espacios de diálogo estructurado:** Impulsar plataformas que permitan un diálogo abierto y estructurado entre la Unión Europea, el gobierno boliviano, las empresas y la sociedad civil, orientado a una gobernanza del litio basada en principios de responsabilidad y sostenibilidad.

Por lo tanto, el litio boliviano ofrece a las empresas europeas una oportunidad única para posicionarse como socios estratégicos en un sector clave para la transición energética global. No obstante, para capitalizar este potencial, es esencial apostar por una cooperación que priorice la sostenibilidad, la transparencia y la consulta a las comunidades locales, garantizando así un entorno propicio para el desarrollo conjunto y el fortalecimiento de las relaciones entre Bolivia y Europa.

Wasserstoff

$[\text{He}]2s^1$

181 / 1347

-3,040(1)

0,97

6,94

$[6,938;6,997]^*$

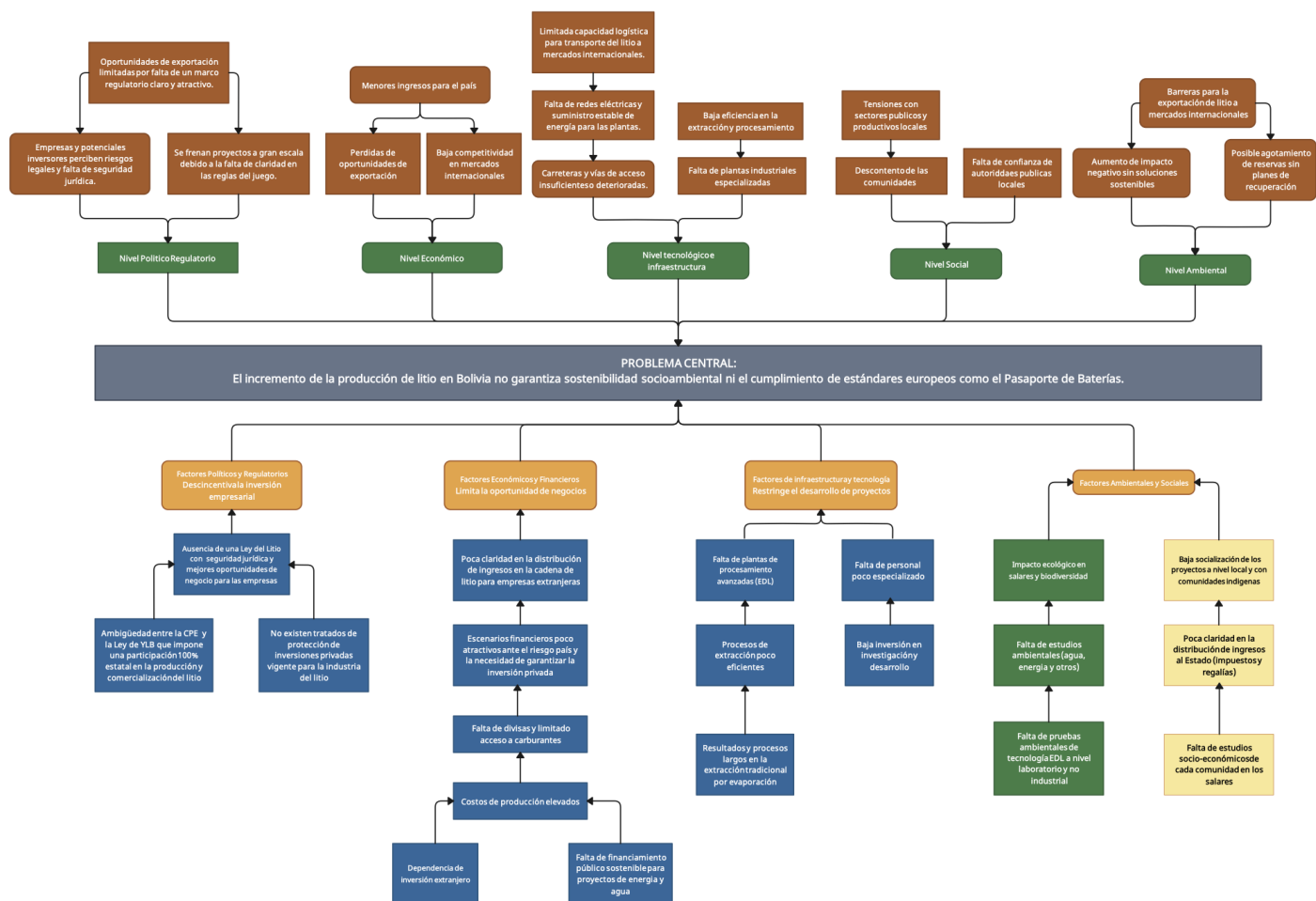
Li

Lithium

$[\text{Ne}]3s^1$

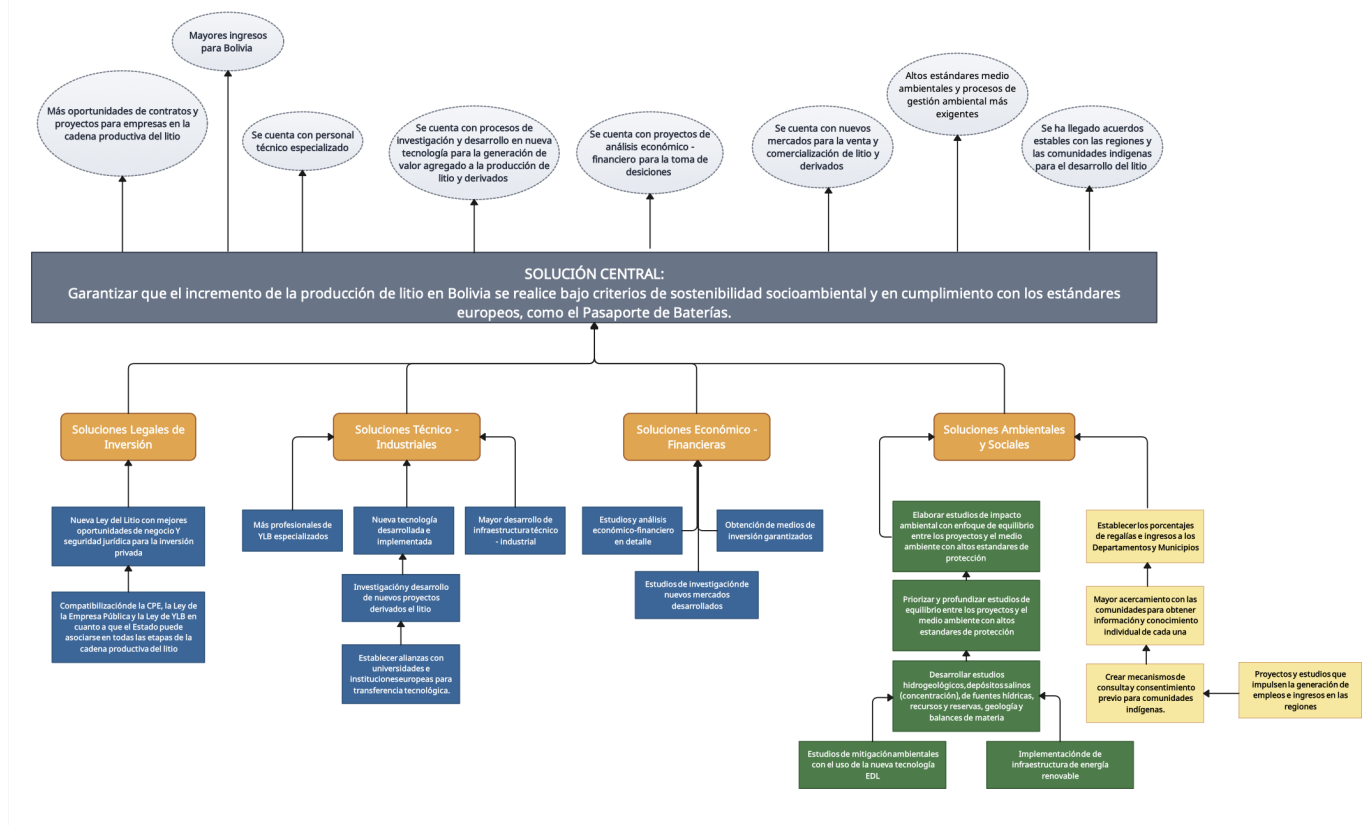
ANEXOS

ANEXO 1: ÁRBOL DE PROBLEMAS



ANEXOS

ANEXO 2: ÁRBOL DE SOLUCIONES



ANEXOS

ANEXO 3: ANÁLISIS DE LOS CONTRATOS FIRMADOS CON YLB POR LA EMPRESA RUSA URANIUM Y CHINA CBC

EMPRESA URANIUM ONE GROUP, JOINT-STOCK COMPANY, SUCURSAL BOLIVIA

Tipo de Contrato: Proyecto de ley de aprobación de asociación accidental para el desarrollo de una planta de extracción directa de litio - EDL y carbonatación de litio en el salar de Uyuni del departamento de potosí Bolivia, entre la empresa pública nacional estratégica de yacimientos de litio bolivianos - YLB y la empresa Uranium One Group, joint-stock company sucursal Bolivia.

Plazo: El Contrato tendrá un plazo de veinte (20) años a partir de la fecha de entrada en vigor del Contrato. El plazo podrá ser ampliado por acuerdo de las Partes.

Ubicación del Proyecto: En el sur del Salar de Uyuni, la ubicación de la planta en las inmediaciones de Llapi en las orillas del salar de Uyuni.

HONG KONG CBC INVESTMENT LIMITED, SUCURSAL BOLIVIA

Tipo de Contrato: Contrato de Servicios para la Producción de Carbonato de Litio en el Salar de Uyuni del Departamento de Potosí Bolivia

Plazo: En caso de implementar solamente la Fase I, el plazo del presente Contrato será de al menos treinta y seis (36) años, computables a partir de la Fecha Efectiva, salvo que sea terminado anticipadamente de acuerdo con lo establecido en el presente Contrato.

En caso de implementar la Fase II, el plazo del presente Contrato será ampliado hasta cuarenta y dos años (42), tomando en cuenta la ejecución de todas sus actividades.

Ubicación del Proyecto: Salar de Uyuni está ubicado en la parte Sur del Altiplano boliviano, y la parte Norte de la Provincia de Potosí de Bolivia. En las inmediaciones de Llapi en las orillas del salar de Uyuni.

EMPRESA URANIUM ONE GROUP, JOINT-STOCK COMPANY, SUCURSAL BOLIVIA**Características generales del contrato:**

- Se establece un proceso claro de aprobación y revisión entre URANIUM y YLB durante la fase de implementación y construcción. URANIUM debe presentar anualmente programas y presupuestos que contemplen las actividades necesarias, para su aprobación por parte de YLB.
- La distribución de aportes en la Asociación Accidental, se traduce nominalmente en 51% para YLB y 49% para URANIUM. Esta distribución no sólo refleja la relación de poder entre las partes sino que también asegura el control mayoritario de YLB, lo que es relevante en el contexto de la Ley Aplicable.
- URANIUM debe llevar registros contables y financieros de acuerdo con las leyes del Estado Plurinacional de Bolivia y presentar copias a YLB cuando sea requerido. La obligación de documentar adecuadamente las operaciones garantiza que YLB pueda supervisar, el uso de los recursos.
- Se establece que, si las pruebas de rendimiento no son satisfactorias, URANIUM será responsable de llevar a cabo las actividades de Abandono y Restauración según lo indicado en el Anexo técnico.

HONG KONG CBC INVESTMENT LIMITED, SUCURSAL BOLIVIA**Características generales del contrato:**

- El contrato de servicios incluye la Planta de Salmuera Residual y la Planta EDL, con los siguientes detalles: la Planta de Salmuera Residual, en su Fase I, debe producir Carbonato de Litio grado batería con una capacidad de 10.000 toneladas y en su Fase II, podrá aumentar su producción en 15.000 toneladas/anuales adicionales.
- Por otro lado, la Planta EDL, en su Fase I, deberá producir 25.000 toneladas anuales de Carbonato de Litio grado batería y en la Fase II, podrá producir 25.000 toneladas anuales adicionales.
- YLB y el Operador deberán cumplir con sus respectivas obligaciones tributarias conforme a las: Leyes Aplicables: En cuanto a las regalías, YLB, como dueño de la producción, es responsable de declararlas y pagarlas con los ingresos del proyecto, debiendo proporcionar a CBC la documentación que respalde los pagos.
- La retribución del Operador será realizada por YLB mediante un pago en especie, una vez iniciada la comercialización del producto. Este pago se compondrá de varios elementos, como el OPEX, CAPEX inicial, los costos financieros, la licencia de servicio técnico, los gastos de CAPEX de mantenimiento y el fondo de distribución de las Plantas, los cuales serán revisados y pagados por YLB.

Las Partes han acordado que el monto de la licencia de servicio técnico será de 1.700 USD por tonelada de producto.

EMPRESA URANIUM ONE GROUP, JOINT-STOCK COMPANY, SUCURSAL BOLIVIA

HONG KONG CBC INVESTMENT LIMITED, SUCURSAL BOLIVIA

Características de dotación de agua y salmuera:

- La zona de toma de agua para uso Industrial de Huasa Julaca (jurisdicción Calcha-K), se ubica al sur de la Central Llipi, la longitud de esta cuenca es de aproximadamente 419 [km*].
- La zona de extracción de salmuera, en un área de aproximadamente 218,29 [km²], la zona donde se ubican los pozos de toma de salmuera para abastecer de materia prima al complejo industrial que se ubicará en la parte sur del propio salar de Uyuni

Consideraciones Socioambientales:

Las zonas del Proyecto no presentan sobre posición con Áreas Protegidas o Parques Nacionales. El proyecto está ubicado dentro del término municipal de Colcha K, en la Tierra Fiscal de YLB asignada en calidad de usufructo por el INRA a través de resolución administrativa de usufructo DGAT-RES-USUF No.8/2023 de fecha 28 de diciembre de 2023 y más precisamente vecino al campamento de Llipi de YLB, en ese sector se implementará la Planta y desde ahí partirán los ductos hacia el salar (norte) para la toma de salmuera y hacia la microcuenca Huasa Julaca (sur) para la toma de agua de uso industrial.

CONSIDERACIONES GEOLÓGICAS: La corteza salina superior del Salar de Uyuni tiene un espesor de entre 1 y 17m y consiste principalmente en halita porosa estratificada (- 95%).

Consideraciones Socioambientales:

Las zonas de los Proyectos no presentan sobre posición con Áreas Protegidas o Parques Nacionales. El proyecto está ubicado dentro del término municipal de Colcha K. en la Tierra Fiscal de YLB asignada en calidad de usufructo por el INRA a través de resolución administrativa de usufructo DGAT-RES-USUF No.8/2023 de fecha 28 de diciembre de 2023 y más precisamente vecino al campamento de Llipi de YLB.

Estas infraestructuras abarcan un territorio mayor, transcurriendo áreas de uso agrícola y ganadero principalmente que pertenecen a las comunidades de la TCO (Tierras: Comunitarias de Origen). Nor: Lipez, por lo cual para su aprovechamiento se efectuará las consultas correspondientes, estudios y acuerdos con la TCO para el uso, equitativo y sostenible de este recurso.

CONSIDERACIONES GEOLÓGICAS: La corteza salina superior del Salar de Uyuni tiene un espesor de entre 1 y 17m y consiste principalmente en halita porosa estratificada (- 95%).

EMPRESA URANIUM ONE GROUP, JOINT-STOCK COMPANY, SUCURSAL BOLIVIA**PLAN DE TRABAJO PRELIMINAR:**

La empresa URANIUM ONE GROUP, a cuenta y riesgo propio, con el objetivo de probar la disponibilidad y calidad de recursos (Salmuera y Agua para uso industrial), en las zonas asignadas.

La exploración geológica se lleva a cabo en dos etapas: la primera etapa para las Fases 1 y 2 de la planta con una capacidad de 9.000 toneladas/año, y al segunda etapa, tras la aclaración de las principales características del yacimiento, para verificar la disponibilidad de recursos (Salmuera y Agua para uso industrial), y así alcanzar la capacidad máxima de la planta de 14.000 toneladas/año.

Así mismo de acuerdo a la propuesta de la empresa URANIUM ONE GROUP, la estimación preliminar de CAPEX es de 976.852.100 USD, e Incluye todos los aspectos claves para la construcción y operación, de la planta.

Así mismo, previo al inicio de la construcción de las Fases 1, 2 y 3 de la planta, URANIUM presentará los Programas y Presupuestos anuales y sus correspondientes programas constructivos, que serán aprobados expresamente por YLB y modificados conforme lo indicado en el Contrato suscrito.

A la conclusión de la Construcción de la Fase 1 y Fase 2, luego de llevado a cabo la puesta en marcha y estabilización de la planta para alcanzar los parámetros de producción definidos y luego de superadas las pruebas de establecidos en el contrato, URANIUM transferirá la titularidad de la planta a YLB en sus fases 1 y 2, con capacidad de producir 9.000 Toneladas/año (Primera Transferencia).

HONG KONG CBC INVESTMENT LIMITED, SUCURSAL BOLIVIA**PLAN DE TRABAJO PRELIMINAR:**

Planta de carbonato de litio a partir de salmuera residual

- **Capacidad de la Planta:** Fase :1 10.000 [t/a] LiCO_3 y Fase 2: 15.000 [t/a] Li_2CO_3 .
- **Tipo de Proceso:** Sistema de Extracción de Litio Concentración de Litio. Eliminación de impurezas Mg, B, Ca y otros Precipitación de Carbonato de Litio.
- **Datos del Producto:** Carbonato de Litio Grado Batería mayor a 99,5% pureza.
- **Consumo de materia prima:** Salmuera cruda procedente de zonas de extracción de salmuera suministrada por YLB Aproximadamente 9.292.929 [m3/año] según propuesta (este valor es considerado para una planta de 25.000 t/al). Se requiere realizar los estudios para la ampliación hasta 50.000 (t/a).
- **Insumos del Proceso:** Carbonato de sodio, agua y otros.
- **Reactivos químicos:** Ácidos, bases y otros
- **Comercialización:** Los principales clientes que demandan este producto de YLB son Rusia, China y Dubai. La demanda se sustenta en primera instancia en el auge que ha experimentado la electro- movilidad a nivel mundial en los últimos años. YLB tendrá la exclusividad en la comercialización de la totalidad del Producto, respetando los pagos en especie en favor de la empresa que llevará a cabo los proyectos y la retribución a CBC, será efectuada mediante el pago en especie por parte de YLB, una vez que, ambas plantas entreguen producto para la comercialización.

