

El Estado empresario en el sector del litio en Argentina: los casos de Y-TEC e YPF Litio (2013-2023)

The Business State in the Lithium Sector in Argentina: The Cases of Y-TEC and YPF Litio (2013-2023)

Pablo Fuentesⁱ

Resumen: El litio es un recurso natural estratégico y un mineral crítico clave para las industrias de la transición energética y la economía del futuro. En ese sentido, está adquiriendo creciente relevancia geopolítica y económica. Argentina es el segundo mayor poseedor de recursos de litio y el cuarto productor a nivel mundial. En el presente trabajo se analiza el rol empresario y emprendedor del Estado Nacional para insertarse estratégicamente en la cadena de valor de este recurso, a través de las iniciativas de YPF Tecnología S.A. (Y-TEC) y de YPF Litio S.A., entre los años 2013 y 2023. Ambas empresas funcionan bajo la órbita de la histórica petrolera nacional YPF y coinciden en generar un modelo de desarrollo integral en torno al litio, que abarque desde la extracción del recurso de los salares hasta su industrialización para la fabricación nacional de baterías de litio, buscando acoplar la infraestructura científico-tecnológica a la estructura productiva.

Palabras clave: Litio, Empresa pública, Política de desarrollo.

Abstract: Lithium is a key strategic natural resource and a critical mineral for the energy transition industries and future economy. In that sense, lithium is acquiring increasing geopolitical and economic relevance. Argentina is the second largest holder of lithium resources and the fourth largest producer worldwide. This work aims to analyze the business and entrepreneurial role of the State for a strategic insertion into the value chain of this resource, through the companies YPF Tecnología S.A. (Y-TEC) and YPF Litio S.A., between 2013 and 2023. Both companies operate under the orbit of the historic national oil company YPF and have a common goal: generate a comprehensive lithium development model, since the resource extraction from the salt flats until his industrialization for the national manufacturing of lithium batteries through coupling the scientific-technological infrastructure to the productive structure.

Key words: Lithium, Public enterprise, Development policy.

Recibido: 8 de marzo de 2024

Aprobado: 30 de julio de 2024

ⁱ Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. ORCID 0009-0001-3952-3787, pablofnts@gmail.com

Introducción

El objetivo de este trabajo radicó en analizar el rol emprendedor y empresario del Estado Nacional en su búsqueda por incidir en la política de desarrollo del litio a través de las iniciativas de YPF Tecnología S.A. (Y-TEC) y de YPF Litio S.A. Debido al cambio de gobierno nacional –y con ello probablemente de la política en torno a la industrialización del recurso, así como del manejo de Yacimientos Petrolíferos Fiscales (YPF)–, el análisis que se desarrollará en torno a ambas empresas abarca desde el año 2013 hasta diciembre de 2023.

El abordaje se basa en la revisión documental y de literatura especializada, análisis de datos e indicadores económicos. Principalmente, se retoman libros y artículos académicos publicados en revistas científicas en torno a los tópicos de ciencia y tecnología, desarrollo productivo, economía política, geografía y sociología, entre otros. Asimismo, las elaboraciones propias resultado de la investigación tendrán como sostén fuentes primarias y secundarias: datos provistos por el Ministerio de Economía de la República Argentina, la Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO), el Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS) y la Agencia Internacional de Energía (IEA, por sus siglas en inglés), entre otros, así como diversos diarios y portales informativos, nacionales e internacionales, con información concierne a las problemáticas aquí abordadas.

Hay diversas posturas en teoría económica a la hora de comprender el papel que juegan los recursos naturales (RRNN) en el desarrollo, debate que atraviesa de lleno a América Latina. A continuación se mencionan brevemente algunas de ellas. La teoría de la “maldición de los RRNN” establece una correlación entre la especialización en productos primarios y el atraso económico producto de la intensificación del rentismo, la corrupción, el conflicto por la captura de rentas y dinámicas macroeconómicas volátiles. El estructuralismo latinoamericano ha postulado que la especialización en productos primarios implica una atadura a la volatilidad de los precios internacionales de las *commodities*, pero embarcarse hacia procesos de industrialización genera la aparición de una estructura productiva desequilibrada que necesita dólares provenientes de esos sectores dinámicos para que la industria siga creciendo. Las teorías neoschumpeterianas y neoestructuralistas postulan que los países subdesarrollados deben modificar su perfil de especialización, aprovechando sus ventajas comparativas estáticas para transformarlas en dinámicas, pudiendo los RRNN ser palancas de la innovación tecnológica y el desarrollo (Schteingart, 2017).

Una idea de fondo que recorre la presente investigación es que el auge del litio como un recurso clave para la transición energética y las industrias del futuro abre una serie de oportunidades para Argentina –en tanto segundo poseedor del recurso y cuarto productor a nivel global– para escalar en la cadena de valor del llamado “oro blanco” al insertarse estratégicamente en ciertos eslabones de la misma –tanto aguas arriba como aguas abajo–, promoviendo un desarrollo tecnológico autónomo y diversificando la matriz productiva.

Hay una gran serie de antecedentes de estudio en torno al litio como un RRNN estratégico clave para el desarrollo económico, productivo y científico-tecnológico. Por un lado, estudios que abordan su dinámica global, a partir de la importancia geopolítica que adquiere para la transición energética y las industrias del futuro (Colombo y Barberón, 2020; Zicari et al., 2019; Kazimierski, 2019; Obaya y Céspedes, 2021; entre otros). Hay trabajos que analizan la dinámica regional del recurso, en los que se suele comparar los modelos de desarrollo de los países del Triángulo del Litio (Tessone et al., 2020), mientras que hay otros que

abordan el modelo de desarrollo del litio de Argentina y las posibilidades que ofrecería avanzar en la cadena de valor (Barberón, 2022; López et al., 2019; Dambra et al., 2023), e incluso analizan las experiencias concretas de industrialización del recurso (Fornillo, 2014; Dambra, 2023). En cuanto a Y-TEC, la empresa ha tenido un escaso abordaje académico en sus 10 años de funcionamiento, registrándose tan solo dos trabajos de Dvorkin (2017; 2021), uno de Ortiz (2021), uno de Bilmes (2018) y la tesis de grado del autor (Fuentes, 2024). Esta última es, además, el único trabajo que refiere a YPF Litio, debido a su reciente creación.

Teniendo en cuenta el estado de la cuestión y como aporte a este campo de estudios, en el presente artículo nos enfocamos en dar cuenta del rol empresario y emprendedor que adquiere el Estado Nacional al ser conducido por una fuerza político-social que ve al sector público como herramienta para el impulso de sectores estratégicos para el desarrollo del país y la mejora de la calidad de vida de su población. Nos enfocamos en su papel en el sector del litio a través de los casos de Y-TEC y de YPF Litio desde un abordaje multiescalar, considerando el escenario geopolítico caracterizado por una creciente y feroz disputa por los RRNN estratégicos y los minerales críticos enmarcada en el proceso de transición energética.

El trabajo se estructura de la siguiente manera. En primer lugar, describiremos el actual escenario de incipiente transición energética global y el rol de los minerales críticos en el mismo, caracterizando al litio como uno de ellos y un recurso natural estratégico, centro de disputas geopolíticas en dicho contexto. En segundo lugar, exponemos el modelo de desarrollo del sector del litio en Argentina, dando cuenta de diversos indicadores económicos y teniendo en cuenta su marco normativo. En tercer lugar, evidenciamos el rol del Estado empresario en el sector del litio, tanto a nivel nacional como provincial, haciendo foco en las iniciativas de Y-TEC y de YPF Litio. En cuarto lugar, se analizan las acciones de estas dos empresas para insertarse estratégicamente en la cadena de valor del recurso. Por último, se exponen un conjunto de reflexiones finales que surgen de la investigación.

El litio, centro de disputa geopolítica en tanto mineral crítico y recurso natural estratégico para las industrias de la transición energética

En el contexto de los serios peligros climático-ecológicos que enfrentamos en nuestra era, acompañados del paulatino agotamiento de los RRNN accesibles (como las explotaciones tradicionales de hidrocarburos) –agigantado por el ascenso de China e India–, la situación de la energía se presenta como una causa central del cambio ambiental global, pero también como una de las posibles claves para su solución. En este sentido, la incipiente transición energética global es un proceso de cambio en la forma de producción, distribución y consumo de la energía, que tiene como objetivo aumentar la presencia de energía “limpia” –proveniente de fuentes renovables¹ y sustentables– en la matriz energética mundial para avanzar hacia el paulatino (por algunos sectores, como el *big oil*, resistido) abandono de la combustión sucia y finita del combustible fósil (Fornillo, 2016; Kazimierski, 2019).

¹ Las energías de fuentes renovables captan la energía del ambiente en sus diferentes formas y producen electricidad, pero presentan una gran desventaja respecto a los combustibles fósiles: no pueden ser almacenadas (como, por ejemplo, el petróleo en barriles) y deben ser consumidas en el momento de su producción, de lo contrario se desperdician. Por este motivo, uno de los desafíos que tiene este nuevo paradigma energético es el de desarrollar y extender nuevas formas de almacenar la energía eléctrica procedente de fuentes renovables, para poder liberarla a la red cuando los recursos de energía renovable no logren satisfacer el consumo (Kazimierski, 2019).

