

# Avance y Perspectiva

Revista de divulgación del CINVESTAV

## El litio de México

Karina Galache · Wednesday, November 29th, 2023

Categorías: Ciencias Exactas, Zona Abierta

### Usos y propiedades del litio

El litio es un metal blando (al punto de que puede cortarse con un cuchillo de cocina), grisáceo, químicamente reactivo y de bajo punto de fusión (180.5 °C), que ocupa el tercer lugar en la tabla periódica y es conocido como *el más ligero de todos los metales* (Figura 1). Tiene dos isótopos estables que se encuentran de forma natural: el  ${}^6\text{Li}$  y  ${}^7\text{Li}$ , con abundancias relativas de 7.59 % y 92.41 %, respectivamente (de Groot, 2009). Su nombre se debe a Jöns Jakob Berzelius, quien acuñó el nombre de *litio* (del griego *lithos*, piedra), debido a que este álcali se descubrió a partir de un mineral y no de material vegetal, como fue el caso con otros metales alcalinos.



Figura 1. Litio metálico (Umicore, s.f.)

Debido a su alta reactividad, se pudo aislar litio puro hasta 1821, cuando William Brande y Humphrey Davy emplearon la técnica de electrólisis; y fue hasta 1855 que Robert Bunsen y Augustus Matthiessen lograron obtener litio en cantidades importantes a partir del cloruro de litio (LiCl) fundido (Royal Society of Chemistry, 2021).

Tanto por su baja densidad ( $0.534 \text{ g cm}^{-3}$  a 20 °C), como por su capacidad de almacenamiento de carga (3860 mA h  $\text{g}^{-1}$ ) y su potencial estándar de reducción (−3.04 V vs. SHE, electrodo estándar de hidrógeno, por sus siglas en inglés), el litio fue rápidamente identificado como un material ideal para su uso en baterías, permitiendo comercializar baterías de ion-litio de 3 V desde finales de la década de los 60 (Reddy *et al.*, 2020).

Sin embargo, el uso del litio no se limita solamente a baterías. Como se puede apreciar en la Figura 2, el litio posee la mayor capacidad térmica específica entre los elementos sólidos (a condiciones ambientales), por lo cual se llega a emplear en aplicaciones de transferencia de calor, siempre y cuando se vea justificado su manejo especial, ya que es corrosivo (Haynes, 2016).



Figura 2. Capacidad térmica específica ( $C_p$ ) de los metales según su número atómico.

Además, este elemento también es utilizado como lubricante de uso general en forma de estearato ( $\text{LiO}_2\text{C}(\text{CH}_2)_{16}\text{CH}_3$ ); como aditivo en vidrios para proporcionar resistencia a altas temperaturas; como fundente en la colada continua de acero; en forma de cloruro ( $\text{LiCl}$ ) y bromuro ( $\text{LiBr}$ ) higroscópicos para el tratamiento de aire y sistemas de secado industriales (Haynes, 2016); como recubrimiento de algunas jeringas para retardar la coagulación de la sangre (Jackson, 2017); como fundente y refuerzo para prótesis dentales en forma de disilicato ( $\text{Li}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ ) (Saint-Jean, 2014); como carbonato ( $\text{Li}_2\text{CO}_3$ ) para el tratamiento del desorden bipolar (tratamiento introducido por John Cade en 1949) (Baldessarini *et al.*, 2021); en forma de hidruros para el tentativo almacenamiento de hidrógeno para celdas de combustible (Al *et al.*, 2020); e incluso, en la industria nuclear como hidróxido ( $\text{LiOH}$ ) para regular el pH en los reactores PWR (reactor de agua a presión, por sus siglas en inglés). El litio presenta relativa transparencia a los neutrones, además de ser también un componente básico para la preparación de las membranas de intercambio iónico utilizadas en las plantas de tratamiento de agua de enfriamiento de los reactores (World Nuclear Association, 2017).

### Situación del litio de México

De acuerdo con el informe de enero 2021 del Servicio Geológico de los Estados Unidos, se han identificado reservas globales que ascienden a 86 millones de toneladas (USGS, 2021), y más del 70% de estas reservas se encuentra en lo que se conoce como *el triángulo del litio*, una región de los Andes que incluye a Argentina, Chile y Bolivia.

La Tabla 1 muestra la producción global de litio de 2019 y 2020, excluyendo la de Estados Unidos que, por razones de privacidad, no se ha dado a conocer. Como se puede apreciar, más del 95% de la producción se atribuye a cinco operaciones mineras en Australia, cuatro operaciones de salmueras (dos en Argentina y dos en Chile), y dos operaciones de salmuera y una minera en China.



Tabla 1. Producción global de litio y reservas estimadas (en toneladas) de 2019 y 2020. Se omite la producción de EE. UU. (USGS, 2021).

