

Litio: una mirada económica de su producción y cadena de valor

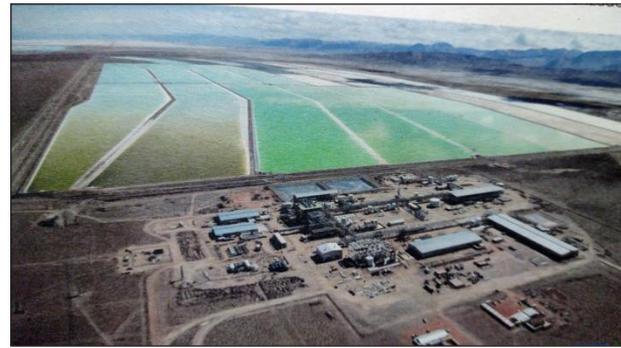


Marío Tessone
Ricardo Etcheverry
Eduardo Kruse

El litio es un recurso de valor estratégico que ha tomado relevancia en los últimos años por el aumento de la demanda para la fabricación de baterías de automóviles y dispositivos electrónicos. Es uno de los elementos fundamentales para la transición energética y se encuentra en el triángulo integrado por Argentina, Estado Plurinacional de Bolivia y Chile.

El litio (Li) fue descubierto por J.A. Arfvedson en 1817 y junto con el sodio, potasio, rubidio y cesio, pertenecen al Grupo I de la Tabla Periódica. Es un metal muy liviano, blanco y blando; exhibe un amplio rango de propiedades, entre ellas: el mayor potencial electromagnético de todos los metales, una expansión termal de coeficiente extremadamente alto, condiciones fundentes y catalíticas, modificador de la viscosidad en fundiciones, y en medicina actúa sobre desordenes bipolares y regula manías. En el ciclo geoquímico es un elemento con preferencia por asociarse con el oxígeno y el silicio y su concentración promedio en la corteza es de unas 20 partes por millón (ppm), se empobrece en las rocas básicas (basaltos) y enriquece en las graníticas. Se presenta fundamentalmente como iones libres en las salmueras de salares, en minerales de las pegmatitas (en silicatos como el espodumeno y en fosfatos como la amblygonita) y en arcillas del grupo de las esmectitas (hectorita); y en menor medida en aguas residuales de pozos petrolíferos y campos geotermales.

Hay tres tipos de depósitos económicos, 1) en rocas pegmatíticas; 2) en salmueras de salares y depósitos geotermales; y 3) en arcillas derivadas de depósitos volcánicos.



1: Triángulo del litio emplazado en el Altiplano Sudamericano. Fotografía de Planta y pozas de evaporación y tratamiento de minera Exar SA., Salar de Cauchari-Olaroz, Jujuy (capacidad instalada 40.000t carbonato de Li equivalente, LCE). Fuente: Minera EXAR SA, Informe de sostenibilidad 2021.

Si bien se emplea en la industria del vidrio y la cerámica (14%), en grasas lubricantes (4%), metalurgia (colada continua de aceros y aleaciones livianas 2%), producción de polímeros (2%), industria farmacéutica (2%) y en otros (5%), en la actualidad, es uno de los elementos fundamentales para la transición energética. Esta importancia radica en que es un insumo, hasta ahora insustituible para la producción de las baterías de ión-litio (en 2016: 35%, y en 2020: 65% del uso), constituyendo una tecnología clave para la descarbonización del transporte y el almacenamiento de energía generada por fuentes renovables.

La naturaleza estratégica del litio radica en su contribución al desarrollo económico de los países. Este recurso puede tener un impacto positivo a partir de una mayor creación de valor, es decir del aumento del producto, de las exportaciones, del empleo y de la recaudación fiscal. Desde la perspectiva de los Estados, esto exige políticas y normas que favorezcan la creación de bienes públicos, el desarrollo de capacidades e infraestructuras, y la movilización y el direccionamiento de los recursos necesarios.

