

Agosto 2018

# Documento de Trabajo 002-2018-DI

Working Paper

## El Mercado del Litio y la Revolución de las Energías Renovables

**Autor**

Arturo Vásquez Cordano



2018, Escuela de Postgrado GĚRENS.  
Todos los derechos reservados.

## **Escuela de Postgrado GĚRENS** **Dirección de Investigación**

### **El Mercado del Litio y la Revolución de las Energías Renovables**

Documento de Trabajo N° 002-2018-DI

Los documentos de trabajo de la Dirección de Investigación de la Escuela de Postgrado GĚRENS buscan contribuir a la discusión de diferentes aspectos de la problemática de los sectores de recursos naturales y de los temas de la administración de negocios desde un punto de vista académico. La Escuela no se identifica, necesariamente, ni se hace responsable de las opiniones vertidas en el presente documento. Las ideas expuestas en los documentos de trabajo pertenecen a sus autores y no implican necesariamente una posición institucional de la Escuela. La información contenida en el presente documento se considera proveniente de fuentes confiables, pero la Escuela no garantiza su completitud ni su exactitud. Las opiniones y estimaciones representan el juicio de los autores dada la información disponible y están sujetos a modificación sin previo aviso. Este documento no debe ser utilizado para realizar inversiones en activos financieros.

**Está permitida la reproducción total o parcial de este documento por cualquier medio, siempre y cuando se cite la fuente y los autores.**

**Autor:** Arturo Vásquez Cordano, Ph.D. ©

**Primera versión:** Julio del 2018.

Citar el documento como: Vásquez Cordano, Arturo (2018). *El Mercado del Litio y la Revolución de las Energías Renovables*. Documento de Trabajo N° 002-2018-DI. Dirección de Investigación – Escuela de Postgrado GĚRENS, Perú.

Se solicita indicar en lugar visible la autoría y la fuente de la información. Para comentarios o sugerencias dirigirse a:

#### **Escuela de Postgrado GĚRENS**

Avenida Primavera N° 1050, 3<sup>er</sup> piso, Chacarilla del Estanque, Santiago de Surco. Lima, Perú.

Teléfono: (01) 702 9800 – Anexo: 148/149

Portal corporativo: [www.gerens.pe](http://www.gerens.pe)

Correo electrónico: [investigacion@gerens.pe](mailto:investigacion@gerens.pe)

## EL MERCADO DEL LITIO Y LA REVOLUCIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES<sup>1</sup>

### *The Lithium Market and the Revolution of Renewable Energy*

Arturo L. Vásquez Cordano, Ph.D.<sup>2</sup>

#### Resumen

El presente documento analiza, de manera sintética, cómo la revolución de las energías renovables puede afectar en la próxima década el balance de oferta y demanda de litio a nivel mundial. Analizando la información disponible sobre el consumo y oferta del carbonato de litio, se esbozan algunos escenarios sobre la potencial evolución del mercado del litio. Finalmente, se analiza las posibilidades de desarrollar los recursos de litio en el Perú durante la próxima revolución renovable.

#### Abstract

The present document analyzes, in a synthetic way, how the revolution of renewable energy can affect in the next decade the supply and demand balance of lithium worldwide. Analyzing the available information on the consumption and supply of lithium carbonate, some scenarios are outlined about the potential evolution of the lithium market. Finally, the possibilities of developing lithium resources in Peru during the next renewable revolution are also discussed.

**Clasificación JEL:** L61.

**Palabras clave:** Litio, energía renovable, balance de oferta y demanda, Perú

---

<sup>1</sup> El presente documento es parte de una agenda de investigación desarrollada por la Escuela de Postgrado GĚRENS sobre los mercados de metales “tecnológicos” y de “tierras raras” iniciada en el año 2017. Los resultados de este documento se presentarán en la conferencia internacional “Litio Perú 2018” el 11 de octubre del 2018. Se agradecen los comentarios de Rodrigo Prialé a una versión preliminar de este documento.

