



Universidad de Buenos Aires  
Facultad de Ciencias Económicas  
Escuela de Estudios de Posgrado



# Universidad de Buenos Aires Facultad de Ciencias Económicas Escuela de Estudios de Posgrado

---

## MAESTRÍA EN PROCESOS DE INTEGRACIÓN REGIONAL

---

### TRABAJO FINAL DE MAESTRÍA

---

Cadena regional de valor en torno del litio:  
Posibilidades dentro de los procesos de integración  
latinoamericanos

---

AUTOR: VICTOR JAVIER QUINTEROS

TUTOR: NAHUEL ODDONE

AGOSTO DE 2020

---

## **Dedicatoria**

A quienes deciden acometer la empresa de realizar un sueño de integración latinoamericana.

## **Agradecimientos**

Entrego mi reconocimiento y profunda gratitud:

Para la Universidad de Buenos Aires, sus docentes de la Maestría de Procesos de Integración Regional y para mis colegas de cohorte por haberme enriquecido compartiendo sus conocimientos y experiencias.

Para el tutor de tesis por la confianza depositada, predisposición y entendimiento, fundamentales para producir este trabajo.

Para mi familia por su sostén, imprescindible en todo momento.

## **Resumen**

A partir de la explotación del litio, sus derivados y aplicaciones el trabajo analiza las posibilidades de articular una cadena regional de valor en el contexto de los procesos de integración latinoamericanos que vinculan a Argentina, Bolivia y Chile, los países integrantes del denominado Triángulo del Litio, donde se ubican las mayores reservas planetarias de ese mineral, provenientes de salares.

El objetivo del trabajo está centrado en el potencial del litio como recurso estratégico global, impulsado por la promoción del uso de energías limpias, para desarrollar una cadena regional de valor que aporte al desarrollo latinoamericano.

El enfoque de cadenas de valor requiere describir los aspectos esenciales de la mineralogía del litio y, principalmente, las cuestiones técnico-productivas y económicas vinculadas a la explotación del recurso, sus derivados y aplicaciones. Sobre éstas interesa visualizar la dinámica del mercado que estimula la demanda del mineral para uso en productos relacionados con las energías limpias, específicamente las baterías recargables de iones de litio utilizadas para la movilidad eléctrica. Con el instrumental teórico disponible para su estudio metodológico, el examen de la estructura y gobernanza de esta cadena de valor conducirá a un diagnóstico sobre las posibilidades de concretar y fortalecer una cadena regional en torno del litio en el marco de los procesos de integración de ALADI y MERCOSUR, lo cual finalmente derivará en la elaboración de propuestas de mejora, cambio o intervención.

El enfoque resulta original, pues, si bien existen diversos análisis sobre las posibilidades acerca de la explotación del litio y su integración en las cadenas globales de valor estos son efectuados en el contexto nacional individual (Argentina, Bolivia y Chile). Por lo tanto, explorar las posibilidades en el marco de los procesos de integración latinoamericanos donde intervienen los tres países significará un aporte al estudio de estos procesos y, en consecuencia, resulta pertinente a los objetivos de la maestría.

El valor del proyecto es manifiesto en cuanto los procesos de integración regional requieren un componente económico como base para favorecer su dinámica, siendo el mercado del litio y la posible conformación de una cadena de valor en torno a este mineral un interesante punto para tal propósito.

**Palabras clave:** Litio, cadenas de valor, integración regional.

## Índice

1. Introducción .....	1
2. Planteamiento del tema .....	4
3. Marco teórico .....	6
3.1. El litio, sus derivados y aplicaciones. La importancia del Triángulo del Litio .....	6
3.2. Las cadenas de valor .....	8
3.3. Procesos de integración regional latinoamericanos .....	10
4. Metodología .....	12
5. El recurso y sus aplicaciones .....	14
5.1. Aspectos técnicos del mineral, sus fuentes de obtención y aplicaciones tecnológicas .....	14
5.1.1. Mineralogía y geoquímica del litio .....	14
5.1.2. Fuentes de obtención del litio .....	14
5.1.3. Procesos para la obtención del litio y sus compuestos .....	16
5.1.4. Derivados o compuestos del litio .....	17
5.1.5. Aplicaciones .....	18
5.1.6. Baterías .....	20
5.2. Aspectos económicos: el mercado del litio y de las baterías secundarias de iones de litio .....	23
5.2.1. Producción del litio .....	24
5.2.2. La demanda del litio desde la perspectiva de las aplicaciones .....	25
5.2.3. Principales países y empresas .....	26
5.2.4. Reservas y Recursos .....	30
5.2.5. Seguridad de los suministros .....	31

5.2.6. Costos de producción según las fuentes .....	33
5.2.7. Precio del litio .....	35
5.2.8. El mercado de las baterías .....	36
5.2.9. Costo de las baterías .....	40
6. La importancia de las reservas en el Triángulo del Litio .....	42
6.1. Descripción geográfica del Triángulo del Litio .....	42
6.2. El Triángulo del Litio como espacio y como territorio .....	43
6.3. Los recursos .....	45
6.4. El medioambiente .....	49
6.5. Los actores y sus estrategias .....	51
6.5.1. La República Argentina .....	52
6.5.1.1. La provincia de Catamarca .....	56
6.5.1.2. La provincia de Jujuy .....	60
6.5.1.3. La provincia de Salta .....	63
6.5.2. El Estado Plurinacional de Bolivia .....	65
6.5.2.1. Antecedentes de explotación del litio y política de industrialización .....	67
6.5.3. La República de Chile .....	70
6.5.3.1. Repaso histórico y políticas relacionadas al litio .....	71
6.6. Escenarios para la convergencia .....	77
7. Oportunidad .....	80
8. Las cadenas de valor, el marco teórico y su vinculación con el desarrollo. La perspectiva de algunos organismos internacionales .....	84
8.1. La construcción del marco teórico. Los conceptos clave.	

Cadena de valor, gobernanza y escalamiento ( <i>upgrading</i> ) .....	85
8.2. La inserción en las cadenas globales de valor como estrategia de desarrollo .....	89
9. Política industrial, integración productiva y cadenas de valor en los procesos de integración. Experiencias comparadas en Europa, Asia, Norteamérica y América Latina .....	92
9.1. Los aspectos de política industrial .....	92
9.2. La búsqueda de la integración productiva. Experiencias comparadas .....	96
10. Una metodología para el análisis de las cadenas de valor .....	100
11. La cadena de valor del litio. Eslabones, actores y gobernanza. Análisis FODA, buenas prácticas y estrategias .....	103
11.1. Selección / Determinación de la cadena de valor. ¿Qué cadena? / Meta-objetivos y selección .....	103
11.2. Mapeo de eslabones y actores relevantes .....	104
11.2.1. La cadena de valor aguas arriba. Los eslabones iniciales .....	105
11.2.2. La corriente media de la cadena de valor .....	111
11.2.3. La cadena de valor aguas abajo. Los eslabones finales .....	112
11.3. Señales de gobernanza a lo largo de la cadena .....	115
11.4. Análisis FODA .....	117
11.5. Buenas Prácticas - <i>Benchmarking</i> .....	121
11.5.1. Comparación con procesos de integración regional .....	128
11.6. Estrategias .....	131
12. Las posibilidades de una cadena regional de valor del litio en el contexto de los procesos de integración latinoamericanos .....	134
12.1. La posición actual: las posibilidades desde el <i>extractivismo</i> .....	135

12.2. Hacia el futuro: las posibilidades desde el agregado de valor .....	137
12.3. Las posibilidades con algunas herramientas de la integración .....	140
13. Conclusiones .....	145
Referencias bibliográficas .....	149

## 1. Introducción

Las referencias a la *fiebre del litio* o al *oro blanco*, así como la denominación *Triángulo del Litio* resultan expresiones figurativas utilizadas para indicar una situación de auge en la explotación de este mineral y para identificar geográficamente al conjunto de salares andinos depositarios de importantes fuentes de este recurso. Su creciente difusión en los medios masivos de comunicación refleja la importancia del litio como recurso estratégico global y del posicionamiento internacional de esta zona de yacimientos ubicados en Argentina, Bolivia y Chile.

En los últimos años, la explotación del litio adquirió relevancia como recurso esencial para la fabricación de baterías recargables o secundarias, las cuales son un componente básico en diversos productos finales de la electrónica portátil, la movilidad eléctrica y el almacenamiento de energía proveniente de fuentes renovables (solar, eólica), también denominadas energías limpias.

Desde fines del siglo pasado, las baterías recargables fueron protagonistas de un suceso tecnológico que posibilitó la evolución de una serie de artefactos característicos de la vida contemporánea: los teléfonos móviles, los computadores, las herramientas portátiles, las cámaras digitales y otros equipos de la electrónica de consumo. El litio es un componente fundamental en las baterías para tales artefactos, por cuanto sus características de metal liviano y de alta conductividad eléctrica le confieren eficacia en el proceso electroquímico de carga y descarga de la energía necesaria para su funcionamiento.

El desarrollo continuo de la capacidad de las baterías secundarias permite su aplicación a usos con mayores requerimientos de energía y, por lo tanto, con mayores necesidades de litio. Entre estos usos destacan los destinados a la movilidad eléctrica. Más precisamente los vehículos eléctricos (EV, por sus siglas en inglés), cuya fabricación avanza con miras a reemplazar los vehículos de combustión interna. Por tal motivo, la demanda de litio evidenció incrementos y casi triplicó la producción del mineral entre 2010 y 2019, lo que movilizó el interés por asegurar y expandir sus fuentes de extracción.

Por sus condiciones especiales, los depósitos de salmueras naturales existentes en una zona que abarca la puna argentina, el altiplano boliviano y la puna atacameña en Chile resultan las fuentes económicamente más rentables para la explotación del recurso. Además, constituyen las mayores reservas del mineral, provenientes de salares, de todo el planeta.

El interés por la explotación de estos recursos atrae la atención de distintos actores y genera expectativas sobre su mejor aprovechamiento ante una situación concebida como una oportunidad. En este aspecto, cobra especial relevancia la posición de los actores públicos vinculada a los objetivos de desarrollo que les son inherentes. Estos actores ensayan distintas estrategias respecto del aprovechamiento del recurso natural, conformando un abanico de posibilidades que van desde la explotación de carácter primaria (como materia prima, o como producto con escasa elaboración) hasta la decisión de obtener un mayor agregado de valor del propio litio extraído o mediante la articulación productiva con sectores que realizan las baterías y los productos que las utilizan, con alto contenido tecnológico. Existen distintos estudios sobre estas posibilidades y estrategias, aunque los mismos están circunscriptos a un ámbito nacional, sin desarrollar el análisis de la eventual convergencia en el escenario regional.

La presente investigación enfoca su análisis en las características productivas del litio (recurso económico susceptible de explotación, transformación en compuestos derivados y aplicación a determinados productos) y las particularidades de la zona de frontera en cuestión (en donde se produce una interrelación de distintos actores privados y públicos, quienes tienen sus propias expectativas, visiones y estrategias sobre la explotación del recurso), todo ello bajo el enfoque productivo de las cadenas de valor y en el marco de los procesos de integración regional en los que intervienen conjuntamente Argentina, Bolivia y Chile (ALADI y MERCOSUR).

A partir de la comprensión de la cadena global de valor sobre el litio y sus aplicaciones relacionadas a la movilidad eléctrica, la investigación apuntará a analizar las posibilidades de una cadena regional, verificando la existencia o no de las condiciones o factores que pueda hacer viable la articulación regional y, además, se analizarán los instrumentos que podrían fortalecerla.

Dentro del área de conocimiento que aborda la maestría, el proyecto resulta pertinente por cuanto existe una íntima relación entre las cuestiones económicas y los procesos de integración, ya que resulta de especial interés la potencialidad de un factor específico (el litio) para promover el desarrollo e integración de la región. Más aún, las visiones que vinculan la producción mediante cadenas de valor a la promoción del desarrollo ameritan una investigación de este tenor.

El trabajo pretende aportar al conocimiento de la temática mediante un enfoque particular sobre un elemento económico importante para la región como es el litio. Si bien se

reconoce la importancia del tema y existe gran desarrollo de trabajos sobre la potencialidad económica del litio y su cadena de valor, sin embargo, faltan abordajes desde la perspectiva de la integración ya que los países que poseen valiosas reservas naturales sobre el recurso (Argentina, Bolivia y Chile) se plantean estrategias nacionales para la explotación del recurso sin propiciar pasos efectivos hacia una convergencia regional estratégica. Por lo tanto, la propuesta sobre las posibilidades de una cadena regional de valor en torno del litio en el contexto de determinados procesos de integración latinoamericanos puede convertirse en un insumo para la discusión sobre las perspectivas y estrategias de la integración regional, en el contexto global actual, y la eventual toma de decisiones a nivel político.

El trabajo completo consta de trece capítulos que pueden agruparse en dos partes fundamentales. La primera incluye los aspectos preliminares, que introducen el contenido y encuadre de la investigación: introducción, planteamiento del problema, marco teórico y la metodología (capítulos 1 a 4). La segunda parte consiste en el desarrollo propiamente dicho y discurre sobre ejes temáticos centrales, el primero referido al litio y la importancia del Triángulo del Litio, mediante el abordaje integral de los aspectos técnicos y económicos de la explotación del mineral, sus derivados y aplicaciones (capítulo 5) como así también de la interacción de actores y desarrollo de estrategias en la zona del Triángulo del litio (capítulos 6 y 7). Seguidamente, aparece el análisis específico de la cadena de valor, partiendo desde consideraciones teóricas (capítulo 8), la relación con aspectos de política industrial, integración productiva y procesos de integración regional (capítulo 9), la metodología para dicho análisis (capítulo 10) y su aplicación a la cadena de valor concreta (capítulo 11). La parte final comprende la evaluación de las posibilidades en el marco de determinados procesos de integración regional (capítulo 12) y las conclusiones de la tesis.

## 2. Planteamiento del tema

La oportunidad para el mejor aprovechamiento de los recursos de litio presentes en Argentina, Bolivia y Chile obliga a considerar los efectos de la globalización entendida como tendencia de los mercados y las empresas para asumir una escala mundial.

La influencia de la globalización sobre las formas de producción conduce a examinar la construcción teórica de las denominadas cadenas de valor, las cuales ofrecen una doble utilidad. Por un lado, como herramienta analítica, apropiada para observar tanto la configuración productiva actual como el modo de inserción en la economía por parte de empresas y países. Por otro lado, como herramienta estratégica apta para alcanzar objetivos de desarrollo e integración (Gereffi et al, 2005).

Además, el fenómeno globalizador genera tensiones en los Estados contemporáneos, impulsándolos hacia la integración regional. En efecto, ésta aparece como una respuesta política, formalizada y conducida desde los Estados, para enfrentar el cambio de escala producido por la creciente integración económica de los mercados mundiales (Malamud, 2011).

Los procesos de integración regional (PIR), concebidos como vías propicias para la cooperación entre los Estados nacionales en pos de alcanzar diversos objetivos (paz, seguridad, mayor autonomía, posicionamiento internacional, desarrollo, etc.), promueven su dinámica de profundización y fortalecimiento mediante distintas herramientas, entre las que se destacan aquellas de naturaleza económica. En América Latina, el componente económico orientó el origen de estos procesos con la creación de mercados ampliados por impulso de medidas de tipo comercial o aduaneras, lo cual suponía mejoras en las economías de escala y el desarrollo del comercio intra-regional para favorecer el aumento de la capacidad exportadora de las empresas nacionales de los países involucrados en el proceso. Sin que esta orientación haya perdido su importancia, desde un tiempo a esta parte, comienzan a adquirir relevancia los intentos de profundizar la integración regional mediante la promoción de la articulación productiva a través de las cadenas de valor que trascienden las fronteras nacionales, de acuerdo a las tendencias globales que inciden en la producción de bienes y servicios.

En este contexto, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe reconoce que “las cadenas de valor y las políticas públicas para impulsarlas pueden constituir un poderoso instrumento de integración regional” (CEPAL, 2014:111). Además, la participación adecuada en las cadenas de valor se presenta como un desafío para alcanzar los objetivos nacionales y regionales de desarrollo.

Efectivamente, en los últimos tiempos surgieron numerosos estudios tendientes a vincular las cadenas de valor como un instrumento útil para fortalecer la integración regional y alcanzar nuevas etapas de desarrollo, tanto por la articulación productiva inherente a la conformación de una cadena que supera las fronteras nacionales, cuanto por las posibilidades de escalamiento que ofrece esta forma de producción. Al respecto, la conformación de un marco teórico aplicable incluye propuestas metodológicas para el fortalecimiento de las cadenas de valor en el ámbito regional.

La relación entre el litio, en cuanto recurso en auge, con las cadenas de valor que modelan las estructuras de la producción y con determinados procesos de integración latinoamericanos –particulares en su configuración y dinámica– se incardinan en un escenario de nueva oportunidad que interpela cierta característica tradicional de las economías latinoamericanas: aquella que, desde una consideración general y simplificada de su estructura, las presenta como proveedoras de materias primas, o productos primarios con escasa elaboración, destinados hacia otros mercados donde adquieren valor agregado, ya sea mediante su transformación o utilización en componentes de productos de alta tecnología.

Surgen entonces dos claros interrogantes que intentará responder la investigación: ¿Cuáles son las posibilidades de articular y consolidar una cadena regional de valor en torno del litio? ¿En qué medida los procesos de integración regional en Latinoamérica que vinculan a Argentina, Bolivia y Chile pueden ayudar a consolidar o fortalecer una cadena de valor regional en torno del litio?

En este marco, los objetivos de la investigación se dirigen a verificar, a partir del análisis de la explotación del litio, sus derivados y aplicaciones vinculadas al uso de energías limpias para la movilidad eléctrica, y de la disponibilidad del recurso en el Triángulo del Litio (TDL) conformado por Argentina, Bolivia y Chile, las posibilidades de articular una cadena regional de valor en torno del litio y comprobar si los procesos de integración donde intervienen los citados países pueden aportar los instrumentos útiles a la consolidación de esa cadena.