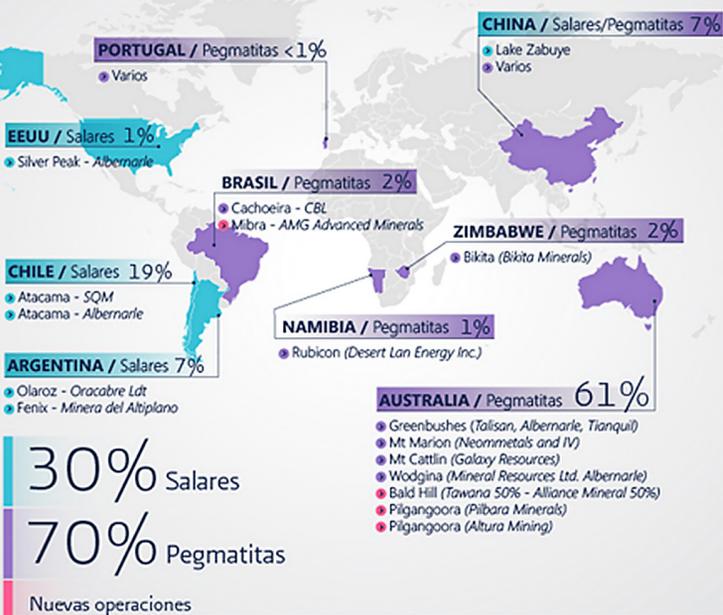
En este artículo se analiza el mercado global del Litio, y en particular la situación del denominado “Triángulo del Litio” (Fig. 1), donde este recurso cuenta con importantes depósitos y yacimientos, que se localiza en el Altiplano en Argentina, Bolivia y Chile. Las mayores reservas corresponden

a Bolivia (salar de Uyuni) con cerca del 45% del total mundial. Estos países tienen diferentes posturas sobre la posesión minera, la cadena de valor y la relación con las comunidades locales. El Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS 2021) postula que representan una cifra equivalente al ~67% de las reservas probadas mundiales disponibles. Recientemente, Perú anunció que posee depósitos de litio con concentraciones importantes en salares y depósitos volcánicos, estimando recursos de aproximadamente 2.5 millones de toneladas en las 8.000 hectáreas que se han explorado. Esta región de Sudamérica puede convertirse en un epicentro energético para el planeta. Según el Servicio Geológico de Estados Unidos (2021), Bolivia cuenta con el 23,7% (21 Mt), Argentina 21,5% (19,9 Mt) y Chile 11,1% (11 Mt) de los recursos mundiales.

La producción mundial en toneladas métricas de carbonato de Li es en orden decreciente: Australia, Chile, China, Argentina, Zimbabue, EE. UU., Brasil, Namibia y Portugal (Fig. 2). Se estima que la producción mundial para 2030 alcanzará mínimamente un millón de toneladas de carbonato de litio equivalente (Fig. 3). El consumo se centra principalmente en Asia (China 45%, Japón 29% y Corea del Sur 14%), mientras que Estados Unidos participa con el 10%.

El sector extractivo de estos recursos no renovables, minería e hidrocarburos (petróleo y gas), son pilares para el crecimiento y

PRODUCCIÓN MUNDIAL DE LITIO | AÑO 2018



Producción y reservas mundiales de litio

| BCR | Producción | | | Reservas |
|----------------|-----------------|-----------------|------------------|-------------------|
| | 2020 (Tn Li) | 2021 (Tn Li) | 2021 (Tn LCE) | 2022 (Tn Li) |
| Australia | 39.700 | 55.000 | 292.600 | 5.700.000 |
| Chile | 21.500 | 26.000 | 138.320 | 9.200.000 |
| China | 13.300 | 14.000 | 74.480 | 1.500.000 |
| Argentina | 5.900 | 6.200 | 32.984 | 2.200.000 |
| Brasil | 1.420 | 1.500 | 7.980 | 95.000 |
| Zimbabwe | 417 | 1.200 | 6.384 | 220.000 |
| Estados Unidos | 848 | 1.128 | 6.000 | 750.000 |
| Portugal | 348 | 900 | 4.788 | 60.000 |
| Resto | 1.337 | 2.472 | 13.152 | 2.700.000 |
| Total | 84.770 | 108.400 | 576.688 | 22.425.000 |