EMPRESA URANIUM ONE GROUP, JOINT-STOCK COMPANY, SUCURSAL BOLIVIA

HONG KONG CBC INVESTMENT LIMITED, SUCURSAL BOLIVIA

En la fecha de la primera transferencia, entrará en vigor el Contrato de Operación y Mantenimiento, en los términos y condiciones que se encuentran detallados en el Anexo VI (Términos y Condiciones) del contrato.

A la conclusión de la Fase 3 de la planta, dentro de los doce (12) meses siguientes, al titularidad de la Fase 3 (Segunda Ampliación) de la Planta, con capacidad de producir hasta 14.000 toneladas/año será transferida por URANIUM a YLB, luego de superadas las pruebas de rendimiento según se tiene previsto en el Anexo ¡(Anexo Técnico) (Segunda Transferencia).

Aspectos Económicos

- **Inversiones:** URANIUM es la empresa encargada de realizar las inversiones necesarias para el desarrollo, construcción. Implementación y emplazamiento de la planta, con una inversión estimada en 976 millones de dólares.
La devolución de estas inversiones por parte de YLB se llevará a cabo siempre y cuando se genere producción de acuerdo con las especificaciones establecidas para la comercialización.
- **Producción:** Se proyecta un incremento progresivo de la capacidad de producción de 5.000 TM/año, 9.000TM/año hasta alcanzar 14.000M/año.

Aspectos Económicos

- **Inversiones:** Fase I (Planta de 10.000 tn/año carbonato de litio (Li_2CO_3) a partir de salmuera residual). La inversión estimada es de 310 millones de USD. Esta inversión corresponde al gasto de capital (CAPEX).
- **Producción:** La producción de carbonato de litio se incrementará gradualmente hasta alcanzar su capacidad de diseño en el tercer año de operación: 1er año: 50% de la capacidad (5.000 TM); 2do año: 80% de la capacidad (8.000 TM) y 3er año: 100% de la capacidad (10.000 TM).

EMPRESA URANIUM ONE GROUP, JOINT-STOCK COMPANY, SUCURSAL BOLIVIA

Ingresos: A partir de la venta neta de carbonato de litio grado batería en los mercados interno y externo, el Estado recibe ingresos por medio de regalías, impuestos y la participación de YLB. La proyección de ingresos por ventas anuales del proyecto es de aproximadamente 415 millones de dólares, de acuerdo a proyecciones de precios publicadas por el Benchmark Mineral Intelligence, respecto al carbonato de Litio, grado batería.

- **Costos recuperables:** Los costos recuperables de la inversión y los asociados a la operación y mantenimiento de la Planta serán llevados a cabo por YLB de acuerdo con lo términos establecidos en el en el Contrato de Operaciones y Mantenimiento que se celebra entre las partes involucradas. Este contrato regulará las condiciones y plazos para dichas devoluciones y reembolsos, garantizando una gestión adecuada y transparente de los recursos implicados en el funcionamiento de la Planta.
- **Riesgos:** Los riesgos asociados al uso de una tecnología relativamente nueva (EDL – Extracción Directa de Litio) son asumidos en su totalidad por la Empresa URANIUM, que asume los costos de inversión en la fase de pruebas de rendimiento, sin derecho a recuperar estos costos, en caso de que las pruebas no sean satisfactorias.

HONG KONG CBC INVESTMENT LIMITED, SUCURSAL BOLIVIA

Costos de Operación: Los costos de OPEX se refieren a todos los costos operativos, excluyendo la depreciación y los costos financieros. Incluyen los costos y gastos relacionados con la operación del proyecto, así como todos los impuestos y tasas que se consideran costos durante la operación del proyecto. También incluyen los costos de transporte terrestre desde la Planta de EDL y la planta de salmuera residual hasta el puerto de exportación real seguro terrestre, los costos de carga y descarga, las, tarifas portuarias, seguros y transferencia anticipada de riesgo, los costos de flete internacional desde el puerto de exportación hasta el puerto de destino y el seguro para el tramo internacional de transporte.

- **Precios:** La producción de carbonato de litio se comercializará al precio de mercado vigente, durante la operación de la Planta EDL. Para fines de análisis económico del proyecto, se consideraron las proyecciones de precios internacionales provistas por Benchmark Mineral Intelligence.
- **Ingresos:** YLB indica que, una vez que la Planta esté operando al 100% de su capacidad, la proyección de ingresos anuales, por venta de Carbonato de Litio, conforme proyecciones de precios del Benchmark Mineral Intelligence, tendrá un ingreso aproximado de 261 MMUSD.

EMPRESA URANIUM ONE GROUP, JOINT-STOCK COMPANY, SUCURSAL BOLIVIA

HONG KONG CBC INVESTMENT LIMITED, SUCURSAL BOLIVIA

- **Utilidades:** Los costos recuperables de inversión, operación y mantenimiento son cubiertos con los mismos ingresos del Proyecto, sin comprometer el patrimonio de YLB. En este sentido, siempre y cuando exista un nivel de producción que permita generar utilidades, el proyecto generará un flujo de ingresos a favor de YLB. El nivel de producción que permitirá generar utilidades a YLB, con el escenario de precios base, oscila entre 8:530 a 9.000 toneladas métricas por año.
- **Rentabilidad:** Conforme se cumplan los niveles de producción establecidos en el contrato se obtendrá una rentabilidad favorable para el Proyecto y para YLB. Cuya rentabilidad tiene potencial de crecimiento ante las fluctuaciones del precio de mercado impulsadas por una demanda internacional creciente del carbonato de litio.
- **Supuestos Económicos:** Para fines de análisis económico de este Proyecto, se tomaron algunos supuestos y se construyó un modelo financiero, que permite modificar estos supuestos, cuando se considere pertinente y realizar análisis de sensibilidad. Los principales supuestos asumidos son: El costo financiero considera una tasa de interés de 12%; El OPEX con una tasa de inflación que incrementa los costos OPEX en 2,5% cada año y el proyecto considera una tasa de descuento de 15%.
- **Costos de servicios:** El costo de servicio, comprende todos los importes que deben ser pagados a CBC con los ingresos del Proyecto, aparte de la reposición del OPEX. Este costo incluye lo siguiente: Licencia por Servicios Técnicos equivalente a 1.700 USD/TM; CAPEX de mantenimiento estimado de 137 MMUSD para todo proyecto.
- **Costo Financiero:** Reembolso de CAPEX y Fondos de Distribución CBC. En base a los supuestos técnicos y económicos mencionados, se estima que el costo de servicio anual sea aproximadamente de 111 MMUSD.
- **Análisis de sensibilidad:** Se estima que el proyecto sería rentable a partir de un precio promedio de Carbonato de Litio de 13.840 USD/TM. Por otro lado, el nivel de producción que permitirá generar utilidades a YLB, con el escenario de precios base es de aproximadamente 3.450 toneladas métricas por año.
- **Regalías:** Los costos de regalías serán cubiertos por los ingresos del proyecto y se asume una tasa de 3%, conforme normativa vigente.

EMPRESA URANIUM ONE GROUP, JOINT-STOCK COMPANY, SUCURSAL BOLIVIA
HONG KONG CBC INVESTMENT LIMITED, SUCURSAL BOLIVIA

- **Rentabilidad:** Los Fondos de Distribución de YLB serán empleados para realizar pagos de la Empresa, como ser Impuestos; lo que determinará el resultado del Flujo de Caja de la Empresa. En base a los supuestos técnicos y económicos mencionados, se espera que el proyecto sea rentable para YLB y que se tenga un VAN favorable, en los distintos escenarios de precios.
- **Distribución del Proyecto:** Los ingresos del Proyecto se emplearán para realizar el pago de Regalías, el reembolso de Costos de Operación (OPEX) y el pago del Costo de Servicio, a favor del operador (CBC), lo que incluye Licencia de Servicios. Técnicos, CAPEX de Mantenimiento, Costo Financiero, Reembolso de CAPEX y los Fondos de Distribución de CBC. Los ingresos restantes corresponden a los fondos distribuidos a YLB.
- **Inversiones:** Fase II (Planta de 25.000 tn/año Li_2CO_3 a partir de salmuera de pozo). La inversión estimada es de 720 millones de USD. Esta inversión corresponde al gasto de capital (CAPEX)
- **Producción:** La producción de carbonato de litio se incrementará gradualmente hasta alcanzar su capacidad de diseño en el tercer año de operación: 1er año: 50% de la capacidad (12.500 TM); 2do año: 80% de la capacidad (20.000 TM) y 3er año: 100% de la capacidad (25.000 TM).

**EMPRESA URANIUM ONE GROUP, JOINT-
STOCK COMPANY, SUCURSAL BOLIVIA**

**HONG KONG CBC INVESTMENT LIMITED,
SUCURSAL BOLIVIA**

- **Costos de Operación:** Los costos de OPEX se refieren a todos los costos operativos, excluyendo la depreciación y los costos financieros. Incluyen los costos y gastos relacionados con la operación del proyecto, así como todos los impuestos y tasas que se consideran costos durante la operación del proyecto. También incluyen los costos de transporte terrestre desde la Planta de EDL y la planta de salmuera residual hasta el puerto de exportación real seguro terrestre, los costos de carga y descarga, las tarifas portuarias, seguros y transferencia anticipada de riesgo, los costos de flete internacional desde el puerto de exportación hasta el puerto de destino y el seguro para el tramo internacional de transporte.

- Para fines de análisis económico de este Proyecto, se tomaron algunos supuestos y se construyó un modelo financiero. Los principales supuestos asumidos son: el costo financiero considera una tasa de interés de 12%; El OPEX con una tasa de inflación que incrementa los costos OPEX en 2,5%, cada año y el proyecto considera una tasa de descuento de 15%.

EMPRESA URANIUM ONE GROUP, JOINT-STOCK COMPANY, SUCURSAL BOLIVIA
HONG KONG CBC INVESTMENT LIMITED, SUCURSAL BOLIVIA

- **Fase Alternativa.** En cualquiera de las Fases, I o II de la Planta de Salmuera Residual, en caso de que por causa del suministro de Salmuera Residual no se pueda garantizar que el proyecto funcione económicamente para CBC, YLB deberá proporcionar financiamiento a CBC para transformar la Planta de Salmuera Residual a una planta de extracción de salmuera de pozo de la misma capacidad productiva, y YLB se obliga a proporcionar Salmuera de Pozo a CBC en vez de residual; el período de operación y mantenimiento para dicha planta será al menos de treinta (30) años y el modelo de negocio será el mismo que el del proyecto de Salmuera Residual.
- **Retribución al Operador:** Será efectuada mediante el Pago en Especie al Operador por parte de YLB, una vez iniciada la comercialización del Producto. La Retribución del Operador constituirá en el pago que estará compuesto por: El OPEX, CAPEX inicial, Costo financiero, licencia de servicio técnico, gastos de CAPEX de mantenimiento, fondo de distribución de las Plantas, los cuales serán revisados por YLB y pagados a CBC de forma mensual en producciones de carbonato de litio (en especie). CBC tendrá libro abierto sobre sus registros contables y facturas que demuestren el monto de OPEX a ser reembolsado por YLB y las partes han acordado el monto correspondiente a la licencia de servicio técnico en 1700 Dólares (USD) por tonelada de Producto.

EMPRESA URANIUM ONE GROUP, JOINT-STOCK COMPANY, SUCURSAL BOLIVIA

HONG KONG CBC INVESTMENT LIMITED, SUCURSAL BOLIVIA

Por lo tanto, el operador como prestador de servicio cubre la totalidad de los costos del servicio y luego factura a YLB por el servicio en el valor correspondiente. YLB pagará al Operador con producciones de carbonato de litio conforme al Contrato.

Derechos de las partes:

- **Derechos de URANIUM:** Recibir la cooperación irrestricta de YIB en las gestiones y cualquier tramitación necesaria para la obtención de cualquier licencia o autorización requerida para el desarrollo de la Planta.
- Recibir de YIB el suministro de la salmuera necesaria para las pruebas de rendimiento.
- Acceder al uso de la documentación pertinente de orden técnico, tal como planos, croquis, estudios geológicos y ambientales, que disponga YLB y que sean de utilidad para el cumplimiento del Contrato.
- Recuperar el importe total de los Costos Recuperables, en los términos del Anexo VI (Términos y Condiciones), por el desarrollo, construcción, implementación y emplazamiento de la Planta.

Principales obligaciones:

- **De CBC:** Desarrollar un Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental (EEIA), conforme a la normativa vigente y recomendaciones de la Autoridad Ambiental Competente y una evaluación de los efectos socioeconómicos derivados de la implementación del Contrato; desarrollar socializaciones del Contrato acompañado de YLB; para la obtención de todos los permisos requeridos por la legislación boliviana, a partir de la Fecha Efectiva del presente Contrato.
- CBC no podrá comercializar el Producto en Bolivia.
- **De YLB:** Obtener y gestionar las autorizaciones necesarias para la ejecución del Servicio cuando corresponda.
- Establecer el área de interés dentro del usufructo otorgado a YLB para la construcción y operación de las Plantas y el desarrollo de las actividades previstas para el logro del objeto del Contrato. YLB no realizará cobro alguno por el uso de suelo en las áreas para la construcción y operación de las plantas.

EMPRESA URANIUM ONE GROUP, JOINT-STOCK COMPANY, SUCURSAL BOLIVIA

- **Derechos de YLB:** Llevar a cabo a su propia cuenta y cargo inspecciones y revisiones de ejecución de la Planta, pudiendo para tal efecto contratar empresas o profesionales calificados e independientes, sin interferir ni limitar las operaciones de URANIUM.
- Acceder a toda la documentación e información que sea pertinente utilizada por URANIUM para el desarrollo de la Planta.
- YLB tendrá el derecho de participar en los procesos de puesta en marcha y Pruebas de Rendimiento que ejecute URANIUM en el marco del Anexo I (Anexo Técnico) de este Contrato.

HONG KONG CBC INVESTMENT LIMITED, SUCURSAL BOLIVIA

Suministrar a las plantas la cantidad y calidad adecuada de materia prima (Salmuera y Salmuera Residual) a tiempo, de acuerdo a lo establecido en los Anexos Técnicos, para que el Operador pueda cumplir su objetivo de la operación de las Plantas durante el plazo de prestación del Servicio, conforme el Anexo Técnico que corresponda.

- Cooperar e impulsar todos los asuntos relacionados con el suministro de agua y energía con las autoridades y empresas competentes del Estado Plurinacional de Bolivia, como el Ministerio de Hidrocarburos y Energías; a fin de garantizar ambos servicios básicos para este proyecto.
- Coadyuvar a CBC para realizar trámites de exportación e importación.
- Coadyuvar a CBC en la identificación de sitios de extracción de agua para que CBC realice Estudios Complementarios que viabilicen su extracción y manejo sostenible.

Servicios Auxiliares

- **Suministro de Agua:** El suministro de agua está compuesto por dos etapas en la cual en primera etapa YLB identificará y definirá las cuencas y la micro localización para la perforación de los pozos de agua. En la segunda etapa la ejecución de todas las obras para suministro de agua será realizado por el contratista.

EMPRESA URANIUM ONE GROUP, JOINT-STOCK COMPANY, SUCURSAL BOLIVIA

HONG KONG CBC INVESTMENT LIMITED, SUCURSAL BOLIVIA

● **Suministro de Energía Eléctrica:**

La construcción de instalaciones del suministro de energía externa de electrificación estará bajo la responsabilidad de URANIUM. YLB coadyuvará con todas las gestiones y comunicaciones para la obtención de autorizaciones con la entidad que corresponda (ENDE, etc).

Anexo II – Económico

- CAPEX: \$us. 975.852.100,00 de Dólares estadounidenses, impuestos incluidos.
- El importe del Retorno de la Inversión (Costos Recuperables) incluirá todos los costos asumidos y registrados por URANIUM, a los cuales incluyen, de manera enunciativa:
 - A- Los gastos de capital acordados en la forma prevista en el presente Anexo.
 - B- Impuestos y aranceles asumidos por URANIUM, aplicables a la construcción de la planta.
- Una vez finalizada la fase acordada, URANIUM remitirá a YLB un acta de entrega y recepción de la fase de trabajo realizada en la que se indicará el costo real del trabajo que para URANIUM corresponde a ser reembolsado y tomará parte del contrato de conciliación como anexo.

Anexo IV – Términos y Condiciones

Partes: YLB (Cliente) – Uranium (Operador)

Objeto: El Operador se compromete a brindar los Servicios de Operación y Mantenimiento de la Planta a YLB, (los “Servicios”), y como parte de los Servicios, el Operador acuerda proporcionar al Cliente una Licencia de Uso de Tecnología para la operación y mantenimiento de la Planta (la “Licencia”).