Más específicamente, la orientación que guía la investigación se manifiesta en la siguiente hipótesis: Una mayor integración entre los países integrantes del Triángulo del Litio (TDL) constituye una oportunidad para conformar una cadena regional de valor (CRV) y escalar posiciones en la cadena global de valor (CGV) en torno del litio, sus derivados y sus aplicaciones relacionadas con las energías limpias, a partir de la complementación de los sectores productivos y la consolidación de una oferta regional.

### **3. Marco teórico**

A partir del análisis de la explotación del litio, sus derivados y aplicaciones, y la situación de disponibilidad del recurso en el TDL, la investigación procura determinar las posibilidades de articular una cadena regional de valor (CRV) en el contexto de los procesos de integración regional (PIR) latinoamericanos. Este enunciado contiene los tres grandes ejes temáticos que enmarcan las referencias conceptuales de este trabajo: el litio con sus derivados y aplicaciones que resaltan la importancia del TDL, las cadenas de valor, y los procesos de integración regional latinoamericanos. Sin perjuicio de estos tres ejes temáticos principales, el trabajo abordará otros temas que habilitan sus respectivas consideraciones teóricas.

#### **3.1. El litio, sus derivados y aplicaciones. La importancia del Triángulo del Litio**

La comprensión de la potencialidad del litio requiere una visión integrada de múltiples facetas. Por tal razón, el primer eje temático contiene una exposición general comprensiva de las principales cuestiones relacionadas al recurso, tales como: la mineralogía del litio, sus fuentes de obtención, los procesos de explotación del mineral y sus derivados, el funcionamiento del mercado del litio y las proyecciones relacionadas con las aplicaciones que impulsan su demanda, el marco jurídico aplicable con el contexto político que enmarca la extracción de estos recursos en los países del TDL, la incidencia medioambiental de la explotación y la identificación de las expectativas y problemáticas sociales relevantes que genera en la zona en cuestión.

Las referencias a la mineralogía, geoquímica y procesamiento del litio permiten presentar las características principales del litio en cuanto mineral, las fuentes de donde se obtiene, los procesos necesarios para su explotación y para la obtención de sus derivados, como así también la descripción de las principales aplicaciones. En este punto, las referencias técnicas resultan homogéneas para los aspectos básicos abordados en esta parte de la investigación (Garcés Millas, 2000; Castello & Kloster, 2015a y 2015b; Comisión Nacional del Litio, 2015; Baran, 2017; COCHILCO, 2018).

Además de las cuestiones técnicas vinculadas a la mineralogía y la química, los mencionados procesos involucrados en la explotación del litio, sus derivados y aplicaciones tienen connotaciones económicas, en tanto se trata de procesos productivos (por ejemplo, la cuestión de los costos de producción refleja la ventaja de las fuentes de obtención de litio de

salares respecto de las provenientes de rocas minerales). Por ello, la visión integral precisa entender, desde una perspectiva económica, tales aspectos así como la configuración y dinámica del mercado del producto y sus aplicaciones, lo que resulta esencial para elaborar el análisis de la cadena de valor.

Los aspectos económicos de la producción y el mercado del litio con sus aplicaciones devienen en aspectos descriptivos que requieren la exposición de datos, proyecciones de demanda y la consideración de los informes especiales que los analizan desde organismos públicos (Comisión Nacional del Litio 2015; CEMAC, 2016; Dirección de Economía Minera, 2017; Subsecretaría de Desarrollo Minero, 2017; COCHILCO, 2018; Subsecretaría de Programación Microeconómica, 2018; US Geological Survey, 2020), entidades financieras (Canaccord, 2016; Deutsche Bank, 2016) y sitios especializados (por ej.: [benchmarkminerals.com](http://benchmarkminerals.com), [about.bnef.com](http://about.bnef.com), [signumbox.com](http://signumbox.com)), entre otros.

Para completar el panorama en torno del litio, se analizarán las particularidades del TDL, la zona sudamericana que contiene las reservas de litio más importantes del planeta, cuya relevancia adquiere mayor significación por las ventajas de rentabilidad económica que supone la extracción en sus depósitos de salmueras naturales. La aproximación hacia esta zona se realizará desde la perspectiva teórica del desarrollo territorial –receptada por disciplinas como la economía política internacional, la nueva geografía económica o la economía del desarrollo– según la cual la noción de territorio, a diferencia del concepto de espacio, permite caracterizar al TDL más allá del mero soporte geográfico homogéneo en el que suceden ciertas actividades socio-económicas mensurables en términos de distancia, cantidades producidas, costes de producción o parámetros similares. Por el contrario, el enfoque escogido aborda al territorio como un factor de desarrollo que toma en cuenta la existencia de los recursos en un marco complejo y heterogéneo, donde diversos actores desarrollan distintas estrategias y proyectos, promoviendo una nueva funcionalización del espacio (Albuquerque, 1995; Ciccolella, 1997).

Esa situación compleja y heterogénea configurada en torno a la explotación del litio comprende la problemática medio ambiental, caracterizada por la fragilidad de los ecosistemas de las regiones donde se ubican los salares (Marquet, 1988; Garcés Millas, 2019), como así también la incidencia de los actores sociales, que ofrecen la particularidad propia de las comunidades ubicadas en lugares remotos y desérticos donde se realiza la explotación. Aunque conviene advertir que estos actores sociales localizados en las cercanías de los proyectos de explotación no son los únicos aportantes a la comprensión de la situación, ya que existen en el

resto de la población de la zona intereses ligados a la obtención de eventuales mejoras en sus condiciones de vida.

Por otra parte, la existencia del recurso en una zona comprensiva de distintas jurisdicciones, tanto nacionales como subnacionales (estas últimas con cierto grado de injerencia, especialmente en Argentina por su forma de gobierno federal), implica analizar los marcos jurídicos que regulan la extracción del mineral y también las políticas de las entidades públicas relativas a esa extracción y su producido. Tales políticas expresan posiciones sustentadas en diversos modelos (o condicionadas por aquellos impuestos en un nivel superior) que configuran estrategias sobre la explotación del litio, las cuales son expresadas en estudios de organismos públicos (Comisión Nacional del Litio, 2015; COCHILCO, 2018; Subsecretaría de Promoción Microeconómica, 2018; YLB, 2018; Subsecretaría de Desarrollo Minero, 2019) y dan lugar a consideraciones más o menos críticas expuestas por especialistas que sirven de referencia (Fornillo, 2015; Cademartori et al., 2018; Montenegro Bravo, 2018; López et al., 2019).

En definitiva, la exposición de la diversidad de proyectos y estrategias en torno a la explotación del litio en el TDL da lugar a la consideración de la oportunidad sobre el mejor aprovechamiento de este recurso. Esta oportunidad refleja dos visiones acerca del litio: como mercancía o como recurso susceptible de mayor elaboración y transformación en productos de mayor valor agregado. Tales visiones habilitan a diferentes posicionamientos en un esquema de cadenas de valor.

### **3.2. Las cadenas de valor**

El segundo eje temático es el núcleo del proyecto por cuanto las cadenas de valor presentan características de paradigma. Ello es así en tanto, además de su utilidad como herramienta analítica para expresar la configuración actual de la producción y el modo de inserción en la economía por parte de empresas y países, también se postulan como instrumentos estratégicos idóneos para alcanzar objetivos de integración y desarrollo.

De tal manera, el marco teórico sustancial del proyecto estará planteado en este eje con una doble utilidad instrumental de la cadena de valor: por un lado, como herramienta analítica, para comprender el funcionamiento de los eslabones que articulan la mayor demanda del litio con productos de alto valor tecnológico para la movilidad eléctrica; y, por otra parte, como

herramienta estratégica, para evaluar los efectos de la inserción en la cadena de valor en miras a profundizar la integración regional y favorecer el desarrollo.

La reducción de los costos de transporte y la coordinación de actividades a distancia por el desarrollo de tecnologías de información y comunicación, más el aumento de la capacidad productiva planetaria por la industrialización de países en desarrollo, pueden contarse entre los factores que sostuvieron la creciente internacionalización de los procesos productivos. Esto implica una forma de producir bienes y servicios articulada mediante la organización de cadenas de valor que superan las fronteras nacionales (Porta et al., 2018). En tal sentido, serán abordadas las principales referencias teóricas (Kaplinsky, 1998; Gereffi et al., 2005; Gereffi, 2009) para establecer los conceptos clave y entender la dinámica de su funcionamiento, tales como: cadena de valor, tipología, gobernanza y escalamiento, entre otros.

Con estos elementos conceptuales se procederá al análisis de la cadena global de valor (CGV) en torno del litio y su aplicación más relevante, relacionada con la movilidad eléctrica. Tal análisis proveerá una información de base para dar respuesta a uno de los interrogantes formulados para la investigación: las posibilidades de inserción en la/s CGV, y/o de articular y consolidar una CRV en torno del litio.

En este punto, corresponde realizar un abordaje de las cadenas de valor desde la perspectiva estratégica, esto es, como instrumentos aptos para alcanzar objetivos de integración y desarrollo. Se trata de una concepción elaborada en los desarrollos teóricos sobre la temática, luego incorporada al discurso público de organismos internacionales que visualizan la cadena de valor como una estrategia de inserción en la economía global (FMI, 2013; OCDE, 2013; CEPAL, 2014b y 2018; OMC, 2019). Los modos de la inserción promovidas por estos organismos generan algunas críticas a tener en cuenta (Porta et al., 2018). Esto nos lleva a analizar dos aspectos generadores de referencias teóricas. Por un lado, la vinculación de las cadenas de valor con cuestiones de política industrial y de innovación, las cuales están influenciadas por distintas concepciones acerca de los límites de la intervención pública, su eficacia y oportunidad, esta última vinculada a la noción conceptual de fallos de mercado (Rodrik, 2004; Dalle et al., 2013; BID, 2014; Cimoli et al., 2017; Eder, 2019;). Por otra parte, la relación de las cadenas de valor con el fenómeno de la integración productiva en el marco de los procesos de integración regional en América, Asia y Europa, con especial atención a las tendencias de aquellas cadenas vinculadas con el litio y sus aplicaciones en baterías para la movilidad eléctrica. Para ello será considerada tanto la perspectiva académica (Ghellink, 1985;

Bekerman & Cataife (2001); Kosacoff & López, 2008; Botto & Molinari, 2013; Millán Castilla, 2017; Pan & Chen, 2016; Porta et al., 2018) como desde el punto de vista de las instituciones (ASEAN Japan Centre, 2019; Comisión Europea, 2019).

Luego se analizará la conformación de la cadena regional de valor aplicando desarrollos metodológicos específicos (Kaplinsky & Morris, 2001; GTZ, 2007; Oddone et al., 2014; Padilla Pérez & Oddone, 2016). Estas referencias constituyen manuales para la investigación y el fortalecimiento de cadenas de valor que se aplicarán con las particularidades del caso. Por su relación con las demandas que impulsan el litio como componente de baterías recargables, se realizarán consideraciones sobre los sectores regionales con potencial para articular la cadena regional de valor, en especial el sector automotriz (Sturgeon & Van Biesebroeck, 2010; Baruj et al., 2017).

### **3.3. Procesos de integración regional latinoamericanos**

Los procesos de integración regional (PIR) suponen la voluntaria mezcla o fusión entre los Estados de modo tal que pierden ciertos atributos fácticos de la soberanía, adquiriendo técnicas para resolver sus conflictos, según una aproximación a la clásica definición de Ernst Haas (1970), a lo cual debe agregarse la creación de instituciones comunes permanentes con capacidad para tomar decisiones vinculantes para sus miembros (Malamud & Schmitter, 2006).

De esta caracterización, interesa destacar la presencia y voluntad de los Estados nacionales como sujetos esenciales para motorizar la integración regional, a diferencia de lo que ocurre con el fenómeno de la cooperación transnacional efectuada por entidades subnacionales y de la denominada regionalización que supone un proceso informal de realización de intercambios entre países territorialmente contiguos (Malamud, 2011). Tal diferenciación es necesaria para delimitar la incumbencia de la investigación ya que el TDL es una zona propicia para este otro tipo de relaciones (las que de hecho existen a través de los Comités de Frontera surgidos de las relaciones bilaterales y del denominado foro de integración ZICOSUR conformado por unidades subnacionales).

Como proceso multidimensional, la integración regional abarca distintas materias (económicas, comerciales, políticas, culturales, sociales). La prevalencia del componente económico tendrá recepción en este trabajo, más no en el sentido clásico que distingue las etapas de la integración económica en zona de libre comercio, unión aduanera, mercado común y unión

económica (Balassa, 1961) sino en su relación a la producción. De tal manera, este eje temático relativo a los procesos de integración comparte algunas cuestiones tratadas en el eje de cadenas de valor. Además, tendrá en cuenta la bibliografía que refleja el contexto de su actualidad y tendencias (Malamud, 2010; Briceño Ruiz, 2013; Bouzas, 2017; Palestini, 2017; Peña, 2018). Sin embargo, más allá de las referencias teóricas a la integración regional latinoamericana, en este eje interesa conocer aquellos PIR compartidos por Argentina, Bolivia y Chile (ALADI y MERCOSUR) y los instrumentos que podrían facilitar la conformación de una CRV en torno del litio y sus aplicaciones relacionadas con la movilidad eléctrica. Por lo tanto el tratamiento del tema adquiere un matiz más cercano a la práctica que a la teoría.

#### 4. Metodología

El enfoque de cadenas de valor es una herramienta analítica útil para estudiar el proceso completo de producción de un determinado bien o servicio en todas sus etapas. La orientación de este trabajo y su hipótesis, en cuanto tiene por objeto establecer la potencialidad del mercado del litio para la conformación de una CRV en el marco de los procesos de integración regional en América Latina, supone una investigación de carácter descriptivo que admite los enfoques cualitativo y cuantitativo.

En particular se realizó el relevamiento de datos, generalmente secundarios, para conformar una visión integral sobre el litio, sus derivados y aplicaciones, además de poner de relieve la importancia del TDL. Un aspecto importante a destacar de los datos es la limitación proveniente de la propia conformación del mercado del litio. Al tratarse de un mercado concentrado en pocos productores, que opera por contratos directos, alejado de las formas públicas o abiertas, resulta difícil la obtención desde fuentes primarias. Más aún en aquellas cuestiones relacionadas con el uso de tecnología específica para la obtención de determinados productos ya que constituye un capital importante de los actores privados. Los estudios sobre el mercado del litio recurren a estimaciones y proyecciones efectuadas por consultoras especializadas.

La descripción de la cadena global de valor en torno del litio y sus aplicaciones relacionadas a la movilidad eléctrica se efectuó mediante la búsqueda de fuentes que permiten la exposición de sus principales características, actores y gobernanza.

Asimismo, se realizó un relevamiento de los documentos que permitieron la construcción del marco legal y la definición de políticas en torno al litio de los países del TDL. La evaluación de las oportunidades que plantea la explotación del litio conlleva el correspondiente análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas.

Finalmente, el análisis sobre las posibilidades de la CRV de valor surge del marco teórico general de las cadenas de valor y de las conceptualizaciones desarrolladas en el contexto regional, especialmente desde la CEPAL. Para analizar esa posibilidad en el contexto de los procesos de integración latinoamericanos (ALADI y MERCOSUR) se hace referencia a los aspectos instrumentales (acuerdos, programas o espacios institucionales) que favorecerían su concreción.

En líneas generales, la técnica e instrumento aplicable al tipo de diseño mencionado fue la observación de datos y documentos. Igualmente se realizaron entrevistas a actores destacados en los campos técnico, económico y político para confirmar o aclarar referencias, todo lo cual contribuye a contrastar o validar la hipótesis.

## **5. El recurso y sus aplicaciones**

### **5.1. Aspectos técnicos del mineral, sus fuentes de obtención y aplicaciones tecnológicas**

#### **5.1.1. Mineralogía y geoquímica del litio**

El litio es un metal alcalino de características singulares. Se trata del más liviano de los metales conocidos y, entre los elementos sólidos de la tabla periódica, resulta el menos denso y el de mayor capacidad de calor. Además es altamente reactivo e inflamable (Depetris, 2017). Por sus cualidades es apropiado para distintos usos, por ejemplo: su bajo punto de fusión le confiere utilidad en aplicaciones metalúrgicas; además, su alta conductividad eléctrica y térmica ofrece un alto potencial electroquímico, ideal para su uso en pilas y baterías.

Debido a su propiedad reactiva, nunca se encuentra en la naturaleza en forma metálica pura sino junto a otros minerales, como así también en salmueras, aguas termales y agua de mar. Esa diversidad de fuentes lo convierte en un elemento relativamente abundante, aunque disperso. Por tal razón, a los fines comerciales resulta importante su concentración, lo cual se verifica en determinados tipos de yacimientos.

#### **5.1.2. Fuentes de obtención del litio**

En el estado actual de la técnica, la extracción económicamente rentable del litio existente en el manto y la corteza terrestre proviene de dos fuentes o tipos de yacimiento: a partir de un mineral o a partir de salmueras naturales<sup>1</sup>.

Las primeras consisten en rocas que forman un mineral en granitos y pegmatitas con otros minerales. El espodumeno es una de las principales formaciones donde se puede extraer el litio, pues sus pegmatitas contienen 3,73% de litio u 8,03% bajo la forma de óxido de litio (Garcés Millas, 2000). Además, pueden encontrarse concentraciones de litio en 114 especies de minerales, aunque solo algunas resultan económicamente explotables, tales como: amblygonita, lepidolita y petalita (Alonso, 2017).