<sup>2</sup> Arturo Vásquez Cordano es Doctor (Ph.D.) y Máster (M.Sc.) en Economía de la Minería y Energía por la Colorado School of Mines de los Estados Unidos y Licenciado en Economía por la PUCP. A la fecha se desempeña como Director de Investigación y Profesor Asociado de Economía y Negocios de la Escuela de Postgrado GĚRENS, Director de OSIPTEL, así como Profesor Contratado del Departamento de Economía de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Se especializa en la economía de los mercados de energía y minería, valoración de proyectos mineros, regulación económica de servicios públicos de infraestructura y organización industrial. El perfil del investigador está disponible en el portal del CONCYTEC: <https://bit.ly/2UOxjKV>

## 1. La revolución de las energías renovables

La introducción de las energías renovables en las matrices energéticas de diferentes economías en la última década representa un paso adelante hacia el objetivo de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero que están causando el cambio climático,<sup>3</sup> el cual es uno de los principales problemas que aqueja a la humanidad en el siglo XXI. Por ello, muchos países en la actualidad están incorporando políticas para incrementar su base de generación eléctrica renovable en sus portafolios energéticos, a fin de incorporar fuentes energéticas baratas y sostenibles que permitan descarbonizar su aparato productivo.

Las fuentes de energía solar y eólica destacan por su alta penetración en el sector eléctrico como fuente de generación renovable por su versatilidad para integrarse a los sistemas de despacho eléctrico y por su costo, el cual ha caído de manera importante en los últimos 13 años.

Por ejemplo, de acuerdo con el *International Renewable Energy Agency (IRENA)*<sup>4</sup> en el 2005 sólo 6 países en el mundo tenían algún sistema de licitación de energía renovable y en esa época un megawatt hora (MWh) equivalente de energía solar fotovoltaica costaba por encima de los US\$ 300, mientras que un MWh equivalente de energía eólica costaba más de US\$ 150. En el año 2017, más de 67 países adoptaron el esquema de subastas de energía renovable. El año pasado la energía solar cotizó internacionalmente a menos de US\$ 25/MWh, mientras que la energía eólica se valorizó a menos de US\$ 30/MWh.

Los mecanismos para incentivar la entrada de energías renovables pasaron desde esquemas de licitación de capacidad de generación renovable promovidas por el Estado bajo un esquema de subsidios directos y cruzados establecidos para subvencionar el costo de instalación de estas fuentes de energía hacia subastas descentralizadas de energía renovable solicitadas por los agentes consumidores de energía a precios competitivos y libres de subsidios estatales.

Esta nueva ola de estímulos competitivos en los mercados de energía renovable ha generado una revolución tecnológica que ha provocado una mayor demanda de los metales necesarios para fabricar los equipos de generación eléctrica renovable (aerogeneradores, paneles solares y equipos de respaldo como baterías y acumuladores). Entre los metales más importantes en este grupo destacan los llamados *metales tecnológicos* que agrupan a las *tierras raras*<sup>5</sup>, el cobre, el aluminio y el litio.

---

<sup>3</sup> Para mayores detalles, véase el portal electrónico del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) que se encuentra disponible en: <https://www.ipcc.ch/> (último acceso: 20/07/2018).

<sup>4</sup> Para más información, puede consultarse <https://www.irena.org/> (último acceso: 17/07/2018).

<sup>5</sup> El concepto de *tierras raras* abarca a un grupo de 17 elementos químicos: escandio, itrio y los 15 elementos del grupo de los lantánidos (lantano, cerio, praseodimio, neodimio, prometio, samario, europio, gadolinio, terbio, disprosio, holmio, erbio, tulio, iterbio y lutecio). Esta clasificación no considera la serie de los actínidos. La denominación de «tierras raras» podría inducir la conclusión de que se trata de un grupo de elementos escasos en la corteza terrestre; sin embargo, algunos elementos como el cerio, el itrio y el neodimio son relativamente abundantes. Se califica a estos elementos como "raros" puesto que es muy poco común encontrarlos en una forma pura; no obstante, hay depósitos de algunos de ellos dispersos en todo el mundo. El término "tierra" no es más que un vocablo arcaico para algo que se puede disolver en ácido. La parte "tierra" en el nombre es una denominación antigua para los óxidos.