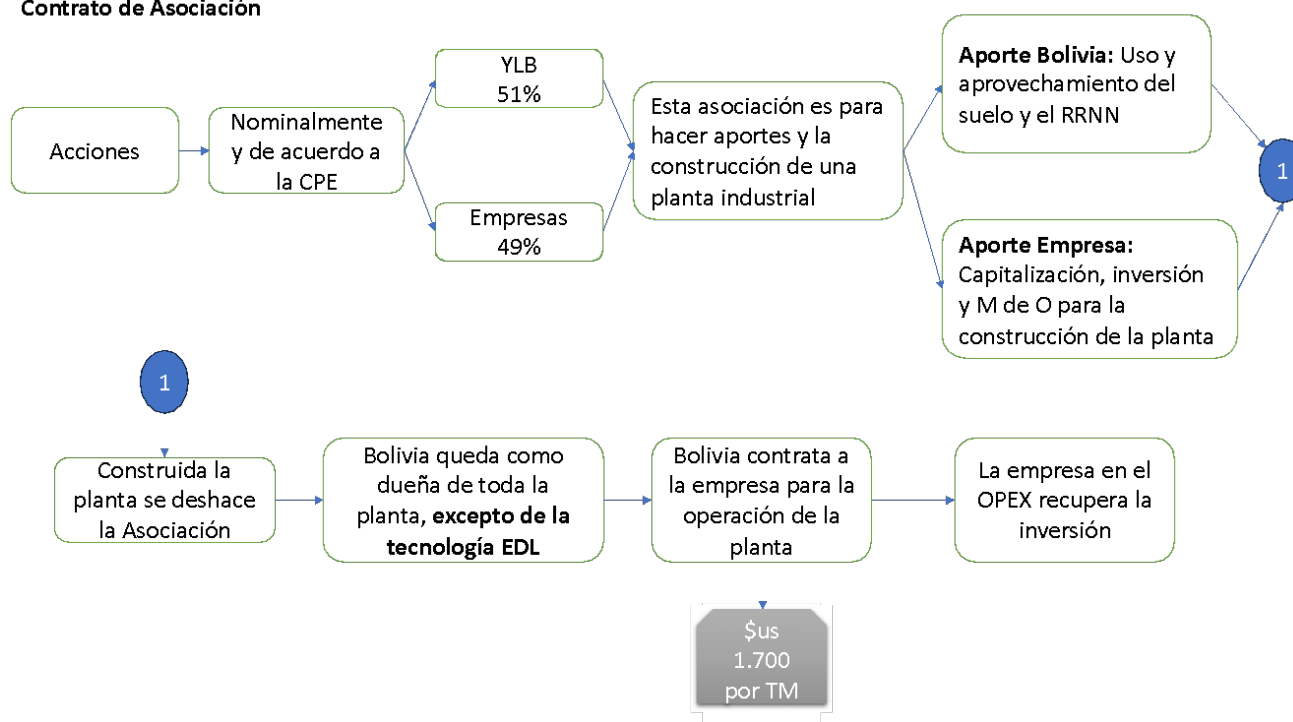
EMPRESA URANIUM ONE GROUP, JOINT-STOCK COMPANY, SUCURSAL BOLIVIA

HONG KONG CBC INVESTMENT LIMITED, SUCURSAL BOLIVIA

Costos de facturación y gastos operativos:

- El Precio por los Servicios se cobrará periódicamente (mensual/trimestral/anualmente) según las tarifas previamente acordadas por las Partes.
- El Contrato incluirá una cláusula relacionada con el reembolso de los costos operativos. Los reembolsos mencionados deberán ser previamente aprobados por el Cliente e incluido en el presupuesto anual acordado por las Partes.
- Los servicios prestados por el Operador serán facturados de forma periódica a YLB.

Contrato de Asociación



Comparación y similitudes claves entre los Contratos de Litio: China (CBC) vs Rusia (Uranium)

- Ambos proyectos se desarrollan en el Salar de Uyuni, en la zona de Llapi.
- El Estado boliviano (YLB) mantiene el control del recurso en ambos casos.
- Se emplea tecnología de Extracción Directa de Litio (EDL) para ambos proyectos.
- Contratos de largo plazo (de 20 a 42 años).
- Producción en fases y pagos al operador en especie.
- Derecho de inspección y supervisión para YLB.
- Según información de YLB no presenta conflictos con áreas protegidas.
- Principales mercados: China, Rusia y Dubái.

Diferencias Relevantes

- Uranium tiene una Asociación Accidental 51%-49%, mientras CBC tiene un contrato de servicios.
- Uranium transfiere la propiedad de la planta a YLB, mientras que CBC solo presta servicios.
- Uranium asume más riesgos económicos; CBC puede recibir apoyo si falla el suministro de salmuera.
- Inversión total estimada: Uranium (\$976M), CBC (más de \$1.030M).
- Ingresos proyectados: Uranium \$415M/año vs CBC \$261M iniciales.
- CBC contempla la posibilidad de transformar la planta en caso de escasez de salmuera residual.

Observaciones:

- Soberanía garantizada: Bolivia mantiene titularidad sobre el litio.
- Modelo híbrido con pagos en especie.
- El mercado asiático (China y Rusia) lidera la demanda.
- Dependencia tecnológica extranjera (EDL).

ANEXOS

ANEXO 4: ANÁLISIS FINANCIERO DE SENSIBILIDAD

Para el presente análisis se utilizaron dos escenarios el primero con un incremento del precio a un 7% anual y para el segundo análisis un crecimiento del precio en 12% anual .

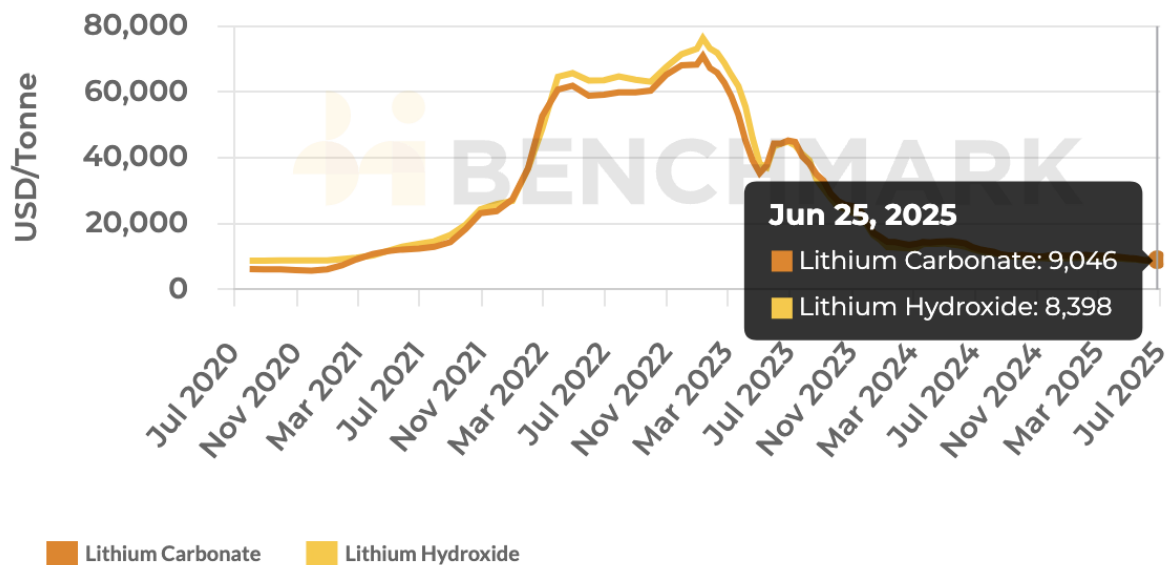
Se emplearon el método y análisis unidimensional y bidimensional de variables. En este caso, se evaluaron el nivel de producción y el precio promedio de mercado, por ser factores (variables) que inciden directamente en el Valor Actual Neto (VAN), principal indicador financiero utilizado para medir la rentabilidad del proyecto.

Los supuestos (hipótesis) utilizados para la construcción del análisis de sensibilidad del escenario I son:

Inversión Inicial	\$1.000.000.000,00
Vida Útil	10 años
Producción TM (1er y 2do año)	12.000,00
Producción TM (3er y 5to año)	25.000,00
Producción TM (6to y 10mo año)	50.000,00
Promedio de Producción	34.900,00
Precio de Venta	\$10.400,00
Incremento anual del precio de venta	7%
Costo Fijo por TM	\$5.500,00
Devolución del capital por TM	\$1.700,00
Impuestos	
IVA + IT	16%
IUE	25%
Regalías	3%
Alícuota Adicional	12,50%

Si bien el nivel de precio del portal www.benchmarkminerals.com/lithium (portal que registrará el precio y sus fluctuaciones en los contratos suscritos con la empresa Rusa y China) refleja el siguiente escenario en la actualidad:

Promedio ponderado global de litio



Funere: www.benchmarkminerals.com/lithium

Litio

Actual

Carbonato de litio

Mínimo 99,0 %; Promedio ponderado global;
USD/tonelada

\$9,046.21

Hidróxido de litio

Mínimo 55,0 %; Promedio ponderado global;
USD/tonelada

\$8,397.72

Los supuestos anteriores arrojan el siguiente flujo de caja en dólares americanos y los respectivos indicadores financieros, TIR \geq a la tasa de descuento y un VAN \geq a 0, datos que fueron proyectados en el siguiente flujo de caja:

FLUJO DE CAJA en \$us						
	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Detalle						
Inversión Inicial	-\$1.000.000.000,00					
Producción		34.900,00	34.900,00	34.900,00	34.900,00	34.900,00
Precio de venta TM		\$10.400,00	\$11.128,00	\$11.906,96	\$12.740,45	\$13.632,28
Ingreso de Venta		\$362.960.000,00	\$388.367.200,00	\$415.552.904,00	\$444.641.607,28	\$475.766.519,79
Costo de Producción		\$191.950.000,00	\$191.950.000,00	\$191.950.000,00	\$191.950.000,00	\$191.950.000,00
Devolución de Inversión		\$59.330.000,00	\$59.330.000,00	\$59.330.000,00	\$59.330.000,00	\$59.330.000,00
Depreciación		100.000.000,00	100.000.000,00	100.000.000,00	100.000.000,00	100.000.000,00
Utilidad Antes de Imp.		\$11.680.000,00	\$37.087.200,00	\$64.272.904,00	\$93.361.607,28	\$124.486.519,79
Impuestos						
Regalias		350.400,00	1.112.616,00	1.928.187,12	2.800.848,22	3.734.595,59
IT + IVA		1.868.800,00	5.933.952,00	10.283.664,64	14.937.857,16	19.917.843,17
IUE		2.920.000,00	9.271.800,00	16.068.226,00	23.340.401,82	31.121.629,95
Alicuota adicional		1.460.000,00	4.635.900,00	8.034.113,00	11.670.200,91	15.560.814,97
Utilidad NETA		5.080.800,00	16.132.932,00	27.958.713,24	40.612.299,17	54.151.636,11
Depreciación (+)		100.000.000,00	100.000.000,00	100.000.000,00	100.000.000,00	100.000.000,00
Flujo de caja	-\$1.000.000.000,00	105.080.800,00	116.132.932,00	127.958.713,24	140.612.299,17	154.151.636,11
Flujo de caja acumulado		105.080.800,00	221.213.732,00	349.172.445,24	489.784.744,41	643.936.380,52

	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
Detalle					
Inversión Inicial					
Producción	34.900,00	34.900,00	34.900,00	34.900,00	34.900,00
Precio de venta TM	\$14.586,54	\$15.607,60	\$16.700,13	\$17.869,14	\$19.119,98
Ingreso de Venta	\$509.070.176,17	\$544.705.088,51	\$582.834.444,70	\$623.632.855,83	\$667.287.155,74
Costo de Producción	\$191.950.000,00	\$191.950.000,00	\$191.950.000,00	\$191.950.000,00	\$191.950.000,00
Devolución de Inversión	\$59.330.000,00	\$59.330.000,00	\$59.330.000,00	\$59.330.000,00	\$59.330.000,00
Depreciación	100.000.000,00	100.000.000,00	100.000.000,00	100.000.000,00	100.000.000,00
Utilidad Antes de Imp.	\$157.790.176,17	\$193.425.088,51	\$231.554.444,70	\$272.352.855,83	\$316.007.155,74
Impuestos					
Regalias	4.733.705,29	5.802.752,66	6.946.633,34	8.170.585,67	9.480.214,67
IT + IVA	25.246.428,19	30.948.014,16	37.048.711,15	43.576.456,93	50.561.144,92
IUE	39.447.544,04	48.356.272,13	57.888.611,18	68.088.213,96	79.001.788,94
Alicuota adicional	19.723.772,02	24.178.136,06	28.944.305,59	34.044.106,98	39.500.894,47
Utilidad NETA	68.638.726,64	84.139.913,50	100.726.183,45	118.473.492,29	137.463.112,75
Depreciación (+)	100.000.000,00	100.000.000,00	100.000.000,00	100.000.000,00	100.000.000,00
Flujo de caja	168.638.726,64	184.139.913,50	200.726.183,45	218.473.492,29	237.463.112,75
Flujo de caja acumulado	812.575.107,15	996.715.020,65	1.197.441.204,10	1.415.914.696,38	1.653.377.809,13

TASA DE DESCUENTO (KE)	12%
TIR (TIR >= Ke)	9%
VAN (>= 0)	(\$140.643.863,87)

El resultado anterior refleja un TIR del 9%, y un VAN negativo, lo cual refleja que el proyecto no es rentable financieramente. Por su parte el análisis unidimensional utilizado parte del concepto de introducir en cada tabla las variables en estudio (producción y precio) cada variable de estudio.

Análisis de Sensibilidad

Variables	Valores Proyectados	Limite	Diferencia
Producción (promedio 10 años) Anual TM	34.900,00	43.988,00	9.088,00
Precio de Venta	\$10.400,00	\$11.663,00	\$1.263,00

Análisis de Unidimensional

Producción Anual TM	VAN
	(\$140.643.863,87)
20.000,00	(\$371.238.883,12)
25.000,00	(\$293.858.004,17)
34.900,00	(\$140.643.863,87)
43.988,00	\$3.621,70
50.000,00	93.046.390,54

Precio de Venta TM	VAN
	(\$140.643.863,87)
9.000,00	(\$296.491.639,54)
10.000,00	(\$185.171.799,77)
11.663,00	(\$46.906,24)
15.000,00	\$371.427.399,05
18.000,00	705.386.918,34

Análisis Bidimensional

		PRODUCCIÓN UNIDADES					
		20.000,00	25.000,00	34.900,00	43.988,00	50.000,00	
PRECIO DE VENTA	(\$140.643.863,87)						
	9.000,00	-460.549.929,35	-405.496.811,96	-296.491.639,54	-196.427.093,37	-130.231.225,03	
	10.000,00	-396.756.324,90	-325.754.806,40	-185.171.799,77	-56.119.439,75	29.252.786,10	
	11.663,00	-290.667.560,70	-193.143.851,15	-46.906,24	177.212.188,23	294.474.696,59	
	15.000,00	-77.788.302,65	72.955.221,41	371.427.399,05	645.418.828,38	826.672.841,71	
	18.000,00	113.592.510,70	312.181.238,10	705.386.918,34	1.066.341.789,26	1.305.124.875,09	

La primera variable analizada, la producción, muestra que con un promedio anual actual de 34.900 toneladas métricas (TM), sería necesario un incremento de 9.088 TM —alcanzando así un total de 43.988 TM anuales— para que la tendencia del Valor Actual Neto (VAN) se aproxime a cero.

La segunda variable, el precio, indica que partiendo de un valor actual de USD 10.400 por tonelada, se requeriría un aumento de USD 1.263, elevando el precio a USD 11.663 por tonelada, para acercar la tendencia del VAN al punto de equilibrio (VAN ≈ 0).

Por otra parte, en el análisis bidimensional consiste en cruzar las dos variables de estudio al mismo tiempo (producción y precio) y el cuadro anterior se visualizan las

diferentes combinaciones que pueden presentarse en el proyecto que hacen tienen una tendencia a positivo o negativo del VAN.

El escenario II utiliza los mismos supuestos, cambia el incremento del precio de venta a un 12% anual.

Inversión Inicial	\$1.000.000.000,00
Vida Útil	10 años
Producción TM (1er y 2do año)	12.000,00
Producción TM (3er y 5to año)	25.000,00
Producción TM (6to y 10mo año)	50.000,00
Promedio de Producción	34.900,00
Precio de Venta	\$10.400,00
Incremento anual del precio de venta	12%
Costo Fijo TM	\$5.500,00
Devolución del capital por TM	\$1.700,00
Impuestos	
IVA + IT	16%
IUE	25%
Regalías	3%
Alícuota Adicional	12,50%

	FLUJO DE CAJA en \$us					
	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Detalle						
Inversión Inicial	-\$1.000.000.000,00					
Producción		34.900,00	34.900,00	34.900,00	34.900,00	34.900,00
Precio de venta TM		\$10.400,00	\$11.648,00	\$13.045,76	\$14.611,25	\$16.364,60
Ingreso de Venta		\$362.960.000,00	\$406.515.200,00	\$455.297.024,00	\$509.932.666,88	\$571.124.586,91
Costo de Producción		\$191.950.000,00	\$191.950.000,00	\$191.950.000,00	\$191.950.000,00	\$191.950.000,00
Devolución de Inversión		\$59.330.000,00	\$59.330.000,00	\$59.330.000,00	\$59.330.000,00	\$59.330.000,00
Depreciación		100.000.000,00	100.000.000,00	100.000.000,00	100.000.000,00	100.000.000,00
Utilidad Antes de Imp.		\$11.680.000,00	\$55.235.200,00	\$104.017.024,00	\$158.652.666,88	\$219.844.586,91
Impuestos						
Regalias		350.400,00	1.657.056,00	3.120.510,72	4.759.580,01	6.595.337,61
IT + IVA		1.868.800,00	8.837.632,00	16.642.723,84	25.384.426,70	35.175.133,90
IUE		2.920.000,00	13.808.800,00	26.004.256,00	39.663.166,72	54.961.146,73
Alicuota adicional		1.460.000,00	6.904.400,00	13.002.128,00	19.831.583,36	27.480.573,36
Utilidad NETA		5.080.800,00	24.027.312,00	45.247.405,44	69.013.910,09	95.632.395,30
Depreciación (+)		100.000.000,00	100.000.000,00	100.000.000,00	100.000.000,00	100.000.000,00
Flujo de caja	-\$1.000.000.000,00	105.080.800,00	124.027.312,00	145.247.405,44	169.013.910,09	195.632.395,30
Flujo de caja acumulado		105.080.800,00	229.108.112,00	374.355.517,44	543.369.427,53	739.001.822,84

	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
Detalle					
Inversión Inicial					
Producción	34.900,00	34.900,00	34.900,00	34.900,00	34.900,00
Precio de venta TM	\$18.328,35	\$20.527,76	\$22.991,09	\$25.750,02	\$28.840,02
Ingreso de Venta	\$639.659.537,33	\$716.418.681,81	\$802.388.923,63	\$898.675.594,47	\$1.006.516.665,80
Costo de Producción	\$191.950.000,00	\$191.950.000,00	\$191.950.000,00	\$191.950.000,00	\$191.950.000,00
Devolución de Inversión	\$59.330.000,00	\$59.330.000,00	\$59.330.000,00	\$59.330.000,00	\$59.330.000,00
Depreciación	100.000.000,00	100.000.000,00	100.000.000,00	100.000.000,00	100.000.000,00
Utilidad Antes de Imp.	\$288.379.537,33	\$365.138.681,81	\$451.108.923,63	\$547.395.594,47	\$655.236.665,80
Impuestos					
Regalias	8.651.386,12	10.954.160,45	13.533.267,71	16.421.867,83	19.657.099,97
IT + IVA	46.140.725,97	58.422.189,09	72.177.427,78	87.583.295,11	104.837.866,53
IUE	72.094.884,33	91.284.670,45	112.777.230,91	136.848.898,62	163.809.166,45
Alicuota adicional	36.047.442,17	45.642.335,23	56.388.615,45	68.424.449,31	81.904.583,23
Utilidad NETA	125.445.098,74	158.835.326,59	196.232.381,78	238.117.083,59	285.027.949,62
Depreciación (+)	100.000.000,00	100.000.000,00	100.000.000,00	100.000.000,00	100.000.000,00
Flujo de caja	225.445.098,74	258.835.326,59	296.232.381,78	338.117.083,59	385.027.949,62
Flujo de caja acumulado	964.446.921,58	1.223.282.248,17	1.519.514.629,95	1.857.631.713,54	2.242.659.663,16

Los supuestos anteriores arrojan el siguiente flujo de caja en dólares americanos y los respectivos indicadores financieros, TIR >= a la tasa de descuento y un VAN >= a 0, datos que fueron proyectados en el siguiente flujo de caja:

TASA DE DESCUENTO (KE)	12%
TIR (TIR >= Ke)	14%
VAN (>= 0)	\$111.340.516,87

En el escenario II, el resultado refleja un TIR del 14% que es mayor a la tasa de descuento del 12% y un VAN positivo, lo cual refleja que el proyecto con un incremento del 12% del precio anual es rentable financieramente.