Como se desprende de la información internacional, México aún no aparece en las estadísticas de reservas de litio, pero no por falta de esfuerzos nacionales, sino porque el interés mediático por el tema es, en realidad, reciente. A pesar de que el presidente de la república, el Lic. Andrés Manuel López Obrador, firmó en Sonora el decreto para nacionalizar el litio el 18 de febrero del 2023, la historia del litio mexicano puede rastrearse hasta fines de la década de 1980.

Fue por esos años que se inició el *Proyecto Litio*, que pretendía investigar la disponibilidad de litio en territorio mexicano. Se puso especial atención en los estados de Oaxaca, Sonora y Puebla, pero el proyecto fue cancelado a finales de la década de 1990, y fue hasta 2008 que la iniciativa privada retomaría la exploración de litio en Baja California, San Luis Potosí y Zacatecas (Reyes Tépac,

2022).

En 2010 hubo dos proyectos de exploración particularmente importantes:

1. Uno, en Baja California, a cargo de la empresa estadounidense *Pan American Lithium*, que estudió una salmuera residual cerca de la planta geotérmica de Cerro Prieto (propiedad de CFE), al sureste de Mexicali.
2. Otro, a cargo de la empresa mexicana-española *Litiomex S.A. de C.V.*, en la parte occidental del estado de San Luis Potosí, cerca del altiplano semidesértico de la zona limítrofe con el estado de Zacatecas (particularmente, dentro de los municipios de Salinas, Santo Domingo y Villa de Ramos). Se estimó que existían recursos del orden de 8 millones de toneladas en depósitos arcillosos de sales de litio y potasio.

Como resultado de esta etapa de exploración, se hallaron reservas de litio suficientes (9,049,100 toneladas) para llevar a México al top 20 de países con recursos de litio hasta ocupar el lugar número 10 en 2020, tan solo por debajo de Alemania (con 14,372,100 toneladas) y por encima de la República Checa (con 6,919,900 toneladas).

Para 2020, se habían identificado 116 ubicaciones con potencial de contener litio. Sin embargo, algunas de estas zonas son áreas naturales protegidas, otras ya están asignadas a operaciones mineras y otras tantas representan potencial de perjudicar a comunidades locales. Las 82 regiones restantes se distribuyen a lo largo de una banda que comprende zonas del norte, centro norte, centro sur y sur sureste del territorio mexicano (Reyes Tépatch, 2022; USGS, s.f.). En particular, son de especial interés cuatro estados que, además, coinciden con los estudios que se llevaron a cabo entre los años de 1980 y 1990 (Figura 3).

1. Sonora, con 13 localidades con yacimientos de litio en roca dura, además de las ya mencionadas para el proyecto de *Sonora Lithium*.
2. Zacatecas, con cuatro localidades con salmueras de litio. La concentración varía entre regiones, pero se encuentra entre las 222 y 440 ppm.
3. San Luis Potosí, con ocho localidades con salmueras de litio. En dos de estas zonas se ha reportado concentraciones de 333 y 450 ppm.
4. Puebla, con otras ocho localidades con litio, principalmente en sedimentos arcillosos (con concentraciones que van de 258 a 446 ppm), tanto en agua superficial, como en salmueras.



Figura 3. Estados con yacimientos prometedores de recursos con litio. También se presentan las operaciones mineras actualmente en etapa de exploración o en funcionamiento.

En Sonora, *Bacanora Lithium*, también llamada *Sonora Lithium*, posee nueve concesiones vigentes por 15,000 hectáreas (y una concesión en trámite por 87,000 hectáreas), con las cuales esperaba producir 17,500 toneladas de carbonato de litio equivalente para 2021 y luego aumentarlo a 35,000 toneladas anuales (Fox, 2009; Reyes Tépatch, 2022). Cabe señalar que, como el  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  es el precursor de la mayoría de los productos comerciales de litio, se suele expresar la cantidad de este compuesto que se puede producir a partir de determinada fuente de litio como *carbonato de litio equivalente*.

Aunque actualmente hay una planta de beneficio en construcción de *Bacanora Lithium*, se espera que ésta comience a operar en 2023. Como lo resume la Tabla 2, los estudios estiman un potencial de 559 millones de toneladas de recursos inferidos con una ley de 0.30% Li, con depósitos lo

suficientemente cercanos a la superficie como para ser explotados por métodos a cielo abierto.



Tabla 2. Reservas de litio según Bacanora Lithium en Sonora (Reyes Tépach, 2022).

El proyecto se ubica aproximadamente a 180 km al norte de Hermosillo, en el municipio de Bacadéhuachi, y es el único en fase de producción. En el área de estudio se han identificado dos *horizontes* o capas de arcillas. El horizonte superior tiene un espesor promedio de 28 m y contiene principalmente hectorita con litio en el rango de 41 a 6200 ppm, mientras que el horizonte inferior tiene un espesor promedio de 27 m y arcillas ilíticas con un rango de 38 a 10000 ppm de litio (Dirección General de Desarrollo Minero, 2021).