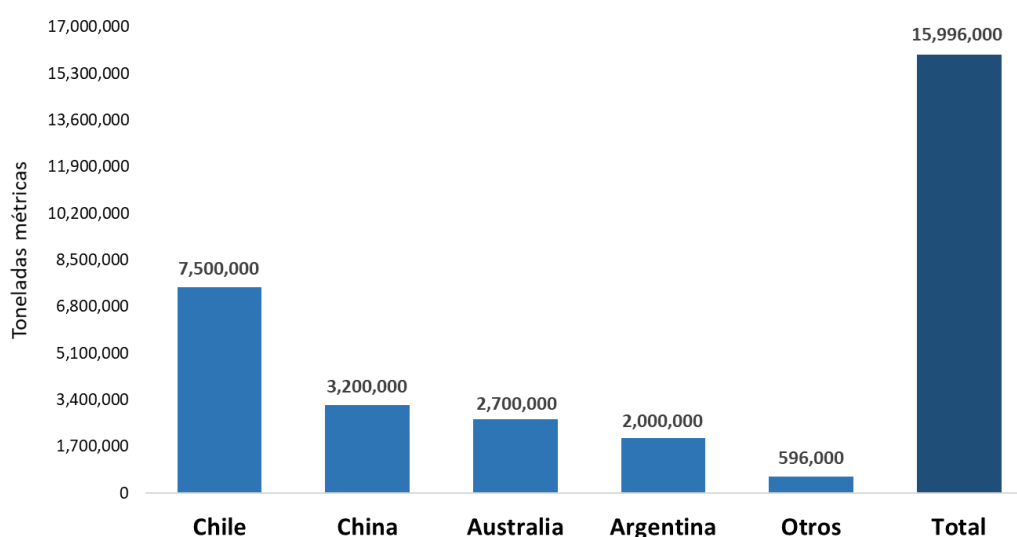
## 2. El Mercado del Litio

El *litio* es un metal clave para el desarrollo de la industria renovable, puesto que es la base para elaborar los materiales que se requieren en la fabricación de baterías y acumuladores eléctricos de pequeña y gran escala, los cuales pueden permitir a los generadores renovables enfrentar el problema de la intermitencia del suministro de los recursos eólicos (viento) y solares (radiación solar) a lo largo de un día. Actualmente, muchas compañías eléctricas están estimulando a los desarrolladores de tecnología para que se aceleré el progreso en la fabricación de baterías de gran escala.

Por otro lado, la industria automotriz se encuentra en plena transición hacia la producción masiva de autos eléctricos, vehículos que son promovidos por muchos gobiernos y apreciados por los consumidores debido a su baja huella de carbono. Se proyecta que el despliegue a gran escala de acumuladores eléctricos para la gestión de la energía renovable, así como la producción masiva de autos eléctricos en los próximos 10 años demandará grandes cantidades de carbonato de litio ( $\text{Li}_2\text{CO}_3$  que es el insumo clave para la elaboración de estas baterías), con lo cual se avizora un panorama favorable para el desarrollo de nuevos proyectos mineros de litio en el mundo.

El litio es un elemento químico relativamente abundante y está presente en la corteza terrestre en 65 partes por millón (ppm). Esto lo coloca por debajo del níquel, cobre y tungsteno, pero por encima del cerio y estaño, en lo referente a su abundancia. A nivel mundial los recursos de litio se localizan en depósitos minerales asociados con metales radioactivos (como el uranio), en salmueras (como salares, antiguos lagos o fondos marinos), en arcillas y en la propia agua de mar. La Figura 1 muestra la distribución de las reservas de litio a nivel mundial.