Ha habido varias transiciones energéticas a lo largo de la historia humana, pero todas concentradas en los últimos 200 años. De la biomasa hacia el carbón por la revolución industrial, y de este hacia el petróleo y el gas hacia 1960, principalmente a raíz de la invención del motor de combustión interna y del crecimiento del parque automotor. Actualmente, nos encontramos en lo que serían los primeros pasos de la tercera transición energética, hacia las energías de fuentes renovables –procedentes de recursos que pueden renovarse ilimitadamente– tales como la energía solar, eólica e hidroeléctrica. Las transiciones energéticas se han desarrollado de manera lenta y paulatina, sin hacer desaparecer totalmente el uso de las principales fuentes precedentes (Smil, 2017).² Por esta razón, afirmamos que estamos transitando una incipiente transición energética que, como todo cambio de escala global, trae consigo un nuevo esquema de disputas geopolíticas, así como nuevas oportunidades para el desarrollo y el bienestar social.³

Como consecuencia, se percibe un creciente aumento de la demanda de los RRNN claves para la transición energética, dando lugar a su “tecnificación”, financiarización y privatización, y una marcada disputa por el control de las nuevas tecnologías que apuntalan la misma (Fornillo, 2016; Merino et al., 2024). Barberón (2022) sostiene que aquellos países que logren incidir y/o controlar partes de las cadenas globales de valor de las nuevas industrias de la transición energética global, al liderar el desarrollo de energías sostenibles, partirán desde una posición dominante frente a aquellos que no lo hagan.

En este escenario, el litio, junto a otros minerales críticos como el cobre, el níquel, el cobalto y las tierras raras, entre otros, es objetivo de la creciente disputa geopolítica por su control. Los minerales críticos son aquellos claves por su impacto en la actividad económica y se caracterizan por su suministro escaso o esporádico. Estos vienen adquiriendo una relevancia de primer orden en la puja geopolítica y estratégica mundial, dado su carácter de esenciales particularmente para las industrias de la transición energética “limpia”, siendo componentes esenciales para el desarrollo de tecnologías de rápido crecimiento propias de las energías renovables, como es el caso de los vehículos eléctricos (IEA, 2024).

En el caso del litio, es un recurso clave para la transición energética debido a que las baterías y los acumuladores de litio son fundamentales para almacenar la energía producida por fuentes renovables y proveerla a los dispositivos o vehículos que las utilicen (Kazimierski, 2019).

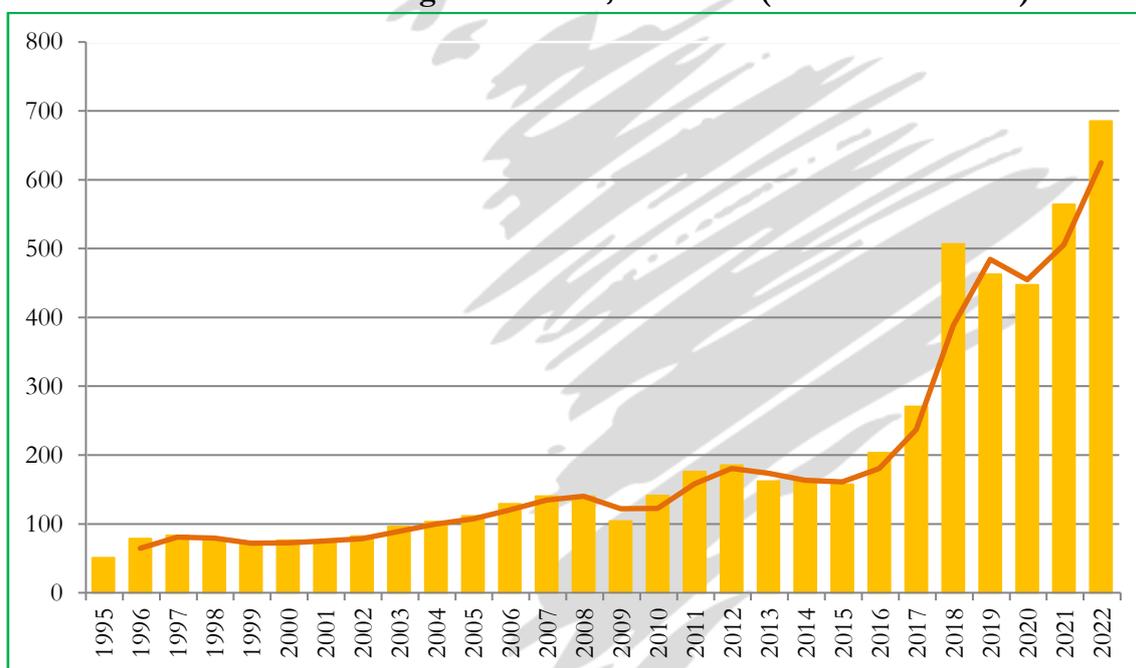
El litio es un elemento químico que forma parte de los metales alcalinos (por lo que presenta densidades muy bajas y es un buen conductor del calor y la electricidad), es dúctil, es el metal más liviano y el elemento sólido de menor densidad. Los usos del litio son diversos: medicamentos, grasas lubricantes, vidrio y cerámica, aires acondicionados, entre otros. Su uso final más común es la producción de baterías ion-litio (en adelante, BiL), dado que

² Las transiciones energéticas son graduales y contienen remanentes de transiciones anteriores. Prueba de ello es que el carbón representaba en 1800 el 1,7% del mix energético, mientras que para 1920 lo hacía en el orden del 54,4% y para el 2000 (ya con presencia del petróleo y el gas) aún lo hacía en un 22,5% (Smil, 2017). Para el año 2021, el 77% de la matriz energética mundial se basó en combustibles fósiles (29% petróleo, 25% carbón y 23% gas natural), mientras que el 17% se basó en energías renovables, estando basado el restante 6% en biomasa. Esto significa que el avance de las fuentes de energías renovables será paulatino, por lo que el uso de hidrocarburos seguirá vigente (se supone que cada vez en menor proporción) por algunas décadas más.

³ Existen múltiples caminos, programas, estrategias y temporalidades para las transiciones energéticas hacia fuentes renovables, los cuales no escapan a la puja geoestratégica mundial y la estructura centro-periferia del sistema mundial (véase al respecto García Parra et al., 2023).

permite que puedan almacenar una mayor cantidad de energía en un sistema relativamente pequeño. Esto, sumado a que cuentan con el mayor ratio carga/peso (clave para los medios de transporte), las ha convertido en la batería favorita del mercado.⁴ En 1991, Sony y Asahi Kasei comercializaron las primeras BiL. Desde entonces, se registra un aumento sostenido en la producción de litio (con un salto exponencial desde 2018) (Gráfico 1) explicado por la masificación de la fabricación de BiL a causa de la propagación de los dispositivos electrónicos móviles (como los *smartphones* o las *notebooks*) y su posición como un producto clave para la electromovilidad, siendo este uno de los rubros de mayor crecimiento y competencia global de los últimos años. De hecho, el 65% de la demanda del recurso se utiliza para la fabricación de vehículos eléctricos, muy por encima de otros usos finales como, por ejemplo, la fabricación de artículos electrónicos (7%), vidrios y cerámicas (7%) u otras baterías y almacenamiento energético (11%) (COCHILCO, 2023).

Gráfico 1: Producción global de litio, 1995-2022 (en miles Tns LCE)⁵



Fuente: Elaboración propia en base a Sistema de Información Abierta a la Comunidad sobre la Actividad Minera en Argentina (SIACAM, s/f).

Por estas razones, Fornillo (2014) caracteriza al litio como un RRNN estratégico, dado que es clave para el nuevo paradigma energético (tópico de primer orden en la agenda global) y la economía venidera. A su vez, es un recurso relativamente escaso de encontrar en las condiciones requeridas para su explotación con las tecnologías actuales, es difícilmente sustituible y está desigualmente distribuido.

⁴ Existen iniciativas para avanzar en el desarrollo comercial de baterías de ion-sodio, ion-potasio y redox de vanadio para almacenamiento energético o hidrógeno para electromovilidad que podrían hacer tambalear esta hegemonía de las baterías de litio en el largo plazo. No obstante, aún no se conocen materiales con la densidad energética del litio que sean rentables en términos comerciales y los fabricantes de baterías ya están realizando inversiones multimillonarias en mega-fábricas (*gigafactories*), por lo que el segmento de las BiL parece encontrarse consolidado, al menos en el corto y mediano plazo (COCHILCO, 2023).

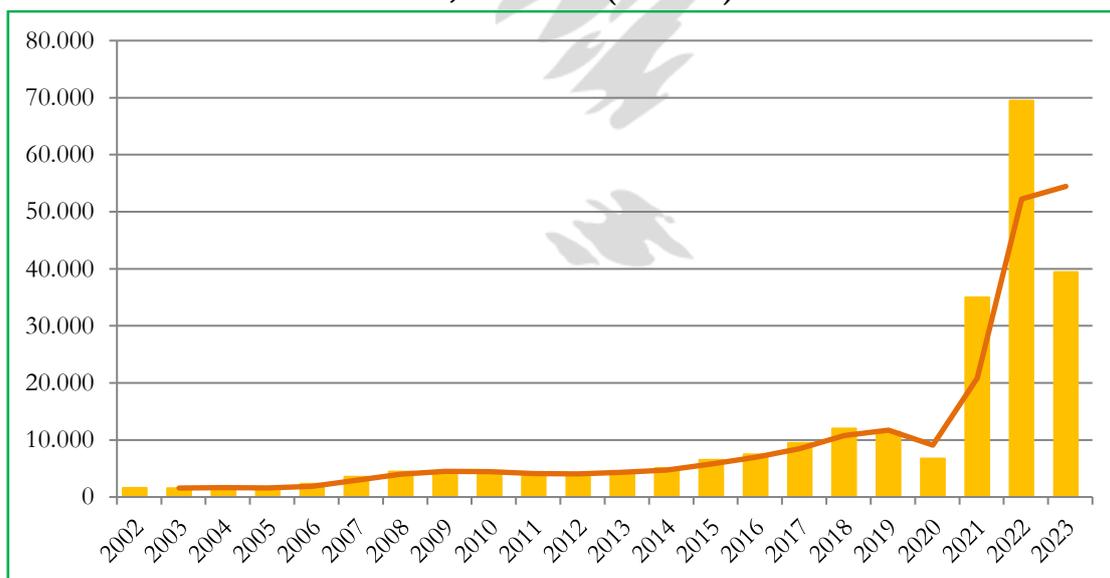
⁵ Toneladas de Carbonato de Litio equivalente

En términos geopolíticos, el mayor valor de este RRNN estratégico proviene del hecho de que su control otorga una ventaja comparativa para avanzar en la fabricación de productos propios de las industrias de la transición energética, primordialmente en el sector de la electromovilidad. Por esta razón, los territorios en los que se encuentra el litio son disputados ferozmente por las potencias para obtener su control.