En Zacatecas se encuentra lo que era la empresa *Organimax*. Esta compañía generalmente operaba con pérdidas y obtenía sus ingresos a través de la especulación de valores antes de ser adquirida por *Silver Valley Metals*, a la que se traspasaron cuatro de las concesiones originalmente otorgadas a *Litio Mex* por 22,100 hectáreas y 15 salares. De acuerdo con datos de la propia empresa, y como se presenta en la Tabla 3, se infieren un total de 120 millones de toneladas de arcillas con litio y potasio en tres de estos salares (Silver Valley Metals, 2021).



Tabla 3. Reservas de litio inferidas por Silver Valley Metals en Zacatecas (Silver Valley Metals, 2021).

A pesar de que México tiene grandes reservas de litio, actualmente no cuenta con operaciones de extracción de este metal. En parte, esto se debe a que estas reservas se encuentran en forma de arcillas y no resulta viable procesarlas por los métodos tradicionales. Sin embargo, en el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN (Cinvestav-IPN) se han realizado diversas investigaciones prometedoras en temáticas que van desde la extracción electrolítica del litio a partir de las arcillas, hasta la obtención de productos de alto valor agregado, tales como el  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  y el  $\text{Li}_3\text{PO}_4$ . Adicionalmente, en una de las subsedes del Cimav se proyecta estudiar, a escala de planta piloto, el proceso desarrollado en el Cinvestav-IPN (Unidad Saltillo), con el fin de evaluar su factibilidad económica a escala industrial y, así, aprovechar este recurso en beneficio del pueblo de México.

## Referencias

Baldessarini, R. J., Tondo, L., & Vázquez, G. H. (2021). Commentary: Lithium treatment for bipolar disorder. <https://doi.org/10.1111/bdi.12997>

de Groot, P. A. (2009). Lithium. *Handbook of Stable Isotope Analytical Techniques* (p. 225). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-51115-7.00002-4>

Dirección General de Desarrollo Minero. (2021). Perfil de Mercado de Litio (inf. téc.). Secretaría de Economía.

<https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/624816/15Perfil Litio 2020 T .pdf>

Haynes, W. M. (2016). *CRC Handbook of Chemistry and Physics* (97.<sup>a</sup> ed.). CRC Press.

Ibarra-Gutiérrez, S., Bouchard, J., Laflamme, M., & Fytas, K. (2021). Project economics of lithium mines in Quebec: A critical review. *Extractive Industries and Society*, 8(4), 100984. <https://doi.org/10.1016/j.exis.2021.100984>

Jackson, T. (2017). *The Periodic Table Book. A visual encyclopedia of the elements*. DK.

Lorna, N. (2019). Lithium stocks on the ASX: The Ultimate Guide. <https://smallcaps.com.au/lithiumstocks-asx-ultimate-guide/>

Reddy, M. V., Mauger, A., Julien, C. M., Paoella, A., & Zaghib, K. (2020). Brief history of early lithium battery development. *Materials*, 13(8). <https://doi.org/10.3390/MA13081884>

Reyes Tépac, M. (2022). *Modelo de gobernanza del litio en México SAE-ASS-03-22* (inf. téc.). Subdirección de Análisis Económico. Ciudad de México. <https://www.diputados.gob.mx/sedia/sia/se/SAE-ASS03-22.pdf>

Royal Society of Chemistry. (2021). Lithium. <https://www.rsc.org/periodic-table/element/3/lithium>

Silver Valley Metals. (2021). Mexico Lithium-Potassium Salars. Project Overview. <https://silvervalleymetals.com/wp-content/themes/SilverValleyMetals/pdf/SilverValleyMetals-MexicoProject-Presentation.pdf>

Umicore. (s.f.). Lithium. <https://www.umicore.com/en/about/our-metals/lithium/>

USGS. (2021). *Lithium Statistics and Information* (inf. téc.). U. S. Geological Survey. <https://www.usgs.gov/centers/nmic/lithium-statistics-and-information>

USGS. (2022). *Lithium Statistics and Information* (inf. téc.). U. S. Geological Survey. <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2022/mcs2022-lithium.pdf>

Wang, D. h., Dai, H. z., Liu, S. b., Wang, C. h., Yu, Y., Dai, J. j., Liu, L. j., Yang, Y. q., & Ma, S. c. (2020). Research and exploration progress on lithium deposits in China. *China Geology*, 3(1), 137-152. <https://doi.org/10.31035/cg2020018>

World Nuclear Association. (2017). Lithium – World Nuclear Association. <https://world-nuclear.org/information-library/current-and-future-generation/lithium.aspx>

This entry was posted on Wednesday, November 29th, 2023 at 9:10 pm and is filed under [Ciencias Exactas](#), [Zona Abierta](#)

You can follow any responses to this entry through the [Comments \(RSS\)](#) feed. Both comments and pings are currently closed.