En este sentido, el análisis unidimensional y bidimensional se interpreta de la siguiente manera:

Análisis de Sensibilidad			
Variables	Valores Proyectados	Límite	Diferencia
Producción (promedio 10 años) Anual TM	34.900,00	29.994,00	-4.906,00
Precio de Venta	\$10.400,00	\$9.579,00	-\$821,00

Análisis de Unidimensional

Producción Anual TM	VAN
	\$111.340.516,87
20.000,00	(\$226.835.226,54)
25.000,00	(\$113.353.433,45)
29.994,00	(\$7.818,51)
34.900,00	\$111.340.516,87
45.000,00	340.573.738,91

Precio de Venta TM	VAN
	\$111.340.516,87
9.000,00	(\$78.428.233,13)
9.579,00	\$54.699,90
10.400,00	\$111.340.516,87
15.000,00	\$734.866.409,73
18.000,00	1.141.513.731,15

Análisis Bidimensional

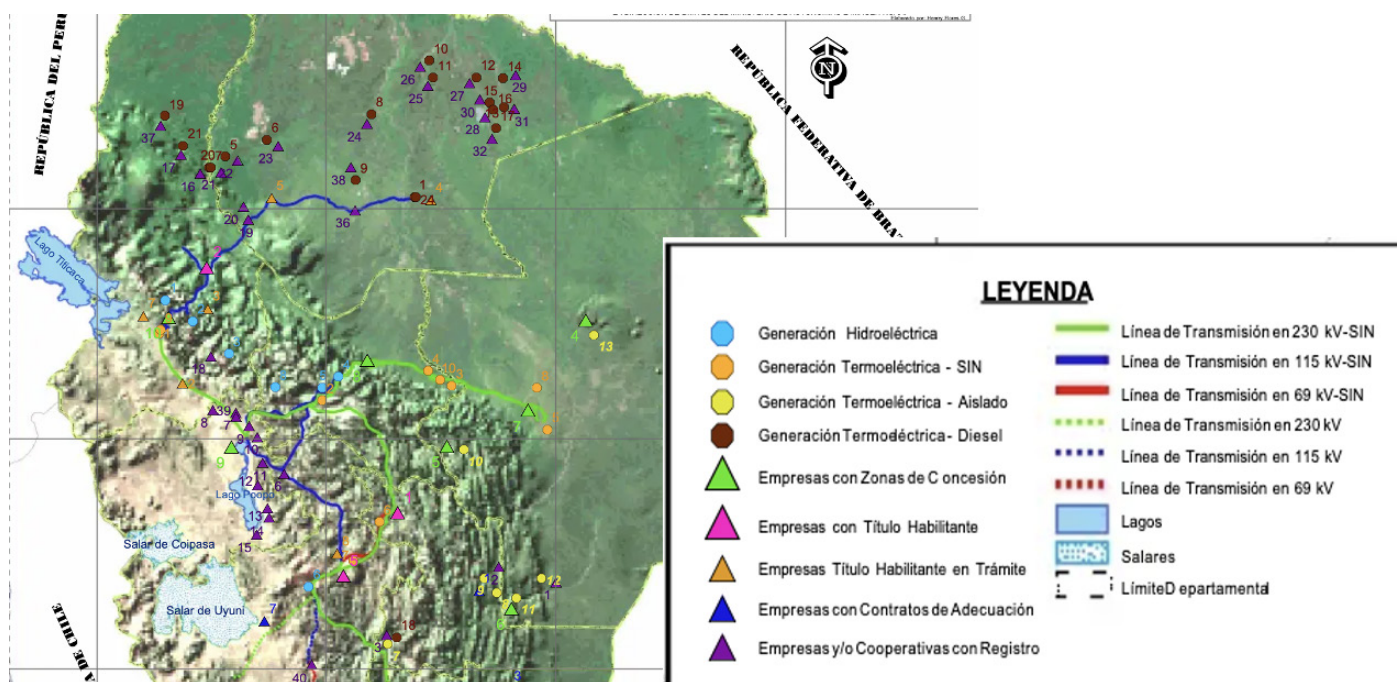
PRECIO DE VENTA	PRODUCCIÓN UNIDADES					
	\$111.340.516,87	20.000,00	25.000,00	29.994,00	34.900,00	45.000,00
	9.000,00	-335.585.226,54	-249.290.933,45	-163.100.193,51	-78.428.233,13	95.886.238,91
	9.579,00	-290.609.333,68	-193.071.067,38	-95.649.846,99	54.699,90	197.081.997,84
	10.400,00	-226.835.226,54	-113.353.433,45	-7.818,51	111.340.516,87	340.573.738,91
	15.000,00	130.486.202,03	333.298.352,27	535.867.127,92	734.866.409,73	1.144.546.953,20
	18.000,00	363.521.916,32	624.592.995,12	885.350.788,63	1.141.513.731,15	1.668.877.310,34

La primera variable de análisis, la producción, revela que el umbral mínimo para que el Valor Actual Neto (VAN) tienda a cero es de 29.994 toneladas métricas (TM) anuales. Una producción por debajo de este nivel incrementa el valor negativo del VAN, alejando aún más al proyecto de su viabilidad financiera.

En cuanto a la segunda variable, el precio, se identifica que el valor crítico es de USD 9.579 por tonelada. Un precio inferior a este punto de equilibrio también aumenta el valor negativo del VAN, reduciendo significativamente la factibilidad del proyecto.

ANEXOS

ANEXO 5: MAPA DE LA RED ELÉCTRICA EN LA PARTE OCCIDENTAL DE BOLIVIA



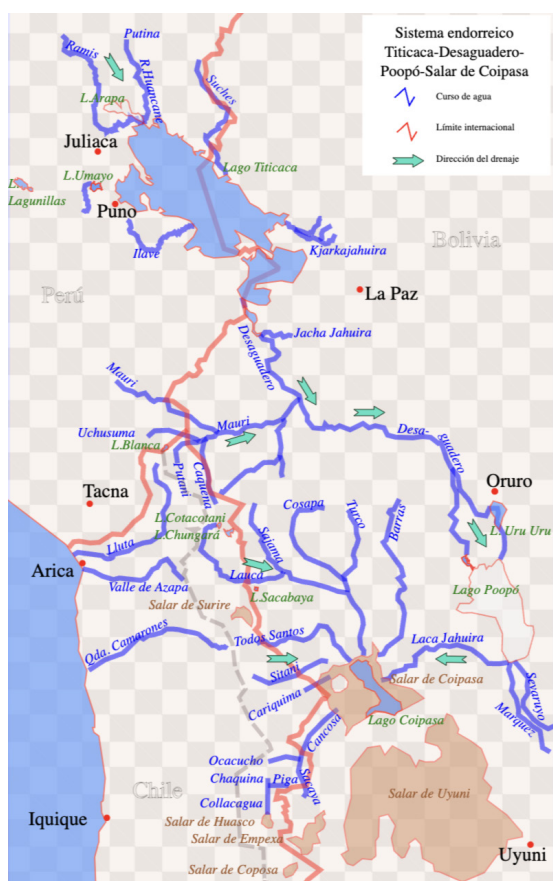
ANEXOS

ANEXO 6: CARTOGRAFÍA
SALAR DE COIPASA

Imágene e información general del Salar de COIPASA



Mapa Endorreico (red fluvial)



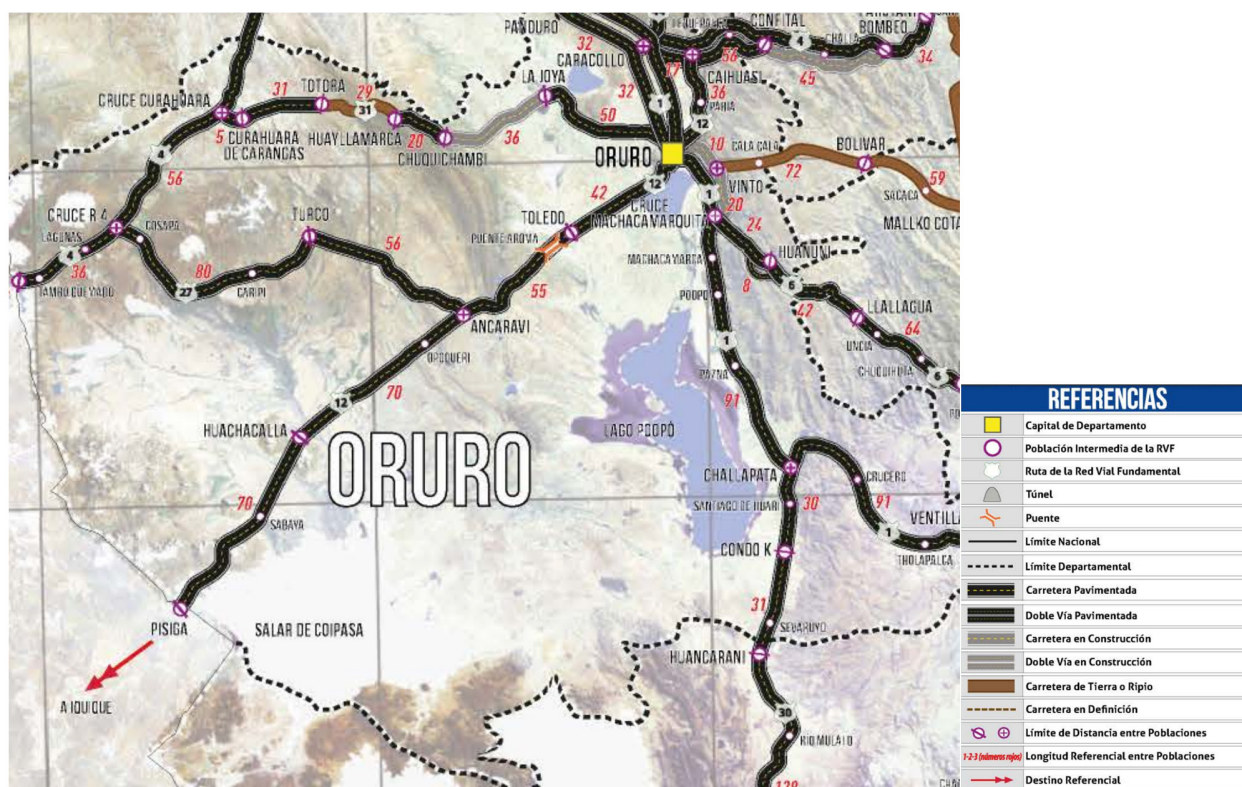
El salar de Coipasa está ubicado en una cuenca hidrográfica endorreica del altiplano peruano-boliviano, con una superficie aproximada de 2,200 km² y una altitud media de 3,657 metros sobre el nivel del mar. Esta cuenca forma parte del sistema hídrico Titicaca - Desaguadero - Poopó-Salar de Coipasa (TDPs), que comprende una serie de cuerpos de agua conectados en la región.

ANÁLISIS DE HIDROLOGÍA Y CUENCAS:

- El salar de Coipasa recibe aguas principalmente de los ríos Laca Jahuira (o Lacajahuira) y Lauca, que aportan caudales salobres con alto contenido mineral
- El río Laca Jahuira nace en el lago Poopó y recorre unos 135 km hasta desembocar en el salar, mientras que el río Lauca proviene de zonas volcánicas cercanas, aportando minerales que contribuyen a la salinidad del salar.
- El salar actúa como un reservorio final dentro de esta cuenca endorreica, acumulando sales y minerales debido a la evaporación y falta de salida natural al océano
- Existe una conexión hidráulica entre el salar de Coipasa y el salar de Uyuni, con un canal o antiguo arroyo que bordea el volcán Tunupa, permitiendo en ocasiones el flujo de agua desde Coipasa hacia Uyuni durante grandes inundaciones, con un desnivel estimado entre 5 y 10 metros
- La cuenca del salar está rodeada principalmente por formaciones volcánicas y algunos afloramientos de rocas sedimentarias, con depósitos aluviales, volcánicos y evaporíticos que datan del Terciario tardío a Cuaternario

En resumen, el salar de Coipasa forma parte de una cuenca endorreica compleja, con aportes hídricos limitados pero significativos provenientes de ríos salobres, y mantiene una conexión hidrológica con el salar de Uyuni, siendo un componente clave del sistema hídrico del altiplano andino.

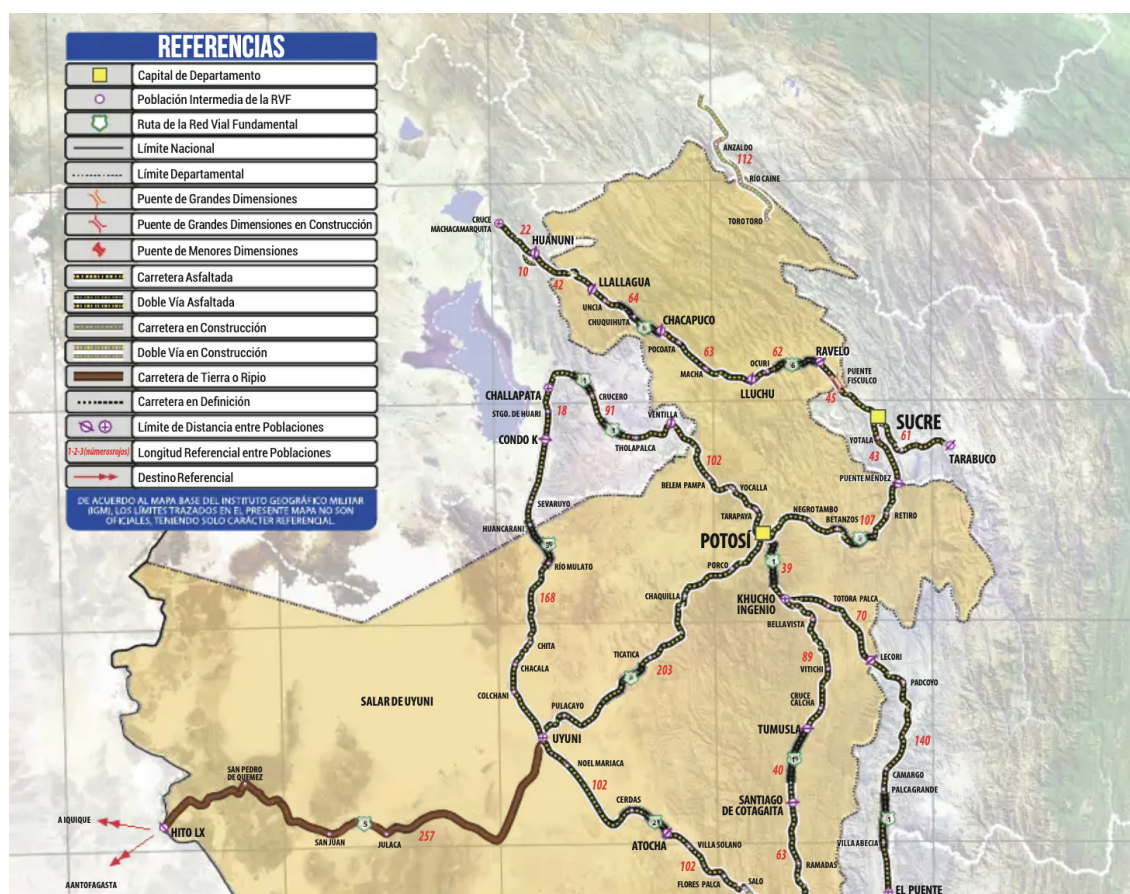
Mapa Vial (Administradora Boliviana de Carreteras – ABC)



