

Desarrollo productivo nacional en la cadena de valor del litio: la experiencia UniLiB

Resumen: Este trabajo analiza la experiencia de la puesta a punto de la fábrica de producción de celdas y baterías ion-litio UniLiB, articulada entre YPF-Tecnología (Y-TEC) y la Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Se detallan los elementos centrales, antecedentes y objetivos de UniLiB, analizando las capacidades tecno-productivas existentes en Argentina, con vistas a determinar cuáles son los insumos, partes y maquinarias que el país podría producir y cuáles serían aquellas empresas o sectores productivos que podrían participar de la cadena de valor de las baterías. Finalmente se mencionan los principales desafíos y restricciones que se enfrentan, tanto del lado de la oferta como del lado de la demanda.

Palabras clave: cadena de valor; baterías de litio; transición energética; electromovilidad; capacidades productivas

National productive development in the lithium value chain: the UniLiB experience

Abstract: This paper analyzes the experience of the development of the lithium-ion cells and batteries production factory UniLiB, articulated between YPF-Tecnología (Y-TEC) and the National University of La Plata (UNLP). The central elements, background and objectives of UniLiB are detailed, analyzing the existing techno-productive capacities in Argentina, in order to determine which are the inputs, parts and machinery that the country could produce and which would be those companies or productive sectors that could participate in the value chain of the batteries. Finally, the main challenges and restrictions faced, both on the supply and demand side, are mentioned.

Keywords: value chain; lithium batteries; energy transition; electromobility; productive capacities

Desenvolvimento produtivo nacional na cadeia de valor do lítio: a experiência da UniLiB

Resumo: Este documento analisa a experiência de criação da fábrica de produção de células e baterias de íon-lítio UniLiB, articulada entre a YPF-Tecnología (Y-TEC) e a Universidade Nacional de La Plata (UNLP). Nele detalharemos os elementos centrais, os antecedentes e os objetivos da UniLiB, analisando as capacidades tecnoproductivas existentes na Argentina, com o objetivo de determinar quais insumos, peças e máquinas o país poderia produzir e quais empresas ou setores produtivos poderiam participar da cadeia de valor das baterias. Por fim, identificamos os principais desafios e restrições enfrentados, tanto do lado da oferta quanto da demanda.

Palavras-chave: cadeia de valor; baterias de lítio; transição energética; eletromobilidade; capacidades produtivas

Mariela Bembí

Especialista en relaciones y negociaciones internacionales
Subsecretaria de Industria y Pymes,
Ministerio de Producción, Ciencia e
Innovación Tecnológica de la
Provincia de Buenos Aires
<https://orcid.org/0009-0001-1038-0030>
mariebembí@gmail.com

Julián Bilmes

Doctor en Ciencias Sociales
Instituto de Investigaciones en
Humanidades y Ciencias Sociales,
CONICET-Universidad Nacional
de La Plata
<https://orcid.org/0000-0003-1170-1526>
jbilmes@fahce.unlp.edu.ar

Año 7 N° 13 Noviembre 2024

Fecha de recibido: 16/10/24

Fecha de aprobado: 19/11/24

<https://doi.org/10.24215/26183188e125>

<https://revistas.unlp.edu.ar/CTyP>

ISSN 2618-3188



Esta obra está bajo licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es_AR



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA



Mariela Bembi

Especialista en relaciones y negociaciones internacionales
Subsecretaria de Industria y Pymes, Ministerio de Producción, Ciencia e Innovación Tecnológica de la Provincia de Buenos Aires
mariebembi@gmail.com



Julián Bilmes

Doctor en Ciencias Sociales
Instituto de Investigaciones en Humanidades y Ciencias Sociales, CONICET-Universidad Nacional de La Plata
jbilmes@fahce.unlp.edu.ar

Desarrollo productivo nacional en la cadena de valor del litio: la experiencia UniLiB

Resumen : Este trabajo analiza la experiencia de la puesta a punto de la fábrica de producción de celdas y baterías ion-litio UniLiB, articulada entre YPF-Tecnología (Y-TEC) y la Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Se detallan los elementos centrales, antecedentes y objetivos de UniLiB, analizando las capacidades tecno-productivas existentes en Argentina, con vistas a determinar cuáles son los insumos, partes y maquinarias que el país podría producir y cuáles serían aquellas empresas o sectores productivos que podrían participar de la cadena de valor de las baterías. Finalmente se mencionan los principales desafíos y restricciones que se enfrentan, tanto del lado de la oferta como del lado de la demanda.