**Figura 1: Reservas Probadas de Litio a nivel Mundial, año 2017**



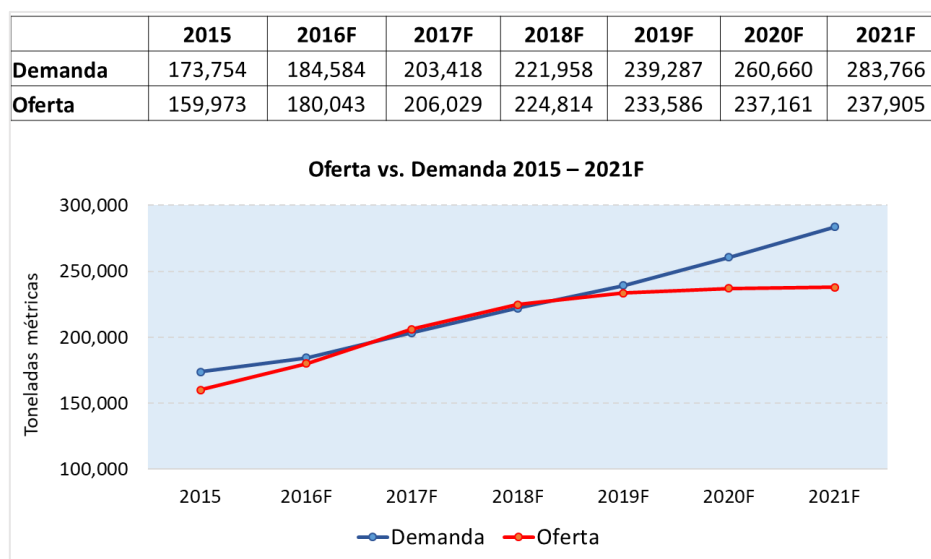
Fuente: U.S. Geological Survey. Elaboración: Dirección de Investigación – Escuela de Postgrado GÉRENS.

A la fecha, las principales reservas de litio identificadas se encuentran en depósitos minerales y en salares, como aquellos ubicados en el *triángulo del litio* conformado por el salar de Uyuni en Bolivia, el salar de Atacama en Chile y el salar del Hombre Muerto en Argentina. En el año 2017,

Chile y Argentina en conjunto agruparon el 60% de las reservas mundiales de litio. Según la información de la *U.S. Geological Survey*, existen recursos de litio para los próximos 50 años como mínimo; sin embargo, se necesita mucha inversión en capital para poder transformar estos recursos en reservas que puedan ser extraídas y puestas en valor.<sup>6</sup>

Debido al incremento de las necesidades de carbonato de litio para la fabricación de baterías y componentes de generación eléctrica renovable, la consultora internacional MacQuarie Research<sup>7</sup> ha pronosticado que existirá un exceso de demanda en el mercado mundial del litio hasta el año 2021, tal como se muestra en la Tabla 1.

**Tabla 1: Balance de Oferta y Demanda de Carbonato de Litio proyectado al 2021**

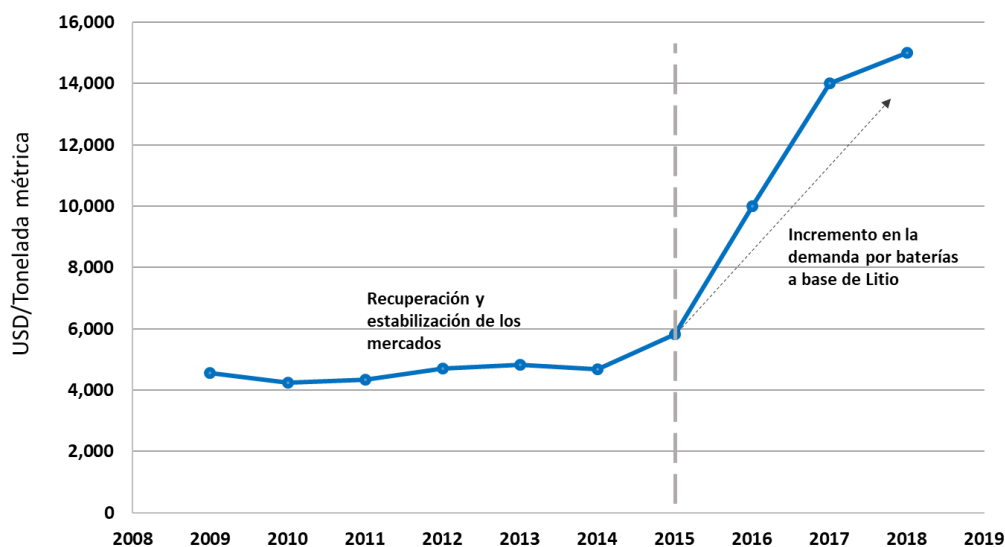


Fuente: Macquarie Research. Elaboración: Dirección de Investigación – Escuela de Postgrado GĚRENS.