El *boom* de los minerales críticos ha provocado una gran volatilidad en sus precios internacionales, especialmente en el caso del litio, que ha presentado alzas exponenciales y declives vertiginosos, debido al temor por la aparición de cuellos de botella en la cadena de suministros. De hecho, Harris (2023) afirma que se teme que en los próximos años haya una escasez de litio que genere un cuello de botella para la transición energética, ya que las explotaciones actuales de este recurso (un par de docenas) no alcanzarían a cubrir la demanda para 2030, necesitando casi sesenta minas de litio más para lograrlo. Como consecuencia, los presupuestos exploratorios mundiales en materia de litio vienen aumentando progresivamente, habiéndose destinado para ese fin USD 830 millones en 2023, esto es un 75% más que en 2022 y un 330% más que en 2021. El principal destino de estos presupuestos ha sido Argentina, captando el 22% de los mismos entre 2010 y 2022 (MECON, 2024).

En el caso del carbonato de litio, su precio internacional en 2002 era de USD 1.590. Desde 2006 al momento, su valor fue creciendo progresivamente por la demanda para baterías que no llegaba a ser satisfecha por la expansión de la oferta. Con la pandemia de Covid-19, se generó un alza exponencial de su valor, que inició un período de gran volatilidad. En 2022 llegó a los USD 69.500. La expansión de la oferta sumada a un crecimiento de la demanda menor de lo esperado, contrajo su valor a USD 39.400 en 2023. Hay estimaciones que indican que el balance continuará superavitario en el corto plazo, estabilizando los precios en torno a los USD 20.000 (todavía alto en términos históricos), aunque aún sujeto a posibles saltos y caídas en su valor, como se observa en Gráfico 2 (MECON, 2024; SIACAM, s/f).

Gráfico 2: Evolución promedio del precio internacional de la Tn de carbonato de litio, 2002-2023 (en USD)

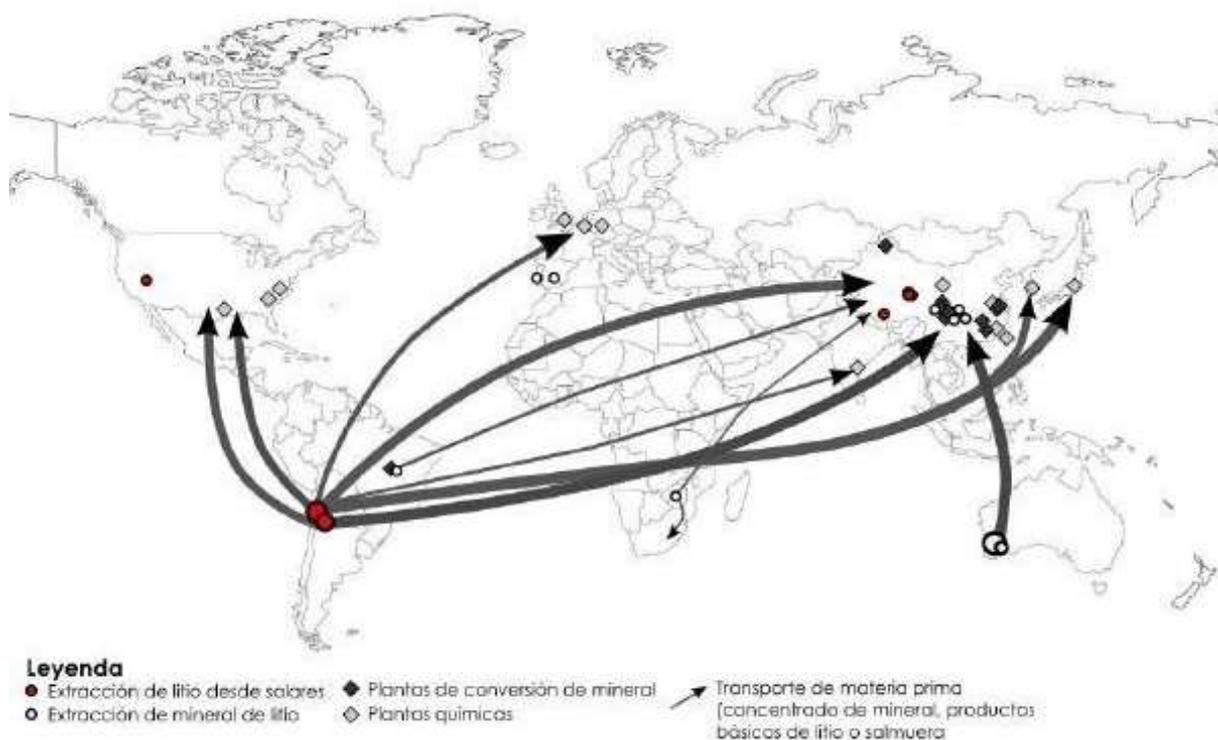


Fuente: Elaboración propia en base a Sistema de Información Abierta a la Comunidad sobre la Actividad Minera en Argentina SIACAM (s/f) y MECON (2024).

Las exportaciones de litio ocurren tanto desde países que se suelen denominar como “desarrollados” por sus niveles de ingresos, a pesar de su inserción primario-exportadora en el sistema mundial (como Australia), como periféricos o semi-periféricos (Chile y Argentina). Pero la importación masiva del recurso es unidireccional: va desde estos últimos (dado que ninguno lo demanda a gran escala) hacia los países desarrollados que actúan como centros económicos (Figura 1). Las exportaciones ocurren especialmente hacia los países de Asia-Pacífico, cuyo dinamismo y liderazgo en materia de transición energética ha llevado a esta región a ser la principal zona de consumo de compuestos de litio, y también la que se encarga de reelaborarlos en bienes industriales, dando cuenta del ascenso y consolidación de esta región como protagónica en la economía mundial, en un contexto de corrimiento del eje de acumulación global (Zicari et al., 2019; Merino et al., 2024; Bilmes et al., en prensa). Prueba de ello es que China explicó, en 2022, el 55% de la demanda de litio y el resto de Asia-Pacífico el 7%, mientras que los países europeos un 21% y Norteamérica un 14% (COCHILCO, 2023).

Colombo y Barberón (2020) afirman que la mayoría de los países poseedores de litio lo exporta con un nivel muy bajo de procesamiento al quedar inmersos dentro de una lógica de “internacionalización” en la que no aprovechan la ventaja de contar con el recurso. Asimismo, afirman que, por el contrario, los Estados más industrializados desarrollaron estrategias para controlar el recurso y promover, mediante la articulación con empresas transnacionales u organismos públicos, políticas para generar valor agregado al litio, con el objetivo de adquirir ventajas competitivas.

Figura 1: Distribución geográfica de centros de extracción y conversión de litio, y flujo global de materia prima



Fuente: COCHILCO (2013).

El mercado del litio presenta características oligopólicas al contar con una fuerte concentración por parte de las empresas que participan de su producción. En 2021, midiendo por participación corporativa, más del 80% estuvo concentrada en ocho empresas: la estadounidense Albemarle (21%), la chilena SQM (15%), las chinas Tianqi (12%) y Ganfeng (6%) y las australianas Pilbara (8%), Allkem (7%), IGO (7%) y Mineral Resources (5%).

Resulta una tendencia clara que en las etapas de extracción participan mayoritariamente empresas originarias de Australia, EE. UU., Chile y China, mientras que en los nodos más avanzados de la cadena adquieren centralidad los países asiáticos, principalmente Japón, Corea del Sur y, nuevamente, China, siendo este último el país que más logros ha tenido al avanzar en la integración vertical: es el principal refinador de litio y productor mundial de material activo de cátodos (entre 70 y 80% según distintas estimaciones), electrolitos (75%), ánodos (90%) y celdas (80%) para BiL (López et al., 2019; Obaya y Céspedes, 2021; Gómez, 2023; Bilmes et al., en prensa). A su vez, la mayor empresa fabricante de vehículos eléctricos -BYD- y la mayor fabricante de baterías -CATL- son chinas (IEA, 2024).

El modelo de desarrollo del litio en Argentina

Argentina es uno de los tres países que componen el Triángulo del Litio, junto a Bolivia y Chile. Se estima que en este Triángulo –un escenario natural compuesto por los salares altiplánicos que se encuentran entre el oeste boliviano, el norte chileno y el noroeste argentino (en las provincias de Jujuy, Salta y Catamarca)– se encuentra más de la mitad de los recursos mundiales de litio.

Argentina es el segundo mayor poseedor de recursos de litio a nivel mundial al contar con el 21% de estos. Solo es superada por Bolivia (21,9%) y supera ampliamente a los siguientes poseedores, Estados Unidos (13,3%) y Chile (10,5%). En cuanto a reservas de litio, esto es, aquellos recursos minerales que resultan factibles y sustentables para extraer, tanto técnica como económicamente, Argentina es el tercer mayor poseedor con el 12,9% de las reservas globales, solo superada por Chile (33,2%) y Australia (22,1%), y seguida de cerca por China, con 10,7% (USGS, 2024).