Palabras clave: cadena de valor; baterías de litio; transición energética; electromovilidad; capacidades productivas

Introducción

Argentina es uno de los principales poseedores y productores mundiales de litio, mineral clave para la transición energética, en especial por ser un insumo hasta ahora irremplazable para la producción de baterías que se utilizan tanto para almacenar energías renovables como en la industria de la electromovilidad, de explosivo crecimiento en este último lustro. A través de este uso, el litio resulta estratégico en la descarbonización de la energía y el transporte, paso necesario para alcanzar un resultado neto de cero emisiones de gases de efecto invernadero, uno de los principales objetivos globales en la lucha contra el calentamiento global y sus estragos ambientales.¹

Según datos de 2024 del Servicio Geológico de Estados Unidos, Argentina aparece como segundo mayor poseedor de recursos de litio del mundo, con el 21% del total, y en tercer lugar en materia

¹ Además de su potencialidad por poder reservar altas densidades de energía en baterías pequeñas, su rápida carga y su posibilidad de recarga sin llegar a cero le aportan al litio una ventaja en comparación con el cobalto, el níquel, el cobre y las tierras raras, entre otros minerales críticos (Bilmes et al., en prensa). Así, figura como el de mayor proyección de crecimiento según la Agencia Internacional de la Energía, y se espera que la industria de vehículos eléctricos contribuya en alrededor de un 90% en ello.

de reservas (esto es, los recursos técnica y económicamente factibles de extracción), con el 13% mundial. Según datos de producción de 2022, Argentina se ubicó en tercer lugar en cuanto a la producción global de litio, con el 5% mundial. A la par, en el período 2010-2022, el país fue la jurisdicción que, en promedio, más presupuesto recibió en materia de exploración a nivel mundial, con el 22%, y en 2023 se ubicó en tercer lugar, con el 17%. A 2024 se encuentran en producción comercial tres proyectos, dentro de un universo de cincuenta proyectos con distinto grado de avance (MECON, 2024a). Además, el país también produce aluminio y cuenta con recursos de cobre en exploración y pre-factibilidad, dos minerales críticos para la industria de baterías.

La abundancia de litio en Argentina, en un contexto de transformación de la matriz energética global y del paradigma productivo hacia una economía baja en emisiones de carbono, otorga ventajas comparativas al país que podrían ser aprovechadas para contribuir al desarrollo nacional a partir de

la creación de valor en torno al insumo, lo cual implica potenciar las capacidades tecno-científicas existentes y la creación de puestos de trabajo bien remunerados (López et al., 2019; Schteingart y Rajzman, 2021).

Sin embargo, para ello debería definirse una estrategia nacional a largo plazo por medio de políticas públicas que impulsen las capacidades nacionales científico-tecnológicas y productivas, así como el desarrollo de una red de proveedores nacionales tanto “aguas arriba” (alrededor de la extracción litífera), como “aguas abajo”, escalando en la cadena de valor de las baterías de ion-litio. En cambio, la orientación predominante que se ha seguido, a partir de la provincialización de los recursos naturales que definió la reforma constitucional de 1994, a través del marco normativo existente –profundizado con la reciente aprobación del Régimen de Incentivos a las Grandes Inversiones– y dado que la casi totalidad de las concesiones pertenece a transnacionales extranjeras, se ha centrado en la atracción de inversiones para desarrollar, principalmente, la producción de carbonato de litio con

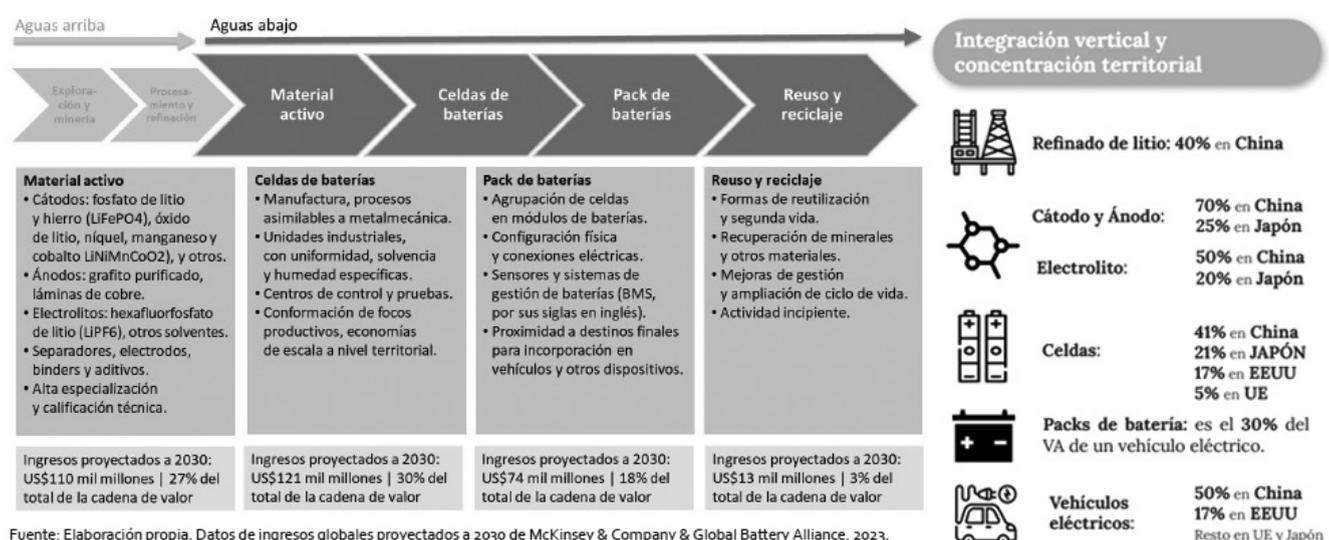


Figura 1. Diagrama de la cadena de valor de las baterías de litio y mercado mundial. Fuente: Castillo et al. (2024) y MECON (2024b).