---

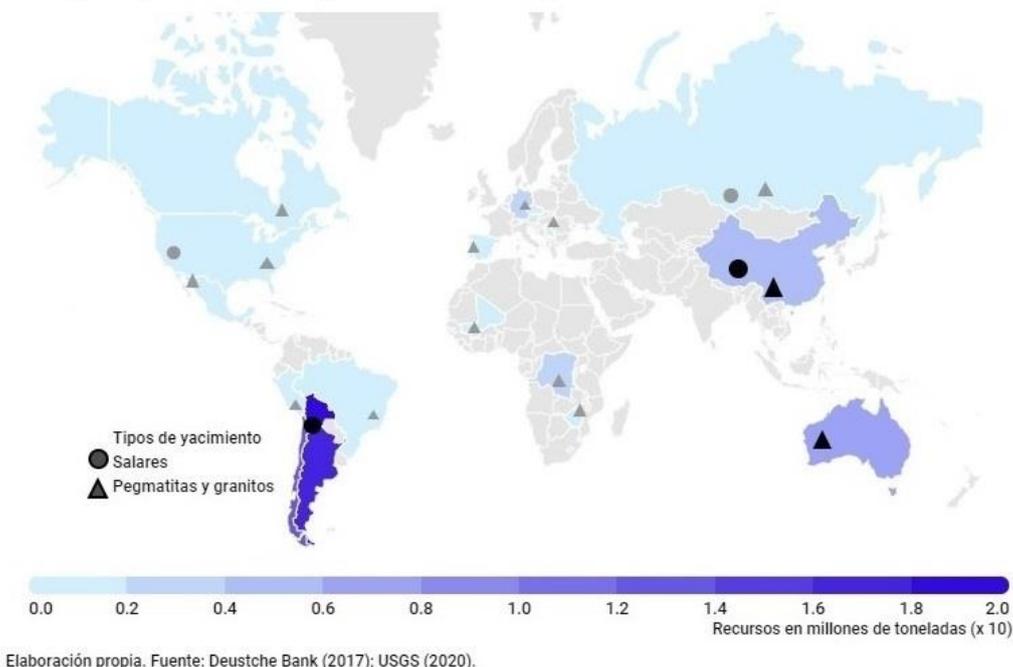
<sup>1</sup> En el futuro, se estima cobrará importancia el proceso de reciclado de baterías secundarias como una fuente económicamente significativa de obtención del litio. En la actualidad esta fuente no aporta cantidades relevantes a la producción.

Por otra parte, las fuentes de salmueras naturales para la obtención de litio están conformadas principalmente por los depósitos salinos en cuencas cerradas (endorreicas), aunque también puede encontrarse el mineral en salmueras provenientes de fuentes geotermales y algunos campos petrolíferos, entre otras.

Durante la primera mitad del siglo XX, las demandas de litio eran atendidas desde yacimientos de tipo rocosos y luego, a partir de 1966, se inició la extracción de los depósitos en salares (la primera explotación de esta fuente fue en el yacimiento Silver Peak, en los Estados Unidos). Esta última modalidad adquirió importancia por sus ventajas desde el punto de vista económico y técnico-productivo, por cuanto implica reducir los costos de explotación y presenta menor complejidad en los procesos de extracción. Desde 2017, gracias a la reactivación de las minas australianas que representan más de la mitad de la producción mundial, la extracción del litio desde minerales de roca resulta una fuente dominante (USGS, 2019). Sin embargo, a nivel de reservas se destaca la mayor importancia de los yacimientos en salares. Según el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS, por sus siglas en inglés), las reservas mundiales de litio provienen de las siguientes fuentes: salares en cuencas cerradas, 58%; pegmatitas y granitos, 26%; arcillas enriquecidas en litio, 7%; salmueras de yacimientos petroleros, 3%); salmueras geotermales, 3%; y zeolitas enriquecidas con litio, 3% (USGS, 2016).

Figura 1

#### Principales yacimientos según sus fuentes en países con recursos identificados de litio



### 5.1.3. Procesos para la obtención del litio y sus compuestos

Para las fuentes de obtención a partir de minerales en pegmatitas y granito los procesos responden a las explotaciones tradicionales de la minería de roca dura. La extracción de los minerales que contienen litio (espodumeno, lepidolita y petalita, entre otros) se realiza generalmente en minas a cielo abierto (o rajo abierto), debido a la presencia del mineral cercano a la superficie, cuyas rocas se someten a los característicos procesos de beneficio del mineral mediante chancado, calcinación, molienda y concentración. Se trata de una serie de tratamientos de trituración y flotación con distintas soluciones químicas para separar impurezas y otros minerales hasta la obtención de un concentrado que contiene hasta un 6% de litio (Castello & Kloster, 2015; COCHILCO, 2013)

Respecto de la obtención de litio proveniente de salmueras naturales, los procesos varían según el tipo de depósito.

En el caso de las cuencas salinas cerradas, debajo de la superficie de los salares (conformado por costras sólidas usualmente blancas) se encuentran las salmueras que consisten en diversos cuerpos acuosos cuya concentración de minerales varía significativamente, incluso dentro del mismo sistema salino. Debe destacarse que no todos los salares contienen litio, ni aquellos que lo contienen presentan la misma proporción y combinación. Por eso, el proceso de explotación consiste en la identificación de estos acuíferos con salmueras ricas en litio, en profundidades que varían entre los 40 y los 400 metros, para su extracción mediante bombeo y posterior depósito en piletas de grandes dimensiones, aunque con poca profundidad, denominadas pozas. Allí la salmuera queda estacionada, expuesta a las condiciones naturales del clima para su evaporación. El proceso se realiza en distintas piletas que actúan de manera secuencial, decantando en cada poza distintos componentes de la salmuera debido a la diferencia de solubilidad. El litio será el último en decantar y, por lo tanto, el concentrado resultante al final del proceso de evaporación secuencial contiene este elemento en una proporción de aproximadamente 7 gramos de litio por litro de salmuera. Es entonces cuando está en condiciones de pasar a una etapa de elaboración de otros compuestos (Castello & Kloster, 2015; Calvo, 2017a). También existen procesos como la extracción química (patente Posco), la extracción por solvente (patente Baterman Lithium) y la extracción electroquímica (patente CONICET), entre otros, para la obtención de litio desde salmueras. Los mismos insumen menos tiempo y cantidad de agua que el tradicional proceso de evaporación, aunque

requieren mayores instalaciones de planta y consumo de energía eléctrica en el caso de los dos primeros mencionados (COCHILCO, 2013).

La obtención a través de fuentes geotérmicas se produce en plantas que aprovechan masas fluidas de gran temperatura, provenientes de la corteza terrestre, para la generación de energía. En esencia, también se trata de salmueras continentales bombeadas natural o artificialmente hacia la superficie donde se ubican las plantas de energía geotérmica. Dichas salmueras pueden presentar concentraciones de litio que hagan rentable su aprovechamiento económico mediante procesos de separación del elemento distintos del evaporítico, ya que las condiciones geográficas y climáticas donde se ubican aquellas plantas resultan distintas de la verificada en los salares en producción.

Asimismo, en ciertos campos petrolíferos se detectó la existencia de salmueras con una concentración de litio que pueden hacer rentable su extracción, aunque todavía no existe una producción comercial regular de esta fuente.

#### **5.1.4. Derivados o compuestos del litio**

Cualquiera sea la fuente, el producto primario que se obtiene a partir de su explotación es un concentrado cuya refinación da lugar a la obtención de productos compuestos de litio.

La química se encuentra estrechamente vinculada a la minería a tal punto que podría decirse que la minería no podría desarrollarse sin química. La importancia de la industria química se manifiesta tanto en la extracción como en el procesamiento de las materias primas, aunque su rol preponderante se da en la transformación de las sustancias obtenidas originalmente en otras con características diferentes. En el caso del litio, este factor químico es fundamental por la propiedad reactiva del mineral, por lo que la materia prima requiere tratamientos específicos de los cuales derivan una serie de compuestos con diversas aplicaciones a la industria.

El compuesto más común desde el punto de vista de su comercialización y utilización es el carbonato de litio, el cual se clasifica en grado técnico y grado batería, dependiendo de su pureza. El grado batería requiere menor cantidad de impurezas (generalmente de magnesio, sodio y potasio) por lo que la refinación debe obtener carbonato de litio en un 99,2% a 99,5%. Otros compuestos principales obtenidos de la refinación del concentrado de litio son: el

hidróxido de litio (también clasificado en grado técnico y grado batería), el butil litio, el cloruro de litio y el litio metálico.

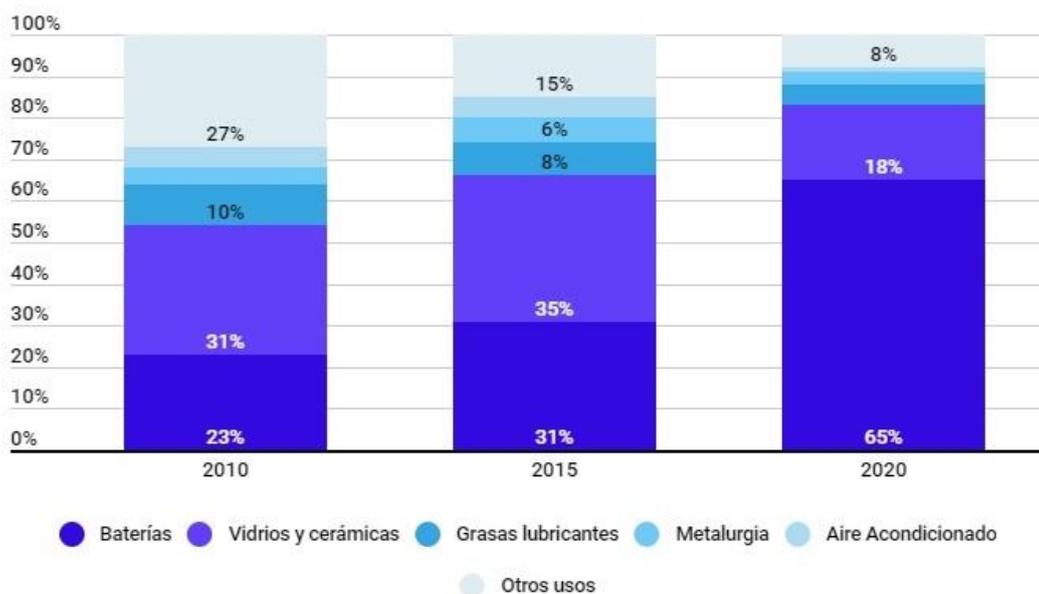
Generalmente, la producción desde salares está integrada para la elaboración de algunos compuestos refinados de litio, de menor complejidad, en las inmediaciones de la fuente de obtención, mientras que los concentrados provenientes de mineral de roca deben ser procesados posteriormente en una planta de conversión, distante del yacimiento, para obtener los mismos compuestos refinados (COCHILCO, 2013).

### 5.1.5. Aplicaciones

Los compuestos del litio son aplicados en distintas ramas de la industria. En los últimos años, la fabricación de baterías recargables que utilizan al litio entre sus componentes produjo una modificación significativa en la demanda. De tal forma, esta utilización paso a ocupar el primer lugar entre las aplicaciones comunes, desplazando al uso en vidrios y cerámicas. Actualmente, según los datos del USGS, los mercados globales de uso final se estiman de la siguiente manera: Baterías, 65%; vidrio y cerámicas, 18%; grasas lubricantes, 5%; producción de polímeros, 3%; metalurgia, 3%; tratamiento de aire, 1%; y otros usos, 5% (USGS, 2020).

Figura 2

#### Aplicaciones del litio. Estimaciones según mercados globales



Elaboración propia. Fuente: USGS (2010; 2015; 2020).

Las aplicaciones relativas a las baterías serán motivo de tratamiento más detallado por lo que se exponen a continuación algunas características para el resto de las aplicaciones mencionadas.

En la industria del vidrio el litio se utiliza bajo una forma básica, como óxido de litio, para bajar la temperatura de fusión en el proceso de fundición del vidrio, con lo cual aporta significativas reducciones de costos al requerir menos energía. De manera adicional, también se agrega óxido de litio en la fabricación de vidrios y cerámicas para reducir la expansión térmica de los productos finales, haciéndolos apropiados para soportar variaciones rápidas de temperatura.

Para su utilización en la producción de grasas lubricantes el compuesto empleado es el hidróxido de litio como base para elaborar jabones de litio, un aditivo espesante que brinda estabilidad a los productos finales (sólidos o semisólidos) cuando son sometidos a altas temperaturas y exigencias de fricción. Así resultan apropiados para sistemas mecánicos cerrados, como cajas de engranajes o sistemas hidráulicos.

En cuanto a los polímeros, es utilizado a partir del compuesto butil litio para su aplicación en el mercado de los plásticos y gomas sintéticas.

Respecto de sus aplicaciones metalúrgicas, el litio se combina en distintas aleaciones, como por ejemplo con el aluminio, otorgando resistencia a la aleación para su empleo en la construcción de aeronaves y vehículos espaciales. También puede destacarse en las aleaciones con el magnesio, requeridas por parte de la industria automotriz.

Para el tratamiento de aire, los compuestos de bromuro de litio actúan como refrigerante en los sistemas de aire acondicionado. También se utiliza en depuradores de dióxido de carbono en ambientes cerrados.

Además, otros usos de los distintos compuestos del litio se encuentran en la industria farmacéutica para medicamentos antidepresivos, en pirotecnia para la preparación de fuegos artificiales, en pigmentos para la coloración de productos cerámicos, en óptica para la elaboración de cristales a partir del niobato de litio, y en la tecnología nuclear para evitar la corrosión de los materiales estructurales de los reactores de fisión.

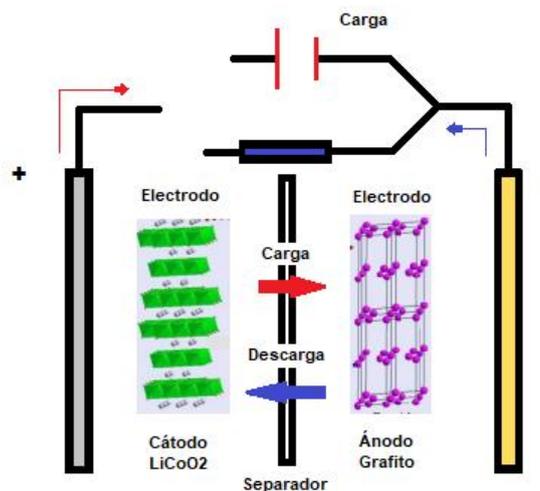
### 5.1.6. Baterías

El notable incremento en las demandas de litio de los últimos años tiene su causa en la aplicación como componente esencial de baterías recargables para distintos productos electrónicos, tales como: computadores portátiles, teléfonos móviles, herramientas eléctricas portátiles, vehículos híbridos y eléctricos. Especialmente, los vehículos eléctricos son los que sostienen los pronósticos sobre el incremento de las necesidades de los compuestos de litio aptos para baterías y generaron la denominada *fiebre del oro blanco*.

Una batería, también conocida como acumulador eléctrico o pila, es un sistema electroquímico de almacenamiento de energía consistente en una o más celdas cada una de las cuales consta de dos electrodos (ánodo y cátodo) conectados a un circuito eléctrico y aislados por un separador bañado en electrolitos (solución electrolítica) que promueve el movimiento de los iones<sup>2</sup>. La diferencia entre los electrodos produce el voltaje en las terminales (Battery University, s.f.; Ramström, 2019). La carga de las baterías convierte la energía eléctrica en energía química, la cual queda almacenada y en condiciones de convertirse nuevamente en energía eléctrica a través del proceso de descarga (Calvo, 2017b). Las baterías pueden ser primarias o secundarias. En las últimas el proceso de convertir la energía química en energía eléctrica puede ser revertido posibilitando su recarga.

Figura 3

Esquema del proceso de carga y descarga de una batería de iones de litio



Elaboración propia.

<sup>2</sup> El ánodo es el electrodo en el que se produce la oxidación, liberando electrones en la descarga. Cuando el dispositivo entrega la energía (durante la descarga de la batería) el ánodo es negativo; al aplicar energía a un dispositivo (cuando la batería está en carga), el ánodo es positivo. El cátodo es el electrodo que absorbe electrones. Durante la descarga tiene polaridad positiva y esta será negativa durante la carga.

El litio alcanzó preponderancia entre los compuestos de las baterías debido a su gran potencial electroquímico. Los estudios de la electroquímica del litio datan de 1913, no obstante su aplicación a las baterías resultaban complejos. Por su característica reactiva, era necesario evitar el contacto con el aire y al agua. Tal control sobre las reacciones del litio llevó a intentar el desarrollo de electrolitos no acuosos descritos en la teoría en 1958. Con la crisis del petróleo en la década del setenta, las investigaciones en tecnologías energéticas libres de combustibles fósiles impulsó el apoyo de los trabajos sobre el litio en baterías para su desarrollo comercial. Durante una conferencia de expertos realizada en Belgirate (Italia) en 1972, apareció el interés por la utilización de los iones de litio como componentes electrolíticos. Las investigaciones realizadas por Stanley Whittingham derivaron en una batería con electrodo negativo (ánodo) en forma de litio metálico que, años más tarde, obtendría buenos resultados en las baterías primarias gracias a su baja densidad, alto potencial, buena conductividad y facilidad para formar aleaciones. Sin embargo, en las baterías secundarias su comportamiento en el proceso de recarga generaba condiciones para producir corto circuitos, mediante la formación de dendritas que favorecían el contacto metálico entre los electrodos. El inconveniente detuvo el desarrollo comercial. Posteriores investigaciones, a cargo de John Goodenough, promovieron la utilización del litio en el electrodo positivo (cátodo) y en la solución electrolítica (inserción de iones de litio) para superar el inconveniente de los ánodos de tipo metálico. Luego estos fueron reemplazados por electrodos basados en el carbono, siendo el grafito la composición más eficiente para ese fin. Los avances teóricos tuvieron una concreción efectiva en 1985 cuando Akira Yoshino de la empresa japonesa Asahi Kasei realizó la primera batería de iones de litio (LIB, por sus siglas en inglés: *Li-ion battery*) con viabilidad económica y fue introducida al mercado comercial por la firma Sony en 1991; a partir de entonces estas baterías más pequeñas, livianas, compactas y de alta energía desplazaron a sus predecesoras basadas en níquel (níquel-cadmio y níquel-hidruro metálico) que habían dominado el mercado hasta entonces (Ramström, 2019).

Debido a la reducción de tamaño y aumento de la energía, la LIB revolucionó la producción de la electrónica portátil (teléfonos móviles, computadores portátiles y herramientas eléctricas), además de colocar cimientos firmes para los desarrollos que promueven la utilización de energías limpias, tanto en el sector de la movilidad (como una alternativa a los predominantes motores de combustión) cuanto en el de la generación y distribución de energía

eléctrica a partir de fuentes renovables (solar y eólica), teniendo en cuenta la posibilidad de almacenar la energía<sup>3</sup>.