Se proyecta que existirá un déficit de aproximadamente 46 mil toneladas de litio anuales para el 2021, por lo cual se espera que los precios de litio tenderán a subir si es que no se da un significativo incremento de la oferta primaria en los próximos tres años. La Figura 2 muestra la evolución reciente de los precios del carbonato de litio en el mercado mundial. Como puede apreciarse, durante la reciente revolución de las energías renovable entre los años 2015 y 2018, el precio promedio del litio saltó desde un valor de cerca de US\$ 6,000 por tonelada métrica hasta cerca de US\$ 15,000 por tonelada métrica, lo que significa un aumento de 150% en el precio durante este período, hecho que muestra la presión existente en el mercado por un mayor suministro de este producto, especialmente para satisfacer las necesidades de la industria de energía renovable.

<sup>6</sup> Véase Hunt, Tam (2015). *Is There Enough Lithium to Maintain the Growth of the Lithium-Ion Battery Market?* GTM, disponible en <https://www.greentechmedia.com/articles/read/is-there-enough-lithium-to-maintain-the-growth-of-the-lithium-ion-battery-m#gs.iPpp3TKw> (último acceso: 29/12/2018). La información de la USGS está disponible en <https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/lithium/> (último acceso: 27/12/2018).

<sup>7</sup> MacQuarie Research (2016). *Global Lithium Report*.

**Figura 2: Evolución del Precio Promedio del Carbonato de Litio 2011 – 2018**

Fuente: Bloomberg. Elaboración: Dirección de Investigación – Escuela de Postgrado GĒRENS.

A la fecha, de acuerdo con la información mostrada en este artículo, el mercado mundial del litio representa un negocio de cerca de US\$ 10,000 millones en términos de valor agregado bruto, lo que significa 1/15 del tamaño del mercado de cobre. Sin embargo, debido a la creciente demanda proyectada de litio para los próximos años producida por la necesidad de descarbonizar las economías mundiales ante los problemas del cambio climático mediante la utilización de energías renovables, existen expectativas en los agentes del mercado de que el tamaño del negocio del litio crezca en los próximos 10 años. Por lo tanto, existen grandes oportunidades de negocios para los primeros jugadores en el mercado durante la transición tecnológica hacia las energías renovables y el uso de los autos eléctricos. Luego de este período, diversos analistas proyectan que el mercado del litio se estabilizará debido a la abundancia relativa y la desconcentración de los recursos de litio a nivel global.

### 3. ¿Qué se está haciendo en el Perú?

Como se explicó anteriormente en este artículo, está próximo a suceder un boom en el uso de del litio ante la masificación de las nuevas tecnologías que soportarán el crecimiento económico del siglo XXI, frente a la necesidad de descarbonizar las economías a nivel mundial.

El Perú sigue concentrando su estrategia en los llamados “metales clásicos” que son altamente sustituibles por los nuevos materiales (nanotubos de carbono, grafeno, etc.). Nuestro país, se encuentra fuera del mercado de los llamados “metales tecnológicos”, que son altamente escasos y muy valiosos (más que el oro en algunos casos) para las aplicaciones tecnológicas del futuro.

Recientemente, la empresa minera *Macusani Yellowcake*, subsidiaria de la firma canadiense *Plateau Energy*, ha hecho el anuncio de un importante descubrimiento de recursos de litio asociados a minerales de uranio radioactivo en el depósito conocido como *Falchani* en la región de Puno, el cual ascendería de 2.5 millones de toneladas de recursos. A la fecha, la empresa está

en la búsqueda de socios para invertir un monto estimado de US\$ 800 millones, en lo que podría ser la mina de litio más grande del mundo según varios analistas del mercado minero.<sup>8</sup>

El desarrollo de este tipo de proyectos de clase mundial requiere que el Perú muestre condiciones de estabilidad institucional a nivel de los gobiernos nacional y regional, un mercado de litio económicamente atractivo, un marco legal, tributario y regulatorio apropiado que estimule la inversión en recursos de litio y metales radioactivos y una cadena logística que haga viable la monetización de estos recursos para beneficio del Estado y las poblaciones de Puno (a través de los aportes de los impuestos y el canon minero regional), así como para la recuperación del capital invertido por los inversionistas mineros a una tasa de retorno competitiva.