@BCRmercados en base a USGS y estimaciones privadas

2. Distribución global de la producción y reservas de litio, según tipos de depósitos y países. Fuente: USGS 2022.

desarrollo económico, siempre y cuando el sector extreme las medidas para que éstas sean compatibles con el ambiente y el medio sociocultural que rodea a los yacimientos. De otro modo, sus consecuencias podrían ser negativas. Este renglón representa para el área analizada ~5% del PBI y es una de las principales fuentes de inversión extranjera directa, además de ser una importante fuente de divisas e ingreso fiscal.

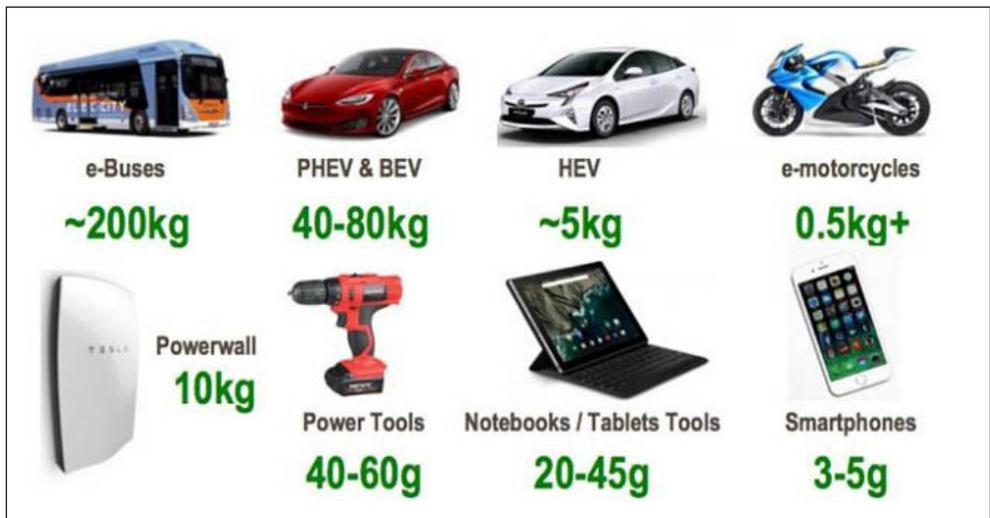
En estos últimos años, el litio es el elemento fundamental para almacenar energía en las baterías que alimentan automóviles híbridos y eléctricos, así como teléfonos celulares, múltiples dispositivos electrónicos y sistemas de almacenamiento de energía, lo que ha generado el aumento del precio del carbonato de litio (LC), una de las formas de comercializarlo. La cantidad de litio que se consume es variable, así un teléfono móvil requiere alrededor de 3-5 g de carbonato de litio, mientras que una batería para un vehículo eléctrico de 40 a 200 kg, dependiendo de su capacidad (Fig. 4). Sin embargo, el litio es sólo una parte de los elementos participantes en una batería de ión Li (~11%). En la Figura 5 se identifican sus materiales constituyentes y los países que cuentan con estos recursos.

En las salmueras continentales de la Puna, la extracción de litio y potasio se realiza mediante bombeo, siendo necesarias perforaciones que alcancen a los acuíferos que almacenan el agua subterránea de elevada salinidad y densidad. Por otra parte, el proceso para la obtención del litio requiere el uso de agua industrial, la cual dadas las condiciones hidrológicas que se presentan en la Puna, es una tarea compleja ya que no sólo está condicionada por los aspectos climáticos y por los mecanismos de la recarga sino también por la calidad del agua subterránea, puesto que en la mayoría de los casos esa agua presenta excesos en arsénico, boro y sílice, entre otros, que condicionan su uso. Así el conocimiento del comportamiento del recurso hídrico subterráneo y su interacción con el medio físico resultan fundamentales para garantizar el manejo y un desarrollo sostenible para la producción de litio en salmueras. La importancia del estudio del agua subterránea incluye dos cuestiones, la explotación del mineral a partir de salmuera y el requerimiento de agua dulce que demanda su industrialización.