A medida que estas aplicaciones precisan de mayores requerimientos energéticos se necesita una mayor capacidad de la batería, que es la cantidad de carga eléctrica que puede almacenar. La carga almacenada se relaciona con la masa del elemento activo. En las baterías basadas en litio, la masa de este elemento requerida para liberar energía y dar funcionamiento a un teléfono celular (4,9 vatios hora de energía disponible) está en el orden de los 345 mg de litio metálico. Una batería para una computadora portátil (con unos 40 vatios hora), en cambio, requiere 26 g de litio, y para un auto eléctrico se necesitan unos 50 kg de litio en las baterías de 85 kilovatios hora con una autonomía de 160 kilómetros (Calvo, 2017b).

Tabla 1

### Requerimientos de litio según el tipo de producto

	Producto	Litio
	Celular	3 gr
	Tablet	18 gr
	Notebook	30 gr
	Herramientas Eléctricas	30-40 gr
	Vehículo Híbrido	1,60 kg
	Vehículo Híbrido Enchufable	11,80 kg
	Vehículo Eléctrico	<20,00 kg

Elaboración propia. Fuente: Cochilco, 2018

El desarrollo de las baterías secundarias está sujeto a la constante investigación en la búsqueda de sustratos para ánodos, cátodos y electrolitos que combinen prestaciones con alta densidad de energía, seguridad, capacidad de carga, mayor vida útil y menor costo<sup>4</sup>.

Las diversas combinaciones de los compuestos electroquímicos integrantes de la batería dan lugar a distintas prestaciones con lo cual su desarrollo queda relacionado a las aplicaciones

<sup>3</sup> Los investigadores Stanley Whittingham, John Goodenough y Akira Ypshino fueron galardonados con el premio Nobel de Química en 2019. La Real Academia de Ciencias de Suecia argumentó que “Las baterías de iones de litio han revolucionado nuestras vidas desde que llegaron al mercado en 1991. Han sentado las bases de una sociedad inalámbrica, libre de combustibles fósiles, y son de gran beneficio para la humanidad”. (The Royal Swedich Academy of Sciencies, 2019).

<sup>4</sup> Las primeras celdas de iones de litio producidas por Sony Corporation en la década de 1990 tenían niveles de densidad de energía de aproximadamente 90Wh / kg y costaban u\$s 2.000 / kWh. Hacia 2015, las baterías Panasonic 18650 utilizadas en los vehículos eléctricos Tesla ofrecían una densidad de energía de aproximadamente 150Wh / kg y costaban menos de u\$s 250 / kWh. (Deutsche Bank, 2017). En 2019, nuevos estudios indicaban que el costo de las baterías había alcanzado los u\$s 156 / kWh y se preveía alcanzar el objetivo de los u\$s 100 / kWh hacia 2023 (Bloomberg NEF, 2019).

de tales baterías. Ello significa que las mismas se preparan específicamente para un uso determinado y los fabricantes deben adaptarse a los requerimientos de sus clientes. Por tal motivo evitamos entrar en el detalle de tales combinaciones y compuestos que integran los electrodos con distintos materiales. Sin embargo, es conveniente tener presente que ciertas tendencias de los fabricantes pueden incidir en los compuestos de litio empleados. Por ejemplo, aquellas LIB que utilizan cobalto como componente del cátodo demandan el compuesto carbonato de litio. Debido al mayor costo y relativa escases del cobalto, una opción es reemplazarlas por aquellas con níquel, las cuales demandan hidróxido de litio. Las tendencias hacia una u otra combinación no afectarán la producción del litio como materia prima, pero pueden incidir en la elaboración de los compuestos básicos (carbonato de litio) predominantes en la producción de los salares andinos (Barrientos, 2018; COCHILCO, 2018).

Lo mencionado anteriormente es útil para resaltar algunas consideraciones. El litio es uno de los elementos componentes de la batería, sin dudas importante, más no el único. No obstante lo anterior, puede afirmarse que, aun con desafíos pendientes en la frontera científico-tecnológica para mejorar sus prestaciones, las LIB mantienen la supremacía en los desarrollos tecnológicos especialmente por la conveniencia de relación potencia/peso. Esta característica es fundamental para los requerimientos de los EV que sustentan el incremento de la demanda de los últimos años y justifican los pronósticos de los especialistas. En razón de esto último, también debe decirse que el desarrollo de las tecnologías alternativas a las LIB están más afianzados en la teoría que en la práctica y, por lo tanto, en los próximos años no se espera una tecnología que deje de lado el uso del litio (Deutsche Bank, 2017). Aún con estas previsiones, debido a la cantidad de combinaciones posibles para atender los requerimientos energéticos de diversos productos, lo ideal es apostar al desarrollo electroquímico en general, sin atarse a una combinación de compuestos específica.

## **5.2. Aspectos económicos: el mercado del litio y de las baterías secundarias de iones de litio**

Esbozado un panorama de las principales cuestiones técnicas, corresponde introducirnos en los aspectos económicos que configuran el mercado del litio, su explotación como materia prima, compuestos y aplicaciones.

Debido a la disparidad de productos obtenidos de las distintas fuentes (concentrado de litio o derivados como carbonato de litio, hidróxido de litio) y con el objeto de dar claridad a

las estadísticas, los datos de cantidades extraídas/procesadas tienen en cuenta la equivalencia con el compuesto de carbonato de litio. Así, por ejemplo, es común encontrar dichas cantidades en toneladas de carbonato de litio equivalente (tn/LCE). La siguiente tabla expone las equivalencias correspondientes.

**Tabla 2**

**Factores de equivalencia de compuestos de litio**

	Conversión a Li	Conversión a Li <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
Litio (Li)	1	5,323
Cloruro de Litio (LiCl)	0,163	0,871
Hidróxido de Litio (LiOH.H <sub>2</sub> O)	0,165	0,880
Carbonato de Litio (Li <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> )	0,188	1

Elaboración propia.

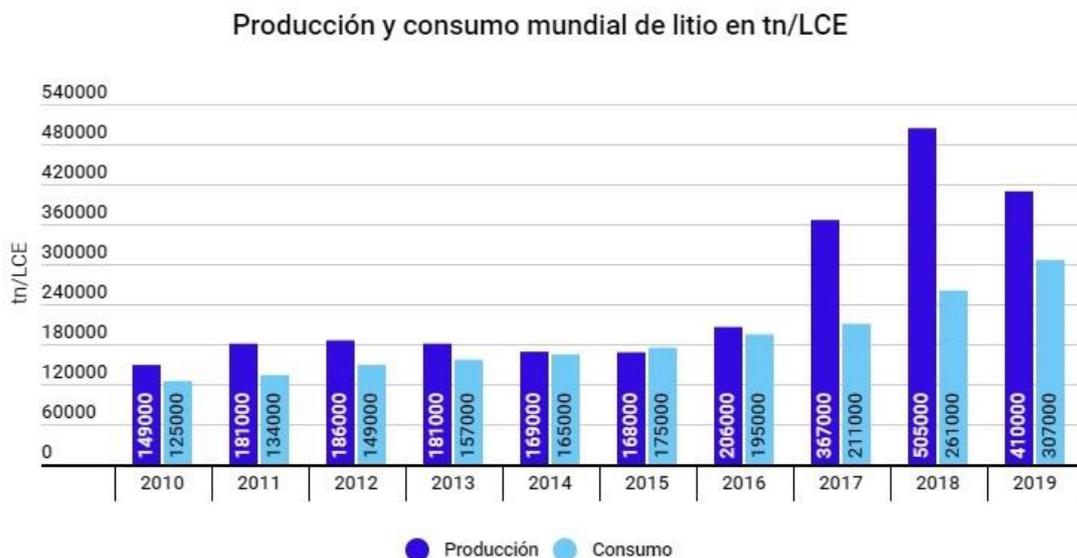
### 5.2.1. Producción del litio

En 1994, la producción mundial de litio rondaba las 42.500 tn/LCE; 25 años más tarde, en 2019, la cantidad producida se había multiplicado por 10, aproximándose a las 410.000 tn/LCE (USGS, 1996 y 2019).

En ese período de tiempo, la oferta de los productores respondió adecuadamente a las demandas del mercado. No obstante, en los años 2014 y 2015 el consumo de litio alcanzó a comprometer y superar la oferta producida (del mineral de espodumeno proveniente de Australia), ocasionando un alza en los precios e impulsando la entrada en funcionamiento de otros yacimientos de mineral de roca, los cuales recuperaban rentabilidad para su explotación, además de responder con más rapidez al incremento de las demandas frente a los yacimientos de salares. En 2017 y 2018 se produjo una sobre oferta de producción que alcanzó un pico de aproximadamente 505.000 tn/LCE, excediendo las necesidades del mercado y las previsiones de crecimiento realizadas cuando China redujo los subsidios gubernamentales a la adquisición de vehículos eléctricos, todo lo cual produjo un reajuste de precios y de producción.

En la Figura 4 se observa la evolución de la producción y el consumo mundial de litio en los últimos 10 años.

Figura 4



Elaboración propia. Fuente USGS.

### 5.2.2. La demanda del litio desde la perspectiva de las aplicaciones

Los datos sobre el uso de la producción de litio para baterías dan cuenta de una importante variación: la cuota de mercado requerida por las baterías pasó del 7%, en 1993, hasta el 65%, en 2019 (USGS, 1998; 2020).

Esto muestra que la LIB impulsó el crecimiento de la demanda de litio, pues históricamente la producción estaba orientada con preferencia hacia las aplicaciones relacionadas con los sectores industriales de la cerámica y el vidrio, las grasas y lubricantes y las aleaciones. La cuota de mercado de litio requerida por las baterías fue creciendo de manera moderada, y evidenció un salto con el desarrollo de los requerimientos para vehículos eléctricos. A partir de 2015, las aplicaciones relacionadas con las baterías fueron el principal sector demandante (ver Figura 5).

Según estimaciones sobre el mercado global, la producción del litio actualmente responde a los siguientes usos finales con sus porcentajes: baterías 65%, cerámicas y vidrios 18%, grasas y lubricantes 5%, producción de polímeros 3%, aleaciones 3%, tratamiento de aire 1% y otros usos 5% (USGS, 2020).

Figura 5



Elaboración propia. Fuente: USGS.

Los pronósticos indican que esta tendencia continuará en aumento. Según las proyecciones realizadas por entidades financieras de Alemania y Australia en 2016, se pronosticaba que la cuota de mercado del litio requerida por las baterías se ubicaría, para el año 2025, entre el 70% y el 75% de la producción global de litio (Deutsche Bank, 2016 y Cannacord Genuity, 2016). Tal pronóstico consideraba que al 2019 esa cuota representaría aproximadamente un 50%. Teniendo en cuenta el resultado real del 65% para 2019 puede considerarse que las estimaciones resultaban moderadas y, no obstante la reducción de los subsidios a la compra de EV efectuada por China, la industria de las LIB continuó en aumento.

### 5.2.3. Principales países y empresas

En la actualidad, los principales yacimientos de litio operativos se encuentran en Argentina, Australia, Chile y China. Según datos de 2019, allí se concentró más del 90% de la producción mundial. El resto se dividió entre los siguientes países con producción apreciable: Brasil, Canadá, Estados Unidos, Finlandia, Mali, México, Namibia, Portugal y Zimbawe (USGS, 2020).

Aproximadamente, el 80% de la producción mundial está en manos de cuatro empresas: Albemarle, Livent (ex FMC), SQM y Tianqui. Otras empresas relevantes para el mercado del

litio, de acuerdo con los proyectos en explotación o próximos a entrar en esa fase, son: Gangfeng (China), Orocobre (Australia) y Galaxy Resources (Australia).

Este panorama presenta una mixtura de empresas orientadas por el *expertise* químico y minero. Albemarle se presenta como una compañía global de especialidades químicas, y FMC estuvo dedicada al equipamiento y la química aplicada al agro por más de un siglo hasta que incursionó en el negocio del litio en 1985. Las principales compañías chinas (Tianqi y Gangfeng) iniciaron como plantas refinadoras y luego extendieron su negocio en busca de yacimientos. Solo las australianas (Orocobre y Galaxy Resources) son originalmente empresas vinculadas a la extracción minera.

Albemarle es una empresa química norteamericana, cuyos antecedentes se remontan a 1887. Bajo la actual denominación se estableció en 1994 con sede en Carolina del Norte, Estados Unidos. Mediante la adquisición de la firma Rockwood en el año 2014 tiene presencia en el Salar de Atacama (con planta química en La Negra, a unos 15 km de Antofagasta), en Silver Peak (Nevada, Estados Unidos) y en la mina Greenbushes con la adquisición del 49% de la australiana Talison. También es propietaria de la mina de espodumeno en Kings Mountains, en Carolina del Norte, actualmente fuera de operación.

En su página web ([albemarle.com](http://albemarle.com)), la firma destaca su liderazgo en la industria en litio y sus derivados, resaltando que se trata de los mercados de mayor crecimiento en la industria química especializada. Puntualmente hace referencia a su posición única en recursos naturales y capacidades para obtención de compuestos mediante liderazgo tecnológico que le permiten ejecutar una estrategia agresiva de crecimiento para este negocio. Asimismo, refiere el control de una red diversa y de alta calidad de recursos naturales ubicados geográficamente en entornos de bajo riesgo con buena infraestructura, con operaciones que promueven economías de escala atractivas. Se atribuye la posición vertical más fuerte en la industria, desde la extracción de materias primas hasta la fabricación de productos especializados, con una amplia y profunda experiencia en tecnología de procesos, que le permiten ser la red de suministro más confiable y sostenible de la industria. Asimismo resalta la posición de menor costo para carbonato de litio e hidróxido de litio. En definitiva, declara mantener una ventaja basada en su posición única y difícil de replicar ya que ha tardado un siglo en establecerse.

La firma Livent deviene de la norteamericana Food Machinery Corporation (FMC) con antecedentes desde 1883 y establecida en Filadelfia, en 1928. Esta compañía química ingresó al negocio del litio en 1985 mediante la adquisición de Lithium Corporation of America (una

pionera con operaciones en litio desde la década del 40) y formó su división FMC Lithium que en 2018 pasó a denominarse Livent. Con tales antecedentes, la firma contabiliza sesenta años de experiencia en el mercado y destaca su trabajo pionero en el desarrollo y producción de cátodos de alta densidad energética. Según destaca en su página web ([livent.com](http://livent.com)) la experiencia acumulada la transforma en el socio preferido de los principales productores de baterías y fabricantes automotrices para crear productos revolucionarios. Resalta su material de litio metálico en polvo estabilizado patentado, y la búsqueda continua para obtener tecnologías avanzadas aplicadas a baterías de estado sólido y de iones de litio, más potentes y duraderas, posicionando a Livent para la próxima generación de baterías de alta densidad energética. Más allá de sus innovaciones en aplicaciones de litio, Livent valora su liderazgo en tecnologías de extracción y purificación de litio desde su fuente de salmuera en Argentina que contiene altas concentraciones de litio con bajos niveles de impurezas, como resultado de un proceso especial que reduce significativamente el tiempo total desde la extracción del pozo de salmuera hasta la producción de carbonato de litio, en comparación con los métodos de evaporación solar convencionales.

La extracción de materias primas proviene del Salar del Hombre Muerto (Catamarca, Argentina) y cuenta con siete plantas de procesamiento (dos en Argentina, dos en China y una en Estados Unidos, Inglaterra e India respectivamente). Tiene laboratorios en Bessemer, Carolina del Norte, para probar materiales para baterías que pone a disposición de los clientes asociados para proyectos de investigación.

Por su parte, las principales productoras chinas iniciaron sus actividades mucho más cerca en el tiempo y específicamente como procesadoras de compuestos de litio para luego expandirse hacia otros eslabones de la cadena, teniendo en miras la movilidad eléctrica.

La firma Tianqi Lithium, se estableció en 1995 en la provincia de Sichuan, China. De acuerdo a las referencias de su sitio web ([tianqilithium.com](http://tianqilithium.com)) tiene posiciones de liderazgo mundial en sus principales negocios de inversión en recursos de litio, extracción de concentrado de litio y la producción de compuestos especializados de litio. Con recursos y producción ubicados en las regiones de litio de Australia, Chile y China, menciona la integración totalmente vertical que le asegura una posición óptima para asociarse con clientes internacionales y apoyar el desarrollo sostenible a largo plazo de tecnología en LIB para su aplicación en las industrias de vehículos eléctricos y almacenamiento de energía.

La firma tiene derechos de explotación para la mina Yajiang Cuola (Sichuan, China) y mediante una firme política de adquisiciones logró insertarse en los principales centros productores de las materias primas. En 2013 adquirió el 51% de la Australiana Talison (subsidiaria) y de tal manera tiene el control para la explotación de la mina Greenbushes (Australia) que realizará en *joint venture* con Albemarle. En 2018, adquirió el 24% de la chilena SQM para obtener presencia en el TDL.

Para el procesamiento tiene tres plantas químicas en China (Sichuan, Jiangsu, Chongqing) y dos en construcción (Australia y China, Sichuan).

Otra empresa china con fuerte presencia es Ganfeng, establecida en el año 2000 en la provincia de Jiangxi. En la descripción institucional de su página web ([ganfenglithium.com](http://ganfenglithium.com)) resalta una serie de datos respaldados en los informes de la consultora londinense CRU. Destaca ser el tercer mayor productor mundial y el mayor productor de compuestos de litio de China y el mayor productor mundial de metales de litio en términos de capacidad de producción al 31 de diciembre de 2017. Ofrece cinco categorías principales de más de 40 compuestos de litio y productos de metales, una de las ofertas de productos más completas entre los proveedores de compuestos de litio y metales del mundo, lo cual le permite abordar las necesidades de sus clientes que provienen principalmente de los mercados finales relacionados con las baterías. Su modelo comercial integrado verticalmente opera a lo largo de las etapas críticas de la cadena de valor, incluida la extracción de litio aguas arriba, los compuestos de litio en el eslabón siguiente y el procesamiento de metales, así como la producción y reciclaje de baterías de litio en el flujo descendente de la cadena. Revela sus inicios como un fabricante intermedio de compuestos y metales de litio, y su expansión en ambos sentidos de la cadena de valor para asegurar el suministro competitivo de materia prima de litio, garantizar la eficiencia operativa y de costos, lograr sinergias valiosas entre varias líneas de negocios, reunir el último mercado información y desarrollo de tecnologías de punta.