ANEXOS

ANEXO 7: CARTOGRAFÍA SALAR DE UYUNI

Red vial

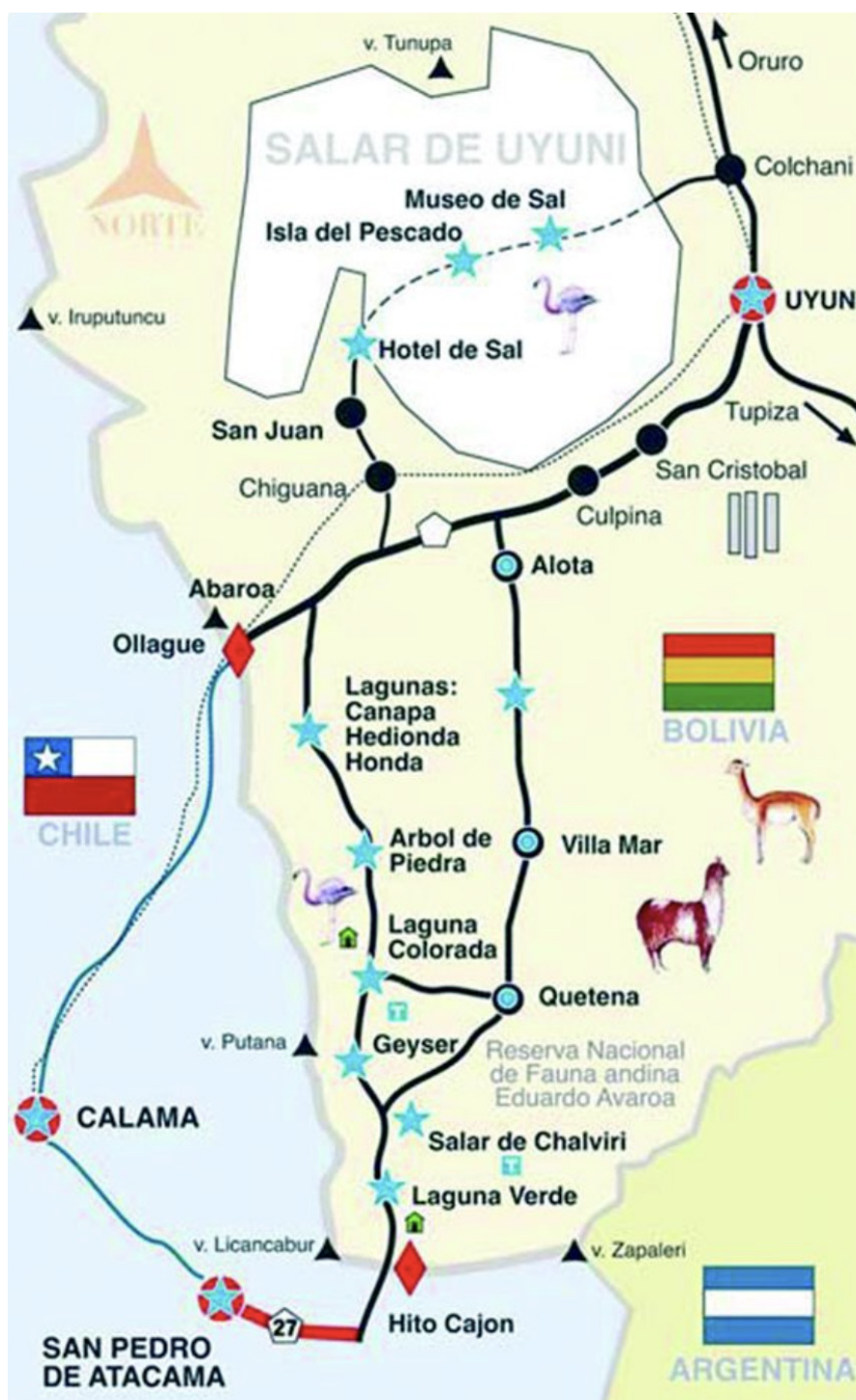


La red vial del salar de Uyuni en Bolivia está integrada principalmente por carreteras pavimentadas que conectan la ciudad de Uyuni con importantes ciudades y fronteras internacionales. Entre las rutas más relevantes se encuentran:

- La carretera pavimentada que une Uyuni con La Paz, con una distancia de aproximadamente 569 km, que es recorrida diariamente por buses nocturnos y es una vía clave para el acceso al salar.
- Rutas pavimentadas que conectan Uyuni con Sucre (377 km) y Potosí (208 km), facilitando el acceso desde estas ciudades importantes del país.
- La carretera Uyuni – Hito LX, que forma parte de la Ruta N°5 de la Red Vial Fundamental de Bolivia, es un corredor vial estratégico que conecta Uyuni con la frontera con Chile. Este proyecto incluye la construcción y pavimentación de aproximadamente 120 km de carretera, con obras complementarias como puentes y drenajes, para mejorar la transitabilidad y promover el desarrollo regional y turístico.

Además, existen servicios regulares de buses y vuelos que conectan Uyuni con otras ciudades bolivianas, como La Paz, Sucre, Potosí, Santa Cruz y Cochabamba, lo que facilita el acceso terrestre y aéreo al salar.

En resumen, la red vial del salar de Uyuni está compuesta por carreteras pavimentadas principales que lo conectan con centros urbanos y fronteras, con proyectos en marcha para mejorar la infraestructura y potenciar el desarrollo económico y turístico de la región.



Mapa endorreico del salar de Uyuni



El salar de Uyuni, ubicado en el suroeste de Bolivia, es la mayor cuenca endorreica de la región, lo que significa que no tiene salida al mar y toda el agua que recibe se queda en el sistema hasta evaporarse o infiltrarse. La cuenca del salar de Uyuni y su área de aporte suman más de 60,000 km², y recibe aguas principalmente de dos subcuencas: la del río Grande de Lípez y la del río Colorado (Puca Mayu).

Referencias

Ríos

--- Intermitente

— Permanente

□ Salar de Uyuni

□ Cuenca del Salar de Uyuni

Modelo Digital de Elevacion

Value

High : 6430

Low : -1

HIDROLOGÍA Y DINÁMICA DE AGUAS

- La región presenta un clima árido, con un marcado déficit hídrico: la evaporación es mucho mayor que la precipitación anual, lo que limita la disponibilidad de agua superficial.
- El salar se inunda durante la temporada de lluvias, transformándose temporalmente en un lago salino. Durante la estación seca, el agua se evapora, dejando la característica costra de sal y las figuras poligonales en la superficie.
- La mayor parte del agua superficial y subterránea es de origen antiguo y subterráneo. Los estudios indican que la recarga de los acuíferos actualmente es muy baja o casi inexistente, por lo que se considera que muchos de los recursos hídricos son no renovables.
- El agua subterránea, al circular por formaciones volcánicas y evaporíticas, se carga de sales y elementos como boro y arsénico, complicando su uso para consumo humano y agrícola.

- La cuenca del salar de Uyuni está conectada de manera limitada con el salar de Coipasa a través de un antiguo canal que bordea el volcán Tunupa, pero el salar de Uyuni es el punto final del drenaje de toda la cuenca altiplánica.

IMPACTOS Y RIESGOS

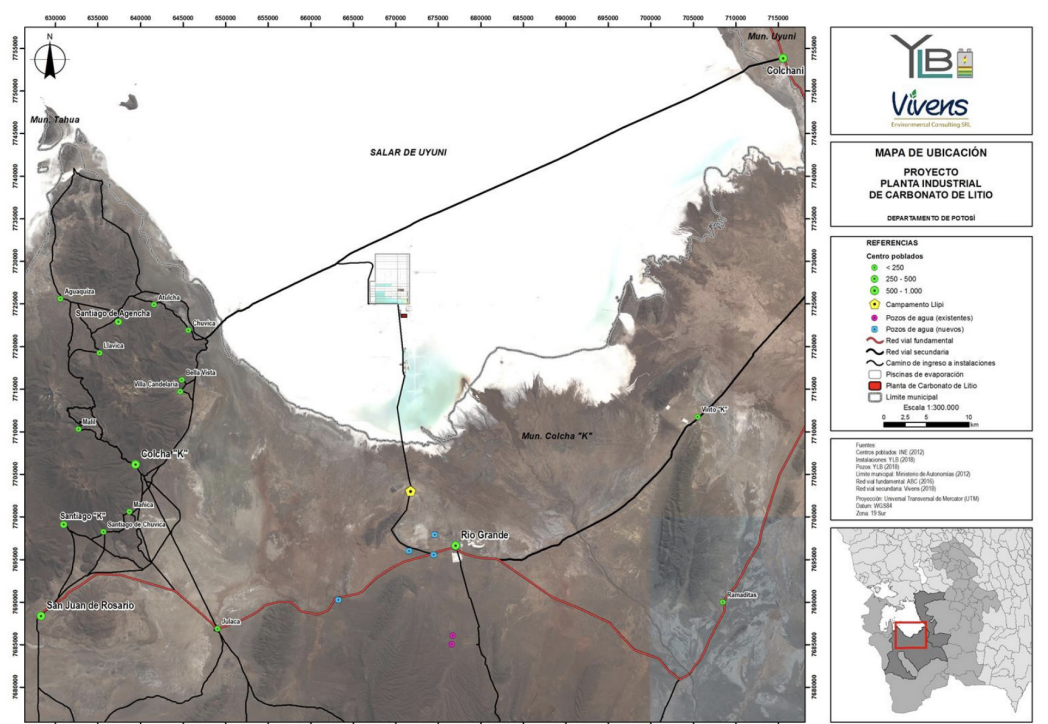
- El uso intensivo de agua subterránea para la extracción de litio puede bajar el nivel freático, afectando vertientes y humedales (bofedales) que dependen de estos acuíferos, lo que podría tener consecuencias ecológicas y sociales graves.
- La calidad del agua es un problema, ya que la mayoría es salina y con presencia de elementos tóxicos como boro y arsénico, lo que limita su aprovechamiento directo.

GEOLOGÍA Y CUENCA

- El subsuelo está formado por una compleja mezcla de rocas volcánicas, depósitos aluviales y evaporíticos, con una secuencia de sales que puede alcanzar varios cientos de metros de espesor.
- La cuenca hidrográfica y la hidrogeológica no siempre coinciden, especialmente en zonas de rocas volcánicas, lo que complica la gestión del recurso hídrico.

En resumen, el salar de Uyuni es una cuenca endorreica con recursos hídricos limitados y en gran parte no renovables, una hidrología dominada por la evaporación y la presencia de aguas salinas, y una conexión limitada con otras cuencas del altiplano. Su equilibrio hídrico es frágil y vulnerable a la explotación intensiva y al cambio climático.

Cartografía de la ubicación de la planta de litio de Llippi



ANEXOS

ANEXO 8: TIERRAS RARAS EN BOLIVIA

ANTECEDENTES

Actualmente, Bolivia cuenta con un mapa de zonas con altos potenciales de minerales tecnológicos y de tierras raras, por lo que se creó una Gerencia de Minerales Tecnológicos y Tierras Raras, dependiente de la COMIBOL, instancia que ayuda a la transición en la prospección, exploración y explotación de minerales tradicionales por los tecnológicos, como resultado junto a Sergeomin se identificaron numerosas muestras de estos, en los departamentos de Cochabamba, Potosí y Santa Cruz.

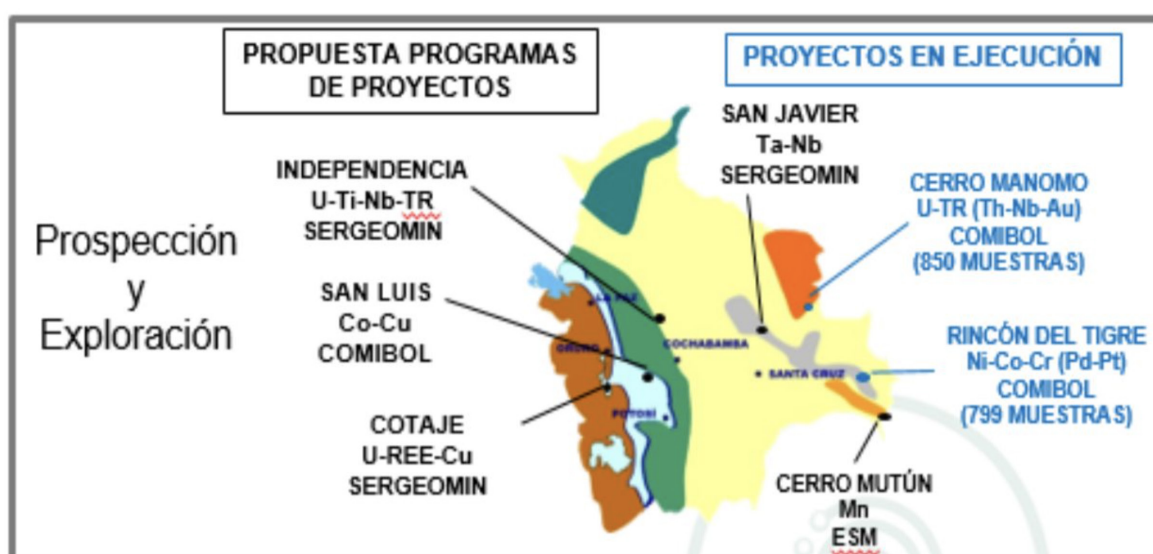
De acuerdo a estudios realizados por COMIBOL los proyectos en el Cerro Manomo se pudo identificar 850 muestras y en el Rincón del Tigre, donde se identificó 799 muestras de minerales ambos en el departamento de Santa Cruz.

El objetivo de Bolivia es alcanzar una minería sostenible y sustentable hasta el 2050, al tener una larga cadena de minerales tecnológicos y tierras raras, cuya principal aplicación está orientada a las energías renovables, electrónica y otras aplicaciones.

En este escenario, el propósito es pasar de la explotación de la plata, estaño, plomo, zinc y oro, al nuevo horizonte de los minerales tecnológicos y las tierras raras, cuya demanda internacional crece ante el cambio de la matriz energética mundial.

Actualmente, Bolivia cuenta con un mapa de zonas con altos potenciales de minerales tecnológicos y de tierras raras. En el año 2023 se crea la Gerencia de Minerales Tecnológicos y Tierras Raras mediante Resolución de Directorio General N°7161/2023 de fecha 23 de marzo de 2023, dependiente de la COMIBOL, instancia que ayuda a la transición en la prospección, exploración y explotación de minerales tradicionales por los tecnológicos.

UBICACIÓN TIERRAS RARAS



QUÉ SON LAS TIERRAS RARAS

Son un grupo muy variado de elementos químicos, no escasos en la Tierra (el cerio, por ejemplo, es el elemento 25° en la tabla de abundancia en la corteza terrestre, parecido al cobre).

El nombre de tierras es heredado, porque en la historia de la química, a los óxidos se los llamaba tierras.

Se ha dado el nombre de tierras raras al conjunto de 17 elementos químicos: escandio, itrio y los 15 elementos los lantánidos:

- (lantano, cerio, praseodimio, neodimio, prometeo, samario, europio, gadolinio, terbio, disprosio, holmio, erbio, tulio, iterbio y lutecio). El escandio y el itrio se incluyen entre las tierras raras porque aparecen frecuentemente mezclados con los lantánidos en los mismos yacimientos.

Uno de estos elementos, el **neodimio**, es parte del sistema de vibración de los celulares. Con el **lantano**, se fabrican lentes de cristal, de cámaras fotográficas y de telescopios. Otros también se utilizan para las pantallas de los teléfonos móviles, así como sus circuitos y micrófonos.

Uno de los más importantes es el neodimio, que permite **desarrollar motores eléctricos más livianos**, "eficientes, de mayor precisión. Sin este elemento, los motores serían gigantesco". *Fuente: Jubileo.*

¿POR QUÉ SON IMPORTANTES ESTOS ELEMENTOS QUÍMICOS?

Porque **tienen importancia tecnológica**. Segundo, porque su extracción es muy cara, muy contaminante y especializada.

Para que sea más barato el proceso de extracción, se requiere encontrar yacimientos con abundancia de estos elementos.

En el mundo, **la mayor parte se han encontrado en China**, pero también hay en Brasil, Portugal, España. Pero el mayor proveedor mundial es China.

Fuente: Jubileo

Características de los elementos químicos

MINERAL	DETALLE	PRECIO CNY (SEPT-24)	PRECIO EU (SEPT-24)
Lantano (La)	<ul style="list-style-type: none"> ● Uso principal: Fabricación de baterías recargables (especialmente en autos híbridos), vidrios ópticos y catalizadores para el refinado del petróleo. ● Propiedades: Mejora la capacidad de las baterías de níquel-hidruro metálico y se usa en aleaciones metálicas especiales. 	4,000 CNY/tonelada.	520 EUR/tonelada.

MINERAL	DETALLE	PRECIO CNY (SEPT-24)	PRECIO EU (SEPT-24)
Cerio (Ce)	<ul style="list-style-type: none"> ● Uso principal: Catalizadores en motores de combustión (reducción de emisiones), pulido de vidrios y fabricación de pantallas de vidrio. ● Propiedades: El cerio tiene la capacidad de oxidarse fácilmente, lo que lo hace ideal para su uso en procesos catalíticos. 	7,200 CNY/ tonelada.	936 EUR/ tonelada.
Praseodimio (Pr)	<ul style="list-style-type: none"> ● Uso principal: Imanes de alta resistencia (como en motores eléctricos), fabricación de gafas de soldadura y colorantes para vidrios y cerámicas. ● Propiedades: Mejora la resistencia al calor de los imanes y se utiliza para dar color amarillo a los vidrios. 	430,000 CNY/ tonelada.	55,900 EUR/ tonelada.
Neodimio (Nd)	<ul style="list-style-type: none"> ● Uso principal: Imanes de neodimio (los imanes permanentes más fuertes), discos duros, turbinas eólicas, motores eléctricos, altavoces y audífonos. ● Propiedades: Su capacidad para crear imanes potentes es clave en muchas aplicaciones tecnológicas modernas 	430,000 CNY/ tonelada.	55,900 EUR/ tonelada.
Prometeo (Pm)	<ul style="list-style-type: none"> ● Uso principal: Aplicaciones nucleares y en baterías de larga duración para marcapasos y otros dispositivos médicos. ● Propiedades: Es un elemento radiactivo raro y tiene aplicaciones muy limitadas debido a su escasez. 		

MINERAL	DETALLE	PRECIO CNY (SEPT-24)	PRECIO EU (SEPT-24)
Samario (Sm)	<ul style="list-style-type: none"> ● Uso principal: Imanes de samario-cobalto, sensores, equipos de resonancia magnética (MRI) y en reactores nucleares. ● Propiedades: Los imanes de samario-cobalto son resistentes a la corrosión y altas temperaturas, por lo que son esenciales en aplicaciones de alta exigencia. 	15,000 CNY/ tonelada.	1,950 EUR/ tonelada.
Europio (Eu)	<ul style="list-style-type: none"> ● Uso principal: Pantallas y luces fluorescentes (especialmente en televisores y monitores LCD), además de fósforos para lámparas LED y de bajo consumo. ● Propiedades: Sus compuestos son excelentes para producir luz roja en pantallas y fósforos. 	195 CNY/ kilogramo.	25.35 EUR/ kilogramo.
Gadolinio (Gd)	<ul style="list-style-type: none"> ● Uso principal: Contrastes en imágenes por resonancia magnética (MRI), reactores nucleares y aleaciones metálicas. ● Propiedades: Tiene propiedades magnéticas a bajas temperaturas, lo que lo hace ideal en tecnología médica y nuclear. 	181,000 CNY/ tonelada.	23,530 EUR/ tonelada.
Terbio (Tb)	<ul style="list-style-type: none"> ● Uso principal: Aleaciones magnéticas, dispositivos electrónicos y en fósforos verdes para pantallas LED y lámparas fluorescentes. ● Propiedades: Sus compuestos son usados para mejorar la eficiencia de los dispositivos electrónicos y crear luz verde en pantallas. 	5,860 CNY/ kilogramo	761.80 EUR/ kilogramo.