² Constituyen excepciones la propia UniLiB y ciertas iniciativas de la provincia de Jujuy, tales como incentivos a la industrialización en materia impositiva, la participación de la compañía provincial JEMSE con el 8,5% en los proyectos Sales de Jujuy y Exar, contando con un 5% de cuota para industrialización local, y la creación del Centro de I+D en Materiales Avanzados y Almacenamiento de Energía (CIDMEJu)

destino a la exportación.²

Este trabajo se focaliza en el segundo de los segmentos, el de la cadena de valor de las baterías, sin desconocer que hay un debate sobre cuál debería ser la mejor estrategia para el país, y teniendo en claro que es un error pensar que por el mero hecho de tener litio se pueden fabricar baterías (Heredia, 2023). En efecto, no sólo la proporción de este metal en el total de materiales de una batería es baja (dependiendo del tipo de batería puede variar entre un 2 y un 8%, siendo cobre, grafito, níquel y manganeso los minerales más utilizados), sino que esta industria está íntimamente ligada a la electromovilidad y la necesidad de desarrollar la demanda, a una escala regional. En la Figura 1 se puede observar cómo se compone y articula la cadena de valor en torno a litio y las baterías, junto con su elevado grado de concentración e integración vertical.

El análisis que aquí se presenta parte de la experiencia de la puesta a punto de la fábrica de producción de celdas y baterías ion-litio UniLiB, articulada entre YPF-Tecnología (Y-TEC) y la Universidad Nacional de La Plata (UNLP), un proyecto de baja escala que se inscribe en el proceso de aprendizaje tecnológico necesario para generar capacidades que permitan avanzar en la producción a nivel industrial a mediano plazo (Dambra, 2023). El trabajo detalla los elementos centrales, antecedentes y objetivos de UniLiB, analizando las capacidades tecno-productivas existentes en el país, con vistas a determinar cuáles son los insumos, partes y maquinarias que Argentina podría producir y cuáles serían aquellas empresas/sectores productivos que podrían participar de la cadena de valor de las baterías. La investigación

incluyó un trabajo de campo con entrevistas y reuniones con algunos de los principales referentes en materia de litio del país y con actores sustantivos del proyecto UniLiB, junto con una visita a la planta e intercambios con cámaras productivas empresariales. Esto se complementó con la revisión de fuentes primarias y secundarias (información gubernamental y empresarial, portales especializados, agencias energéticas y periódicos) y literatura especializada. Finalmente se mencionan los principales desafíos y restricciones que se enfrentan, tanto del lado de la oferta, como del lado de la demanda.

La experiencia UniLiB

La Planta Nacional de Desarrollo Tecnológico de Celdas y Baterías de Litio (UniLiB) representa una iniciativa pionera en la búsqueda por escalar “aguas abajo” en la cadena de valor del litio, en una alianza entre Y-TEC y la UNLP, con el apoyo del ex ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Nación.³ Se trata de un proyecto situado en el Polo Productivo Tecnológico Jorge Alberto Sabato de la UNLP, ciudad de La Plata⁴; al momento de la escritura de este artículo contaba con más del 90% de su instalación. Actualmente, frente a la paralización de los proyectos estratégicos por parte del gobierno nacional, desde la UNLP y organismos provinciales se viene buscando la culminación de las obras para poder entrar en operación.

Esta apuesta se inscribe en la estrategia desplegada a raíz de la renacionalización de la histórica petrolera nacional, YPF, en 2012, cuando se creó Y-TEC, en base a una asociación estratégica de

³ Figuran también como apoyos distintos organismos y dependencias estatales: CONICET, CIC (PBA), CITEDEF, Ministerio de Defensa de la Nación y el Gobierno de la Provincia de Buenos Aires.

⁴ Algunas críticas a UniLiB objetaron su gran distancia con la región del noroeste argentino, donde se encuentra el litio, y con Brasil, socio del país en industria automotriz.

YPF con el CONICET con la misión de brindar soluciones tecnológicas al sector energético (Bilmes, 2018; Dvorkin, 2021). Sus instalaciones fueron ubicadas frente a la refinería de La Plata, en la localidad de Berisso, polo industrial de la provincia de Buenos Aires. Una de las tareas de Y-TEC se centró en el desarrollo tecnológico orientado a la industrialización del mineral, bajo su Misión Litio, y se entabló una articulación con las capacidades tecnocientíficas de la UNLP, en particular gracias a las investigaciones que desde principios de siglo se han desarrollado en su Instituto de Físicoquímica (INIFTA) sobre baterías de litio. Argentina posee un entorno científico muy desarrollado, que se fue consolidando a partir de la década de 2010 y que recupera la tradición científica de la electromecánica, pero que aún transita carriles separados de las compañías que realizan extracciones (Fornillo y Gamba, 2019; Barberón, 2022).