Con relación al primer punto, la inestabilidad política en el gobierno nacional debido al conflicto abierto entre los poderes del Estado en los últimos meses ha generado mucha incertidumbre que ha llevado a varios inversionistas mineros a posponer decisiones de inversión. Asimismo, los conflictos sociales en Puno en contra de la minería en los últimos años han hecho poco atractiva esta región para la inversión minera. Se necesita mayor estabilidad política a nivel de los gobiernos nacional y regional para poder brindar un entorno saludable para la ejecución de inversiones mineras de riesgos en los recursos de litio de Puno, especialmente en el entorno del cambio de autoridades regionales y municipales que ocurrirá en el año 2019.

En relación con el segundo punto, como se ha explicado líneas arriba, el mercado internacional del litio luce atractivo para las inversiones en el desarrollo de nuevos proyectos debido al exceso de demanda existente producto del boom de las energías renovables. Existe una ventana de oportunidad para los primeros jugadores de este mercado durante los próximos diez años hasta la estabilización del mercado debido a la entrada de nuevas explotaciones de litio. Cabe destacar que un riesgo que puede aparecer en este período para el suministro de litio es la sustitución de este metal por otros productos más accesibles como el trifluoruro de cobre-lantano, el cual según las últimas investigaciones sobre acumulación eléctrica hechas por el Instituto Tecnológico de California (CALTECH) y el *Institute for Energy Technology* de Noruega, podría permitir fabricar una batería mucho más eficiente, la cual acumularía hasta diez veces más energía que las baterías de ion-litio sin generar mucho calor.<sup>9</sup> Si este tipo de tecnologías se desarrolla, la venta de oportunidad para la explotación del litio podría reducirse.

Con respecto al tercer punto, el Perú no cuenta con un marco normativo completo que regule la explotación de metales como el litio cuando estos se encuentran vinculados a metales radioactivos como el uranio. El sistema normativo vigente para el sector minero, establecido en el Texto Único Ordenado de la Ley General de Minería aprobado mediante Decreto Supremo (D.S.) N° 014-1992-EM (artículo 16º) y su reglamento aprobado mediante D.S. N° 03-1994-EM (artículo 22º) permite, a través de pautas regulatorias generales, la explotación de recursos radioactivos.

Los minerales radioactivos son considerados sustancias metálicas, que pueden ser explotadas mediante una concesión minera estándar. La explotación de estos recursos está regulada por

---

<sup>8</sup> Para mayores, puede consultarse el artículo "Macusani Yellowcake encontró 2.5 millones de toneladas de litio en Puno" de la revista *Semana Económica* publicado el 16/07/2018. Disponible en: <http://semanaeconomica.com/article/sectores-y-empresas/mineria/300404-macusani-yellowcake-encontro-2-5-millones-de-toneladas-de-litio-en-puno/>

<sup>9</sup> Véase para mayores detalles el artículo "Esta nueva batería podría almacenar 10 veces más energía que el ion-litio" de la publicación digital *Blogthinkbig.com* publicado el 18/12/2019. Disponible en <https://blogthinkbig.com/nueva-bateria-podria-almacenar-mas-energia-ion-litio> (último acceso. 19/12/2018).



los reglamentos de protección ambiental para las actividades de exploración y explotación, aprobados por los D.S. N° 042-2017-EM y N° 040-2014-EM, respectivamente. Los proyectos que exploten minerales radioactivos requieren la aprobación de su instrumento de gestión ambiental (IGA), el cual estará sujeto a la opinión técnica favorable vinculante del Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN).

Con esta opinión, la autoridad ambiental podrá emitir la certificación ambiental correspondiente al proyecto minero que explotará recursos radioactivos. En este contexto, lo que se necesitaría es incorporar al marco legal vigente los aspectos regulatorios específicos o especiales para la extracción de minerales radioactivos que contengan otras sustancias valiosas (co-productos) como el litio. Esto implica la introducción de medidas especiales y requerimientos técnicos y ambientales específicos para la exploración, explotación y beneficios de minerales radioactivos y sus coproductos como el litio, lo cual permitirá a la autoridad ambiental emitir las certificaciones ambientales sin ambigüedades y hacer transparente y simple la regulación ejercida por entidades como Osinergmin y OEFA, reduciendo su grado de discrecionalidad.