En 2022, Argentina se posicionó como el cuarto productor global de litio con una participación del 5,9% en el mercado mundial (33.000 t), aunque con un bajo aporte respecto a sus competidores, Australia (52,5%), Chile (24,8%) y China (13,4%). Las exportaciones de litio en dicho año fueron de USD 695 millones (SIACAM, s/f). Argentina produce carbonato (92% de su refinamiento de litio) y cloruro de litio (8%), dos compuestos que surgen del refinamiento de la materia prima.⁶ En el primer caso, se realiza un tratamiento con soda ash. En el segundo caso, se trata el carbonato de litio con ácido clorhídrico.

⁶ Se espera que también se empiece a producir hidróxido de litio en el país (realizado a través del tratamiento de la materia prima con hidróxido de calcio) cuando finalice la construcción de la planta comercial de hidróxido de litio de la empresa surcoreana POSCO en el parque industrial de General Güemes, Salta.

En nuestro país, en 2024 hay 49 proyectos de litio en cartera. Tan solo cuatro de ellos se encuentran en producción. El primero es “Fénix”, en el Salar del Hombre Muerto, Catamarca, existente desde 1997 y explotado por Arcadium Lithium.⁷ El segundo es “Olaroz”, en el Salar de Olaroz, Jujuy, explotado desde 2015 y expandido en 2023 por Sales de Jujuy S.A., un *joint venture* compuesto por Arcadium Lithium (66,5%), la japonesa Toyota Tsusho Corp. (25%) y la empresa provincial Jujuy Energía y Minería Sociedad del Estado–JEMSE (8,5%). El tercero, que entró en producción en 2023, es “Cauchari-Olaroz” y es explotado por Minera Exar, compuesta por la canadiense Lithium Americas Corp. (44,8%), la china Ganfeng Lithium (46,7%) y JEMSE (8,5%). El cuarto, “Centenario-Ratones” en Salta, produce desde 2024 y es operado por la francesa Eramet (50,1%) y la china Tsinghan (49,1%), siendo el primero en el mundo en practicar la extracción directa de litio a escala industrial (MECOA, 2024).

Con estas expansiones y nuevos proyectos que entraron (y entrarán) en producción se estima que la producción anual de litio del país pasará de las 33.000 toneladas (t) en 2022 a unas estimadas 81.000 t en 2024 y superará las 200.000 t en 2028. En cuanto al resto de proyectos, 4 se encuentran en construcción, 31 en fases avanzadas previas y 10 en etapa inicial (MECOA, 2024).

Como se puede observar, la extracción de litio se encuentra principalmente en manos de empresas transnacionales: además de las nombradas previamente, los proyectos en construcción sumarán a la empresa la surcoreana POSCO y las chinas Jiangxi Ganfeng Lithium y Zijin Mining Group. La única excepción es la de JEMSE, dueña del 8,5% del capital accionario en ambos *joint ventures* en los que participa.⁸

En materia legal, la explotación del litio, junto a la de otros tantos recursos mineros, se encuentra legislada principalmente por el artículo 124 de la Constitución Nacional, el Código de Minería y la Ley de Inversiones Mineras (N° 24.196) a nivel federal. A esto se suman las regulaciones que establezca cada provincia.

Esta triada legislativa, principal determinante de la política minera, ha sido desarrollada durante la década de 1990, en los gobiernos de Carlos Saúl Menem. En la línea de su política económica neoliberal es que la leemos como aperturista, apostando a la inversión extranjera directa (IED) y a la exportación de recursos, sin fomentar la generación de valor agregado a nivel local. Esto porque facilita la instalación de empresas transnacionales que extraen litio para exportarlo (garantizando el suministro del recurso a las industrias de sus países) y agregarle valor en el exterior, dado que no están obligadas a asociarse con instituciones del complejo de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) ni a vender litio en el país, lo que deriva en que muestren en pocos casos interés por agregar valor localmente.⁹ De esta

⁷ Arcadium Lithium es una empresa creada en 2023, surgida de la fusión entre dos empresas que se encontraban operando en Argentina: la estadounidense Livent (en el proyecto Fénix, Catamarca) y la australiana Allkem (en Olaroz, Jujuy), dando cuenta de la integración vertical que practican las empresas transnacionales.

⁸ López et al. (2019) afirman que el caso de JEMSE es interesante porque, además de ser dueña del 8,5% del capital accionario en dos *joint ventures*, tiene prioridad de compra sobre el 5% del carbonato de litio producido por Sales de Jujuy S.A., lo que le brinda a la provincia un instrumento para negociar con actores externos la localización de actividades productivas para agregarle valor.

⁹ Resulta claro, por ejemplo, en el caso de Toyota Tsusho Corp., que busca garantizar el suministro para su industria automotriz de origen japonés a través del 25% de participación accionaria en Sales de Jujuy S.A., exportando carbonato para luego producir hidróxido de litio en la planta que posee en Naraha, Japón, junto a Arcadium Lithium.

manera, en la práctica, la producción de litio en Argentina está condicionada por las necesidades e intereses de empresas transnacionales.

Para el Estado Nacional el mayor límite de este marco normativo liberal reside en que le dificulta la generación de una política unificada de desarrollo del litio –tanto aguas arriba como aguas abajo– ya que no posee control sobre el recurso debido a que los RRNN son, por Constitución, propiedad de las provincias. Por lo tanto, el margen de maniobra del Estado Nacional se ve constreñido para liderar el desarrollo de las capacidades productivas locales al estilo de Bolivia o Chile, a partir de la articulación entre el entramado productivo y el complejo CTI.

De hecho, Argentina es el único país del Triángulo del Litio que no posee una legislación especial para el recurso, lo que deriva en un gran déficit del Estado en su carácter de mediador y garante del espacio público, a la vez que no favorece la articulación entre actores (Tessone et al., 2020).

Por su parte, los gobiernos provinciales pueden avanzar más fácilmente en una política de desarrollo del sector dado que son dueños de los RRNN, aunque las capacidades y los recursos con los que cuentan las provincias distan mucho de los de la Nación a la hora de embarcarse en una misión de esa envergadura.

La provincia que más ha logrado avanzar, aunque tímidamente, en rebasar una estrategia solo centrada en la exportación de litio en calidad de compuestos y por parte de empresas transnacionales es Jujuy, que lo considera un RRNN estratégico desde 2011. En esa línea iban el acuerdo entre el gobierno provincial (vía JEMSE) y la empresa italiana SERI Group en 2017 para construir una fábrica de celdas de litio en Perico. También el memorándum de entendimiento entre la provincia, la Nación y la china Ganfeng en 2021 para fabricar baterías de litio en Jujuy, y el convenio de colaboración entre GOTION y JEMSE en 2022 para estudiar la factibilidad de instalar una fábrica de celdas para BiL. Si bien no se concretaron, representan la voluntad que tiene el gobierno provincial de agregar valor a nivel local y disputar la explotación y renta del recurso a través de su minera estatal. Por otro lado, en la provincia se encuentra el Centro de Investigación y Desarrollo en Materiales Avanzados y Almacenamiento de Energía de Jujuy (CIDMEJU) perteneciente a la Universidad Nacional de Jujuy (UNJU), el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y el gobierno provincial. Allí se estudian nuevas técnicas –aguas arriba de la cadena de valor– referidas a la extracción de litio (electrólisis a través de membrana, síntesis de nanomateriales y recuperación de agua en procesos de extracción de litio), así como –aguas abajo– el desarrollo de materiales para baterías de litio-azufre, litio-oxígeno e ion-litio, y el reciclado de estas últimas.

El Estado empresario en el sector del litio en Argentina

Hay una visión hegemónica en torno al Estado que ganó espacio principalmente desde la década de 1970 y la expansión del neoliberalismo, que afirma que “cuanto menos Estado y más mercado, mejor”. Desde esa óptica, el mercado se autorregula (a modo de la “mano invisible” del mercado que postulaba Adam Smith), por lo que la intervención del Estado solo entorpecería su óptimo funcionamiento, haciendo declinar la productividad. Así, desde la lógica de austeridad de la teoría económica neoclásica, el Estado debería limitarse solo a

corregir los fallos del mercado para que los países sean competitivos, innovadores y dinámicos. Sin embargo, contrarios a esta visión, diversos análisis permiten sostener que el Estado ha sido un catalizador fundamental de la innovación y el crecimiento económico al invertir y asumir riesgos en investigaciones y sectores donde los privados no se animaron a hacerlo. De hecho, el Estado ha demostrado ser capaz de crear y moldear mercados, no solo arreglarlos (Chang, 2004; Mazzucato, 2022; Rougier e Iramain, 2023).

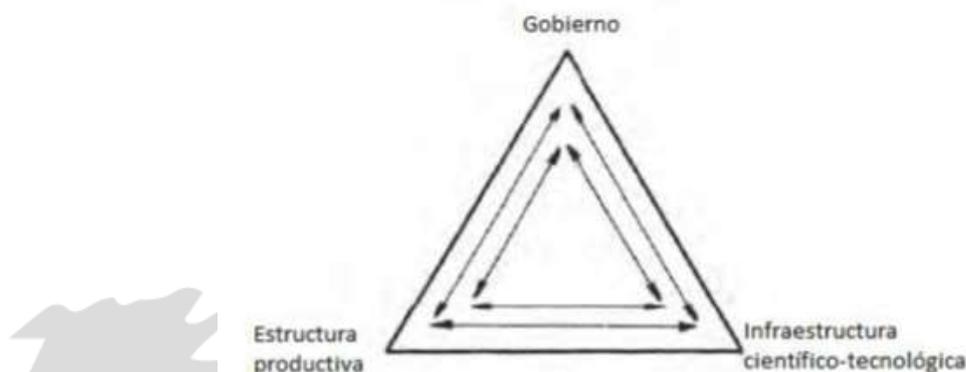
Chang (2004) asegura que lejos del libre comercio que hoy pregonan los países “desarrollados”, la historia da cuenta de que el incremento de sus capacidades industriales y tecnológicas se ha dado gracias a un rol activo, intervencionista, del Estado sobre todo en sus etapas iniciales. En el caso de las industrias de la transición energética, el Estado es un actor clave para mantener su apoyo hasta que puedan madurar y ser competitivas frente a otras fuentes de energía tradicionales, como los hidrocarburos (Mazzucato, 2022).