Roberto Salvarezza, ex presidente de Y-TEC e YPF-Litio (comunicación personal, 5/8/24), señala que, en la génesis de UniLiB, se crearon primero laboratorios dedicados a baterías de litio y se decidió comprar una planta piloto para la producción de celdas en laboratorio, llevada a cabo en modalidad "llave en mano" a proveedores chinos. Esta se instaló hacia 2015/16 y se empezaron a fabricar las primeras celdas con materiales hechos en el país usando carbonato de litio local, para comenzar luego a producir el material catódico LFP (litio-hierro-fosfato) a nivel de kilo. Finalmente, en el periodo 2019-2023 se definió emplazar una planta de escala industrial, gracias a ingresos que tuvo Y-TEC por el desarrollo de aplicaciones para hacer frente a la pandemia de COVID-19 y en asociación con la UNLP, la cual aportó el predio, la obra civil y los servicios para el proyecto. UniLiB, pues, es

la primera planta de escala industrial, a la que le preceden doce años de trabajos en escala de laboratorios, la cual significa para Y-TEC poder testear sus propios materiales, como el catódico o el electrolito. A la par, esta apuesta llevó a la creación de YPF Litio, hacia 2021, con miras de insertarse también en la fase de extracción, dadas las dificultades existentes para obtener carbonato de litio producido en el país ante un mercado dominado por transnacionales que ya tienen acordada su venta al exterior (Fuentes, 2024).

UniLiB, publicitada en la opinión pública como la primera planta de baterías de litio de América Latina, tiene por objetivos desagregar el paquete tecnológico para el escalado industrial de conocimientos desarrollados en I+D en cuanto a celdas y baterías de litio cuyos componentes sean en un 50-60% de origen nacional, a la par que formar recursos humanos en la temática y atender demandas específicas del Estado y la estructura productiva, pudiendo traducir el *know-how* a patentes y futuras plantas en otros lugares del país⁵. La inversión requerida se estima en alrededor de 10 millones de dólares considerándola desde los primeros trabajos de laboratorio y factibilidad del proyecto con la planta piloto. Las celdas que producirá son de 48V de 100 Ah y de tipo *pouch* (bolsa), y su capacidad estimada de producción es de entre 13 y 15 MWh/año, lo que equivaldría a mil baterías para almacenamiento estacionario de energías renovables, o entre 43 y 50 baterías para autobuses eléctricos.

Mediante una licitación internacional, el equipamiento para montar la planta fue comprado "llave en mano" a la empresa china Xiamen Tmax Battery Equipments Ltd., la cual será la encargada de la activación y del mantenimiento. Se trata de se-

⁵ Se llegó a definir un proyecto de segunda planta en Santiago del Estero, cinco veces más grande (75 MWh/año), y se proyectó construir otras en Catamarca, San Juan, La Rioja y Formosa, todos los cuales se vieron paralizados o no llegaron a materializarse ante el recambio gubernamental de 2023.

tenta máquinas provenientes de China, que incluyen *mixers*, hornos, cicladores, *cutting/stack*, deshumidificadores, y dos grandes prensas de 13000 kilogramos cada una⁶. También proveyeron los primeros insumos clave como láminas de cobre, varios de los cuales se espera sustituir a futuro. A la par, a través de la Escuela de Oficios de la UNLP se capacitó a los operarios que estarán a cargo de la primera fase de puesta en marcha de la planta, bajo el proyecto de ser incorporados a la carrera de personal de apoyo de CONICET.

Mapeo de capacidades tecno-productivas locales

La tecnología elegida fue LFP por ser la más barata y la más segura, tanto en términos de evitar incidentes (el riesgo de explosiones es menor) como en términos de suministro, al no requerir níquel ni cobalto, minerales críticos que el país no tiene. Además, tiene menor impacto ambiental, siendo menos contaminante, es la de mayor vida útil y está probada internacionalmente, siendo utilizada por varias de las mayores automotrices del mundo. Quienes planearon UniLiB estiman que, con excepción de los equipos más complejos –computarizados y automatizados–, el grueso de la maquinaria como de los insumos tienen posibilidad de ser sustituidos.

En base al trabajo de campo realizado, se presentan los principales productos y procesos que podrían producirse en el país⁷:

1) Grafito artificial para el ánodo, vía coque de la refinería de YPF.

2) Material activo catódico (LFP), en la planta de Y-TEC.

3) Electrolito, en un emprendimiento de CNEA-CI-TEDEF en Pilcaniyeu.

4) Separadores de polipropileno en polos petroquímicos Berisso-Ensenada y en Luján de Cuyo (Petrocuyo).

5) Colectores del cátodo (láminas de aluminio), en Aluar.

6) Flúor, el cual recientemente volvió a ser producido en el país, en CEQUINOR (centro UNLP-CO-NICET-CIC).

7) Ensamblado por parte de pymes locales (ya existe acuerdo con Coradir para ello).

8) Carcasas de hierro, acero, plástico o placas de PVC.

9) Tren de secado.

10) Controlador electrónico (BMS).

11) Áreas controladas de humedad y partículas (salas limpias).

12) Reciclaje.