MINERAL	DETALLE	PRECIO CNY (SEPT-24)	PRECIO EU (SEPT-24)
Disprosio (Dy)	<ul style="list-style-type: none"> ● Uso principal: Imanes de alto rendimiento (junto con el neodimio), turbinas eólicas y en reactores nucleares. ● Propiedades: Mejora la resistencia térmica de los imanes, lo que es esencial para motores que operan a altas temperaturas. 	1,770 CNY/ kilogramo.	230.10 EUR/ kilogramo.
Holmio (Ho)	<ul style="list-style-type: none"> ● Uso principal: En imanes muy potentes y en tecnología médica (terapia del cáncer mediante radiación), además de láseres especializados. ● Propiedades: Tiene la mayor capacidad magnética de todos los elementos y se utiliza en imanes de alta precisión. 	522,500 CNY/ tonelada.	67,925 EUR/ tonelada.
Erbio (Er)	<ul style="list-style-type: none"> ● Uso principal: En amplificadores de fibra óptica (clave para telecomunicaciones), además de aleaciones metálicas y láseres médicos. ● Propiedades: Es crucial en las comunicaciones de fibra óptica por su capacidad para amplificar señales. 	310,000 CNY/ tonelada.	40,300 EUR/ tonelada.
Tulio (Tm)	<ul style="list-style-type: none"> ● Uso principal: Aplicaciones médicas como láseres portátiles para cirugía y en fuentes de radiación para equipos portátiles de rayos X. ● Propiedades: Aunque es uno de los lantánidos más raros, es útil en dispositivos médicos y algunas tecnologías de radiación. 		

MINERAL	DETALLE	PRECIO CNY (SEPT-24)	PRECIO EU (SEPT-24)
Iterbio (Yb)	<ul style="list-style-type: none"> ● Uso principal: Tecnología láser, sensores de presión y como dopante en algunos tipos de fibra óptica. ● Propiedades: Se usa para mejorar la precisión de ciertos sensores y tiene aplicaciones en láseres. 	100,000 CNY/ tonelada.	13,000 EUR/ tonelada
Lutecio (Lu)	<ul style="list-style-type: none"> ● Uso principal: Usado en tecnología de escaneo PET (tomografía por emisión de positrones) y catalizadores para procesos de refino de petróleo. ● Propiedades: Es uno de los elementos más densos de los lantánidos y tiene aplicaciones en dispositivos médicos avanzados. 	5,400 CNY/ kilogramo.	702 EUR/ kilogramo

Fuente: (Seltene Erden)(Shanghai Metals Market).

Según investigación preliminares de COMIBOL, en Bolivia, se ha identificado la presencia de tierras raras en varios yacimientos, aunque su exploración y explotación aún está en desarrollo. Los elementos de tierras raras que se han encontrado o que potencialmente podrían encontrarse en Bolivia están asociados a depósitos de minerales como la bastnasita y la monacita, que contienen una mezcla de elementos lantánidos.

Basado en las investigaciones geológicas y estudios recientes sobre las tierras raras en Bolivia, los elementos que *podrían* estar presentes son:

- **Lantano (La)**
- **Cerio (Ce)**
- **Praseodimio (Pr)**
- **Neodimio (Nd)**
- **Samario (Sm)**
- **Europio (Eu)**

- **Gadolinio (Gd)**
- **Terbio (Tb)**
- **Disprosio (Dy)**
- **Holmio (Ho)**
- **Erbio (Er)**
- **Iterbio (Yb) y Lutecio (Lu)**

Según informes de COMIBOL, **Prometeo (Pm)** es un elemento muy raro y radiactivo, por lo que no se encuentra de manera natural en cantidades significativas en la Tierra, y no se ha informado su presencia en Bolivia y **Tulio (Tm)** es extremadamente raro, y no se ha mencionado su presencia en Bolivia.

REGIONES POTENCIALES EN BOLIVIA:

Las tierras raras en Bolivia están asociadas a áreas donde se encuentran minerales como la bastnasita y la monacita, especialmente en regiones como el Precámbrico boliviano y los departamentos de **Potosí, Santa Cruz y Cochabamba**, aunque la investigación y explotación está en sus etapas iniciales.

Bolivia tiene un enorme potencial para la exploración y explotación de tierras raras, especialmente con el auge de la demanda global por estos elementos debido a su uso en tecnologías verdes, como los imanes permanentes para turbinas eólicas y vehículos eléctricos. Sin embargo, aún se necesitan mayores estudios y desarrollos para su aprovechamiento comercial.

MERCADO MUNDIAL

Los principales compradores de los **elementos de tierras raras** como el lantano, cerio, neodimio, y disprosio, entre otros, provienen de diversas industrias tecnológicas y países, debido a su importancia para la producción de alta tecnología y energías limpias. Como se puede ver a continuación los sectores e industrias que demandan estos elementos:

1. Industria de Tecnología y Electrónica:

- **China:** Es el mayor productor y consumidor de tierras raras en el mundo. Muchas de las empresas tecnológicas y de manufactura de productos electrónicos de consumo masivo, como **Huawei y Xiaomi**, dependen de estos elementos para la fabricación de componentes avanzados.
- **Japón:** Las compañías de electrónica como **Sony, Panasonic, y Toshiba** son grandes compradoras de tierras raras, especialmente para la fabricación de pantallas, imanes, y otros dispositivos electrónicos.
- **Corea del Sur:** Empresas como **Samsung y LG** requieren estos elementos para la producción de smartphones, pantallas LED y OLED.

2. Fabricación de Imanes Permanentes:

- Los imanes permanentes de tierras raras (como los de **neodimio-praseodimio**) son cruciales para la **fabricación de motores eléctricos**, especialmente en:

- **Vehículos eléctricos:** Tesla, BYD, y Volkswagen son grandes compradores de neodimio y disprosio para fabricar motores de alto rendimiento para autos eléctricos.
- **Turbinas eólicas:** Empresas como Siemens Gamesa y GE Renewable Energy demandan grandes cantidades de neodimio y disprosio para los generadores de imanes permanentes usados en las turbinas eólicas.

3. Industria de Energías Renovables:

- **Estados Unidos:** Compañías como General Electric y Vestas compran tierras raras para el desarrollo de sistemas de energía eólica y solar. Los imanes y componentes avanzados de las turbinas y paneles requieren materiales como el neodimio, praseodimio y disprosio.
- **Unión Europea:** Con un fuerte impulso hacia energías limpias, varios países de la UE como Alemania y Dinamarca son grandes consumidores de tierras raras para la generación de energía renovable.

4. Sector de Defensa y Aeroespacial:

- **Estados Unidos y Rusia:** Los elementos de tierras raras como el gadolinio, disprosio y samario son fundamentales en aplicaciones de defensa, incluidos sistemas de guiado, sensores avanzados y tecnologías de comunicaciones militares.
- **Empresas aeroespaciales:** Compañías como Lockheed Martin, Raytheon, y Northrop Grumman son compradores importantes de estos elementos para la fabricación de aviones, drones y satélites.

5. Fabricación de Vehículos Híbridos y Eléctricos:

- **Automotrices globales** como Toyota, BMW, y Ford demandan grandes cantidades de praseodimio, neodimio y disprosio para la fabricación de motores eléctricos y baterías de sus vehículos híbridos y eléctricos.

6. Industria de Iluminación y Pantallas:

- **Europio y Terbio** son esenciales para la fabricación de pantallas LCD y LED. Empresas que producen televisores, monitores y luces LED en China, Japón, y Corea del Sur son grandes consumidores.
- **Philips y Osram** (Europa) también requieren estos elementos para su tecnología de iluminación avanzada.

7. Otros Sectores Industriales:

- **Catalizadores para la industria petroquímica:** Empresas que refinan petróleo, como **ExxonMobil** y **Chevron**, compran **cerio** y **lantano** para el uso en procesos de refinación de petróleo.
- **Industria médica:** Los isótopos radiactivos de **samario** y **gadolino** son usados en terapias contra el cáncer y en imágenes por resonancia magnética (MRI). Empresas farmacéuticas y de dispositivos médicos también demandan estos elementos.

EN RESUMEN, LOS PRINCIPALES PAÍSES COMPRADORES:

- **China** (el mayor comprador y productor a nivel mundial).
- **Japón.**
- **Estados Unidos.**
- **Corea del Sur.**
- **Alemania** (y otros países de la Unión Europea).

ANEXOS

ANEXO 9: TRANSICIÓN ENERGÉTICA

LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN BOLIVIA: UNA VISIÓN ESTRATÉGICA
HACIA 2025

La transición energética se entiende como un cambio estructural de largo plazo en los sistemas energéticos. En el caso de Bolivia, este proceso debe concebirse como una interacción sinérgica entre todos los actores involucrados. Abarca desde la reducción del uso de combustibles fósiles, pasando por un uso intermedio del gas natural, hasta llegar al uso intensivo de electricidad y tecnologías de almacenamiento como las baterías de ion-litio.

La transición energética en Bolivia se estructura en torno a varios ejes estratégicos que buscan reducir la dependencia de los combustibles fósiles, diversificar la matriz energética y promover un desarrollo sostenible e inclusivo. Los principales ejes¹⁴ se orientan a:

- 1 Diversificación de la matriz energética con fuentes renovables:** Bolivia está incorporando progresivamente energías renovables como la solar, eólica y geotérmica. Actualmente, las energías renovables no convencionales representan el 8,2% de la capacidad instalada, mientras que la hidroeléctrica alcanza el 20,6% y la termoeléctrica el 71,2% . El objetivo es alcanzar un 75% de generación renovable para 2050.
- 2 Electrificación y eficiencia energética:** Se promueve la electrificación de sectores clave, como el transporte y la industria, junto con la implementación de tecnologías digitales para mejorar la eficiencia energética. Estos esfuerzos buscan reducir el consumo de combustibles fósiles y optimizar el uso de la energía.
- 3 Movilidad eléctrica:** Bolivia está avanzando en la adopción de la movilidad eléctrica, incentivando el uso de vehículos eléctricos y desarrollando la infraestructura necesaria, como estaciones de carga, para facilitar su implementación.
- 4 Aprovechamiento del litio como recurso estratégico:** El país posee vastas reservas de litio, estimadas entre 21 y 23 millones de toneladas, ubicadas principalmente en el Salar de Uyuni. Este recurso es clave para la producción de baterías y la transición energética global, posicionando a Bolivia como un actor estratégico en este ámbito.

14 Ministerio de Hidrocarburos. Bolivia apuesta a la transición energética con 75% de generación renovable proyectada para 2050

- 5 Financiamiento climático y cooperación internacional:** Bolivia ha establecido metas para alcanzar la neutralidad de carbono para 2050 y ha destinado recursos significativos al sector energético. Además, ha recibido apoyo internacional, como el financiamiento de 5 millones de euros por parte del gobierno de Alemania para proyectos de transición energética.
- 6 Inclusión social y justicia energética:** Se busca garantizar que la transición energética sea justa e inclusiva, respetando los derechos de las comunidades indígenas y promoviendo su participación en la toma de decisiones relacionadas con proyectos energéticos.

En este contexto, la ejecución de proyectos de energías alternativas (renovables) a mediano y largo plazo se plantea como una estrategia clave para satisfacer la creciente demanda energética de manera eficiente, reduciendo progresivamente la dependencia de los combustibles fósiles e impulsando el uso de fuentes renovables.

El cambio en la matriz energética, centrado en disminuir el uso de combustibles fósiles para la generación eléctrica y aumentar la participación de energías renovables, está enmarcado en el Pilar 7, Meta 5, Resultado 5.1 de la Agenda Patriótica 2025, enfocado en energías alternativas. Este objetivo se logrará mediante la incorporación de nuevos proyectos de generación basados en fuentes renovables y tecnologías de almacenamiento.

Para la gestión 2025, se proyecta una matriz energética diversificada que destaca los siguientes componentes:

- **Ciclos combinados:** 33,5%
- **Hidroeléctricas:** 29,8%
- **Fuentes termoeléctricas:** 26%
- **Energías alternativas (renovables):** 9,5%
- **Diésel:** 1%

En este marco, los proyectos que han sido planificados y previstos para 2025 por el actual gobierno en temas de litio se concentran en:

- **Salar de Uyuni:** Implementación de 3 plantas de Extracción Directa de Litio (EDL), 3 plantas de carbonato de litio y 1 planta de materiales catódicos y baterías.
- **Salar de Pastos Grandes:** 1 planta de EDL y 1 planta de carbonato de litio.
- **Salar de Coipasa:** 2 plantas de EDL, 2 plantas de carbonato de litio y 1 planta de materiales catódicos y baterías.

Paralelamente, se encuentra en desarrollo el **proyecto de hidrógeno verde (H₂V)**, que representa un paso importante hacia la descarbonización de la economía boliviana.

Este vector energético será una alternativa estratégica, especialmente para sustituir el uso de diésel en el sector agropecuario.

Se prevé la implementación de una planta de hidrógeno verde para el año 2025, que incluirá:

- **Una planta de electrólisis de 50 MW.**
- **Infraestructura de almacenamiento, transporte y distribución.**
- **Una inversión estimada en \$us 75 millones.**
- **Enfocada al abastecimiento del mercado industrial nacional.**

Asimismo, se tiene previsto el desarrollo de un **complejo productivo de amoníaco verde**, cuyo objetivo central será aprovechar el potencial de las energías renovables, desde la generación eléctrica hasta la producción de amoníaco. Este proyecto incluirá:

- **Una planta de generación fotovoltaica de 100 MW.**
- **Una planta de electrólisis de 50 MW.**
- **Infraestructura de almacenamiento, transporte y distribución.**
- **Una inversión estimada en \$us 145 millones.**

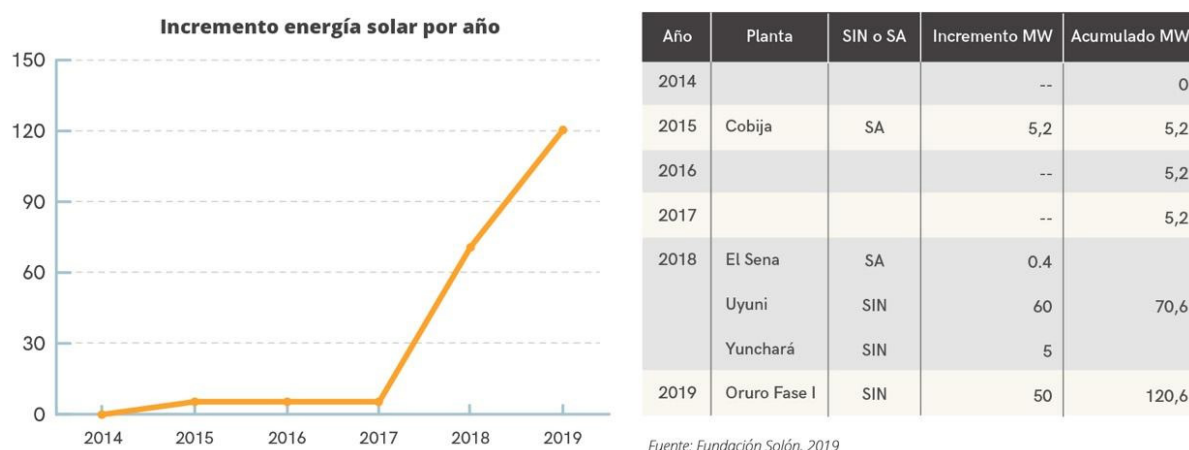
En conclusión, las políticas de transición energética en Bolivia buscan reducir gradualmente la dependencia de los combustibles fósiles, diversificar la matriz energética mediante el aprovechamiento de fuentes renovables (como la hidroeléctrica, solar, eólica y geotérmica) y avanzar hacia una mayor soberanía energética. Aunque el país ha dado pasos importantes —como el desarrollo de parques solares y eólicos, y proyectos de litio como insumo estratégico—, la transición energética enfrenta desafíos estructurales, como la alta subvención a los hidrocarburos, limitaciones en inversión tecnológica y la necesidad de fortalecer marcos regulatorios. Para lograr una transición justa y sostenible, Bolivia debe equilibrar su potencial energético con criterios ambientales, sociales y de inclusión indígena, asegurando además la participación comunitaria en la toma de decisiones.

ANEXOS

ANEXO 10: PLANTAS DE ENERGÍA FOTOVOLTAICAS EN BOLIVIA

La energía solar es una fuente relativamente reciente en Bolivia. La primera planta solar, con una capacidad de 5,2 MW, comenzó a operar en la ciudad de Cobija en 2015. Hasta septiembre de 2019, el país contaba con cinco plantas solares: tres integradas al Sistema Interconectado Nacional (SIN) y dos operando como Sistemas Aislados (SA). En conjunto, estas instalaciones alcanzan una potencia instalada total de 120,6 MW.

Gráfico 23: Incremento de la energía solar en Bolivia



Fuente: ENDE

Los sistemas fotovoltaicos conectados al Sistema Interconectado Nacional (SIN) en Bolivia incluyen las plantas solares de Yunchará (5 MW), Uyuni (60 MW) y Oruro (50 MW), que en conjunto suman una capacidad instalada de 115 MW. La planta de Uyuni se ubica en el departamento de Potosí, la de Yunchará en el municipio homónimo del departamento de Tarija, y la planta de Oruro en el municipio de Caracollo, departamento de Oruro.

La planta solar de Yunchará fue inaugurada en abril de 2018, seguida por la de Uyuni en septiembre del mismo año. Posteriormente, en septiembre de 2019, se puso en funcionamiento la Fase I de la planta solar de Oruro. Según datos del Comité Nacional de Despacho de Carga (CNDC), se estima que la planta de Uyuni, con 60 MW de capacidad instalada, generará aproximadamente 140 GWh anuales, mientras que la planta de Yunchará, con 5 MW, producirá cerca de 10 GWh por año. Aún no se dispone de datos oficiales sobre la producción de la planta de Oruro Fase I. Con base en estas cifras, el factor de planta estimado es de 26 % para Uyuni y 22 % para Yunchará.