Según la Secretaría Nacional de Minería, las reservas definidas para el NOA son de aproximadamente 5 Mt; los recursos medi-

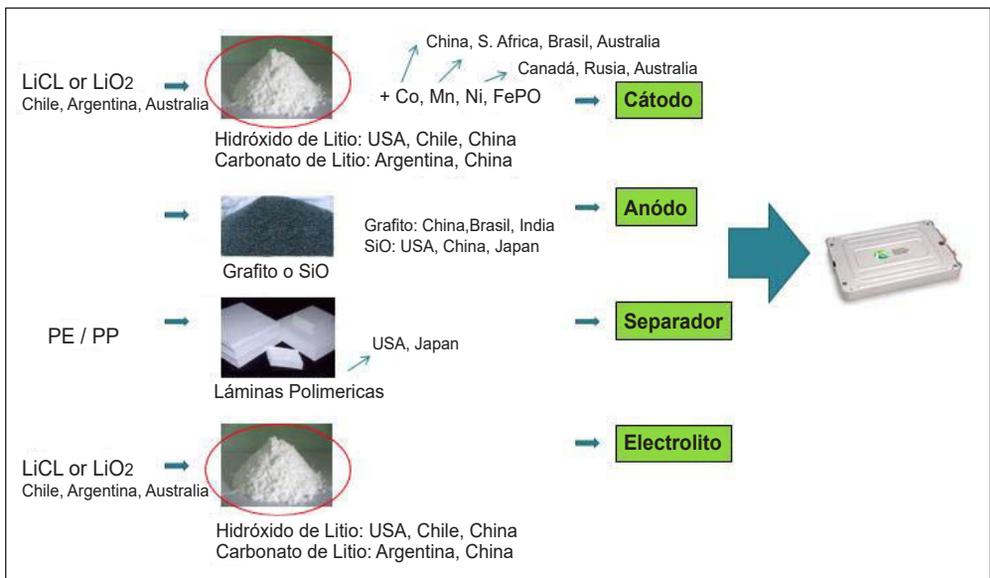


3. Diagrama de la proyección global del consumo creciente de productos comerciales Li hasta 2030.

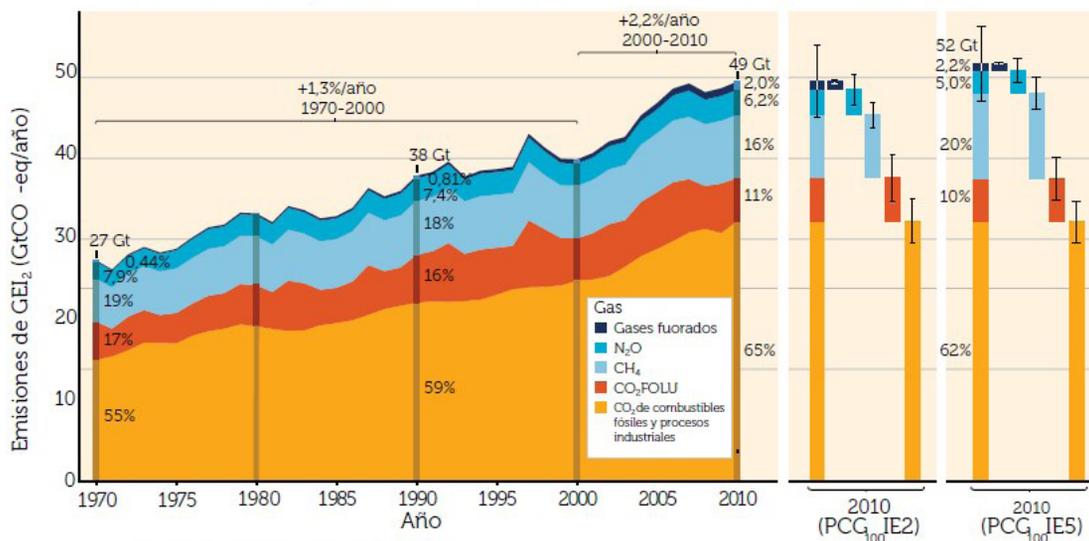


4. Consumo requerido de litio para distintos dispositivos (baterías).

5. Componentes de una batería de ión litio y países proveedores de estos insumos.



Emisiones antropogénicas anuales totales de GEI por gases, 1970-2010



Fuente: IPCC AR5_SYR_FINAL_SPM2014

6. Influencia de los combustibles fósiles en la emisión de CO₂

dos e indicados de 32,5 Mt, y los recursos inferidos de 11,9 Mt LCE.

Por qué el boom del litio

Los medios de transporte son uno de los grandes emisores de gases de efecto invernadero (GEI) a través del uso de combustibles fósiles, por ello su sustitución por vehículos eléctricos no sólo contribuye a disminuir las emisiones de GEI sino que también produce menores impactos en la salud.

El Acuerdo de París (entró en vigencia en 2016) logró alcanzar un marco vinculante en el cual todos los países se unieron en una causa común para la mitigación y adaptación de los efectos del cambio climático, definiendo una política de reducción de emisiones de GEI (Fig. 6).

Los países con mayor emisión de CO₂ se comprometieron con dicho Acuerdo, por ejemplo, Estados Unidos inyectó 174 mil millones de dólares en toda la cadena de valor. En varios países de la Comunidad Europea, utilizan como medio de incentivo subsidios a la compra de vehículos eléctricos, con exenciones impositivas, llegando a casos como Noruega donde no se paga tasa

para estos vehículos. China continúa impulsando la movilidad eléctrica, con las herramientas mencionadas y posible penalidad a aquellos que compren y operen vehículos de combustión interna. Estas políticas de promoción a la movilidad eléctrica en los países centrales duplicarán la producción mundial de vehículos eléctricos de 6 millones de unidades en 2020 a 12 millones en 2022.