Finalmente, una cadena logística eficiente es clave para poner en el mercado los minerales procesados de uranio y litio desde Puno. Para ello, se requiere establecer un corredor logístico multimodal que permita trasladar los minerales concentrados hacia el puerto más cercano (como el puerto de Matarani o el puerto de Ilo ), el cual puede establecerse mediante la Carretera Interoceánica Tramo 5, Ramal 1 (puerto de Matarani – Juliaca – Azángaro) o Ramal 2 (puerto de Ilo – Juliaca – Azángaro), o a través del Ferrocarril del Sur operado por el concesionario FETRANSA. Este corredor debe ser resguardo por las fuerzas del orden para evitar cortes en el transporte de los minerales hacia los puertos de destino por bloqueos de carreteras o de las vías férreas por el surgimiento de problemas sociales en la región sur del país.

#### 4. Comentarios Finales

La problemática del cambio climático y la necesidad de descarbonizar las economías para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero ha generado una revolución energética en los últimos años que ha permitido la incorporación de fuentes de generación renovable en las matrices de generación eléctrica y ha estimulado la promoción de la incorporación de vehículos eléctricos en los parques automotores en diferentes países. Como se ha discutido en este artículo, esta revolución ha provocado una importante demanda de los principales *metales tecnológicos* que se requieren para la fabricación de las tecnologías renovables y los vehículos eléctricos, entre los que destaca el litio, principal material constituyente de las baterías y acumuladores eléctricos necesarios para sostener la operación de la generación renovable y la movilidad eléctrica.

Si bien es cierto que existen reservas de litio disponibles para los próximos 50 años como mínimo, en el corto plazo hasta el año 2021 se observará un exceso de demanda importante de aproximadamente 46 mil toneladas en el mercado de carbonato de litio debido al boom de las energías renovable existente a la fecha. Este déficit de oferta sostendrá los precios del litio por encima de los 14,000 US\$/ton, según las últimas proyecciones de empresas consultoras como MacQuarie Research. Esto indica que hay grandes expectativas de que el mercado del litio, el cual asciende a un valor bruto de US\$ 10,000 millones en la actualidad, puede cuadruplicar su valor en los próximos diez años.

El Perú tiene importantes perspectivas para poder ser un gran participante en el mercado del litio debido a los recientes descubrimientos de recursos de litio en Puno; sin embargo, como se ha analizado en este artículo, el desarrollo del proyecto de litio en esta región enfrenta una serie de desafíos: a) el cambio de autoridades regionales y locales durante este año 2019, b) el avance tecnológico y la potencial aparición de sustitutos del litio en la fabricación de baterías y acumuladores, c) la crisis política que enfrenta el Perú debido al conflicto entre los poderes del Estado en los últimos tiempos, d) la necesidad de actualizar el marco normativo que regula la explotación de metales radioactivos, y e) el requerimiento de una cadena logística que garantice el transporte del litio al mercado para su monetización, lo cual repercutirá en el beneficio del Estado y de las poblaciones de Puno.

## 5. Bibliografía

Hunt, Tam (2015). *Is There Enough Lithium to Maintain the Growth of the Lithium-Ion Battery Market?* GTM. Disponible en <https://www.greentechmedia.com/articles/read/is-there-enough-lithium-to-maintain-the-growth-of-the-lithium-ion-battery-m#gs.iPpp3TKw>

MacQuarie Research (2016). *Global Lithium Report: Fully charged, but no shortage.*

U.S. Geological Survey (2018). *Lithium: Statistics and Information.* Disponible en: <https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/lithium/mcs-2018-lithi.pdf> (último acceso: 26/07/2018).

**GĚRENS** | ESCUELA  
DE POSTGRADO

 [gerens.pe](http://gerens.pe)

[informes@gerens.pe](mailto:informes@gerens.pe)

(511) 702-9800

Av. Primavera 1050, Surco, Lima - Perú