Ahora bien, en esta visión, la iniciativa y la conducción para el desarrollo desde el Estado debe ser inteligente, estratégica y focalizada hacia ciertos nichos productivos de gran potencialidad y de interés nacional. En esa línea, Rougier e Iramain (2023) sostienen que es posible pensar en un Estado empresario y emprendedor creativo que suscite las condiciones para el despliegue de actividades, tanto públicas como privadas, que sean generadoras de innovaciones, pudiendo estas ser motorizadas desde las empresas y agencias estatales en cuestiones estratégicas y con intervenciones selectivas.

Carrizo (2020) señala que en los países centrales y del Este Asiático la política de CTI evolucionó desde iniciativas horizontales hacia iniciativas focalizadas en sectores y tecnologías de interés especial orientadas a objetivos, denominadas *mission oriented*. En ellas, el Estado vincula actores públicos y privados en el desarrollo de nuevos mercados según objetivos estratégicos propios.

De hecho, en el campo del litio, el predominio de los países asiáticos aguas abajo en la cadena de valor se explica por su trayectoria, en la que el Estado fue un actor clave. Los gobiernos de Japón y Corea del Sur apoyaron asociaciones público-privadas que estuvieran interesadas en avanzar en proyectos de I+D en BiL y otorgaron financiamiento a bajo costo para el establecimiento de plantas manufactureras. Por su parte, el gobierno chino promovió el desarrollo de las capacidades productivas en BiL a través de subsidios a las actividades de I+D, incentivos impositivos, requisitos de contenido local y restricciones a las exportaciones (Obaya y Céspedes, 2021).

Particularmente en las economías latinoamericanas, el Estado es clave para traccionar el desarrollo ya que el sector público es parte importante de la estructura productiva, teniendo bajo su control total o parcial algunos sectores estratégicos. Abordándolo desde el triángulo de Sabato (Sabato y Botana, 1970) que se observa en Figura 2, en América Latina el vértice gobierno podría implantar estrechas relaciones entre el complejo CTI y la estructura productiva.

Figura 2: Triángulo científico-tecnológico de Sabato

Fuente: Sabato y Botana (1970).

De hecho, Dvorkin (2017) afirma que en Argentina la opción del Estado dirigiendo conjuntos conformados por PyMEs e instituciones de la infraestructura científico-tecnológica es la única posible para alcanzar un desarrollo tecnológico autónomo. En esta visión, el Estado debe ser conductor, promotor y regulador, pero también productor, tal como lo ha sido en casos como los de INVAP y la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA).

De esta forma, hay casos en los que el Estado puede tomar el rol de emprendedor y empresario para motorizar el desarrollo a través de empresas estatales o mixtas (en asociaciones de carácter público-privado), entendiéndolas como herramientas para definir e instrumentar políticas *mission oriented* para la promoción industrial de nichos estratégicos de la economía, como ocurre con Y-TEC e YPF Litio.

YPF Tecnología S.A. e YPF Litio S.A. surgen como empresas bajo el paradigma productivo de la YPF renacionalizada, es decir empresas controladas por el Estado Nacional (por contar con la mayoría accionaria) al servicio de un modelo de desarrollo de país que busca diversificar su matriz productiva estratégicamente.

Ambas empresas son jugadoras a través de las cuales el Estado Nacional –actor clave para el desarrollo científico-tecnológico y la innovación en América Latina a través de su inversión en investigación y desarrollo (I+D) (Dvorkin, 2017; 2021)– busca ejecutar una política nacional de desarrollo del litio en función de los intereses nacionales. Al servicio de esa política, se vuelcan los recursos humanos científicos en un ámbito empresarial, generando esa vinculación entre el ámbito productivo y el científico que siempre ha costado plasmar en Argentina.

Y-TEC e YPF Litio surgen con una década de diferencia, 2012 y 2022 respectivamente, y con objetivos diversos, aunque coincidiendo en un punto: generar un modelo de desarrollo en torno al litio de mayor incidencia del Estado Nacional en la política sectorial, el control del recurso, su extracción, la apropiación de su renta y su industrialización. En este sentido, sus tareas se complementan en el proyecto de litio de YPF, que busca ser integral y contempla a ambas empresas.

Y-TEC es una empresa creada en diciembre de 2012 producto de la asociación entre YPF –que es propietaria del 51% del capital accionario– y el CONICET –propietario del 49% restante–. Tiene sede en Berisso, Provincia de Buenos Aires. En su página web se pre-

senta como “la empresa de investigación y desarrollo para la industria energética más importante de la Argentina”, un puente entre el sector productivo y el científico, uniendo la experiencia operativa de YPF y el capital científico del CONICET.

Al momento de su creación, el principal objetivo de Y-TEC consistía en desarrollar el *know-how* necesario para explotar los hidrocarburos no convencionales de Vaca Muerta, y su diseño se correspondía con el formato empresarial adaptado al mercado de la entonces recién renacionalizada YPF, buscando la vinculación con empresas privadas del sector energético y extendiendo la comercialización de las tecnologías desarrolladas a toda la industria energética (Bilmes, 2018).

A lo largo de su trayectoria, Y-TEC fue consolidando su presencia en diversas áreas de la industria energética en general, orientando sus líneas de investigación a problemáticas y oportunidades estratégicas, priorizando la ejecución de proyectos de alto impacto. De allí que las expectativas que abre la empresa no sean solo en materia de hidrocarburos no convencionales, sino también en sus distintas iniciativas tendientes a la diversificación de la matriz energética (Ortiz, 2021). Actualmente, la empresa cuenta con 10 misiones: “Misión Litio”, “Hidrógeno”, “Tecnologías de subsuelo”, “Tecnologías *Upstream*”, “*Midstream*”, “Químicos innovadores”, “Agricultura innovadora”, “Combustibles”, “Ambiente” y “Tecnologías de caracterización”.

La “Misión Litio” se presenta en la página web de Y-TEC de la siguiente manera: “desarrolla nuevas tecnologías para la explotación de toda la cadena de valor del recurso. Impulsa la industrialización nacional con la producción de baterías, celdas, materiales activos y electrolitos, en colaboración con el sistema científico nacional, universidades, organismos y empresas innovadoras”. En esa línea, a lo largo de su trayectoria la empresa ha logrado ponerse a la cabeza, a nivel nacional, en materia de investigación de tecnologías de extracción directa de litio en salmueras, despliegue de sistemas de almacenamiento de energías renovables y desarrollo de celdas y BiL.

A medida que avanzó y se fue consolidando el proyecto de Y-TEC en torno al litio –principalmente aguas abajo en la cadena de valor–, YPF comenzó a tener interés en proveer al final de la cadena de los insumos necesarios del principio de la misma. Por tal motivo, surge YPF Litio, cuya misión consiste en involucrarse en la primera parte de la cadena de valor, desde la exploración de los salares, el diálogo con las comunidades y el análisis de la factibilidad económica hasta la explotación y la transformación del recurso en carbonato, cloruro y/o hidróxido de litio.

De esta manera, la articulación entre ambas empresas se pensó para el desarrollo de una política nacional que abarque toda la cadena de valor del litio. En efecto, desde YPF, el modelo litio era entendido como un modelo como el del petróleo o el gas. Es decir, así como se explora y produce petróleo para luego transformarlo en naftas y lubricantes, se podría explorar y producir carbonato, cloruro y/o hidróxido de litio para luego fabricar las celdas y baterías. El modelo apuntaba a ser integral, con YPF participando de forma mayoritaria, y pudiendo asociarse con otras empresas aunque reteniendo la mayoría de la composición accionaria y un componente de dominio de la tecnología (Fuentes, 2024).

Entre los años 2022 y 2023, YPF Litio contó con un directorio pero no logró conformar una estructura propia acorde a su condición de S.A. que le permitiera desenvolverse con autonomía, por lo que la estructura recaía sobre la –previamente existente– gerencia de negocios de litio de YPF. La próxima etapa, a desarrollarse en 2024, iba a ser transformar la

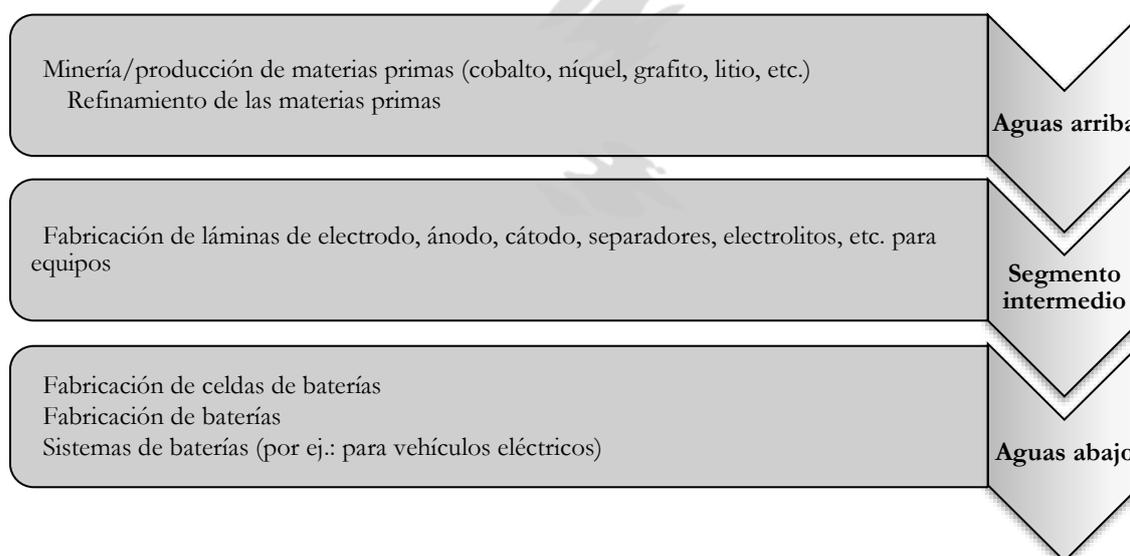
gerencia de negocios de litio de YPF en parte de la estructura de YPF Litio. De esa manera, la empresa ganaría total autonomía porque, de lo contrario, dependía de la gerencia de negocios para realizar ciertas acciones. Por ejemplo: el acuerdo firmado entre YPF y Catamarca Minera y Energética Sociedad del Estado (CAMYEN) para explorar el salar de Fiambalá (que analizaremos más adelante) fue una actividad que correspondió a YPF Litio, pero que ejecutó la gerencia de negocios de litio de YPF (Fuentes, 2024).