China es dominante en el mercado del litio y es clave en la fabricación de baterías, ya que es responsable de un tercio de las importaciones globales del carbonato de litio. Los mercados mundiales siguen atentamente los precios internos de China, tanto como de Corea del Sur y Japón, pues estos tres países representan más del 65% de la demanda mundial. El litio no es un commodity con un precio publicado en la London Metal Exchange como ocurre con el cobre y otros metales. Su valor surge de la información brindada por consultoras como Fastmarkets (2021) y Benchmark Mineral Intelligence (BMI), en función de las ventas de la compañía chilena SQM y otras australianas a China.

Sólo durante 2021-2022, los precios del litio, en sus formas comercializables, alcanzaron valores inesperados, pasando de 6 USD/kg en enero de 2021 a más de 25

USD/kg en diciembre de 2022, llegando a 70 USD/kg en febrero del 2023. Actualmente su valor es de 53 USD/kg LCE (valor CIF: cost insurance freight – costo real de la mercadería-, China).

Una consideración a que se arriba es que el aumento de la demanda no va acompañado de la misma manera por la oferta productiva, lo que inevitablemente impacta en los precios.

A qué se debe el desfasaje entre Oferta y Demanda

De acuerdo al análisis preliminar efectuado, los factores a considerar para comprender la situación en América Latina son: 1) aspectos tecnológicos; 2) políticas de Estado y marcos normativos; y 3) conflictos socio-ambientales.

1- Aspectos tecnológicos. La duración de un proyecto minero a gran escala, desde el inicio de la prospección y exploración hasta su producción a escala industrial, lleva tiempos prolongados. En la extracción en salares, este plazo es de aproximadamente 7 a 10 años. Asimismo, aún se examinan las fuentes del litio en las salmueras, lo cual ayudará para determinar nuevos targets exploratorios y asegurar su continuidad temporal. Lo expuesto genera que la respuesta a la demanda sea lenta.

2- Políticas de Estado y Normativas. Existe poca experiencia de las empresas nacionales de Bolivia y Argentina en estos desarrollos productivos.