La única empresa de origen latinoamericano entre las principales productoras de litio mundial es la chilena SQM (Sociedad Química Minera de Chile o SOQUIMICH) cuyo origen se remonta a las explotaciones del salitre –en su época de decadencia– y su creación se concretó en 1968 como una sociedad minera mixta constituida entre la compañía Anglo-Lautaro y CORFO. Esta última adquirió el 100% de la propiedad empresarial en 1971 con lo cual se produjo la nacionalización de la explotación del salitre un siglo después de haberse iniciado el auge de este elemento. En 1983, bajo el gobierno militar, se produjo la privatización de la firma.

Heredera de la industria salitrera, desarrolló cinco líneas de negocio, una de ellas relacionada con el litio. Opera en el Salar de Atacama, con planta procesadora en Salar del Carmen, cerca de Antofagasta (para carbonato e hidróxido de litio). También posee una mina de espodumeno en Western Australia (asociada con Kidman Resources) e incursionó en el proyecto Caucharí-Olaroz como integrante de la minera Exar de la cual vendió su participación en 2018 en favor de la china Ganfeng. En el mismo año, la otra firma poderosa de China, Tianqui, adquirió el 24% de las acciones de SQM.

La situación cercana al oligopolio de las productoras de litio y la escasa presencia de firmas originarias del TDL, con la gran excepción recién mencionada, se debe a la importancia de las inversiones requeridas por la explotación como se verá más adelante (ver 5.2.6).

#### 5.2.4. Reservas y Recursos

Los datos relativos a reservas y recursos son dinámicos debido a la constante tarea de exploración minera que permite el descubrimiento de nuevos recursos, como así también por las decisiones de acelerar o detener el avance de los proyectos de acuerdo a las condiciones de un mercado de comportamiento volátil, especialmente en los últimos años. En tal sentido, los avances técnicos sobre la eficiencia en las explotaciones, el uso del litio en nuevas aplicaciones, y el incentivo de la demanda sobre los precios influyen sobre la variación en las estimaciones acerca de lo que se considera económicamente viable.

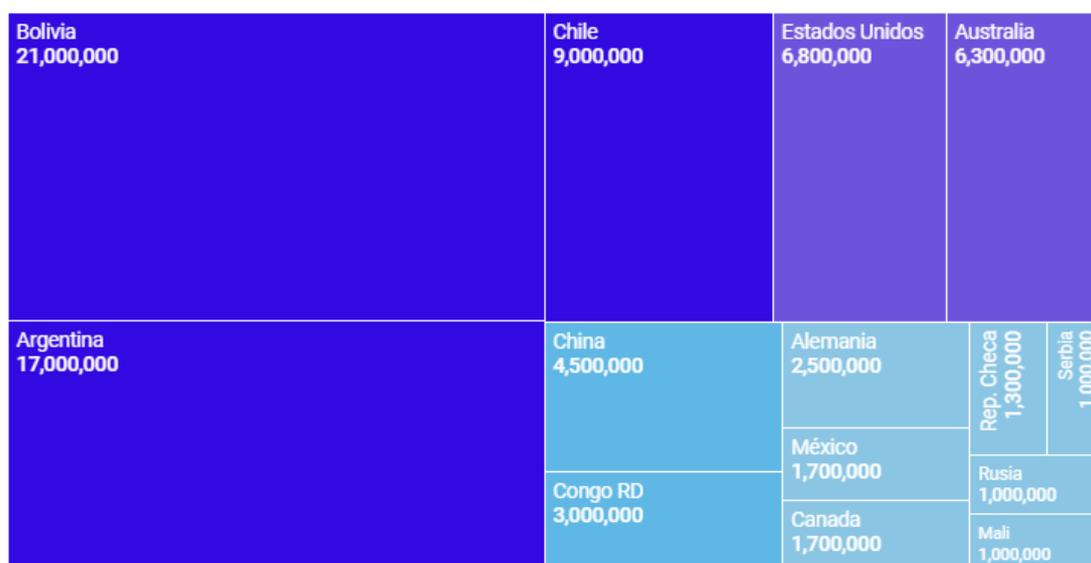
Según los últimos datos del USGS, las *reservas* mundiales de litio ascienden a 17 millones de toneladas, entendiendo por tales a los recursos del mineral estudiados en su factibilidad económica y sujetos a proyectos de explotación en estado prefactibilidad o factibilidad. Esto significó un aumento del 22% respecto del año anterior (USGS, 2020).

Por otro lado, los *recursos* minerales de litio implican recursos geológicos con interés económico y una perspectiva razonable de su eventual explotación. En este caso, debido a la exploración continua, los recursos de litio identificados aumentaron sustancialmente en todo el mundo y suman alrededor de 80 millones de toneladas (incremento de 28% respecto del año anterior). Los recursos de litio por país, en orden descendente, son: Bolivia, 21 millones de toneladas; Argentina, 17 millones de toneladas; Chile, 9 millones de toneladas; Estados Unidos 6,8 millones de toneladas; Australia, 6,3 millones de toneladas; China, 4,5 millones de toneladas; Congo (Kinshasa), 3 millones de toneladas; Alemania, 2.5 millones de toneladas;

Canadá y México, 1.7 millones de toneladas cada uno; República Checa, 1.3 millones de toneladas; Mali, Rusia y Serbia, 1 millón de toneladas cada uno; Zimbabwe, 540.000 toneladas; Brasil, 400.000 toneladas; España, 300.000 toneladas; Portugal, 250.000 toneladas; Perú, 130.000 toneladas; Austria, Finlandia y Kazajstán, 50.000 toneladas cada uno; y Namibia, 9.000 toneladas (USGS, 2020).

Figura 6

### Principales países con recursos de litio



Recursos totales mundiales estimados en 2020: 80 millones de tn

Elaboración propia. Fuente: USGS (2020).

Se considera que las reservas y recursos existentes permitirán responder a las demandas futuras del mineral en las aplicaciones relacionadas con la movilidad eléctrica y el almacenamiento de energías limpias.

#### 5.2.5. Seguridad de los suministros

El principal debate acerca de la suficiencia de las reservas mundiales del litio se dio a través de una serie de artículos publicados por William Tahil, director de la consultora Meridian International Research, y Keith Evans, un geólogo que había participado en trabajos para cuantificar reservas de litio, citado como referente en la materia<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> Según las citas de reservas y recursos reportadas en la literatura entre 1955 y 1990, sólo se encuentran dos fuentes: Kunasz y Evans. (Lagos, 2012).

En sus artículos “*The Trouble with Lithium*” (Tahil, 2007) y “*The Trouble with Lithium: 2*” (Tahil, 2008), la tesis de Tahil sostenía que el mundo se había enamorado de la batería de iones de litio (LIB) y que las reservas de litio podían ser sostenibles para los bienes electrónicos portátiles, más no para los vehículos eléctricos. Su análisis de la base de recursos geológicos de litio intentaba demostrar que la explotación de aquellos económicamente viables (unas 6,8 millones de toneladas de litio, según sus estimaciones) era insuficiente para abastecer la demanda, además de significar problemas medio ambientales en los salares andinos, incompatibles con la idea de vehículos ecológicos (*green cars*). Asimismo, destacaba que la concentración de la oferta en los países sudamericanos crearía nuevas tensiones geopolíticas entre Estados Unidos y Latinoamérica. En su consideración, ésta última circunstancia era suficiente por sí misma para poner pausa en la adopción de las LIB por parte de las industrias automotrices. Por todo ello recomendaba priorizar las baterías de zinc-aire.

El último punto merece ser desatacado por cuanto esas especulaciones geopolíticas tendrían repercusión al generar cierto prejuicio para la concertación de políticas o construcción de una convergencia en el accionar de los países del TDL con respecto al litio.

Para Evans, las reservas cuantificadas por Tahil contenían una serie de errores y omisiones, especialmente por limitarse a considerar los recursos provenientes de salares, por lo cual pasa a considerar otras cifras para los yacimientos de todo tipo. De tal manera, cuadruplica las previsiones al contabilizar un total de 28,5 millones de toneladas de litio (unas 150 millones de tn/LCE). Ello le daba como resultado unos 1775 años de suministro a la tasa de demanda del año 2008, la cual rondaba aproximadamente 16.000 toneladas anuales (Evans, 2008).

El comportamiento del mercado en los años siguientes a aquel debate estuvo más cercano a las previsiones de Evans. Tal es así que la producción mundial de litio en 2015 fue de 171.000 tn/LCE, una fracción de las reservas mundiales de litio (102 millones de tn/LCE). De acuerdo al Deutsche Bank, la mayoría de los productos básicos generalmente tienen entre 15 y 100 años de reservas mundiales basadas en el suministro de 2015; sin embargo, las reservas mundiales de litio se ubicaban en 594 veces la producción mundial de 2015. De tal manera, la entidad pronosticaba que el mercado de suministro de litio se triplicará en los próximos 10 años, e incluso entonces el litio aún tendría 185 años de reservas globales disponibles (Deutsche Bank, 2016).

No obstante la contundencia de la posición de Evans y de la suficiencia demostrada por la producción para atender las crecientes demandas de litio, el tema de la seguridad del

suministro de la materia prima se mantiene en el foco de la preocupación, más allá de la cantidad de recursos y reservas de litio existentes, al punto que según el Servicio Geológico de los Estados Unidos se presenta como un problema para las compañías tecnológicas que apuestan a ocupar posiciones expectantes en el sector de la movilidad eléctrica, tanto en los Estados Unidos como en Asia y Europa. Esto da lugar al planteo de alianzas estratégicas y *joint ventures* entre tales compañías y las productoras de la materia prima (USGS, 2020). Por otro lado, la cuestión trasciende ese ámbito privado para alcanzar la preocupación de organismos públicos, lo cual se refleja en distintas declaraciones y acciones.

De igual manera, otros planteos realizados por Tahlil se mantuvieron en el tiempo vinculados a cuestiones geopolíticas y medioambientales.

#### **5.2.6. Costos de producción según las fuentes**

Los distintos procesos para la obtención primaria del litio presentan estructuras de costos operativos diferenciales, siendo más económicos los procesos de evaporación de salmueras respecto de los de conversión de minerales. Entre los primeros también hay diferencias en los costos de producción, dependiendo de las características de los salares ya que estos varían tanto en su composición física como en sus condiciones climáticas. A modo de ejemplo, la presencia de mayores cantidades de magnesio en los salares representa una dificultad para el proceso de obtención de los compuestos de litio, así como también la existencia de mayor humedad o menores índices de radiación solar comprometen los tiempos requeridos para la evaporación.

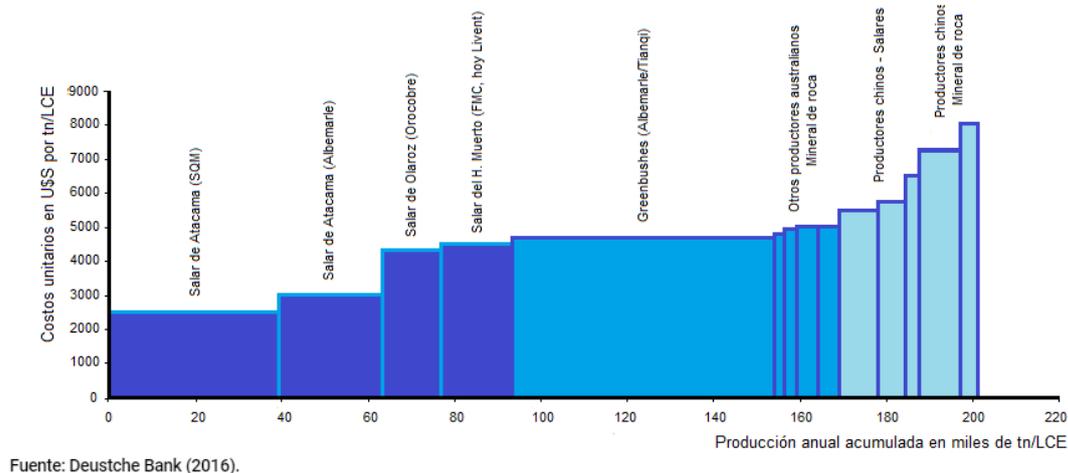
Básicamente, los costos de producción de las operaciones de salmueras naturales resultan más económicos debido al costo relativamente menor de bombear salmuera de un acuífero versus minería convencional de roca dura que involucra perforación, voladura, excavación y transporte de mineral. El proceso de producción de salmueras normalmente conlleva la obtención de cierto grado de refinamiento mediante la producción de carbonato de litio, en comparación con la producción de operaciones de roca de las cuales se obtiene un concentrado de mineral que demanda un costo significativo para convertir el concentrado a carbonato de litio (u\$s 2.500-3.000 por tonelada) realizado con mayor frecuencia por terceros.

Según distintos estudios privados, los salares andinos del TDL tienen un costo operativo de producción que varía entre los u\$s 2.000-4.000 tn/LCE. Mientras que los productores de los

salares de China tienen un costo que varía entre los u\$s 4.500 tn/LCE y los u\$s 6.500. Por su parte, los costos operativos de los yacimientos de minerales de roca oscilan entre los u\$s 4.500 tn/LCE de las minas australianas (Greenbushes, Mt.Cattlin, Mt. Marion) hasta los u\$s 8.500 tn/LCE de la extracción de rocas de lepidolita en China (Canaccord, 2016; Deustche Bank, 2016).

Figura 7

Curva de costos de obtención del carbonato de litio según tipo yacimiento en 2016



También debe tenerse en cuenta la intensidad del capital requerido para la instalación de una explotación según el tipo de yacimiento, siendo este dato una explicación de la escasa presencia de empresas originarias de la propia región del TDL. De acuerdo a datos analizados por la fuente citada, se comparan los proyectos del salar de Olaroz en Argentina (Orocobre) versus la mina Greenbushes en Australia (Albemarle-Tianqi). En la primera se realizó una inversión de u\$s 200 millones para un proyecto extractivo de 17.500 tn/LCE que arroja un resultado de intensidad de capital de u\$s 16.000 por tn/LCE. Por su parte, el segundo proyecto planteaba una inversión aproximada de u\$s 38 millones para 27.000 tn/LCE, con una intensidad de capital de los u\$s 1.400 por tn/LCE. No obstante, como ya fue apuntado para el caso de los refinados de yacimientos de roca, el proyecto australiano prevé la obtención básica de concentrados de litio que requieren mayores procesos de refinación para su conversión en carbonato de litio o hidróxido de litio. La construcción de una planta de refinado requiere una intensidad de capital adicional de unos u\$s 10.000 a 12.000 tn/LCE para plantas a construir fuera de China y de u\$s 6.000 tn/LCE en China (Deustche Bank, 2016).

Desde mediados de la década de 1990, las salmueras subterráneas se convirtieron en la materia prima dominante para la producción de carbonato de litio en todo el mundo debido a

los menores costos de producción en comparación con la extracción y el procesamiento de minerales de roca dura. Sin embargo, los aumentos en la demanda por parte de China y la consecuente suba de los precios hacía 2015 permitieron la rentabilidad de la explotación del litio de mineral de roca que recuperó su cuota de mercado y se estimó que representaba la mitad del suministro mundial de litio en ese año (USGS, 2016).

### 5.2.7. Precio del litio

Al igual que los metales y los recursos no renovables en general, el precio del litio está sometido al juego de oferta y demanda, con las particularidades propias de cada mercado. Ya se mencionó que el mercado del litio es relativamente pequeño en comparación al de otros metales tradicionales que participan de una bolsa de *commodities* donde se generan múltiples transacciones de carácter público (abierto). En cambio, las transacciones del litio se realizan por negociación directa entre productores y clientes. La mayoría de los compuestos de litio se comercializan a través de contratos. No obstante, existe un mercado para el material *sin contrato* en China, que generalmente comprende pequeños volúmenes de material proveniente de fuentes de roca dura (Canaccord, 2016). También, dada la diversidad de productos, calidades y especificaciones, se hace compleja la estandarización de su precio generando niveles de opacidad en el mercado. Los precios que publican las consultoras son referenciales y tienen como fuente las cifras de comercio internacional de los exportadores e importadores (COCHILCO, 2018).

Dado el aumento de la demanda de litio y las proyecciones de crecimiento futuro por sus aplicaciones en la movilidad eléctrica, la bolsa de metales de Londres (LME, por sus siglas en inglés) se abocó a la preparación de un índice de los precios del litio, lo cual requiere un tiempo para ajustar diversas configuraciones que sean comprensivas de las características de un mercado segmentado por distintos tipos de productos (carbonato de litio, hidróxido de litio, litio metálico, butil litio, etc.). Actualmente, su página web ([lme.com](http://lme.com)) brinda precios de referencia semanales para dos tipos de producto: carbonato de litio e hidróxido de litio.

Como generalmente ocurre en los mercados basados en recursos naturales, el equilibrio de precios a largo plazo se produce en un nivel igual o más elevado que el costo de los productores que operan en el margen, con recursos de inferior calidad. Los productores de recursos de mejor calidad se benefician con un diferencial entre el precio así determinado y sus

propios costos de producción que resultan menores, generando la renta económica del productor propietario de recursos de mejor calidad.

En la determinación de los precios debe recordarse otro factor característico de este mercado: la concentración de la producción en pocas empresas, configurando una situación de oligopolio.

El ingreso de nuevas producciones también tiene representación en la determinación de los precios del litio, según se desprende de un breve recorrido histórico.