A nivel provincial, con interés en participar en la cadena de valor del litio se encuentran las empresas estatales JEMSE (Jujuy), Recursos Energéticos y Mineros de Salta S.A. (REMSa), CAMYEN (Catamarca) y Kallpa SAPEM (La Rioja). Son iniciativas de vital importancia para que las provincias puedan ganar márgenes de autonomía, federalizar las ganancias y las políticas, insertarse en la cadena de valor e incidir en el desarrollo del sector. Algo a destacar es que JEMSE y CAMYEN tienen como objetivo la instalación y explotación de plantas de industrialización de sustancias mineras y su comercialización. En efecto, las empresas mineras estatales de las provincias son canales para los gobiernos provinciales y los entramados productivos locales (PyMEs y proveedores, entre otros) para participar de procesos de aprendizajes, por ejemplo, a través de la asociación con otras empresas para producir compuestos (carbonato grado batería y/o técnico, hidróxido) de litio y los sucesivos procesos de control de calidad para lograr el producto final para exportación.

La apuesta por desarrollar la cadena de valor del litio en Argentina a través de Y-TEC e YPF Litio

En el campo del litio, la red de producción global contiene elementos “aguas arriba” y “aguas abajo” del proceso productivo, desde el salar (o el tipo de yacimiento que sea) a la batería, como se suele decir. Entre la extracción del litio y la construcción de la BiL hay una serie de pasos que deben darse en materia de producción, siendo controlados en distinta medida por ciertas empresas y/o Estados (Figura 3).

Figura 3: Nodos del proceso de producción de una batería ion-litio



Fuente: Elaboración propia en base a Obaya y Céspedes (2021).

A excepción de algunas iniciativas, como las que constituyen el foco de esta investigación, en Argentina no se ha avanzado de manera consistente en una política nacional de inserción estratégica en ciertos eslabones de la cadena de valor del litio, en dirección a controlar el recurso y agregar valor a nivel local. Más bien han sido las empresas extranjeras las que han tendido a marcar la agenda del “oro blanco”, a tono con la lógica del sector minero imperante en el país desde la década de 1990.

YPF Litio resulta clave para que el Estado Nacional se establezca como un actor central para definir la política de desarrollo del recurso e incidir en su mercado dado que es la primera empresa con mayoría accionaria estatal capaz de explorar y extraer litio de los salares, en un entorno en el que los proyectos en producción y construcción son todos operados por empresas extranjeras, a excepción del caso de JEMSE. No obstante, por esa misma razón, YPF Litio parte con la dificultad de que llega a un mercado que ya se encuentra repartido, en grandes términos, entre otros jugadores.

YPF Litio le permitiría al Estado Nacional contar con una empresa testigo en el sector, en pos de conocer de primera mano las lógicas, los actores, los procesos, fijar precios, etc. Asimismo, le permitiría una cuestión que es central para poder delinear y liderar una política de desarrollo del litio: acceder y controlar el recurso en aquellos yacimientos en los que opere. Este punto es clave, ya que al hablar de recursos y reservas de litio, resulta importante establecer la diferencia entre poseer el recurso en el territorio, tener acceso al mismo, controlarlo y utilizarlo para otras actividades (por ejemplo, adquirir una cuota de litio para su industrialización). Es decir, un país puede poseer litio pero no contar con ninguna empresa nacional que lo extraiga (dependiendo así de empresas de otros países) para hacerse con el recurso, y/o no tener las capacidades tecnológicas e industriales a nivel local para procesarlo y agregarle valor. Esta es la situación que Y-TEC e YPF Litio podrían modificar en nuestro país.

Por otro lado, como las provincias son las que otorgan los permisos para la exploración y las concesiones, YPF Litio podría ser una herramienta para potenciar a las mineras provinciales –como las ya mencionadas JEMSE y CAMYEN– al realizar asociaciones de mutuo beneficio entre el Estado Nacional y los Estados provinciales. De hecho, YPF Litio se encuentra avanzando en la evaluación, prospección y exploración de litio en Fiambalá Norte, Catamarca, en una superficie de 20.000 hectáreas, gracias a una concesión hecha por CAMYEN, con el objetivo de lograr la extracción directa de salmuera (Dambra, 2023). La experiencia busca ser extendida a otras provincias. En ese sentido, en noviembre de 2022, YPF firmó un acuerdo con la Provincia de La Rioja para realizar estudios de factibilidad sobre sus reservas de litio.

Las tareas de YPF Litio son recientes, por lo que sus avances aún son propios de las primeras fases de los proyectos mineros, ligados a la prospección y exploración. Distinto es el caso de Y-TEC, que ha consolidado su proyecto a lo largo de más de diez años, traccionando el desarrollo principalmente desde la industrialización del recurso.

Y-TEC, en asociación con la Universidad Nacional de La Plata (UNLP) y con apoyo del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Nación (MINCyT), avanzó en la construcción de la Planta Nacional de Desarrollo Tecnológico de Celdas y Baterías de Litio (UniLiB). Las instalaciones de esta fábrica de baterías se ubican en el predio del Polo Productivo Tecnológico “Jorge Alberto Sabato”, propiedad de la UNLP, en la Ciudad de La

Plata. La fábrica cuenta con 1650 m² y su producción anual está estimada en 13 megavatios/hora (MWh), lo que equivale a 1000 baterías para almacenamiento estacionario de energías renovables o unas 50 para colectivos eléctricos, en función de corresponder las necesidades energéticas de unas 2.000 viviendas o unos 400 vehículos eléctricos (Fuentes, 2024). UniLiB es una planta piloto, su objetivo es desagregar el paquete tecnológico para avanzar en el desarrollo de celdas y BiL, poder formar recursos humanos en la temática y atender demandas específicas del Estado y la estructura productiva, pudiendo traducir ese conocimiento a patentes (Dambra, 2023).¹⁰ A UniLiB le preceden 12 años de trabajos en escala de laboratorios, y pasar a esta planta significaba para Y-TEC poder testear sus propios materiales, como el catódico o el electrolito (Bär, 2022).

El objetivo es que Y-TEC genere conocimientos tecnocientíficos que permitan avanzar en la fabricación de celdas y BiL incorporando ciertos insumos críticos y componentes nacionales, y que luego pueda transferir el *know-how* a futuras plantas –que le den un carácter federal a la industrialización– así como a PyMEs. De hecho, la planta de baterías de litio de La Plata buscó replicarse en Santiago del Estero. A partir del acuerdo entre el gobierno de esa provincia, el Centro de Investigación y Desarrollo provincial (CIID), la Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE), la UNLP e Y-TEC, se conformó el Consorcio de Cooperación para la fabricación de celdas y baterías de Ion-Litio para avanzar en la puesta en marcha de otra fábrica. Se estimaba que la planta que funcionaría en Santiago del Estero se inauguraría a fines de 2024 y tendría una capacidad de producción de 75 MWh –es decir, unas cinco veces mayor que la de La Plata–, lo que equivale a poder abastecer de energía a 10.000 viviendas o 2.000 vehículos eléctricos (Fuentes, 2024).

Entre UniLiB y la planta de Santiago del Estero, Argentina contaría con una producción de cerca de 90 MWh anual. La potencia de ambas fábricas juntas dista entre unas diez y veinte veces de las dimensiones de las *gigafactories* de 10 o 20 gigavatios/hora (GWh) del exterior, por lo que la escala sería aún muy baja. Sin embargo, son el primer paso para avanzar desde los prototipos de laboratorio hacia la producción industrial.

En principio, estas plantas pilotos servirían para investigar, testear y desarrollar métodos, materiales y tecnologías para insertarse estratégicamente en ciertos eslabones de la cadena de valor de las BiL. En cuanto a su impacto inmediato (dado que aún se encontrarían lejos de producir en grandes cantidades industriales) podrían servir para intervenir en pequeñas problemáticas regionales que podrían resolver a través de su producción. Por ejemplo, uno de los proyectos de Y-TEC –factible gracias a UniLiB– es proveer de baterías de litio a la comunidad de la Isla Paulino, en Berisso, para almacenar la electricidad producida por un parque fotovoltaico de 300 paneles solares. En la isla viven 85 personas que se encuentran aisladas de la red de suministro eléctrico. El proyecto funciona como una prueba piloto para resolver los problemas de rincones del país que no se encuentran conectados a la red de suministro eléctrico y dependen de generadores u otros medios para producir energía (Bär, 2022). Es algo que se potencia en su factibilidad federal con las fábricas de baterías que se quieren abrir en Santiago del Estero y, posiblemente, también en Catamarca.