A fin de analizar las posibilidades de producción local de estos productos y procesos, lo cual implicaría sustitución de importaciones, se realizó un relevamiento con cámaras empresarias para mapear las capacidades existentes de fabricación de insumos, partes y componentes de las baterías, y de equipamiento/maquinaria para la fabricación de las celdas y baterías. Lo primero que llama la atención del contacto con las cámaras es que ninguna tiene información sistematizada respecto

⁶ Ello obedece a que la gran potencia asiática en auge ha logrado una posición predominante en las cadenas de valor del litio y la electromovilidad, habiendo desarrollado en cada segmento empresas que se ubican entre las más competitivas del mundo, contando con gran escala, alta I+D y bajos costos (Bilmes et al., en prensa).

⁷ En base a la estimación de la estructura de costos promedio de una batería ion-litio presentada por Sanders (2017, citado en López et al., 2019), y a los fines de dimensionar el peso que tienen los principales componentes, se advierte que el cátodo representa un 16%, el separador un 10%, el electrolito un 8% y el ánodo 6%, entre otros ítems relativos al proceso de producción y venta.

de posibles empresas proveedoras. En el marco de la discusión respecto de la explotación de los recursos naturales como vector de desarrollo y la necesidad de agregar valor local para incorporar pymes industriales a la cadena de valor, contar con un mapeo sistematizado de las capacidades de las empresas asociadas constituiría un activo clave. A continuación se presentan las instituciones CyT y agencias gubernamentales que ya trabajaron o que estén trabajando actualmente con las posibles empresas proveedoras, o que desarrollen proyectos de I+D ligados a baterías de litio.

Fabricación de insumos, partes y componentes de las baterías

Se consultó con la Asociación de Industriales Metalúrgicos de la República Argentina (ADIMRA), que informó que en Argentina se fabrican controladores y empaquetado de módulos para la fabricación de celdas, así como también las placas en

PVC (plástico), y que había dos empresas de CABA que estaban trabajando con el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) en la fabricación de los controladores y el empaquetado, pero que es imposible sustituir los componentes electrónicos que llevan porque son semiconductores. Según el INTI, hay posibilidades concretas de desarrollo en el país del BMS (sistema de control de la batería). Se trata de productos de electrónica y software que además deben realizarse a nivel local para adecuarse a los requerimientos de cada tipo de demanda de baterías.

Asimismo, ADIMRA importó equipos para realizar pruebas y ensayos de baterías de litio en el Centro Tecnológico Metalúrgico (CETEM) en Florencio Varela. Esta iniciativa fue realizada con el INTI y contó con financiamiento del MinCyT a través del FONARSEC (Fondo Argentino Sectorial), con el objetivo de crear un nuevo centro nacional para la certificación de baterías de litio para movilidad

Institución	Ubicación	Proyectos
UNLP - Mesa del Litio	Buenos Aires	Proyectos de gran impacto en la cadena de valor
UTN - CITEMA	Buenos Aires	Materiales compuestos para la fabricación de baterías
UTN MDP - INTEMA	Buenos Aires	Electrolitos
UNS - INQUISUR	Buenos Aires	Electrolitos y electrodos
UNLP - CEQUINOR	Buenos Aires	Química
UNLP - INIFTA	Buenos Aires	Ensamblaje
UNLP - INREMI	Buenos Aires	Minerales
UNLP - CETMIC	Buenos Aires	Minerales
UNLP - CTA	Buenos Aires	Fabricación de baterías y electromovilidad
Centro de energías renovables CIC	Buenos Aires	Fabricación de baterías
UNJu - CIDMEJu	Jujuy	Aplicaciones, materiales y reciclado
UNC - FAMAF	Córdoba	Materiales

Tabla 1. Instituciones del complejo científico-tecnológico argentino vinculadas a proyectos de baterías de ion-litio. Elaboración propia.

Agencia	Ubicación	Proyectos
INTI con ADIMRA, UNAJ y UNSAM	Buenos Aires	Certificación de calidad de baterías
CNEA y CITEDEF	Río Negro	Electrolito
INTI	Buenos Aires	Certificación, validación y capacitación
PROINGED	Buenos Aires	Financiamiento I+D en energías renovables

Tabla 2. Agencias gubernamentales argentinas vinculadas a proyectos de baterías de ion-litio. Elaboración propia.

Empresa	Ubicación	Producto
Aluar	Chubut y Buenos Aires	Colectores de aluminio
CORADIR	San Luis y CABA	Ensamblado de baterías
Petrocuyo	Buenos Aires y Mendoza	Separadores de polipropileno
Probattery	CABA	Sistema de control (BMS)

Tabla 3. Empresas nacionales con capacidad de proveer insumos y materiales para la producción de baterías de ion-litio. Elaboración propia.

y almacenamiento de energías renovables para colaborar con el desarrollo de estas baterías a nivel local. Las empresas locales ensamblan celdas importadas y diseñan las baterías teniendo en cuenta los requerimientos de la industria de micromovilidad, movilidad y energética, y esta certificación debían realizarla en laboratorios del exterior.