En el Estado Plurinacional de Bolivia, el presidente Morales crea en 2017 la Empresa Pública Nacional Estratégica Yacimientos de Litio Bolivianos (YLB), la cual luego se asocia con una empresa alemana y crea ACISA (así refuerza la apertura al capital privado extranjero con la participación del Estado en todas las etapas: minería-producción-industrialización-comercialización). En julio de 2023, el presidente Arce sostuvo en la cumbre entre la Unión Europea y la Comunidad de Estados Latinoamericanos y Caribeños (CELAC) “es nuestra política de gobierno, y en ella el país participa de

toda la cadena productiva”. No obstante, la producción de litio es mínima.

Por otro lado, en Chile, la presidenta Bachelet generó en 2014 una Comisión para establecer la estrategia litífera del gobierno. Entre otros objetivos, definió una “visión estratégica” que sirviera para la elaboración de una política nacional. Esta Comisión estableció para los contratos un sistema de regalías escalonadas que aumentan desde un mínimo de 6,8 % hasta 40 %, en función del precio del producto. En segundo lugar, se definió un mecanismo por el cual las empresas deben reservar una cuota del 25% de su producción de compuestos de litio para su venta a precio preferencial a empresas que elaboren en territorio chileno productos con valor agregado. Recientemente el presidente Boric, presentó un Proyecto de Ley para nacionalizar el litio en Chile, con la creación de la Empresa Nacional de Litio, con participación mayoritaria del Estado. Actualmente hay dos operaciones activas en la región de Atacama, una a cargo de la empresa estadounidense Albemarle Corp. y otra mixta Sociedad Química y Minera de Chile SA (SQM) que producen carbonato, cloruro e hidróxido de litio. En 2019, Chile produjo alrededor del 23% del total mundial (77.000 t), constituyendo la segunda producción global.

Para la Argentina, el núcleo del sistema normativo se asienta sobre tres normas. Ellas son: a) el artículo 124 de la Constitución Nacional, b) el Código de Minería y c) la Ley N° 24.196 de Inversiones Mineras (IM). Este Sistema normativo argentino tiene un carácter federal.

a) El art. 124 establece que el dominio originario de los recursos naturales en Argentina pertenece a las provincias. La Ley de IM otorga una apertura a la inversión privada en actividades de exploración y explotación de recursos mineros, ello explica que en Argentina, según la Secretaría de Minería, haya más de 58 proyectos de litio en distintas etapas de desarrollo que van desde las etapas iniciales de prospección hasta la producción.

b) El Acuerdo Federal Minero prevé la conformación de la Mesa del Litio en Salares, integrada por las Provincias con el

b) El Acuerdo Federal Minero prevé la conformación de la Mesa del Litio en Salares, integrada por las Provincias con el manejo del recurso y la Nación. El objetivo es generar, en forma consensuada, los protocolos de estudio, exploración y desarrollo del litio en el país.

c) La Ley N° 24.196/93 instaura un régimen impositivo especial: estabilidad fiscal, amortización acelerada, reintegros en IVA, Ganancias y Retenciones a exportaciones diferenciados, Regalías (las provincias no podrán cobrar un porcentaje superior al 3% sobre el valor boca de mina, descontados los costos de su producción).

Por otra parte, se han creado varias Empresas Públicas en el NOA: I) Jujuy Energía y Minería Sociedad del Estado (JEMSE -2011), se asoció a distintos proyectos para la explotación del litio: Olaroz (en producción) con la empresa Sales de Jujuy (ALLKEM) con el 8,5% de las acciones (5% de la producción); y Caucharí - Olaroz (Minera Exar SA), donde obtuvo un 8,5% de participación (5% de la producción).

II) Recursos Energéticos y Mineros de Salta Sociedad Anónima (REMSa SA - 2008), como sociedad con participación estatal mayoritaria. Promueve la participación en proyectos de litio con empresas privadas, aportando pertenencias mineras.