Macro Localización de las plantas de energía solar en Bolivia

Ubicación de Plantas Solares



PLANTAS SOLARES EN FUNCIONAMIENTO

1. Planta Solar Fotovoltaica de Oruro (fase I)

- **Ubicación:** Ancotanga, municipio de Caracollo, Oruro.
- **Capacidad:** 100 MW (50 MW en Fase I y 50 MW en Fase II).
- **Superficie:** 208 hectáreas.
- **Componentes:** Aproximadamente 300,000 paneles solares.
- **Producción estimada:** 105,000 MWh/año.
- **Financiamiento:** Agencia Francesa de Desarrollo (AFD), Unión Europea (UE) y Banco Central de Bolivia (BCB).

2. Planta Solar Fotovoltaica de Uyuni

- **Ubicación:** Provincia Antonio Quijarro, Potosí.
- **Capacidad:** 60 MW.
- **Superficie:** 105 hectáreas.
- **Componentes:** Más de 200,000 paneles solares.
- **Producción estimada:** 123,000 MWh/año, cubriendo aproximadamente el 50% de la demanda energética del departamento de Potosí.

3. Planta Solar Fotovoltaica de Yunchará

- **Ubicación:** Municipio de Yunchará, Tarija.
- **Capacidad:** 5 MW.
- **Superficie:** 14 hectáreas.
- **Componentes:** 19,152 paneles solares.

4. Planta Solar Fotovoltaica de Cobija

- **Ubicación:** Cobija, Pando.
- **Capacidad:** 5.2 MW.
- **Componentes:** Sistema aislado que reduce el consumo anual de diésel en 1.43 millones de litros.

5. Planta Solar Fotovoltaica de El Sena

- **Ubicación:** El Sena, Pando.
- **Capacidad:** 0.4 MW.
- **Componentes:** Sistema aislado que reduce el consumo anual de diésel en 156,000 litros.

PLANTAS SOLARES EN CONSTRUCCIÓN O PROYECTADAS

La Fase II de la planta de Oruro se encuentra en etapa de construcción y entrará en funcionamiento en el 2020. La Fase II tendrá una potencia instalada de 50MW que se adicionaría a los 115 MW de energía solar que ya están conectados al SIN. El contrato de construcción para Fase II se firmó en febrero de 2019 con una inversión de 54,7 millones de dólares. El costo por MW de potencia instalada sería de 1,09 millones de dólares. El proyecto está financiado por la Agencia Francesa de Desarrollo (AFD) y recursos propios.

PROYECTOS EN ESTUDIO O LICITACIÓN

- **Planta Solar de Guayaramerín:** 2.5 MW.
- **Planta Solar de Iténez:** 1.2 MW.
- **Planta Solar de Colcha K (Oruro):** 20 MW.
- **Planta Solar Riberalta-Guayaramerín (Beni):** 3 MW.

ANEXOS

ANEXO 11: INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA DE LOS SALARES BOLIVIANOS Y SUS PRODUCTOS DERIVADOS COMO EL CLORURO DE POTASIO

En los salares de Bolivia -especialmente el Salar de Uyuni, que es el más estudiado y con mayor potencial litífero- los porcentajes de carbonato de litio (Li_2CO_3), potasio (K) y magnesio (Mg) no se encuentran directamente como compuestos puros, sino como parte de las salmueras (agua con alta concentración de sales disueltas). Por lo tanto, se suelen reportar en concentraciones de iones (ppm o proporciones molares), no como porcentajes directos de cada compuesto. Los informes técnicos arrojan la siguiente información:

Tabla No 33: Salar de Uyuni (Bolivia)
Concentraciones aproximadas de salmuera

COMPONENTE	CONCENTRACIÓN APROXIMADA
Litio (Li^+)	300 – 1,000 ppm (promedio ~500 ppm)
Magnesio (Mg^{2+})	4,000 – 6,000 ppm
Potasio (K^+)	7,000 – 10,000 ppm
Relación Mg/Li	6 – 9 (relativamente alta)

Fuente: Servicio Geológico de Estados Unidos – USGS

ppm = partes por millón. Por ejemplo, 500 ppm de litio equivale a 0.05% en masa.

En la Tabla No 34, se aprecia el análisis comparativo (detallado) entre los principales salares de Bolivia (Uyuni y Coipasa), Chile (Atacama) y Argentina (Hombre Muerto y Cauchari-Olaroz), enfocado en los elementos litio, potasio y magnesio, además de variables técnicas clave para su explotación.

Tabla No 34: Análisis Comparativo - Técnico de Salmueras: Bolivia – Chile – Argentina

PARÁMETRO	UYUNI (BOLIVIA)	COIPASA (BOLIVIA)	ATACAMA (CHILE)	HOMBRE MUERTO (ARGENTINA)	CAUCHARI- OLAROS (ARGENTINA)
Litio (Li ⁺)	300–1,000 mg/L	300 mg/L	1,400–1,800 mg/L	600–800 mg/L	500–700 mg/L
Carbonato de Litio (equivalente)	~1,600–5,300 mg/L	~1,600 mg/L	~7,500–9,500 mg/L	~3,200–4,200 mg/L	~2,700–3,700 mg/L
Potasio (K ⁺)	7,000–10,000 mg/L	14,000 mg/L	>20,000 mg/L	7,000–10,000 mg/L	6,000–9,000 mg/L
Magnesio (Mg ²⁺)	4,000–6,000 mg/L	14,000 mg/L	5,000–7,000 mg/L	400–1,500 mg/L	600–1,200 mg/L
Relación Mg/Li	6 – 9	44 (muy alta)	3 – 6	1 – 2	1 – 2
Evaporación anual (mm)	1,200 – 1,500	1,100 – 1,300	~3,000	1,800 – 2,000	1,600 – 1,800
Dificultad técnica	Alta	Muy alta (Mg/Li desfavorable)	Baja	Baja	Baja

Fuente: CEPAL (2022) - CORFO Chile - Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS)

La interpretación técnica del cuadro anterior refleja:

BOLIVIA (UYUNI Y COIPASA)

- **Uyuni:** Gran volumen de litio, pero concentraciones medias y alta proporción de magnesio. Requiere tecnologías avanzadas (EDL) o pretratamientos costosos para extracción efectiva.
- **Coipasa:** A pesar de su alto potasio, su extremadamente alta relación **Mg/Li (44:1)** lo hace actualmente no rentable para litio con métodos convencionales. Tiene más potencial para **potasio y magnesio** como subproductos industriales.

CHILE (SALAR DE ATACAMA)

- **Mejor salmuera del mundo:** alta concentración de litio y potasio, bajo Mg/Li, alta evaporación ► extracción eficiente por evaporación solar.
- **Riesgos:** sobreexplotación de agua dulce, presión social, necesidad de reconversión tecnológica.

ARGENTINA

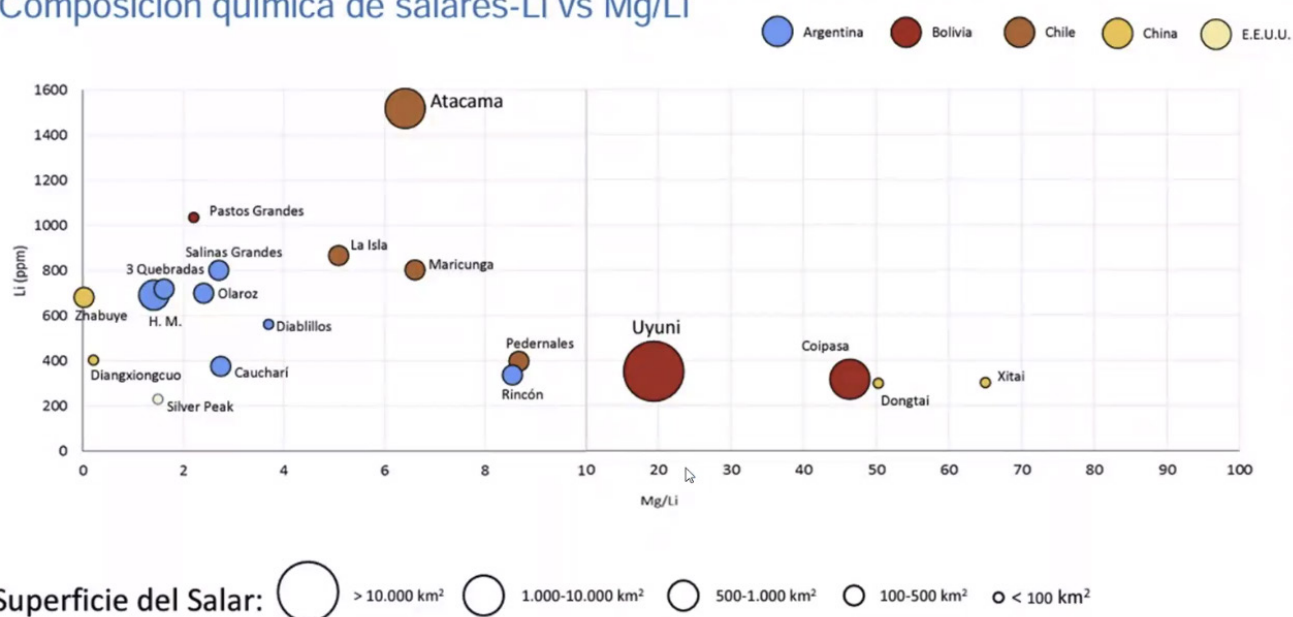
- **Hombre Muerto y Cauchari-Olaroz** tienen relaciones Mg/Ly muy favorables y salmueras de buena calidad.

En términos generales si bien Bolivia posee más recursos en volumen, enfrenta grandes desafíos técnicos y ambientales para explotar el litio de manera eficiente con métodos tradicionales. Por su parte, Coipasa, con su alto potasio y magnesio, podría apuntar a una diversificación productiva más allá del litio.

Con relación a Chile y Argentina tienen mayor claridad legal y ventajas técnicas y de infraestructura, lo que los hace más atractivos a corto y mediano plazo para la inversión extranjera.

Gráfico No 24

Composición química de salares-Li vs Mg/Li



Subsecretaría de Desarrollo Minero
Dirección Nacional de Promoción Minera



Subsecretaría de Minería
Ministerio de Energía y Minería
Presidencia de la Nación

En el contexto de la relación magnesio/litio en salmueras o procesos de extracción, un valor de 20 mg Mg/Li indica que por cada unidad de litio hay 20 unidades de magnesio, mientras que un valor de 6 mg Mg/Li indica una proporción menor de magnesio respecto al litio.

En la industria del litio, una menor proporción de magnesio respecto al litio (por ejemplo, 6 Mg/Li) es generalmente preferible. Esto se debe a que el magnesio compite químicamente con el litio durante la extracción y procesamiento, dificultando la separación y aumentando costos y complejidad.

En este sentido, una alta concentración de magnesio (como 20 Mg/Li) puede requerir procesos más intensivos para eliminarlo y obtener litio puro, afectando la eficiencia y economía de la producción.

PROPORCIÓN MG/LI	VENTAJAS/DESVENTAJAS
6	Mejor para extracción, menor interferencia, menor costo de procesamiento
20	Más magnesio, mayor dificultad en purificación, mayor costo

AVANCES EN LA PRODUCCIÓN DE CLORURO DE POTASIO EN BOLIVIA

El cloruro de potasio (KCl) es un fertilizante esencial para la agricultura y forma parte de la estrategia de industrialización del litio en Bolivia. La producción y comercialización de este compuesto está a cargo de la empresa estatal Yacimientos de Litio Bolivianos (YLB).

La Planta Industrial de Cloruro de Potasio, ubicada en Llipi, cerca del Salar de Uyuni en Potosí, fue inaugurada en octubre de 2018 con una inversión aproximada de \$us 188 millones. Tiene una capacidad instalada de producción de 350.000 toneladas por año.

En el año 2023, Bolivia produjo 85.046 toneladas métricas de cloruro de potasio a través de Yacimientos de Litio Bolivianos (YLB). Los ingresos generados por la venta de este fertilizante ascendieron a Bs 135,4 millones (aproximadamente 19,1 millones de dólares estadounidenses al tipo de cambio promedio de 2023)¹⁵.

Para el año 2024, la producción de cloruro de potasio alcanzó a 82.000 toneladas de cloruro de potasio, según datos preliminares de Yacimientos de Litio Bolivianos (YLB).

En cuanto a los ingresos, la venta conjunta de cloruro de potasio y carbonato de litio generó un total de Bs 256,91 millones (alrededor de 37 millones de dólares), aunque no se desglosa públicamente el monto exacto solo para el cloruro de potasio en 2024. En 2023, la venta de cloruro de potasio generó Bs 135,4 millones, por lo que se espera que en 2024 esta cifra haya aumentado proporcionalmente con la producción¹⁶.

Los mercados principales de exportación del fertilizantes son¹⁷:

- **Brasil:** 40%
- **Chile:** 27%
- **Bolivia:** 25% (mercado interno)
- **Otros países:** 8%

¹⁵ <https://www.ylb.gob.bo/node/9>

¹⁶ <https://abi.bo/index.php/economia2/61169-venta-de-cloruro-de-potasio-y-carbonato-de-litio-genero-bs-256-91-millones-en-2024>

¹⁷ <https://www.ylb.gob.bo/node/9>

DESAFÍOS Y PROYECCIONES

A pesar de la alta demanda, la planta opera actualmente entre el 30% y 40%¹⁸ de su capacidad debido a la falta de materia prima, como el agua, necesaria para el proceso de producción. Las piscinas de evaporación instaladas no abastecen la suficiente materia prima para alcanzar la producción total.

YLB está trabajando en la reconstrucción y mantenimiento de piscinas industriales de evaporación en el Complejo Industrial de YLB, que habían permanecido descuidadas en años anteriores, con el objetivo de incrementar la producción y cumplir con la demanda de productos en el mercado nacional e internacional.

En el año 2024, Yacimientos de Litio Bolivianos (YLB) alcanzó una producción de **82.000 toneladas métricas de cloruro de potasio**, lo que representa un incremento respecto a las 85.046 toneladas producidas en 2023.

Durante el primer semestre de 2024, YLB vendió más de **34.000 toneladas** de cloruro de potasio, generando ingresos de aproximadamente **Bs 54 millones** (alrededor de **USD 7,7 millones**)¹⁹.

Los principales destinos de exportación fueron:

- **Brasil**
- **Chile**
- **Perú**
- **Argentina**
- **Paraguay**

Además, se realizaron exportaciones a países europeos como **Letonia** (200 toneladas), **China** (50 toneladas) y **Francia** (20 toneladas)²⁰

Para el año 2025, YLB proyecta aumentar la producción a **85.000 toneladas métricas**, con el objetivo de satisfacer la demanda del mercado nacional agroindustrial y generar excedentes para la exportación²¹.

Para el primer semestre de 2025, Yacimientos de Litio Bolivianos (YLB) registra una venta de más de 34.000 toneladas de cloruro de potasio en sus distintas variedades.

En términos de ingresos, la venta combinada de cloruro de potasio, carbonato de litio y subproductos generó aproximadamente Bs 74,2 millones durante ese periodo.

18 YLB - Año (2023)

19 INFOBAE

20 INFOBAE

21 <https://larazon.bo/economia-y-empresa/2025/01/14/ylob-proyecta-record-en-produccion-de-litio-y-cloruro-de-potasio-para-2025/>

MAGNESIO

Con relación al Magnesio, Bolivia no reporta una producción significativa ni específica de manganeso proveniente de sus salares. La información disponible indica que el manganeso en Bolivia está principalmente asociado al proyecto siderúrgico del Mutún, ubicado en el departamento de Santa Cruz, donde se estima un potencial de aproximadamente 10 millones de toneladas de manganeso, pero este no está relacionado con los salares sino con depósitos minerales convencionales.

Respecto a los salares bolivianos como Coipasa y Uyuni, la riqueza mineral se enfoca principalmente en litio, magnesio y potasio. En particular, el salar de Coipasa es reconocido por su abundancia en magnesio y potasio, mientras que la concentración de litio es menor en comparación con Uyuni. No hay datos que indiquen producción o reservas relevantes de manganeso en estos salares.

En síntesis, Bolivia no produce manganeso a partir de sus salares, sino que el manganeso proviene de otros yacimientos minerales, principalmente el Mutún en Santa Cruz, mientras que los salares se explotan principalmente por litio, magnesio y potasio.