Fabricación de equipamiento para la producción de baterías

El proceso productivo de la batería consiste en preparar las suspensiones químicas para el ánodo y el cátodo, que luego se impregnan en delgadas hojas de cobre y aluminio, respectivamente, que se encuentran enrolladas. A medida que se impregna, el material va pasando por un horno de secado y luego por unos rodillos que ejercen presión (calandrado). Se corta el material en rectángulos según la medida que se necesita para el requerimiento energético buscado. Se ensamblan las celdas intercalando un ánodo y un

cátodo aislados entre sí por el separador de polietileno y se sueldan las conexiones. Se incorpora el electrolito y se sella la celda en una prensa de vacío. Para el ensamble del pack, se fabrica la carcasa plástica y se ensamblan las celdas en su interior. Por último, se incorpora el controlador de la batería y se cierra la carcasa.

Todo el proceso requiere bienes de capital tales como prensas, cortadoras, hornos de secado y áreas controladas de humedad y partículas (sistemas de bombeo, extracción de aire) semejantes a las utilizadas en la industria farmacéutica. La falta de escala limita las posibilidades de algunas empresas para iniciar el recorrido necesario para desarrollar de cero los equipos. Por eso, a partir de la experiencia de UniLiB se podría hacer un proceso de ingeniería reversa (o desagregación del paquete tecnológico) que minimice esa inversión inicial y permita a más industrias locales conocer los desafíos de estas tecnologías.

Del relevamiento surge que los bienes de capital

utilizados en el proceso son de tecnología conocida localmente, excepto la máquina utilizada para el plegado de la batería *pouch* que requiere un proceso más complejo. Como ejemplo de esto, se puede mencionar el caso de Litbar, empresa que fabrica baterías de litio LFP para micromovilidad, lámparas de emergencia, almacenamiento para paneles solares, juguetes y equipos médicos. Sus dueños son técnicos electromecánicos que se dedicaban a la fabricación de rotores, estatores e inducidos de arranque para automóviles. En 2018, decidieron comenzar a fabricar baterías y frente a las dificultades para importar los equipos necesarios construyeron la mayoría en sus talleres en base a la observación del funcionamiento de otras fábricas. Su mayor dificultad era sustituir el material catódico, que requiere capacidades técnicas avanzadas, particularmente en el campo de la química, y fueron asistidos por el CITEMA (Universidad Tecnológica Nacional) y la UNLP en el marco de un Proyecto Federal de Innovación.

Desde la Cámara de Fabricantes de Bienes de Capital (CIPBIC) se identificaron empresas locales fabricantes de áreas controladas de humedad

y partículas, así como también de hornos de secado de pintura y de uso farmacéutico.

Oportunidades y desafíos de escalar en la cadena de valor

Debido a la fuerte regionalización de la producción de celdas y packs de baterías, el desarrollo de su capacidad de fabricación dependerá enteramente de la demanda regional de baterías, como señalan Jones et al. (2021). La identificación de posibles adoptantes, así como el desarrollo de políticas orientadas a impulsar la demanda son un factor clave a la hora de traccionar una política orientada a la integración aguas abajo de la cadena de valor, superando las limitaciones y obstáculos existentes (ORBITA, 2021).

En el caso de UniLiB, se identificaron diversos nichos de demanda:

- a) el proyecto de fabricar baterías para almacenar la electricidad producida por un parque fotovoltaico de 300 paneles solares en la Isla Paulino, localidad aislada de la red eléctrica;
- b) equipamiento de las fuerzas armadas, tales

Empresa	Ubicación	Producto
HTS	Buenos Aires	Áreas controladas de humedad y partículas (diseño, producción e instalación de equipos de proceso, sistemas CIP, equipos para el tratamiento de agua y panelería para salas limpias)
Burner	CABA	Hornos de secado, tipo continuo y <i>batch</i> , cabinas de secado, túneles de secado
Caltec	Buenos Aires	Hornos industriales para secado y curado
PESINGER	Santa Fe	Sistemas de pintado, curado y secado
Teknoaustral	Buenos Aires	Hornos para diversos procesos de secado, tipo continuo y <i>batch</i>
COFACO	Buenos Aires	Hornos industriales con amplia gama de aplicaciones
Copreva	CABA	Hornos de secado

Tabla 4. Empresas nacionales con capacidad de proveer maquinaria y equipamiento para la fabricación de baterías de ion-litio. Elaboración propia.

como radares móviles del Ejército o vestimenta especial para el Programa Antártico;

c) provisión de baterías estacionarias a los tres parques eólicos y dos solares de YPF Luz;

d) posibles proyectos financiados a través del PROINGED (Programa Provincial de Incentivos a la Generación de Energías Distribuida - PBA) y el PERMER (Proyecto de Energías Renovables en Mercados Rurales de la Nación)⁸;

e) micromovilidad.

Sin embargo, los especialistas del sector coinciden en la importancia del sector automotriz y de autobuses como un factor clave en el desarrollo de la industria de las baterías. En este sentido, las políticas públicas orientadas a impulsar la demanda de vehículos eléctricos (VE) y la inversión en infraestructura de carga son condición necesaria para el desarrollo de la electromovilidad y la producción de baterías asociada. Respecto a la demanda de VE, si bien a escala global las ventas del sector vienen creciendo exponencialmente, solo tres países concentran el 96% de las compras (China, Europa y Estados Unidos), mientras que en América Latina la demanda representa el 0,45% del total mundial (45900 VE en 2022), siendo Chile, Brasil y México los países que lideran el crecimiento de este segmento (Michelena et al., 2023).