Según un análisis de precios realizado por Lagos (2012), cuando en 1966 se inició la explotación desde salares en Silver Peak (Nevada) el precio del litio en los Estados Unidos (principal productor y consumidor mundial por entonces) se estabilizó en un monto cercano a los u\$s 7.000 (a dólares de 2010), con dos productores dominantes (Foote Mineral Company y Lithco). A valores constantes (2010), la diferencia entre el precio mínimo y el máximo por tonelada, ocurridos entre 1966 y 1997, fue de 27%<sup>6</sup>. En el mismo período, el análisis resalta la diferencia con el valor del cobre, cuyo precio mínimo y máximo en moneda constante varió 376%. En la década del 90, el ingreso de nuevas producciones volvió a incidir significativamente en los precios del litio. La entrada en producción del proyecto Minsal en Chile por parte de SQM en 1996 y del Salar de Hombre Muerto en Argentina por parte de FMC (ex Lithco) en 1997, desplomaron el precio hasta que este llegó a un mínimo de u\$s 1.623 (a dólares de 2010) por tonelada en el 2005. Especialmente, la estrategia agresiva de SQM forzó la reducción del precio con objeto de sacar del mercado aquellos productores que tenían costos mucho más altos. De hecho, los productores en los Estados Unidos cerraron sus operaciones. La entrada en producción de SQM significó que el duopolio, conformado por Foote y FMC (ex Lithco) que existía hasta entonces se transformó en triopolio (Lagos, 2012).

A partir de entonces, la demanda impulsada especialmente por China –en principio por su demanda de materias primas en general y luego por la fabricación de las LIB para EV cuyo uso fue alentado por programas y subsidios gubernamentales– promovió el aumento de los precios del litio.

Hacia finales de 2015, una producción ajustada para la demanda, especialmente por la escasez de espodumeno importado de Australia, provocó un alza de precios, que en el caso de

---

<sup>6</sup> En el período consignado el precio mínimo por tonelada (calculados en dólares de 2010) se produjo en 1997, cuando llegó al valor de u\$s6.019, mientras que el máximo se había registrado en 1979, alcanzando los u\$s 7.666 (Lagos, 2012).

los fijados en China al contado inmediato (*spot*) llegaron a su máximo histórico (superó los u\$s 20.000 por tonelada) significando un aumento del 300%. No obstante, para grandes contratos fijos, habituales para el mercado, los precios no sufrieron un incremento de tal dimensión, llegando al 14% de variación (USGS, 2017).

A partir de allí, los precios muestran una curva descendente hasta la actualidad.

Durante 2019, los precios *spot* del carbonato de litio en China disminuyeron de aproximadamente u\$s 11.600 por tonelada a principios de año a aproximadamente u\$s 7.300 por tonelada en diciembre. Para los contratos fijos grandes, el precio promedio anual de carbonato de litio en los Estados Unidos fue de u\$s 13.000 por tonelada métrica en 2019, una disminución del 24% respecto al de 2018 (USGS, 2020). Para algunas consultoras especializadas (CESCO, 2020; Roskill, s.f.), esa caída del precio estaba causada por el ingreso de nuevas fuentes de producción y por la desaceleración de la economía china que produjo disminución de las ventas de EV, lo cual implicaba un reacomodamiento de los precios de mercado que habían crecido por una sobrestimación de expectativas y desajustes de la producción para responder a un repunte en la demanda.

#### **5.2.8. El mercado de las baterías**

Entre las distintas aplicaciones para los compuestos de litio, las baterías secundarias dirigidas a la movilidad eléctrica resultan las más relevantes desde la perspectiva de los requerimientos de litio. De hecho, produjeron el impulso de la demanda de los últimos años.

La producción de estas baterías está relacionada especialmente con el sector de la electrónica portátil que produjo un salto evolutivo a partir de la comercialización de la LIB a principios de la década del 90. En consecuencia, Japón fue el país donde inició la elaboración de un clúster para la fabricación de estas baterías conformado por empresas de electrónica de consumo. El gobierno japonés reforzó el sector privado mediante financiamiento e inversiones en investigación y desarrollo (I+D) y financiamiento de capital a bajo costo para establecer las plantas de fabricación.

Luego, a partir de la década de 2000, Corea y China siguieron el liderazgo de Japón invirtiendo en la producción de LIB (celdas y carcasas) para electrónica de consumo, conformando sus respectivos clústeres. En el caso de estos países, los fabricantes inicialmente tenían una fuerte dependencia de los proveedores japoneses lo cual disminuyó gracias al apoyo

de los gobiernos para acompañar los esfuerzos privados y construir buena parte de la cadena de suministro a nivel nacional. Los incentivos gubernamentales para tal propósito fueron variados, abarcando desde los clásicos beneficios impositivos por inversiones e I+D, más otros de protección como exigencias de contenido nacional y restricciones de exportación, e incluso subsidios al consumo (para la compra de EV), éstas últimas especialmente en el caso de China (Patil, 2008; Haley, 2012; Stewart et al., 2012; Chung et al., 2016).

De tal manera, la capacidad de fabricación de LIB (al servicio de todas las aplicaciones de mercado) conformó su epicentro en China, Japón y Corea. Estos países también controlan la mayoría de la producción de LIB para la industria automotriz. Por su parte, Estados Unidos, rezagado en las posiciones respecto de los países del Este Asiático, comenzó a incrementar su participación en el mercado general de las LIB, la cual significaba el 7% de la capacidad global de este producto en 2015. Especialmente, a partir la construcción de la *gigafactoría* de Tesla en Nevada, iniciada en 2014, con grandes apoyos del gobierno para el despegue de la empresa, logró posicionarse en el segmento destinado a la movilidad eléctrica, aunque con una cadena de suministro inmadura dependiente de proveedores de componentes y celdas de origen asiático (Panasonic, LGChem). La atención a su emergente mercado de automóviles eléctricos le permitió alcanzar el 20% de la capacidad global automotriz de LIB y superar la cuota de mercado de Corea (Chung et al., 2016). El caso de las instalaciones de Tesla demuestra que es posible poner en marcha una fábrica de baterías en un plazo de tan solo dos o tres años, desde la planificación hasta la salida de las primeras celdas de sus líneas de producción.

Según la consultora Bloomberg NEF, las proyecciones del mercado de las LIB son promisorias. Partiendo de un tamaño cercano a los u\$s 25.000 millones en 2019, estima que en 2030 quintuplicará su tamaño ubicándose en torno a los u\$s 120.000 millones (Bloomberg NEF, 2019). El número de fabricantes de baterías es cada vez mayor y se estiman más de 121 plantas en proceso de construcción. Para la consultora Benchmark Mineral Intelligence, el tamaño de mercado para las celdas de LIB ha crecido desde una capacidad de 55 gigavatios-hora (GWh) en 2015 a 225GWh en 2020 y, hacia 2029, se prevé una capacidad total instalada de 2.224GWh (aproximadamente 10 veces el tamaño actual), suficiente para alimentar 38 millones de vehículos totalmente eléctricos (Robinson, 2020).

La causa de esta ampliación de la capacidad está basada en las proyecciones iniciales demasiado optimistas con respecto a la demanda de EV y los apoyos gubernamentales del lado de la oferta. En Estados Unidos, la Ley de Reinversión y Recuperación Estadounidense de 2009

(ARRA, por sus siglas en inglés), sancionada durante la presidencia de Barack Obama para estimular la economía luego de la crisis de 2008, proporcionó u\$s 1.500 millones para respaldar la expansión de Tesla en sus negocios de energía limpia. Como ya fue mencionado, los gobiernos de China, Japón y Corea también apoyaron durante mucho tiempo la producción nacional de LIB a través de impuestos y otros incentivos a la inversión, y también a los consumidores de EV.

Con el número de fabricantes de baterías en aumento, Europa todavía carece de un proveedor que pueda equipararse con los principales de Corea, China y Japón, tales como: LG Chem, Samsung SDI, CATL o SK Innovation, entre otros. No obstante se apuesta por el crecimiento de la firma sueca Northvolt, cuya gigafábrica local de 32 GWh tiene previsto iniciar su producción a gran escala en 2021, mientras se proyecta otra en Alemania, en asociación con Volkswagen, con capacidad de 24 GWh, a finalizar en 2023. Igualmente se impulsa desde programas de la Unión Europea un futuro consorcio europeo para la fabricación de baterías.

El panorama demuestra que el conocimiento y experiencia actual de producción de LIB fue desarrollado por empresas insertas en los mercados de electrónica de consumo. Allí formaron una sólida oferta de producción con significativa experiencia acumulada, gran parte de la cual es transferible a la producción de LIB de gran formato para mercados finales automotrices. Estos productores cuentan con ventajas respecto de los nuevos competidores o empresas incipientes (*startups*) que pueden resumirse en las siguientes: experiencia en el procesamiento; menores gastos generales y costos fijos; mayor poder adquisitivo; y cadena de suministro regional con relaciones consolidadas.

Un análisis de algunos estudios estadounidenses, relativos al mercado de baterías, aporta elementos para considerar proyecciones favorables a la radicación de fabricantes de LIB, a pesar del dominio de los productores asiáticos. De los mismos surge que, si bien es posible que los nuevos participantes de la industria tengan éxito, probablemente enfrentarán desafíos en el establecimiento de costos competitivos y producción de alto volumen. Asimismo, indican otra potencial barrera de entrada en los mercados automotrices, constituida por los requisitos de rendimiento, seguridad y confiabilidad relativamente altos de los clientes del sector automotriz, fabricantes de equipos originales (OEM, por sus siglas en inglés). Las exigencias de calidad de OEM automotrices, así como su deseo de contar con proveedores financieramente estables, inclinan la balanza a favor de los competidores con fuerte trayectoria de producción y rendimiento comprobado del producto (Chung et al., 2015).

No obstante, también destacan como probable que las decisiones de los fabricantes automotrices sobre dónde producir vehículos eléctricos (y en qué cantidades) sean los determinantes principales en las ubicaciones de producción de paquetes y módulos de LIB (CEMAC, 2016; Coffin & Horowitz, 2018).

Tales estudios permiten concluir que las ubicaciones competitivas y las oportunidades para la fabricación de celdas de LIB no son autóctonas de regiones específicas y pueden crearse en otros lugares. De hecho, Estados Unidos logró insertarse en la competencia de este mercado mediante la *gigafactoría* de Tesla (en asociación inicial con Panasonic) y alcanzó la cuota de mercado de Corea del Sur, uno de los países líderes.

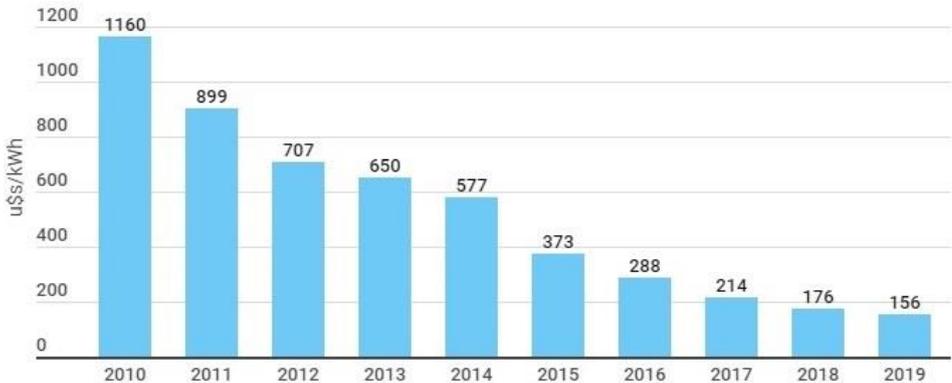
### 5.2.9. Costo de las baterías

El costo de las baterías se presenta como uno de los desafíos más importantes para la inserción de los vehículos eléctricos en el mercado automotor. En efecto, el EV resulta un bien sustituto y su precio está definido por el motor de combustión interna. En tanto éste resulte más barato será más difícil que los consumidores lo reemplacen.

El mercado de las LIB está encaminado hacia una respuesta adecuada en ese sentido pues los costos vienen decreciendo de manera significativa. En la década pasada la disminución del costo de las baterías se estimó cercano al 90%. En promedio el precio de las LIB era de u\$s 1.100 por kWh en 2010, mientras que en 2019 llegó a un valor de u\$s 156 por kWh (Bloomberg NEF, 2019).

Figura 8

### Evolución del costo de las baterías de iones de litio para vehículos eléctricos



Elaboración propia. Fuente: BloombergNEF (2019a; 2019c).

La reducción de los costos de fábrica se debe a las mejoras en los equipos de fabricación y al aumento de la densidad de energía a nivel de cátodo y celda. La expansión de las instalaciones existentes también ofrece a las empresas una ruta de menor costo para ampliar la capacidad.

Según los pronósticos, el camino para lograr costos inferiores a los u\$s 100 por kWh es prometedor en vista de los avances obtenidos hasta la fecha con lo cual se incrementarán las posibilidades de producir mayores cuotas de renovación de los vehículos con motores de combustión interna<sup>7</sup>.

---

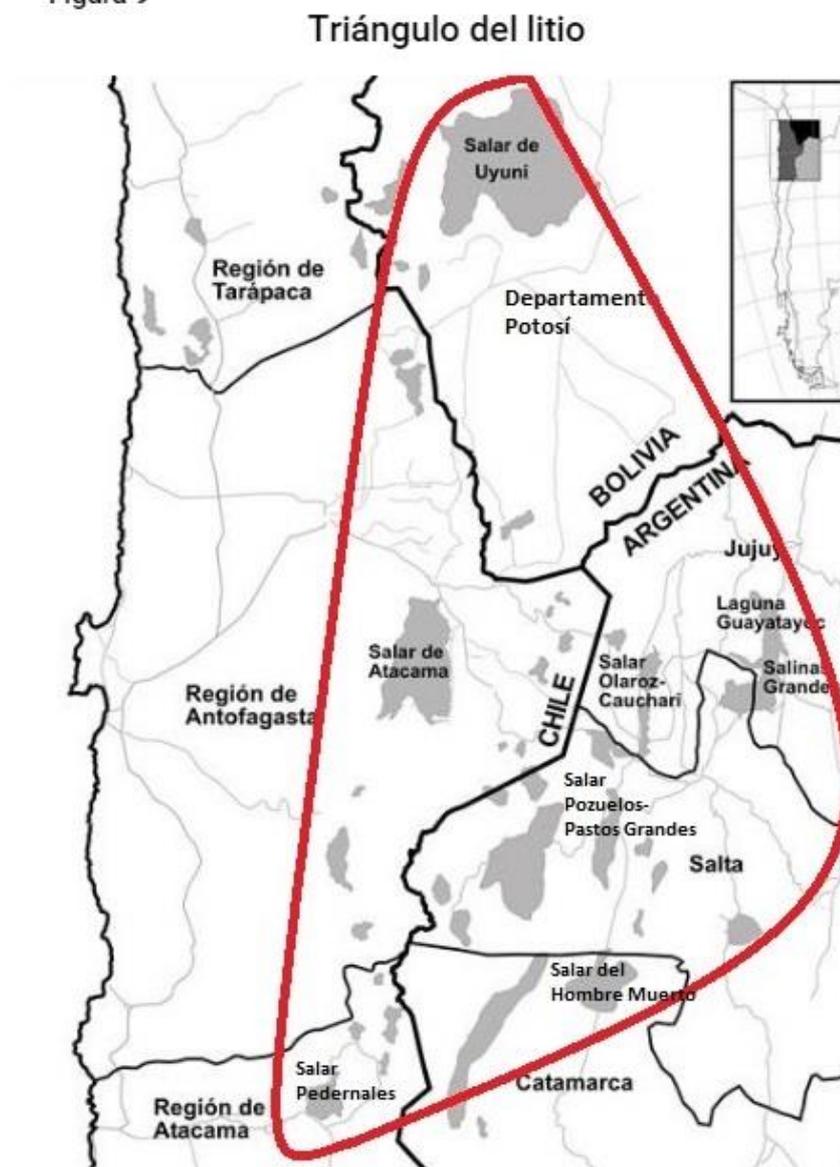
<sup>7</sup> Al momento de escribir la versión final de este trabajo la firma Tesla prepara un evento denominado *Battery day* en el cual se anunciarían los avances de la firma para lograr la producción de baterías a un costo que bajaría la barrera de competitividad establecida por los vehículos de combustión interna.

## 6. La importancia de las reservas en el Triángulo del Litio

### 6.1. Descripción geográfica del Triángulo del Litio

La denominación Triángulo del Litio (TDL) refiere a una zona de Sudamérica caracterizada por la existencia de diversos salares ricos en litio que constituyen las reservas más importantes del planeta. Comprende partes de las regiones geográficas Noroeste de Argentina, Andina de Bolivia y Norte de Chile. Considerando la división política al interior de los países citados, incluye las provincias de Catamarca, Jujuy y Salta en Argentina; el departamento Potosí en Bolivia; y las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta y Atacama en Chile.

Figura 9



Para una conformación simplificada se consideran los vértices de esta figura triangular a los principales salares en explotación: el Salar de Uyuni (Bolivia) en el norte, el Salar de Atacama (Chile) en el oeste, y el Salar del Hombre Muerto (Argentina) en el este. Los continuos proyectos de explotación sobre los recursos de litio en la zona permiten incorporar nuevos yacimientos que modificarán la morfología del triángulo, tal es el caso de los salares de Maricunga y Pedernales en Chile. Además, cabe mencionar la realización de estudios sobre recursos de litio en roca dura en el sudeste de Perú cuyos resultados, en caso de verificarse como reservas probadas, pueden significar el ingreso de este país a la zona en cuestión. No obstante, a los fines de este trabajo se considera la referencia común y original de esta denominación, vinculada a las reservas de Argentina, Bolivia y Chile.

## 6.2. El Triángulo del Litio como espacio y como territorio

La relación entre la dimensión espacial y los acontecimientos socioeconómicos y políticos fueron abordadas por distintas disciplinas del conocimiento enfocadas en la disparidad de desempeño económico entre regiones (asimetrías) y la determinación de los factores que la producen. Ello dio lugar a un número significativo de teorías y modelos interpretativos sobre el desarrollo regional.

No es intención de este trabajo verificar sus hipótesis a la luz de tales teorías y modelos. Sin embargo, resulta apropiado tener en cuenta determinados elementos conceptuales de dichos estudios para caracterizar adecuadamente la zona del TDL y analizar una serie de actores y condicionantes que operan en la determinación de las conclusiones de esta investigación.