BIBLIOGRAFÍA

- Revista mensual de circulación a nivel Nacional e Internacional (2023) N° 182
Energía Minería & construcción LatinoamericaLatinoamérica
- Revista mensual de circulación a nivel Nacional e Internacional (2023) N° 183
Energía Minería & construcción LatinoamericaLatinoamérica
- Revista mensual de circulación a nivel Nacional e Internacional (2023) N° 185
Energía Minería & construcción LatinoamericaLatinoamérica
- Revista mensual de circulación a nivel Nacional e Internacional (2023) N° 186
Energía Minería & construcción LatinoamericaLatinoamérica
- Revista mensual de circulación a nivel Nacional e Internacional (2023) N° 187
Energía Minería & construcción LatinoamericaLatinoamérica
- Revista mensual de circulación a nivel Nacional e Internacional (2023) N° 188
Energía Minería & construcción LatinoamericaLatinoamérica
- Revista mensual de circulación a nivel Nacional e Internacional (2022) N° 179
Energía Minería & construcción LatinoamericaLatinoamérica
- Revista mensual de circulación a nivel Nacional e Internacional (2023) N° 1181
Energía Minería & construcción LatinoamericaLatinoamérica
- Revista mensual de circulación a nivel Nacional e Internacional (2023) N° 182
Energía Minería & construcción LatinoamericaLatinoamérica
- Rosendo Sanjinéz Sanjinés Ceballos (Septiembre 2022) El Oro Blanco de los Andes: paradigmas de la minería e industrialización del litio en Bolivia
- Juan Carlos Zuleta Calderón (Agosto 2022) El litio en Bolivia: una evaluación preliminar
- Dirección Departamental del Litio. (Mayo 2022) El litio una visión hacia el futuro presentado por el asesor estratégico de la Gobernación Juan Téllez
- Martin Obaya (2019) Estudio de caso sobre la gobernanza del litio en el Estado Plurinacional de Bolivia
- Eleonora María Mamani (2017) El conflicto del litio en la Punta de Atacama
- Juliana Ströbele-Gregor (2012) Litio en Bolivia: El plan gubernamental de producción e industrialización del litio, escenarios de conflictos sociales y ecológicos, y dimensiones de desigualdad social
- FRUTCAS (21-22 diciembre 2019) Congreso de unidad de la Federación única de trabajadores
- CEPAL (Junio 2023) Extracción e industrialización del litio Oportunidades y desafíos para América Latina y el Caribe

- Juliana Ströbele-Grego El proyecto estatal del litio en Bolivia Expectativas, desafíos y dilemas Revista Nueva Sociedad No 244, marzo-abril de 2013, ISSN: 0251-35
- José Carlos Solón (2022) Espejismos de abundancia: Los mitos de la industrialización del litio en el salar de Uyuni
- Jonathan MendezMéndez Martín (2019) Ideas y reflexiones: Extracción del litio en el salar de Uyuni.
- YLB (2021) Memoria pública institucional 2021: es una publicación de la Unidad de Comunicación y Gestión Comunitaria de la Empresa Pública Nacional Estratégica Yacimientos de Litio Bolivianos Corporación.
- YLB (2020) Memoria pública institucional 2020: es una publicación de la Unidad de Comunicación y Gestión Comunitaria de la Empresa Pública Nacional Estratégica Yacimientos de Litio Bolivianos Corporación.
- YLB (2019) Memoria pública institucional 2019: es una publicación de la Unidad de Comunicación y Gestión Comunitaria de la Empresa Pública Nacional Estratégica Yacimientos de Litio Bolivianos Corporación.
- YLB (2018) Memoria pública institucional 2018: es una publicación de la Unidad de Comunicación y Gestión Comunitaria de la Empresa Pública Nacional Estratégica Yacimientos de Litio Bolivianos Corporación.
- Balance Energético Nacional 2006-2020 Ministerio de Hidrocarburos y Energía
- Lenny Roxana Cáceres Frías (2018) Gestión de las alianzas estratégicas de inversión conjunta como plataforma para iniciar la discusión respecto a la aplicabilidad de las asociaciones público privadas en Bolivia
- COMIBOL (Mayo 2022) Boletín informativo: Los metales estratégicos para la tecnología tendrán una planta de tratamiento en Bolivia.
- Ministerio de Minería y Metalurgia (2023) Rendición pública de cuentas
- Bruno Fornillo / Martina Gamba (2019) Industria, ciencia y política en el Triángulo del Litio Ciencia, Docencia y Tecnología, vol. 30, núm. 58, pp. 1-38, 2019 Universidad Nacional de Entre Ríos
- COCHILCO (2019) Antecedentes para una Política Pública en Minerales Estratégicos: Litio
- Francisco Javier Díaz (2020) Coordinado Universidad Nacional de La Plata El Litio En Argentina: Visiones y aportes multidisciplinares desde la UNLP
- Atlas de recursos evaporíticos y litio (2024) YLB
- Comisión Europea. "Presentación de la Estrategia Global Gateway": ¿Qué es Global Gateway? [22.04.24] https://internationalpartnerships.ec.europa.eu/policies/globagateway/global-gateway-overview_es
- International Partnerships (INTPA). European Fund for Sustainable Development Plus. [22.04.24]

- https://international-partnerships.ec.europa.eu/funding-and-technical-assistance/funding-instruments/european-fund-sustainable-development-plus_en
- Compañía Española de Financiación del Desarrollo (COFIDES), S.A., S.M.E. "COFIDES y el Blending de la UE".
- https://www.cofides.es/sites/default/files/biblioteca/2019-04/Folleto_Blending_UE.pdf
- Cámara Boliviana de Electricidad (CBE). "Planta Solar de Oruro Generará 100 MW desde marzo de 2020". [22.04.24]
- <https://cbe.com.bo/noticia/planta-solar-de-oruro-generara-100-mw-desde-marzo-de-2020>
- Informe de gestión de YLB año 2023
- Bolsa de Comercio de Rosario - Argentina
- Extracción e Industrialización de litio (oportunidades y desafíos para América Latina y el Caribe) - CEPAL 2023
- Fundación Jubileo - Gobernanza y cadena de suministros del litio
- COLCHICO - Informe final del litio Chile (Proyección 2024 - 2025)
- Ministerio de Desarrollo productivo de Argentina - Informe del litio (octubre 2021)
- Lilac Solutions, Inc. Desbloqueando la Producción de Litio a partir Salmuera con Intercambio Iónico - Septiembre 2024
- OXFAM - Regalías, impuestos, inversión, exportaciones y crecimiento del PIB ¿que podemos esperar del litio? (Abril 2024)
- IEA. International Energy Agency - Critical Minerals Market Review (December 2023)
- PLAN DE MUESTREO DE SALMUERAS PARA LA EXTRACCIÓN DIRECTA DE LITIO (EDL) EN LOS SALARES DE UYUNI, COIPASA, PASTOS GRANDES y EMPEXA) Ministerio de Hidrocarburos - YLB)
- Ministerio de Minería de Chile - Oferta y demanda de litio hacia el 2030
- <https://www.statista.com/>
- <https://www.benchmarkminerals.com/lithium>

ACRÓNIMOS

ACISA:	ACI Systems Alemania
AFD:	Agencia Francesa de Desarrollo
ALBERMALE:	Albermale Corporation una firma global estadounidense que desarrolla, fabrica y comercializa litio y sus derivados, especialidades de bromo, y catalizadores para servicios de almacenamiento de energía
BEI:	Banco Europeo de Inversiones
BID:	Banco Interamericano de Desarrollo
BIO:	Compañía de Inversión Blehga para países en Desarrollo
BRUNP:	Guangdong Brunp Recycling Technology Co., Ltd
CAPEX:	Capital expenditures
CAEIC:	Contrato de Alianza Estratégica de Inversión Conjunta
CAF:	Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe
CATL:	Contemporary Ampere Technology Co. Limited
CBC:	Consorcio conformado por las empresas CATL, BRUNP & CMOC
CCA:	Control de Calidad Ambiental
CDP/SIMEST:	Institución Italiana Financiera para la Cooperación de Desarrollo
CEOL:	Contratos especiales de operación del litio
CELAC:	Comunidad de Estados Latinoamericanos y Caribeños
CEPAL:	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CMOC:	China Molybdenum Co., Ltd
CODELCO:	Corporación Nacional del Cobre de Chile
COFIDES:	Compañía Española de Financiación del Desarrollo
COMIBOL:	Corporación Minera de Bolivia
COMCIPO:	Comité Cívico Potosinista
CORFO:	Corporación de fomento de la producción
COLCHICO:	Comisión Chilena del Cobre
COSEEP:	Consejo Superior Estratégico de la Empresa Pública
CPE:	Constitución Política del Estado
CRMs:	Critical Raw Materials
CUCE:	Código Único de Contrataciones Estatales
DFIs:	Instituciones Financieras de Desarrollo
DIA:	Declaración de impacto ambiental
DG INTPA:	Dirección General de Asociaciones Internacionales de la Comisión Europea
DS:	Decreto Supremo
DUE:	Delegación de la Unión Europea
EFSD+:	European Fund for Sustainable Development Plus
EIA:	Evaluación de Impacto Ambiental
EDL:	Extracción Directa de Litio

EE:	Equipo Europa
EEMM:	Estados Miembros
ENAMI:	Empresa Nacional de Minería
ENDE:	Empresa Nacional de Energía Eléctrica
ERAMET:	ERAMET S.A empresa minera y metalúrgica francesa
ERNC:	Energía Renovable No Convencional
ESG:	Estándares ambientales, sociales y de gobierno corporativo
FINNFUND:	Fondos Fineses para Cooperación Industrial Ltd
FMO:	Banco de Desarrollo Empresarial
FRUTCAS:	Federación Regional Única de Trabajadores y Campesinos del Altiplano Sur
FUSION:	Fusion Enertech Development Co Ltd
GEI:	Gases de Efecto invernadero
GGIA:	Global Gateway Investment Agenda
IFIS:	Instituciones financieras internacionales
IFU:	Fondos de inversión para Países en Desarrollo
KfW:	Banco de Crédito para la Reconstrucción de Alemania
LCE:	Carbonato de litio equivalente
LEY SAFCO:	La Ley 1178 de Administración y Control Gubernamentales
LILAC:	Lilac Solutions Inc.
LITHCO:	Lithium Corporation of America
LI2CO3:	Carbonato de litio
MHE:	Ministerio de Hidrocarburos y Energía
MMAyA:	Ministerio de Medio-Ambiente y Agua
OeEB:	Banco de Desarrollo de Austria
OXFAM:	Confederación global de organizaciones no gubernamentales (ONG)
QUANTUM:	Industrias Quantum Motors S.A
RAAM:	Reglamento Ambiental para Actividades Mineras
SAE:	Sistemas de Almacenamiento de Energías
SAM:	Empresas mixtas
SERGEOMIN:	Servicio Geológico Minero
SICOES:	Registro en el Sistema de Contrataciones Estatales
SOFID:	Institución Financiera de Desarrollo Portugués
SQM:	Sociedad Química y Minera de Chile
SWEDFUND:	Institución Financiera de Desarrollo del Estado Sueco
TBEA:	Xinjiang TBEA Group Co. Ltd
TON:	Toneladas
UE:	Unión Europea
WARWICK:	Universidad de Warwick
YLB:	Yacimientos de Litios Bolivianos

LISTA DE TABLAS

- Tabla 1: Normativa comparada del litio evaporíticos**
- Tabla 2: Áreas en Km2 de los salares de Bolivia**
- Tabla 3: Recursos y reservas mundiales de litio**
- Tabla 4: Información técnica general del salar de Uyuni**
- Tabla 5: Categoría de los recursos de salmuera del salar de Uyuni**
- Tabla 6: Balance hídrico**
- Tabla 7: Categoría de los recursos de salmuera del salar de Pastos Grandes**
- Tabla 8: Información técnica salar de Pastos grandes**
- Tabla 9: Información técnica salar de Coipasa**
- Tabla 10: Información técnica salar de Empexa**
- Tabla 11: Información técnica salar de Chiquina**
- Tabla 12: Información técnica salar de Cañapa**
- Tabla 13: Información técnica salar de Capina**
- Tabla 14: Asignación de recursos para la explotación de litio**
- Tabla 15: Consumo de aguas salinas y dulces para la operación de plantas**
- Tabla 16: Empresas internacionales seleccionadas en la primera convocatoria de YLB**
- Tabla 17: Empresas internacionales seleccionadas en la segunda convocatoria de YLB**
- Tabla 18: Indicadores para plantas de EDL**
- Tabla 19: Volúmenes y concentraciones de agua**
- Tabla 20: Viabilidad técnica**
- Tabla 21: Parámetros generales de salmuera**
- Tabla 22: Recursos versus reservas de litio año 2022**
- Tabla 23: Producción de litio por países**
- Tabla 24: Producción de litio en mina (kt)**
- Tabla 25: Producción de litio a partir de las formas actuales de explotación**
- Tabla 26: Producción de Litio años 2023 - 2025**
- Tabla 27: Valores y precios unitarios de exportación de litio a nivel regional**
- Tabla 28: Cantidad de producción e ingresos por concepto de litio en Bolivia**

Tabla 28: Cantidad de producción e ingresos por concepto de litio en Bolivia

Tabla 29: Normativa ambiental comparada (Bolivia, Chile, Argentina)

Tabla 30: Diferencia entre derecho de paso y superficie según Ley Minera

Tabla 31: Mapeo estructural de autoridades locales

Tabla 32: Mapeo de autoridades locales priorizados

Tabla 33: Salar de Uyuni - Concentraciones aproximadas de salmuera

**Tabla 34: Análisis Comparativo Técnico de Salmueras:
Bolivia – Chile – Argentina**

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa del triángulo de Litio y salinas

Figura 2: Diagrama de barras de las áreas de los salares de Bolivia

Figura 3: Diagrama de barras de los recursos de litio de Bolivia

Figura 4: Diagrama de barras de las reservas de litio de Bolivia

Figura 5: Fotografía salar de Uyuni

Figura 6: Fotografía satelital salar de Uyuni

Figura 7: Mapa de recursos Uyuni

Figura 8: Fotografía salar de Pastos Grandes

Figura 9: Fotografía satelital salar de Pastos Grandes

Figura 10: Mapa de recursos Pastos Grandes

Figura 11: Fotografía salar de Coipasa

Figura 12: Fotografía satelital salar de Coipasa

Figura 13: Mapa de recursos Coipasa

Figura 14: Fotografía salar de Empexa

Figura 15: Fotografía satelital salar de Empexa

Figura 16: Fotografía salar de Chiquina

Figura 17: Fotografía salar de Cañapa

Figura 18: Fotografía salar de Cañapa

Figura 19: Recursos y reservas mundiales de litio

Figura 20: Mapa de actores sociedad civil

Figura 21: esquema organizacional de las comunidades indígenas del altiplano boliviano

Figura 22: Mapa de actores (poder e interés) autoridades locales

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Áreas de los salares de Bolivia

Gráfico 2: Recursos de litio de Bolivia

Gráfico 3: Reservas de litio de Bolivia

Gráfico 4: Demanda mundial de litio 2022

Gráfico 5: Demanda mundial de litio por compuesto - 2022

Gráfico 6: Aplicación del litio por tipo de compuesto

Gráfico 7: Demanda de vehículos eléctricos 2014 - 2021

Gráfico 8: Importación de carbonato de litio versus óxido/hidróxido de litio - año 2021

Gráfico 9: Demanda mundial de litio 2030

Gráfico 10: Demanda mundial de litio por compuesto - 2030

Gráfico 11: Demanda mundial de litio proyectada a 2050

Gráfico 12: Oferta Mundial de litio

Gráfico 13: Participación de producción de litio en el mercado mundial

Gráfico 14: Producción de litio por países 2021

Gráfico 15: Producción de litio por países proyectada 2030

Gráfico 16: Producción en mina (kt)

Gráfico 17: Oferta y demanda mundial de litio

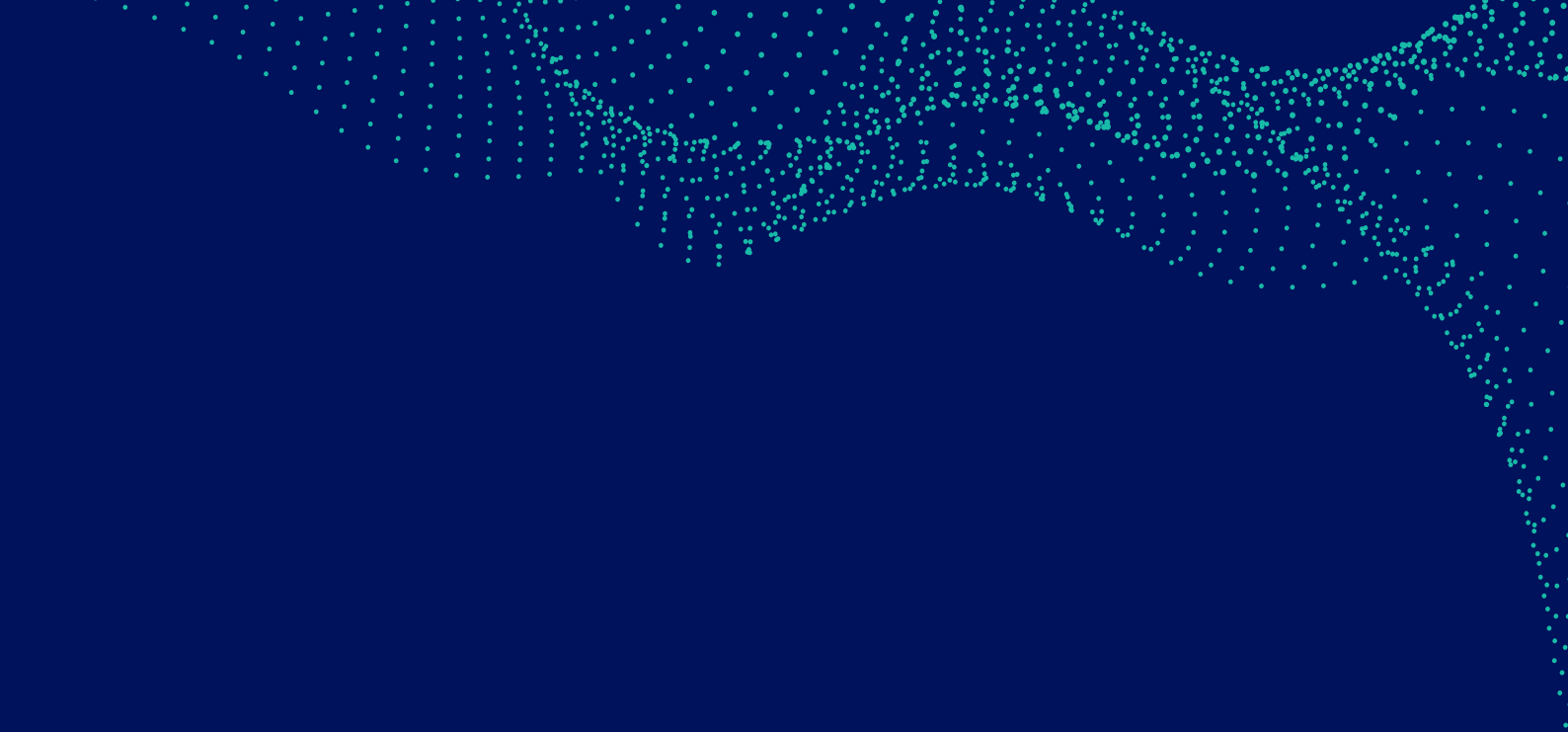
Gráfico 18: Oferta y demanda mundial de litio de acuerdo a uso de tecnología

Gráfico 19: Oferta y demanda mundial por año 2025 - 2035

Gráfico 20: Precio del litio (nivel histórico)

Gráfico 21: Proyección de precio del litio 2025 -2029

Gráfico 22: Incremento de la energía solar en Bolivia



HACIA UN MODELO DE ALIANZA ENTRE EL EQUIPO
EUROPA Y EL ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA
**EN LA CADENA PRODUCTIVA DEL LITIO
Y LOS RECURSOS EVAPORÍTICOS**
BAJO UN ENFOQUE MEDIOAMBIENTAL
Y SOCIALMENTE RESPONSABLE

Y SOCIALMENTE RESPONSABLE
BAJO UN ENFOQUE MEDIOAMBIENTAL
Y LOS RECURSOS EVAPORÍTICOS
EN LA CADENA PRODUCTIVA DEL LITIO
EUROPA Y EL ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA
HACIA UN MODELO DE ALIANZA ENTRE EL EQUIPO