La integración con Brasil podría resolver la baja escala del mercado interno, una de las principales dificultades de Argentina, para desarrollar el sector. Pero esta posibilidad se ve cada vez más lejana en un contexto donde el principal socio comercial está llevando adelante una inversión muy

grande para impulsar la demanda de VE (Plan MoVer)⁹ y ya cuenta con inversiones de la compañía china BYD, líder global, que tiene una planta en San Pablo para producir VE y apunta también a producir las baterías para equiparlos.

Según la entonces coordinadora del plan estratégico del litio de Y-TEC, existe una posibilidad de escalado en la reconversión de vehículos a eléctricos (RETROFIT) para colectivos, y en torno a nuevos vehículos identifica el segmento de vehículos livianos, de última milla y motos como objetivo¹⁰. En torno a estos rubros, la UNLP cuenta con experiencias y capacidades desde hace varios años, como es el caso del Grupo de Ensayos Mecánicos Aplicados de la Facultad de Ingeniería, el cual viene experimentando en forma incremental con baterías para distinto tipo de vehículos (moto, triciclo, auto, autobuses de pequeño y mediano porte, y hasta un avión). Según su director, Guillermo Garaventa (comunicación personal, 22/8/24), estas capacidades permitirían cumplir también un rol de certificación, en tanto evaluadores funcionales de las celdas/baterías, aportando a la validación de la tecnología en el país.

Conclusiones

Argentina es uno de los principales productores de carbonato de litio, compuesto esencial para la fabricación del cátodo de las baterías de ion-litio. Además, es el país que más proyectos de inversión para la explotación del recurso ha recibido en los últimos años, debido a sus costos internacionalmente competitivos del proceso de extracción y a la gran cantidad de salares que posee en su

⁸ Los puntos a y d se articulan y encuentran asidero en la gran extensión territorial argentina y el hecho de que un porcentaje importante de su población se encuentra desconectada de las redes eléctricas, pudiendo minimizarse las obras de infraestructura necesarias para su producción si se distribuye la generación mediante el almacenamiento.

⁹ Según los anuncios, el Plan MoVer implica una inversión de alrededor de US\$4000 millones en los próximos cuatro años en incentivos a la demanda de VE.

¹⁰ Véase al respecto Andino (2023).

región noroeste, lo que hace prever que en el futuro próximo ganará relevancia como proveedor a nivel global. Dada esta realidad, el país podría convertirse en un actor cada vez más relevante de la transición energética, en la medida que definiera una estrategia sistémica y de largo plazo, orientada a desarrollar capacidades tecnológicas y productivas a partir del litio.

Como se ha visto a lo largo del trabajo, tomando como antecedente la experiencia de UniLiB, estas capacidades para avanzar en la producción de algunos de los componentes utilizados como insumo en la cadena de valor de las baterías de ion-litio, así como en la maquinaria requerida para hacer celdas y packs, existen o podrían existir, de contar con políticas públicas que incentiven su producción.

Sin embargo, existen importantes desafíos, tensiones y cuellos de botella que habrá que resolver de cara a la definición de la citada estrategia. Entre ellos podemos mencionar:

- Un entorno político y económico que permita el diseño de políticas públicas enfocadas al desarrollo nacional por vía del impulso a las iniciativas productivas tanto públicas como privadas, así como el fortalecimiento, a través del financiamiento, del ámbito I+D+i. Claramente, no es lo que sucede con la actual administración, sino todo lo contrario, pero como todo, ella pasará y futuras administraciones deberán diseñar estas políticas y el entorno adecuado, con un enorme desafío de “blindar” las mismas frente a los continuos vaivenes gubernamentales.

- A partir de una nueva realidad, zanjar el debate en torno a dónde dirigir los esfuerzos de las políticas, si “aguas arriba”, en el desarrollo tecnológico del proceso de extracción o “aguas abajo”,

en la cadena de valor de las baterías, sea interviniendo en toda la cadena hasta el producto final o bien en algunos de los componentes.

- Para considerar un desarrollo industrial “aguas abajo” hasta la producción de celdas y baterías de ion-litio, se debe poner especial foco en la demanda, lo que está directamente vinculado al desarrollo de una industria de VE que aporte escala, incluyendo la infraestructura requerida para su despliegue. Todo ello requerirá de financiamiento elevado, acceso a otros insumos y minerales, y el aprovechamiento de las competencias científico- tecnológicas existentes.

- El desarrollo de una industria de electromovilidad está, a su vez, íntimamente ligado al mercado regional y por lo tanto a Brasil, país con el que Argentina mantiene una integración sectorial para el mercado automotor tradicional desde hace años¹¹. Es ineludible e impostergable, ante los cambios que se están produciendo en la industria, conversar y acordar con Brasil cuál va a ser el modelo de integración para los VE.

- Existen alternativas intermedias, tales como la producción para el mercado de la micromovilidad (bicicletas, motos, triciclos, *city cars*, etc.). A su vez, una manera de ir ganando escala mientras se completa el proceso de aprendizaje tecnológico sería la sustitución progresiva de las unidades de transporte urbano de vehículos a combustión por vehículos eléctricos.