En ese sentido, cabe mencionar que la perspectiva del desarrollo territorial tiene en cuenta la relación entre economía, territorio y desarrollo como objeto de estudio en disciplinas tales como la economía política internacional, la nueva geografía económica o la economía del desarrollo. De allí, la distinción entre los conceptos de espacio y territorio permite identificar al TDL más allá del mero soporte geográfico donde suceden ciertas actividades socioeconómicas, analizadas como un espacio homogéneo (mensurable en términos de distancia, cantidades producidas, costes de producción o parámetros similares). En cambio, la zona bajo análisis constituye un *territorio* como factor de desarrollo, “que incluye la heterogeneidad y complejidad del mundo real, sus características medioambientales específicas, los actores sociales y su movilización en torno a estrategias y proyectos diversos, así como la existencia y acceso a los recursos estratégicos para el desarrollo productivo y

empresarial.” (Albuquerque, 1995:3). Esta noción se concreta al analizar las particularidades ofrecidas por el TDL lo cual será materia de este capítulo en el siguiente orden: los recursos, el medio ambiente, los actores y sus estrategias. Previamente, cabe realizar dos aclaraciones sobre esta idea de *territorio* como factor de *desarrollo*.

La perspectiva del TDL como factor de *desarrollo*, y otras referencias de este trabajo hacia cuestiones de *desarrollo* regional, o la mención a las estrategias de actores públicos orientadas por objetivos de *desarrollo* que les resultan inherentes, evidencian que la perspectiva adoptada es tributaria de la noción general de desarrollo, entendida de manera amplia como el análisis de las condiciones capaces de favorecer el progreso y el bienestar humanos. Se trata de una noción asentada en visiones y valores provenientes de dos fenómenos complementarios: uno de orden filosófico, el iluminismo, que postula el triunfo de la razón y el conocimiento científico sobre otros procesos de aproximación a la realidad (a través de la intuición o la religión); el otro es de carácter práctico, acaecido con los cambios productivos de la Revolución Industrial que vinieron a reafirmar las posibilidades de materializar el progreso universal (Unceta, 2015). Esta noción del desarrollo es dominante entre los estudios económicos y por lo tanto resulta normal adoptar este plano para un trabajo de investigación como el presente. Sin embargo, debe tenerse en cuenta la existencia de otras formas de vida social y concepciones teóricas cuestionadoras de la noción misma de desarrollo, basadas en alternativas que retoman la mirada hacia un conjunto de valores y visiones sustentados por comunidades originarias o pueblos indígenas que difieren de los asentados en función del progreso y el crecimiento económico instaurados a partir de la modernidad y la Revolución Industrial.

El TDL abarca una zona geográfica con presencia de comunidades indígenas portadoras de un conjunto de conocimientos ancestrales, prácticas tradicionales, modalidades colectivas de economía y relacionamiento con el territorio que alcanzan el reconocimiento de derechos con aspiración legítima a ser protegidos y realizados. Igualmente, tal reconocimiento de derechos por parte de las organizaciones internacionales y de los Estados nacionales, mediante su incorporación a normas fundamentales (tratados y acuerdos internacionales, constituciones y leyes generales), se realiza en el contexto de aspiraciones vinculadas a la noción de desarrollo. En definitiva, al hacer referencia a esta noción de desarrollo se entiende su carácter dominante en el campo teórico y político-económico, no pudiendo prescindir de la misma para abordar este trabajo, sin perjuicio de tomar en cuenta la crítica, constante reelaboración y búsqueda de nuevos paradigmas de la noción de desarrollo.

La consideración del TDL desde la noción de *territorio* presenta otra particularidad que merece destacarse. Por su ubicación desde el punto de vista físico-geográfico y desde la perspectiva político-económica, la región de salares andinos que conforma el TDL está sujeta a una paradójica condición de fragmentación territorial que configura en la práctica la existencia de áreas *desterritorializadas*, consideradas en relación a sus respectivas naciones. Conforme Gudynas las regiones desterritorializadas son aquellas donde el Estado no asegura su presencia en forma adecuada y homogénea, sino con limitaciones que repercuten en la cobertura de los derechos ciudadanos, los servicios de salud o la aplicación de la justicia. Esta debilidad y ausencia estatal contrasta con la actividad y presencia demostrada para apoyar y proteger actividades extractivas en unos pocos sitios de la misma zona (Gudynas, 2009). Si bien esta situación en nada invalida la consideración del TDL como un territorio y más aún con potencialidad para el desarrollo, sin embargo nos previene de la facilidad para la configuración productiva de la explotación del litio como enclaves, cuya conexión con el resto de la economía regional requiere esfuerzos adicionales.

### 6.3. Los recursos

La zona cuenta con distintos recursos económicos (especialmente mineros, agrícolas y turísticos) de los que se abordarán aquellos vinculados a la configuración del TDL. Así, la relevancia de esta zona está planteada en la situación actual por la presencia del litio como un recurso con características estratégicas globales en cuanto promueve la acción de distintos actores en torno a diversos proyectos y objetivos. En este punto se hace un uso genérico del término *estratégico* en cuanto representa un factor de importancia decisiva para el desarrollo de algo (tercera acepción de la RAE para la entrada: *estratégico*). Por ahora, basta decir que la consideración del litio como recurso estratégico, según las distintas visiones de los actores intervinientes, entre las cuales adquieren importancia las expectativas, tiene la entidad suficiente para promover la refuncionalización del espacio (Ciccolella, 1997).

El TDL contiene aproximadamente el 60% de las reservas de litio identificadas del planeta y un 80% de las reservas provenientes de salmueras naturales. De acuerdo a la continua exploración de yacimientos, los recursos actuales del litio en el planeta están en el orden de los 80 millones de toneladas, de las cuales 47 millones de toneladas se encuentran en la zona bajo estudio (USGS, 2020).

Las características de los salares del TDL lo hacen conveniente para la explotación económica, presentando menores costos de operación respecto de los yacimientos en el resto del mundo. Como se indicó oportunamente (ver 5.1.4), no todos los salares poseen las mismas propiedades en cuanto a la concentración del litio en su depósito natural o las condiciones climáticas que inciden en la evaporación necesaria para el proceso de obtención. En la comparación entre los yacimientos del TDL, el salar de Atacama, con una superficie de 3.000 km<sup>2</sup>, presenta las mayores ventajas de explotación en cuanto la concentración de litio en la salmuera natural alcanza las 1.500 partes por millón (ppm) y las condiciones climáticas –alta radiación solar y bajas precipitaciones– le proporcionan la mayor tasa de evaporación (3.700 mm/a). Si bien la presencia de altas concentraciones de magnesio requiere mayores procesos para la obtención del litio, la existencia de grandes cantidades de potasio (18.500 ppm) favorece la rentabilidad económica de la explotación. Todas estas características convierten a este yacimiento chileno en un punto de referencia (*benchmark*) respecto de los otros de la región y el mundo.

En Bolivia, el salar de Uyuni tiene una superficie cuatro veces mayor que el de Atacama, sin embargo la concentración de litio es cinco veces menor (350 ppm), y las condiciones climáticas generan menos de la mitad de la tasa de evaporación del salar chileno (1.500 mm/a). Además, el salar boliviano contiene una alta relación de magnesio. También en Bolivia, el salar de Pastos Grandes presenta mejores parámetros en cuanto a su concentración de litio (1.030 ppm), potasio 7.766 (ppm) y una muy baja relación de magnesio sobre litio, que le confieren buenas cualidades para su explotación económica, aunque su superficie es de 100 km<sup>2</sup>.

Por su parte, Argentina posee yacimientos en salares con menores concentraciones de litio y potasio, aunque igualmente aptos para su explotación económica. De acuerdo a sus parámetros, se destacan: el salar del Hombre Muerto (Catamarca), por su excelente relación magnesio sobre litio –la más baja del TDL– y una alta tasa de evaporación (2.600 mm/a); y el yacimiento de Salinas Grandes por su alta concentración de litio (795 ppm) y potasio (9.547 ppm).

La Tabla 3 proporciona un listado de los principales yacimientos de salares y sus parámetros.

**Tabla 3**

### Principales salares y sus parámetros

Salar	País	Li (ppm)	K (ppm)	Mg/Li	Evaporación (mm/año)	Superficie (km <sup>2</sup> )
Atacama	Chile	1500	18500	6,4	3700	3000
Pastos Grandes	Bolivia	1033	7766	2,2	1500	100
La Isla	Chile	860	3170	5,1	1000	152
Maricunga	Chile	800	7480	6,6	1200	145
Salinas Grandes	Argentina	795	9547	2,7	2600	212
Olaroz	Argentina	690	5730	2,4	2600	120
Hombre Muerto	Argentina	690	6100	1,4	2775	600
Diablillos	Argentina	556	6206	3,7	s/d	40
Pedernales	Chile	400	4200	8,7	1200	335
Caucharí	Argentina	380	3700	2,8	2600	350
Uyuni	Bolivia	350	7200	19	1500	12000
Rincón	Argentina	330	6200	8,5	2600	260
Coipasa	Bolivia	319	10600	45,7	1500	2218

Elaboración propia. Fuente: Cochilco, 2013

Los compuestos de litio derivado de los salares y andinos procesados en la zona están conformados por carbonato de litio (Salar del Hombre Muerto en Catamarca, Olaroz en Jujuy, Rincón en Salta, La Negra en Atacama, Uyuni en Potosí), cloruro de litio (Güemes, Salta; La Negra, Atacama) e hidróxido de litio (Salar del Carmen, Antofagasta). Las empresas de origen extranjero (Livent, Orocobre y Albemarle) realizan los derivados de mayor elaboración química en el exterior (Estados Unidos, China, Inglaterra, Japón, India y Australia). Solamente SQM produce hidróxido de litio en la región, desde 2005. Ninguna empresa realiza butil litio, litio metálico, ni otros derivados especializados. En definitiva, se trata de una explotación con bajos niveles de elaboración.

La producción de los yacimientos operativos del TDL alcanzó un volumen aproximado de 125.000 tn/LCE en 2019 (USGS, 2020), esperándose un crecimiento significativo para los próximos años en virtud de ampliaciones para los yacimientos en operación y de la puesta en

funcionamiento de otros nuevos con proyectos avanzados<sup>8</sup>. Toda la producción se dirige al mercado externo y en 2019 el complejo del litio del TDL exportó por valor de u\$s 1.139 millones, de los cuales u\$s 954 millones corresponden a Chile (84%) y u\$s 185 millones a Argentina (16%), en tanto que Bolivia no registró exportaciones (INDEC, 2020a; DNA, 2020). En contexto, el total exportado del complejo del litio representa apenas el 0,8% de las exportaciones totales de Argentina, Bolivia y Chile en 2019; y el 3,6% de las exportaciones del territorio más ajustado del TDL, considerando las provincias Argentinas de Catamarca, Jujuy y Salta; los departamentos bolivianos de Potosí y Oruro; y las regiones chilenas de Antofagasta, Atacama y Tarapacá (INDEC, 2020b; DNA, 2020; INE, 2020).

Estas cifras pueden dar un marco adecuado a las expectativas de desarrollo en torno al litio, especialmente considerando su explotación como recurso primario con poca elaboración. En base a datos de COCHILCO (2018) y Subsecretaría de Desarrollo Minero (2019), las previsiones más optimistas sobre la entrada en funcionamiento de las ampliaciones y unos 15 proyectos más avanzados de la región ubicarían la producción anual hacia 2025 en una cifra cercana a las 550.000 tn/LCE. Si tal cantidad fuese exportada a un precio hipotético de u\$s10.000 tn/LCE significaría un valor de u\$s 5.500 millones, sin alcanzar aún el 20% del valor exportado actualmente desde el territorio específico del TDL. En el ejercicio de proyecciones debe considerarse también que el mercado de las baterías de iones de litio (LIB) estaría alcanzando un valor de u\$s 60.000 millones según los pronósticos (Bloomberg NEF, 2019).

Los recursos del litio también causan efectos y expectativas en la generación de empleo. En Argentina, conforme estimaciones de la Subsecretaría de Desarrollo Minero (2017), los dos proyectos operativos de litio contabilizaban 483 empleos directos en 2017 y se proyectaba un total de 3408 empleos directos para la hipótesis de 12 proyectos en funcionamiento en los próximos años, lo que significa un promedio de 258 empleos directos por cada proyecto en fase de producción.

Según las estadísticas de empleo de asalariados del sector privado por rama de actividad, las minas no metalíferas y otras canteras empleaban en Catamarca 214 personas en 1996, mientras que a partir de 1997, año de entrada en funcionamiento del proyecto Fénix en el Salar

---

<sup>8</sup> En el Salar de Atacama, SQM prevé ampliaciones de capacidad hasta 150.000 tn/LCE anuales para 2022 y Albemarle unas 42.500 para 2021 (Cochilco, 2019). Livent está trabajando para ampliar su capacidad anual en el Salar del Hombre Muerto hasta 40000 tn/LCE, y Orocobre hasta 42000 tn/LCE en Olaroz (Subsecretaría de Desarrollo Minero, 2019). Sobre proyectos avanzados, las mismas fuentes estiman el ingreso de Salar Blanco y Maricunga con 33.700 tn/LCE en Chile y unos 15 proyectos con capacidad de producción anual total por 250 tn/LCE en Argentina.

del Hombre Muerto, ese ramo de actividad se incrementó, promediando entre 1997 y 2019 un empleo registrado de 404 personas anuales. Debido a que esas estadísticas clasifican el empleo por provincia según las declaraciones de las empresas respecto de donde trabajan las personas, en el caso del proyecto Fénix también debe considerarse a la provincia de Salta, donde se encuentra ubicada la planta de procesamiento de cloruro de litio. En tal sentido, la actividad registraba 578 personas en 1996 y, posteriormente, el promedio entre 1997 y 2019 arroja 780 trabajadores asalariados. Para Jujuy debe considerarse que los proyectos de litio (salar de Olaroz) comenzaron a operar en 2015, por lo tanto el promedio para minas no metalíferas y otras canteras entre 1996 y 2014 da un resultado de 152 trabajadores, y entre 2015 y 2019 un número de 337 asalariados. Para completar el contexto, según cálculos propios en base a datos del Observatorio de Empleo y Dinámica Empresarial (OEDE, s.f.), el empleo privado asalariado de estas tres provincias Argentinas del TDL totalizaba 219.058 personas en 2019, es decir que las proyecciones de empleo del complejo del litio en torno a 3408 personas para los próximos años representaría el 1,5% del empleado privado actual de estas provincias.

En Bolivia, el plan para la implementación de la política gubernamental de industrialización del litio se encomendó a una Dirección dentro de la COMIBOL que contaba inicialmente con 20 personas. Las sucesivas transformaciones en Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos, en 2010, y luego Yacimientos de Litio Bolivianos, en 2017, derivó en una mayor estructura que, según la nómina publicada en su página web ([ylb.gob.bo](http://ylb.gob.bo)), hoy cuenta con más de 600 empleados prestando servicio en las plantas de Llipi y la Palca (Potosí), en los salares de Uyuni y Coipasa, y las oficinas centrales en La Paz.

En Chile, Albemarle emplea cerca de 500 empleados, de acuerdo a su sitio web ([albemarlelitio.cl](http://albemarlelitio.cl)), distribuidos en dos sitios de producción: la planta del salar de Atacama y la planta de procesamiento en La Negra, cerca de Antofagasta. Con respecto a SQM la información de la empresa indica 5.741 personas empleadas al mes de diciembre de 2019 para las 5 líneas de negocio atendidas por la firma, sin hacer distinción de las afectadas al litio. El 61% de su nómina pertenece a la región de Antofagasta (SQM, 2020).

#### **6.4. El medioambiente**

La conveniencia económica señalada para la explotación del litio en salares respecto de otras fuentes de extracción, no puede entenderse desprendida de los efectos ambientales. Efectivamente, la ventaja de costos tiene relación con las condiciones naturales: los altos niveles

de radiación solar y la baja presión absoluta de vapor, en un ambiente con precipitaciones escasas, permiten la economía del método productivo centrado en la evaporación.

Las actividades del hombre degradan todos los ecosistemas, sea en forma directa o indirecta, y este caso no puede ser la excepción, aunque el potencial de degradación aquí es mayor por cuanto los ecosistemas que integran estos salares se caracterizan por su fragilidad debido a las condiciones de estas zonas desérticas que combinan extrema aridez y bajas temperaturas (Marquet et al., 1998).

La explotación del litio en salmueras naturales se realiza mediante procesos de uso intensivo de agua que además de competir con otros usos relevantes para las comunidades locales pueden promover el desbalance hídrico del ecosistema, cuya capacidad de recarga es generalmente desconocida por falta de estudios.

Según Ingrid Garcés Millas, especialista con más de veinte años de trabajo en la zona de los salares chilenos, actualmente a cargo del Departamento Ingeniería Química y Procesos Minerales de la Universidad de Antofagasta, los impactos causados por la extracción de cobre y litio en la zona son notorios, mientras que las posibilidades de mejorar los procesos son factibles técnica y económicamente mediante extracción por solvente o utilización de agua de mar mediante plantas desalinizadoras. Sin embargo, encuentra la reticencia de empresas nacionales y extranjeras para no resignar ganancias (entrevista personal, junio de 2020).

Además del agua contenida en la salmuera, el proceso requiere el uso de fuentes de agua dulce. Según una presentación para el IX Congreso Argentino de Hidrogeología el uso de agua dulce en el proceso productivo no requiere una calidad comparable a la del consumo humano, sin embargo, la presencia de elementos y compuestos como boro, arsénico, magnesio y sílice, interfieren en el proceso de obtención de carbonato de litio, razón por la cual representa un desafío para la realización de estos proyectos la localización de fuentes de agua con bajos contenidos en estos elementos (García, 2016).