¹⁰ La desagregación del paquete tecnológico consiste en la evaluación de los agregados humanos, económicos y técnicos que éste posee, rubro por rubro o componente por componente, para definir qué es indispensable comprar en el exterior y qué puede ser producido localmente, impulsando la industria nacional y un desarrollo tecnológico autónomo al maximizar la presencia de componentes nacionales.

En cuanto a las acciones para lograr la incorporación de componentes nacionales a las BiL fabricadas por Y-TEC, se distinguen varios proyectos en torno a insumos y componentes críticos que, siendo llevados de forma paulatina, permitirían llegar a un 60% de integración nacional. Sería un logro en materia de desarrollo tecnológico e innovación, pero también económico, en el sentido de que permitirían sustituir importaciones. Actualmente, nuestro país exporta compuestos de litio, que representan alrededor del 10% del valor total de las BiL que luego importamos.

Y-TEC tiene proyectos para producir material de cátodos con tecnología LFP (litio-ferrofosfato), grafito para los ánodos y electrolitos a través de la producción de hexafluorofosfato de litio junto con la CNEA. Cabe destacar que en este proceso, el aluminio, el fosfato y el hierro son compradas a empresas nacionales, mientras que el carbonato de litio a Arcadium Lithium (el acuerdo fue con la ex empresa Livent). En este punto es donde YPF Litio podría proveer un suministro constante para industrialización si logra extraer el recurso (Fuentes, 2024).

Asimismo, Y-TEC ha avanzado en acuerdos de cooperación con empresas extranjeras. Con Yacimientos de Litio Bolivianos (YLB), acordó en julio de 2022 avanzar en la producción de materiales catódicos (LFP y NMC) a partir de sales de litio producidos localmente, el desarrollo de una planta de producción de BiL con capacidad de al menos 10 MWh y el diseño de prototipos para sistemas fotovoltaicos y *packs* para vehículos eléctricos.¹¹ Con la empresa china Tianqi Lithium, en agosto de 2022, firmó un acuerdo para invertir conjuntamente en la exploración, explotación e industrialización de litio en Argentina. Además, se planteó la posibilidad de la transferencia tecnológica de la empresa china a YPF Litio. Con la empresa alemana Eusati, YPF firmó un acuerdo para ser socias estratégicas en el desarrollo de la cadena de valor del litio verde para abastecer a la industria automotriz de ese país. También se debatió la posibilidad de avanzar en la producción de hidróxido de litio e incluso baterías en cooperación con la firma europea.

Debido a que nuestro país cuenta con los recursos científicos y técnicos, el litio tiene el potencial de convertirse en un sector industrialmente estratégico en el mediano-largo plazo. Esto principalmente por dos razones. En primer lugar, Argentina es el segundo mayor poseedor de recursos globales, el tercer mayor poseedor de reservas y el cuarto productor mundial de litio (pudiendo sextuplicar su producción de 2022 para fines de la década), es decir que cuenta con el recurso básico para embarcarse en su industrialización. En segundo lugar, cuenta, por iniciativas de gobiernos nacional-populares o neodesarrollistas, con Y-TEC e YPF Litio, empresas con mayoría accionaria estatal que apuntan a incidir en toda la cadena de valor del recurso.

Si estas condiciones se acompañan con un rol emprendedor y empresario como política de Estado en el mediano-largo plazo, la industria del litio puede convertirse en un sector dinámico que permita una sustitución inteligente de importaciones (Dvorkin, 2017) y el ahorro de divisas a través de la fabricación nacional de componentes de la BiL, disminuyendo la dependencia respecto a los países centrales. Sumado a ello, si la industria de celdas y BiL pasa de escala piloto a escala industrial en Argentina, tiene potencial ya no solo para resolver problemáticas locales vinculadas a las energías renovables, sino también para vincularse con

¹¹ Este tipo de acuerdos con los países del Triángulo del Litio resultan claves para avanzar en la integración regional en la industria de celdas y BiL para ganar escala, ampliar potenciales mercados e impulsar conjuntamente las capacidades científicas y técnicas.

otros sectores industriales como, por ejemplo, el automotriz, para avanzar en la fabricación de vehículos eléctricos que integren baterías de litio de producción nacional, lo que permitiría ganar escala.

Reflexiones finales

En las sociedades modernas, el desarrollo económico se encuentra fuertemente vinculado al desarrollo de las capacidades científico-tecnológicas. Las decisiones estratégicas en materia de políticas públicas que toma un Estado son claves para que dichas capacidades puedan volcarse a la estructura productiva (Chang, 2004; Carrizo, 2020). En el caso de Argentina, Dvorkin (2017) sostiene que el triángulo de Sabato solo se ha constituido cuando existe una empresa conducida por el Estado en el vértice de la estructura productiva e instituciones estatales en el vértice de la infraestructura científico-tecnológica, lo que da cuenta del rol fundamental del Estado para motorizar nichos estratégicos de la economía en pos del desarrollo tecnológico. Como se evidenció con el sector del litio en Argentina: en todas las iniciativas que buscaron industrializar el recurso estaba presente el Estado, dando cuenta de que el rol que éste cumple es clave para promover las capacidades locales y traccionar el desarrollo a través del recurso.

Los gobiernos neodesarrollistas (aun con ambigüedades e indefiniciones propias en su interior) han concebido a Y-TEC e YPF Litio como apuestas y herramientas para que el Estado Nacional sea un actor clave en el mercado del litio, a través de su rol empresario y emprendedor. Ambas empresas, de mayoría accionaria estatal, le permitirían contar con las capacidades científicas, tecnológicas y productivas para poder encaminarse a delinear una política de desarrollo del recurso, cuyo objetivo es su control, extracción y el agregado de valor a nivel local, emprendiendo la fabricación nacional de componentes que actualmente deben ser importados. Si bien los avances concretados hasta ahora son pilotos y de baja escala, pareciera ser ese el horizonte en gobiernos de dicho signo político.

Haciendo uso del Triángulo de Sabato (1970), podemos afirmar que el Estado Nacional (el vértice gobierno) juega el papel de impulsor de demandas hacia el vértice de la infraestructura científico-tecnológica, asignando los recursos correspondientes para su resolución. Allí aparecen las investigaciones, los proyectos y las innovaciones encabezados por Y-TEC, por ejemplo para la producción nacional de los componentes de la BiL, o de YPF Litio para la exploración en el Salar de Fiambalá. A continuación, el conocimiento generado es incorporado a nuevos sistemas de producción, es decir, se vuelca al vértice de la estructura productiva, como en el caso piloto de UniLiB. Así, entre Y-TEC e YPF Litio, el Estado Nacional apuesta a poner en marcha una política que busca participar en toda la cadena de valor del litio –del salar a la batería– y tiende a acoplar los recursos del complejo CTI a las necesidades del proceso de producción desde una óptica soberana.

En el escenario de disputa geopolítica entre las potencias y sus empresas por acceder y controlar el litio (entre otros RRNN estratégicos y minerales críticos), apremiada por la transición energética global para avanzar en la carrera tecnológica hacia las nuevas industrias de las energías renovables, se desprende del análisis realizado en este trabajo que, sin las políticas adecuadas, poseer este recurso no implica controlarlo. Mucho menos es garantía de desarrollo de las capacidades locales ni de mejora en la calidad de vida de la población. Esto

debido a que el litio puede ser exportado solo en calidad como compuestos y estando concentrado principalmente en unas pocas manos extranjeras.

De hecho, Argentina posee enormes cantidades de litio pero prácticamente no tiene acceso ni controla las explotaciones del recurso. Aunque resulte paradójico, es una cuestión central para entender las dificultades a las que se enfrenta el Estado Nacional para delinear una política para este sector. En primer lugar, no es dueño del recurso dado que, por Constitución, pertenece a las provincias y, en segundo lugar, los proyectos de litio se encuentran en manos extranjeras. En definitiva, hay países como, por ejemplo, Japón y Corea del Sur, que no cuentan con litio en su territorio nacional pero fabrican insumos aguas abajo en la cadena de valor del recurso. Es decir, no poseen litio pero acceden y controlan parte de la producción a través de sus empresas.

Como mecanismo para sortear esta serie de dificultades, YPF Litio cumple un rol fundamental ya que sería una herramienta para acceder directamente al recurso, garantizar su extracción y el suministro para un proceso de industrialización junto con Y-TEC, aunque parte con la dificultad de que desembarca en un mercado en el que los proyectos de litio en cartera ya se encuentran repartidos entre otros grandes jugadores, en su mayoría empresas extranjeras. En esa línea, el acuerdo de YPF con el Gobierno de Catamarca (dueña del recurso) y su minera provincial CAMYEN para avanzar con la exploración y explotación del Salar de Fiambalá constituyeron un hito en tanto posibilidad de que el Estado Nacional pudiera acceder y controlar una cuota de litio sobre la cual agregar valor a nivel local en base a los proyectos de Y-TEC.

A nivel nacional, el litio, como parte cada vez más relevante del sector minero, puede ser parte de la gran apuesta para que éste se convierta en un nuevo gran complejo exportador y motorizador de crecimiento, para diversificar la matriz productiva y no seguir dependiendo en tan amplia medida del sector agropecuario en general, y del complejo sojero en particular, para conseguir divisas. No obstante, se encuentra en disputa entre distintos proyectos políticos de desarrollo la orientación estratégica para hacerlo, a tono con el histórico péndulo de modelos políticos y económicos opuestos que se instauran cíclicamente en nuestro país (Diamand, 1983), lo que dificulta la instauración de políticas de industrialización y de desarrollo de la ciencia y la tecnología a largo plazo (Hurtado, 2019). De hecho, una de las mayores dificultades que afronta este incipiente proceso para seguir en marcha es la dinámica pendular del Estado empresario (Rougier e Iramain, 2023). Respecto a los casos analizados en la presente investigación, es algo que queda en evidencia con la llegada de Javier Milei a la presidencia, que abre incógnitas acerca del futuro de iniciativas de este tipo debido a su explícito afán por reducir la intervención, las actividades y las empresas del Estado.