En síntesis, Argentina tiene las capacidades para desarrollar procesos productivos en la cadena de valor de las baterías de ion-litio, pero para ello es necesario definir una estrategia de largo plazo que contemple cada uno de los cuellos de botella que se presenten, con especial atención al desarrollo de la demanda. Por el lado de la oferta, y dadas

¹¹ El acuerdo bilateral vigente prevé comercio administrado (Flex) hasta 2029, momento en el que se alcanza el libre comercio. Sin embargo, actualmente es objeto de renegociación por el interés argentino de mantener alguna forma de administración del comercio.

las capacidades existentes, la estrategia deberá aportar la previsibilidad necesaria para permitir el desarrollo de proveedores, a través de la provisión de condiciones e información sistematizada que permita al sector privado la toma de decisiones con vistas a participar en esta cadena de valor.

Agradecimientos

A Olga Muiño, quien colaboró con el relevamiento de información; a evaluadores por sus valiosos comentarios; y al equipo docente de la Diplomatura Universitaria “Nuevas Energías: Desarrollo y Financiamiento Productivo” (Escuela Interdisciplinaria de Altos Estudios Sociales, Universidad Nacional de San Martín), marco en el cual se inició esta investigación.

Bibliografía

Andino, L. (14 de enero de 2023). Laura Andino (Y-Tec): *Industrialización del litio argentino, un plan integral e integrador*. CLUBminero. <https://club-minero.com/contenido/2802/andino-y-tec-industrializacion-del-litio-argentino-un-plan-integral-e-integrador>

Barberón, A. (2022). El litio en Argentina. Impacto productivo y políticas científico-tecnológicas. *Ciencia, Tecnología y Política*, 5(9), 081. <https://doi.org/10.24215/26183188e081>

Bilmes, J. (2018). YPF-Tecnología (Y-TEC) y su rol en la política científico tecnológica nacional. *Ciencia, Tecnología y Política*, 1(1), 010. <https://doi.org/10.24215/26183188e010>

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 (Eds.), *Nuestra América, Estados Unidos y China en la transición geopolítica del sistema mundial*. CLACSO.

Castillo, M., Garcés, I. y Furtado Messias, R. (2024).

Perspectivas de desarrollo de las cadenas de valor relacionadas con el litio en Chile y América del Sur. Serie Recursos Naturales y Desarrollo, N° 223, Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

Dambra, G. A. (2023). *Industria de baterías de litio en La Plata* [Tesis de grado]. Universidad Nacional de La Plata.

Dvorkin, E. (2021). Estilos tecnológicos y desarrollo autónomo: El caso de Y-TEC. *Ciencia, Tecnología y Política*, 4(6), 053. <https://doi.org/10.24215/26183188e053>

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.

Fornillo, B. y Gamba, M. (2019). Industria, ciencia y política en el Triángulo del Litio. *Ciencia, docencia y tecnología*, (58), 1-38. <https://doi.org/10.33255/3058/447>

Gómez, M. (2023). *Impacto de la política exterior China hacia América Latina sobre la cooperación regional: el caso del litio* [Tesis de Maestría]. FLACSO.

Heredia, F. (6 de diciembre de 2023). ¿Pueden las baterías de litio argentinas competir a nivel mundial? *Dialogue Earth*. <https://dialogue.earth/es/energia/385641-pueden-las-baterias-de-litio-argentinas-competir-a-nivel-mundial/>

Jones, B., Acuña, F. y Rodríguez, V. (2021). *Cadena de valor del litio: análisis de la cadena global de valor de las baterías de iones de litio para vehículos eléctricos*. Documentos de Proyectos (LC/TS.2021/86). Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

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*. Monografía del

Banco Interamericano de Desarrollo; 698.

MECON (2024a). Litio. *Argentina como jugador estratégico en el mercado global*. Ministerio de Economía de la República Argentina.

MECON (2024b). *Informes de cadenas de valor. Minería: Litio*. Año 9 – N° 72. Ministerio de Economía de la República Argentina.

Michelena, G., Ianuzzi, P. y Barafani, M. (2023). *Hacia una integración sostenible: el potencial de la electromovilidad en América Latina y el Caribe*. Banco Interamericano de Desarrollo, Nota Técnica No IDB-TN-2805.

Observatorio Regional Bonaerense de Innovación Tecnológica (ORBITA) (2021). *Industrialización del litio en la Provincia de Buenos Aires. Cadena de valor, estructura del mercado mundial y oportunidades para el agregado de valor provincial a partir de baterías de ion-litio*. Ministerio de Producción, Ciencia e Innovación Tecnológica de la Provincia de Buenos Aires.

Observatorio Regional Bonaerense de Innovación Tecnológica (ORBITA) (2024). *Innovación Bonaerense. Soluciones tecnológicas originales a problemáticas locales*. Ministerio de Producción, Ciencia e Innovación Tecnológica de la Provincia de Buenos Aires.

Schteingart, D. y Rajzman, N. (2021). *Del litio a la batería: análisis del posicionamiento argentino*. Documentos de Trabajo del CCE N° 16, Consejo para el Cambio Estructural. Ministerio de Desarrollo Productivo de la Nación.