III) Catamarca Minera y Energética Sociedad del Estado (CAMYEN SE - creada en 2012), con el fin de realizar tareas de investigación, prospección y exploración minera, explotación de minerales, investigación tecnológica en materia de beneficios e industrialización de minerales, instalación y explotación de plantas de beneficio e industrialización, y comercialización. Según la CEPAL Jujuy plantea un perfil industrialista mientras que las otras es sólo extractivista.

3- Conflictos socio - ambientales. Suscitados principalmente por el eventual perjuicio que sufrirían las comunidades cercanas y el ambiente debido al alto consumo de agua que provoca la puesta en producción de los proyectos mineros en salares, localizados en zonas áridas; así como también por los rechazos de diferentes sales sin destino comercial por el momento.

Como consecuencia de lo expuesto para

los tres países se desprende la evolución del comercio exterior que se presenta en la siguiente tabla.

Consideraciones Finales

Según nuestra visión y de una manera preliminar, se pueden considerar distintos aspectos para plantear una política de Estado para el país:

Favorables

-La demanda de litio crecerá en el orden del 30% cada año, según McKinsey & Company (2020).

-Los precios continuarán altos mientras la demanda no sea satisfecha.

-Los márgenes de rentabilidad son amplios, lo que permitirá una continuidad de los proyectos frente a una baja futura de los precios, cuando la oferta aumente sustancialmente.

-El actual Régimen normativo del país resulta hasta el momento atractivo para las inversiones.

Obstáculos y desafíos

A pesar de los inconvenientes, Argentina es la quinta región más atractiva para inversiones mineras a escala global, con un promedio del índice de atractivo de 58,99, siendo el Índice de Atractivo para la Inversión un mix entre percepción política y percepción geológico-minera (Consultora Fraser, Canadá).

Respecto a las dificultades socio ambientales, sería aconsejable analizar la situación con un estudio integral de cada cuenca, a desarrollar por parte de los Estados provinciales y de instituciones independientes (ej.: universidades), a fin de definir un diagnóstico que contemple los límites hidrogeológicos, aspectos biológicos, superposición de catastros rural y minero. Además, se debe contemplar la participación activa de las comunidades alcanzadas por el proyecto (en las etapas pre, durante y pos-proyecto).

De estas acciones es probable que surja

De estas acciones es probable que surja una distribución territorial (planificación) de los posibles usos de los recursos y su aceptación o no por parte de las comunidades involucradas.

Sería deseable que los Estados Provinciales continúen con asociaciones con empresas privadas, similar a lo actuado en las provincias del NOA, estableciendo el compromiso de completar la cadena de valor, así como la capacitación técnica del personal local.

Sería recomendable que los Estados Provinciales tiendan a establecer un sistema de Regalías Progresivo, de acuerdo con el aumento de los precios de los concentrados producidos.

Se debería aumentar la difusión sobre el real impacto que tiene la producción de carbonato de litio en la cadena de valor y en el desarrollo de las economías regionales.

Asimismo, se destaca la oportunidad actual de industrializar este recurso, considerando la posibilidad de una futura sustitución en las baterías (por sodio a nivel de laboratorio), y que su producción no solo dependa del litio sino también de otros componentes tales como Cobalto, Níquel, Cobre, Aluminio, Grafito, que en la actualidad no se producen en la Argentina.

A su vez, se debería fomentar y afianzar la formación profesional en la temática, como la Especialización en Geociencias y Tecnologías del Litio, posgrado conjunto de UNJu-UNLP (2023).◆

Lecturas sugeridas

Fastmarkets. 2021. Lithium supply and demand to 2030.

McKinsey & Company. 2020. "McKinsey Electric Vehicle Index: Europe cushions a global plunge in EV sales". <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/mckinsey-electric-vehicle-index-europe-cushions-a-global-plunge-in-ev-sales>.

U.S. Geological Survey, 2021. "Mineral Commodity Summaries 2019". U.S. Geological Survey, 98-99.

Lic. Marío Tessone
Prof. Geol. Económica, FCNyM, UNLP.
 Dr. Ricardo Etcheverry
Prof. Emérito, FCNyM, UNLP.
 Dr. Eduardo Kruse
Prof. Hidrogeología y Emérito, FCNyM, UNLP.