Aunque obviamente su exportación en calidad de compuestos, pueda resultar útil para aportar divisas al país –teniendo en cuenta el cíclico problema de la restricción externa– y generar puestos de trabajos en varias provincias cordilleranas del noroeste del país, se podría ir mucho más allá a través de la generación de políticas *mission oriented* que fomenten ecosistemas de aprendizaje, escalamiento e innovación en esta potencial industria estratégica (Carrizo, 2020) para hacer del sector una herramienta clave para un proyecto nacional de desarrollo, que también implique el despliegue de las capacidades locales científicas, técnicas y productivas, y el involucramiento de las comunidades. Al mismo tiempo, se podría avanzar en establecer pilares de cooperación y desarrollo conjunto con los países del Triángulo del Litio en pos de integrar la cadena de valor a nivel regional, algo que podría llevarse a la escala

de vehículos eléctricos sumando a Brasil. En ese sentido, se ha discutido, en ciertos entornos académicos y gubernamentales, sobre la idea de crear una suerte de “OPEP del litio”, esto es, un *cluster* regional para impulsar un conjunto de políticas de fomento para asegurar un mercado para buena parte de la cadena productiva del recurso, un tema aún pendiente (Fuentes et al., 2023; Bilmes et al., en prensa). Tal como afirman Dambra et al. (2023), siendo que Argentina cuenta con las capacidades (científicas, técnicas, productivas y posee el recurso) para convertirse en uno de los pocos países que controla el proceso completo de producción de baterías de litio, el rol que adquiera el Estado –en tanto identificar al litio como un sector estratégico que actúe como vector de desarrollo– es clave para liberar procesos productivos con impactos territoriales de importancia.

Y-TEC e YPF Litio parecieran ser herramientas –también apuestas– del Estado, en su rol empresario y emprendedor, que permitirían avanzar en ese sentido. Si a través de ellas se logran fomentar ecosistemas de aprendizaje, escalamiento e innovación en el sector del litio, podríamos insertarnos de una manera estratégica y novedosa en la extracción e industrialización del recurso. También se podría avanzar, a través de ellas, hacia innovaciones ambientales o la fabricación de sub-productos en torno al mismo, en asociación con grandes transnacionales para conseguir escalas de inversión, *know-how*, transferencia de tecnología, acceso a mercados mundiales y procesos de escalamiento productivo que permitan integrar la cadena de valor a nivel local.

Referencias

- Barberón, A. (2022). El litio en Argentina. Impacto productivo y políticas científico-tecnológicas. *Ciencia, Tecnología y Política*, 5(9), e081.
- Bär, N. (2022, diciembre 28). Y-TEC, una catedral de la tecnología. *El Destape*. <https://www.eldestape-web.com/sociedad/ciencia/y-tec-una-catedral-de-la-tecnologia-02212280552>
- Bilmes, J. (2018). YPF-Tecnología (Y-TEC) y su rol en la política científico-tecnológica nacional. *Ciencia, Tecnología y Política*, 1(1), e010, 1-7.
- Bilmes, J., Fuentes, P. y Castañeda, S. (en prensa). El litio suramericano en la geopolítica de los minerales críticos. En G. Merino y L. Morgenfeld (Coords.), *Nuestra América, Estados Unidos y China en la transición geopolítica del sistema mundial*. CLACSO.
- Carrizo, E. (2020). *Ciencia y tecnología en la subalternidad*. Teseo.
- Chang, H. J. (2004). *Retirar la escalera: la estrategia del desarrollo en perspectiva histórica*. Los Libros de la Catarata.
- Colombo, S. y Barberón, A. (2020). Litio, un recurso natural estratégico en la geopolítica internacional y suramericana. *Documentos de Trabajo del IRI-UNLP*, 21, 94-105.
- Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO) (2013). Mercado internacional del litio. Ministerio de Minería.
- Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO) (2023). El mercado de litio. Desarrollo reciente y proyecciones al 2035. Ministerio de Minería.
- Dambra, G. (2023). *Industria de baterías de litio en La Plata* [Tesis de grado] Universidad Nacional de La Plata.
- Dambra, G., Langard, F. y Arturi, D. (2023). El litio en Argentina como vector de desarrollo. *Libro de Actas. 2º Jornadas CEUR*, 399-404.
- Diamand, M. (1983). El péndulo argentino: ¿hasta cuándo? *Serles Cuadernos del Centro de Estudios de la Realidad Económica*, 1, 1-41.
- Dvorkin, E. (2017). *¿Qué ciencia quiere el país?: Los estilos tecnológicos y los proyectos nacionales*. Colihue.
- Dvorkin, E. (2021). Estilos tecnológicos y desarrollo autónomo. El caso de Y-TEC. *Ciencia, Tecnología y Política*, 4(6), e053.
- Fornillo, B. (2014). ¿A qué llamamos Recursos Naturales Estratégicos? El caso de las baterías de litio en Argentina (2011-2014). *Estado y Políticas Públicas*, 3(2), 79-89.
- Fornillo, B. (2016). *Sudamérica futuro. China global, transición energética y posdesarrollo*. El Colectivo, CLACSO.
- Fuentes, P. (2024). *El rol del Estado emprendedor-empresario en la industrialización del litio en Argentina: los casos de Y-TEC e YPF Litio* [Tesis de grado] Universidad Nacional de La Plata.
- Fuentes, P., Bilmes, J. y Merino, G. (2023). Detrás del conflicto en Jujuy: geopolítica del litio y desafíos soberanos. *Boletín Geografías desde el Sur*, 10.

- García Parra, G. I. et al. (2023). *Transiciones justas. Una agenda de cambios para América Latina y el Caribe*. CLACSO/OXFAM.
- Gómez, M. L. (2023). *Impacto de la política exterior China hacia América Latina sobre la cooperación regional: el caso del litio* [Tesis de Maestría] FLACSO Argentina.
- Harris, J. (2023, julio 10). Por qué puede haber escasez de litio en los próximos años. *Financial Times, El Cronista*. <https://www.cronista.com/financial-times/por-que-puede-haber-escasez-de-litio-en-los-proximos-anos/>
- Hurtado, D. (2019) Proyectos de país en disputa: ¿Qué hacer con la ciencia y la tecnología? *Ciencia, tecnología y política*, 2(2), 015.
- International Energy Agency (IEA) (2024). *Global Critical Minerals Outlook*.
- Kazimierski, M. (2019). Transición energética, principios y retos: la necesidad de almacenar energía y el potencial de la batería ion-litio. En B. Fornillo (Coord.) *Litio en Sudamérica. Geopolítica, energía y territorios* (pp 25-49). El Colectivo, CLACSO.
- López, A., Obaya, M., Pascuini, P. y Ramos, A. (2019). Litio en la Argentina. Oportunidades y desafíos para el desarrollo de la cadena de valor. Ministerio de Cultura, Educación, Ciencia y Tecnología de Argentina. Banco Interamericano de Desarrollo (BID).
- Mazzucato, M. (2022). *El Estado emprendedor*. Taurus.
- Merino, G., Bilmes, J. y Barrenengoa, A. (2024). *China en el (des)orden mundial. La transición histórico-espacial y el ascenso de China desde una perspectiva latinoamericana*. Batalla de Ideas.
- Ministerio de Economía de Argentina (MECON) (2024). *Informes de cadenas de valor - Minería: Litio*, 72 (9).
- Obaya, M. y Céspedes, M. (2021). Análisis de las redes globales de producción de baterías de ion de litio: implicaciones para los países del Triángulo del litio. *Documentos de proyectos*, 58. CEPAL.
- Ortiz, M. E. (2021). Y-TEC, el sueño del salto tecnológico nacional. En Fernández Mora, N. E.; Campodónico, H. y Serrani, E. (Coords.) *Energía y desarrollo sustentable: regímenes de fomento a los hidrocarburos y biocombustibles*, 53-67. CLACSO.
- Rougier, M. e Iramain, L. (2023). *Empresa pública y Estado empresario en la Argentina (1810-2020): un recorrido conceptual e histórico*. Fundación CICCUS.
- Sabato, J. y Botana, N. (1970). La ciencia y la tecnología en el desarrollo de América Latina. En J. Sabato, y N. Botana, *Tiempo Latinoamericano. América Latina: Ciencia y tecnología en el desarrollo de la sociedad*, (pp. 59-76). Editorial Universitaria.
- Schteingart, D. (2017). *Especialización productiva, capacidades tecnológicas y desarrollo económico: trayectorias nacionales comparadas y análisis del caso noruego desde mediados del siglo XX* [Tesis doctoral] Universidad Nacional de General San Martín.
- Sistema de Información Abierta a la Comunidad sobre la Actividad Minera en Argentina (SIACAM) (s/f). *Tablero global del litio*. <https://www.argentina.gob.ar/economia/mineria/siacam/tablero-global-del-litio>
- Smil, V. (2017). *Energy and civilization: a history*. The MIT Press.
- Tessone, M., Etcheverry, R., Kruse, E. y Moreira, P. (2020). El interés del Estado por el Litio. Su rol en los países que componen el “Triángulo del Litio”. En F. D. Díaz (Coord), *El litio en Argentina: visiones y aportes multidisciplinarios desde la UNLP* (pp 69-80). Universidad Nacional de La Plata.
- U.S. Geological Survey (USGS) (2024) *Mineral commodity summaries 2024*, 212.
- Zicari, J., Fornillo, B. y Gamba, M. (2019). El mercado mundial del litio y el eje asiático. Dinámicas comerciales, industriales y tecnológicas. En B. Fornillo, (Coord.), *Litio en Sudamérica. Geopolítica, energía y territorios*, (pp. 51-79). El Colectivo, CLACSO.