La explotación del litio en salares supone un tipo especial de minería cuyo sustrato, la salmuera, presenta un comportamiento hidrodinámico por tratarse de un cuerpo acuoso en movimiento. Esto implica que el fluido extraído en un determinado punto del salar afecta las concentraciones en otro punto del mismo salar que puede ubicarse fuera de la superficie minera concedida para su explotación. Además, la extracción tiene el potencial de afectar el conjunto de los recursos hídricos del área, incluyendo los sistemas lagunares y el medio biótico asociado. Estas cuestiones abordadas con acierto por la Comisión Nacional del Litio en Chile, le llevaron

a proponer una mirada amplia sobre la gobernanza de los salares y a señalar la inconveniencia del sistema tradicional de concesiones judiciales mineras delimitada a una superficie territorial, sugiriendo su reemplazo por una autorización que considere un flujo máximo de extracción de salmuera compatible con las características hidrogeológicas del respectivo salar (Comisión Nacional del Litio, 2015).

En la medida que estos aspectos carezcan de adecuado tratamiento, la explotación de los salares andinos presenta una paradoja ambiental: mientras se promociona al litio como un elemento clave para reducir el impacto mundial de la huella de carbono por su impulso a la movilidad eléctrica y al uso de energías limpias, el proceso de extracción sin controles efectivos genera una importante huella hídrica en los ecosistemas más frágiles del planeta.

#### **6.5. Los actores y sus estrategias**

La existencia y acceso del recurso de litio en salares confiere una ventaja natural a la zona del TDL que justifica su consideración de territorio como factor de desarrollo. Por lo tanto, resulta necesario analizar las visiones, estrategias e instrumentos de los distintos actores respecto del aprovechamiento del recurso y las ventajas que proporciona su explotación eficiente desde el punto de vista económico. Ello representa una postura respecto de modelos de desarrollo, y en particular una posición instrumental acerca del papel que juegan los recursos naturales.

Cada uno de los actores intervinientes en torno del litio (Estados centrales, unidades sub-nacionales como provincias, departamento o regiones, empresas de capital extranjero y otros actores sociales) considera estratégico al recurso del litio por distintas razones u objetivos (algunas veces coincidentes y otras divergentes), y despliegan también diferentes acciones, acorde a sus propios fines e intereses. Incluso en sus formas, la consideración de *estratégico* adopta diversos instrumentos, como ser: simples declaraciones, planes de acción empresaria, directivas de políticas públicas, inclusión en ordenamientos normativos, entre otras.

En este capítulo se analizarán las interacciones de los actores –a partir de la explotación del litio en cada país del TDL– de las que surge la percepción acerca del mejor aprovechamiento del recurso.

La siguiente figura muestra el cuadro de los principales actores públicos y privados en torno a los principales proyectos de explotación de cada país en la zona.

Figura 10

Principales proyectos de explotación y sus actores

País	Provincia Departamento Región	Proyecto	Empresa	Origen	Estado
Argentina	Catamarca	Fénix	Livent (ex FMC)	EEUU	Operativo
	Jujuy	Olaroz	Orocobre	Australia	Operativo
			Toyota Tsushuo	Japón	
			JEMSE	Argentina (Jujuy)	
		Cauchari	Lithium Américas	Canadá	Avanzado
			Ganfeng Lithium JEMSE	China Argentina (Jujuy)	
Bolivia	Salta	Pozuelos	LSC Lithium	Canadá	Avanzado
			Lithea	Canadá	
		Rincón	Argosy Minerals	Australia	Avanzado
Bolivia	Potosí	Uyuni	YLB	Bolivia	Operativo
Chile	Antofagasta	Atacama	Albemarle	EEUU	Operativo
		Atacama	SQM	Chile	Operativo
	Atacama	Maricunga	Codelco	Chile	Autorizado
		Salar Blanco	Lithium Power	Australia	Autorizado
			MSB	Chile	
Bearing Lithium	Canadá				

Elaboración propia.

### 6.5.1. La República Argentina

De los tres países del TDL, la República Argentina es el único que adopta la forma federal de gobierno, lo cual tiene consecuencias pues las provincias cuentan con facultades sobre los recursos mineros ubicados en su territorio y así pasan a convertirse en actores con peso propio.

A partir de la reforma de la Constitución Nacional de 1994, el artículo 124 estableció dos cuestiones con incidencia directa para el tema a tratar. Por un lado, el precepto citado reconoce el dominio originario de las provincias respecto de los recursos naturales existentes en su territorio, incluyendo los mineros. Además, el mismo artículo establece para las provincias la posibilidad de celebrar convenios internacionales en tanto no sean incompatibles

con la política exterior de la Nación y no afecten las facultades delegadas al Gobierno Federal o el crédito público de la Nación; con conocimiento del Congreso Nacional.

Estas dos facultades legales, otorgan a las provincias un amplio margen de maniobra para lograr el mejor aprovechamiento de sus recursos mineros.

Sin embargo, el Estado nacional tiene una injerencia significativa en la política minera y en la conformación de un modelo de desarrollo que condiciona aquellas facultades provinciales, especialmente cuando los gobiernos sub nacionales pertenecen a regiones rezagadas, en cuanto al desarrollo, respecto de las zonas más prósperas del país, configurando una situación de doble periferia<sup>9</sup>.

La legislación nacional en materia minera carece de un tratamiento específico para el litio; por lo tanto, el mismo puede ser concedido sin limitaciones especiales.

Un breve repaso histórico sobre la explotación del litio en Argentina permite señalar algunos hitos. La presencia de minerales de litio bajo condiciones de explotación económicamente rentable se verificó en 1935, durante la búsqueda y explotación de pegmatitas portadoras de berilo, en la provincia de San Luis. Al año siguiente comenzó la explotación del litio que hasta principios de los años 60 arrojó como resultado la exportación de unas 520 toneladas con leyes del 5 al 6% de óxido de litio y con destino exclusivo a Estados Unidos (Dirección de Economía Minera, 2017). Este país comenzó la explotación de salmueras naturales en Silver Peak, desde 1966, y a partir de entonces los yacimientos locales dejaron de ser competitivos y debieron cerrar.

En 1964, el geólogo Luciano Catalano, por entonces subsecretario de Minería de la Nación, publicó una serie de investigaciones sobre la base de exploraciones realizadas en las décadas del 20 y 30. Allí señalaba la importancia de estos recursos para la energía y recomendaba “su movilización económica industrial a total beneficio del engrandecimiento de la patria, propiciando la organización de empresas fiscales, porque la energía es el fundamento de la liberación política y económica de los pueblos soberanos, si así los usan y defienden” (Catalano, 1964:7).

En la década siguiente, debido a la importancia del litio como recurso crítico para su empleo nuclear y energético, se reservaron los derechos legales de cobertura sobre pertenencias

---

<sup>9</sup> Esta situación toma en cuenta que las divisiones entre Estados analizadas por el estructuralismo latinoamericano con énfasis en la ubicación en centros y periferias, también tiene lugar al interior de las fronteras nacionales, conformando unidades subestatales centrales y periféricas (Juste, 2017; Oddone & Juste, 2020).

mineras en los salares de la Puna andina en favor de la Dirección General de Fabricaciones Militares (DGFM), dependiente del Ministerio de Defensa, la cual desempeñaba funciones en el sector de la minería desde 1941.

Con menos referencias a la organización de empresas estatales, un informe de la DGFM de 1980 (parcialmente redactado en idioma inglés) daba cuenta de sus principales proyectos mineros, conteniendo un capítulo especial para el litio donde menciona que, desde mediados de los años 70, varios organismos estatales estudiaban el potencial de unos 12 salares de la Puna ubicados en Jujuy, Salta y Catamarca. También destaca que el depósito mejor estudiado hasta el momento era el Salar del Hombre Muerto, donde la DGFM tenía derechos de cateo en firme, manteniendo en superficie una interesante expectativa. Además, alega que los resultados de las propiedades del yacimiento estaban confirmadas por laboratorios de la Universidad de Salta, la Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales (CNIE) y el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS por sus siglas en inglés). Finalmente, el informe expresa:

La Argentina está resuelta a concretar un estudio a fondo de sus recursos en salmueras, especialmente por Litio y sus paragéncos, dada la importancia creciente que esta sustancia tiene en el mercado actual, en el mediano de la industria de los acumuladores de alto rendimiento y en el largo plazo como vector nuclear y de pilas de combustión (DGFM, 1980:3).

En la década del 90 se iniciaría la explotación del litio en los salares de la Puna Argentina, aunque con una orientación distinta de las sugeridas por Catalano en los años 60. En 1991, el gobierno nacional autorizó la concesión de pertenencias mineras de la DGFM que firmó, junto con la provincia de Catamarca, los contratos para la explotación del proyecto Fénix en el Salar del Hombre Muerto a favor de la firma Minera del Altiplano S.A., una subsidiaria de la norteamericana FMC Corporation que había recalado en Argentina luego de participar sin éxito en una licitación para la explotación del Salar de Atacama en Chile y mientras veía fracasar sus posibilidades para explotar el Salar de Uyuni en Bolivia. De esta manera se produciría la apertura del sector hacia las inversiones extranjeras y dos años después se dictaría un marco legal nacional tendiente a resguardar aquel tipo de inversiones mediante la Ley de Inversiones Mineras. Sus disposiciones otorgaban un conjunto de beneficios fiscales (especialmente el congelamiento de la estructura impositiva de los proyectos) y ponía límites al cobro de regalías por parte de las provincias, propietarias de los recursos. En 1994, una reestructuración de la DGFM dispuso el cese de sus actividades en el sector minero, en el marco de una profunda reforma económica acorde a los lineamientos de los organismos multilaterales de crédito resumidos en el Consenso de Washington.

Durante la primera década del siglo XXI se hizo patente el auge del litio a partir del incremento de las demandas de materias primas por parte de China, quien pasó a ocupar un lugar preponderante entre los productores de baterías para la electrónica de consumo, además de advertirse el avance en el desarrollo de los vehículos eléctricos y la potencialidad de las baterías de iones de litio para ese sector. Esto repercutió en el interés de empresas extranjeras sobre los proyectos mineros de la región. No obstante, en ese decenio no se registraron iniciativas estatales dirigidas hacia la explotación del recurso (incluso considerando el lanzamiento del Plan Minero Nacional de 2004 que declaró a la minería como política de Estado).

En la década siguiente surgieron atisbos de acción estatal en relación al recurso cuando se acordó la conformación del Grupo de Trabajo Interministerial para la Promoción del Aprovechamiento Integral del Litio (2011). Allí se realizaron gestiones para aprovechar la provisión de computadoras, en el marco del programa gubernamental Conectar Igualdad, bajo la idea de trabajar con proveedores locales que pudieran suministrar baterías para dicho equipamiento. La convergencia entre funcionarios, investigadores científicos y empresarios para abastecer un mercado asegurado (al que luego se agregarían las empresas electrónicas radicadas en Tierra del Fuego como otro mercado potencial de mayor escala) no pudo superar los obstáculos para cumplir con los suministros acordados. La posibilidad de realizar las baterías en el país fue puesta en entredicho y, según Bruno Fornillo, hubo disenso entre los investigadores científicos que fomentaban la concreción de las baterías y el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), una institución clave encargada de articular entre los sectores de la ciencia, la técnica y la industria, lo que atemperó el impulso y modificó la estrategia del Ministerio de Industria en su apoyo a estas iniciativas. Hacia fines de 2014 no se observaron más acciones del grupo de trabajo interministerial, finalmente desactivado por falta de coordinación (Fornillo, 2015).

Entre 2012 y 2015, en el marco del Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación denominado Plan Argentina Innovadora 2020, la temática del litio fue incorporada dentro del Núcleo Socio Productivo Estratégico relacionado con la industria, reconociendo su carácter de elemento estratégico y postulando “el aprovechamiento de yacimientos de litio para la producción de material de base de alta pureza para fabricar baterías de litio” (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, 2015:65). El plan en acción destacaba unos 5 proyectos con un monto de financiamiento exiguo para tales las pretensiones, unos 15 millones de pesos.

Para mediados de la década, cuando se generaba un auge del litio que llegaba a evidenciarse con la presencia del tema en la opinión pública, la autoridad de aplicación en la materia se dirigió a promover el desarrollo de nuevos proyectos mineros de litio (con presencia prácticamente absoluta de capital extranjero) bajo la perspectiva de estabilizar tales emprendimientos antes de que se cierre la ventana de oportunidad por saturación de participantes o se produzca la entrada en operación de otros proyectos mundiales algo atrasados con respecto a los de Argentina (Dirección de Economía Minera, 2017).

Si bien fue reconocida la importancia del agregado de valor en la explotación de los productos primarios y las oportunidades derivadas del auge del litio, por lo menos aguas abajo<sup>10</sup> de la cadena de valor a través de la elaboración de compuestos de litio, las políticas nacionales en la materia carecen de programas especiales tendientes a un mejor aprovechamiento. Así, éstas políticas apuntan a la explotación del litio sin mayor elaboración, sin que se establezcan lineamientos concretos tendientes a conformar una cadena de valor en torno al mineral. Esto también puede advertirse en las disposiciones sobre el litio que contiene el Acuerdo Federal Minero, suscripto entre la Nación y catorce provincias en 2017. En su punto 26 dicho instrumento establece que “las Provincias que tengan recursos minerales de litio en salares conformarán, junto con la Nación, un equipo interdisciplinario tendiente a generar, en forma consensuada, los protocolos de estudio, exploración y desarrollo del litio de salares. Este equipo –que se denominará ‘Mesa del Litio en Salares’– establecerá las pautas hidrogeológicas, de proceso, ambientales, normativas, etc. que adoptarán las referidas Provincias, con el objeto de lograr un contexto común para el adecuado desarrollo de este recurso.” De la simple lectura puede advertirse que, ni siquiera al nivel de una expresión general normativa, se hace mención a la industrialización o mayor elaboración del producto primario. En igual sentido, cabe mencionar la falta de leyes emanadas del Congreso Nacional relativas al litio. Hasta la fecha pueden contabilizarse unas 25 iniciativas, aunque ninguna de ellas alcanzó a superar los trámites para su tratamiento y aprobación.

#### **6.5.1.1. La provincia de Catamarca**

Catamarca cuenta con el primer yacimiento de salares operativo en el país, se trata del proyecto Fénix ubicado en el Salar del Hombre Muerto. Para la explotación de otro sector del mismo salar, tiene en estado avanzado el proyecto denominado Sal de Vida y otros proyectos

---

<sup>10</sup> En la terminología de las cadenas de valor, se consideran ubicados aguas abajo los eslabones dirigidos hacia el producto final y aguas arriba los eslabones iniciales de la cadena. La dirección aguas abajo supone el agregado de mayor valor a un bien en proceso de elaboración.

con distinto grado de avance para la explotación del salar de Carachi Pampa y la Laguna Tres Quebradas (Subsecretaría de Desarrollo Económico, 2019).

Desde principios de 1991, es decir, antes de la sanción de las normas relativas a las inversiones mineras, la provincia estuvo vinculada a la explotación de litio con la empresa Minera del Altiplano S.A., subsidiaria de la norteamericana FMC Corporation (ahora Livent).

La firma del contrato para la explotación del Salar del Hombre Muerto ocurrió el 21 de febrero de 1991 y fue aprobado por la legislatura provincial el 19 de marzo de dicho año (Ley provincial N° 4.589)<sup>11</sup>.

En 1994, con posterioridad a la sanción de la Ley Nacional de Inversiones Mineras, la firma solicitó a las autoridades provinciales (la DGFM había cesado sus actividades en el sector minero y cedido sus pertenencias mineras a la provincia) la revisión del proyecto Fénix para adaptarlo a dicha normativa y, en consecuencia, reducir el monto de las regalías que de acuerdo a la cláusula décimo novena del contrato original preveía un valor entre 3% y 8,4% según volúmenes de producción y áreas de extracción. Nuevamente, con intervención de la legislatura provincial, el gobierno provincial accedió a la solicitud.

Finalmente, la explotación del yacimiento dio inicio en el año 1997, lo cual motivó el cierre de los yacimientos de espodumeno que la firma matriz explotaba en Estados Unidos.

El proyecto Fénix cuenta con instalaciones productivas en las inmediaciones del salar (departamento Antofagasta de la Sierra) para procesar carbonato de litio. Otra planta vinculada a la explotación está ubicada en el departamento Güemes, provincia de Salta, donde se obtiene cloruro de litio. La mayor refinación del litio se realiza en Estados Unidos (hidróxido, butil, metálico y otros), Inglaterra (butil y otros), India (organolitio) y China (hidróxido y butil litio). Desde el inicio, toda la producción del salar se dirige a los mercados del exterior.

En 2017, por la creciente demanda mundial de litio, la empresa trasnacional gestionó y obtuvo del gobierno provincial una ampliación del área de explotación, sobre el resto de las pertenencias originalmente puestas en cabeza de la DGFM, con la cual espera aumentar su

---

<sup>11</sup> El trámite acelerado transcurrió en un momento de histórica conmoción política y social para la provincia, en donde se sucedían las denominadas Marchas del Silencio, un reclamo de justicia por el asesinato de la joven estudiante María Soledad Morales. Al mes siguiente de la aprobación legislativa, más precisamente el 17 de abril de 1991, el Poder Ejecutivo Nacional dispuso la intervención de la provincia, remedio de aplicación extraordinaria ante hechos de gravedad. El instrumento que dispuso la medida menciona como notorio el evidente clima de conmoción social y la falta de vigencia de la división de poderes, “situación que se patentiza a través de la inactividad del Poder Legislativo para adoptar los remedios necesarios y suficientes para superar la situación antes descripta” (Decreto Nacional 721/91).

producción anual de 17.000 a 40.000 tn/LCE. Además, con dicho trámite obtuvo una modificación para determinar las regalías en función de las ventas, en reemplazo del valor producido en boca mina, lo cual puede implicar una potencial desventaja teniendo en cuenta que los precios de los contratos del litio se establecen en forma individual entre productores y clientes dentro de una cadena de valor con tendencia de las firmas intervinientes a integrarse verticalmente mediante asociaciones y *joint ventures*.

En su relación con la firma la provincia fue permeable a distintas solicitudes: la autorización de 1991, una disminución del valor de las regalías en 1994 (para adaptarlas a la legislación nacional) y la ampliación de la explotación en 2017. Sin embargo, no pudo obtener el reconocimiento formal al pago de un elemento fundamental: el canon por la utilización del agua para el emprendimiento, cuya percepción fue negada sistemáticamente por la empresa y motivó una controversia judicial derivada en un acuerdo que relaciona el uso del agua a las ventas de la producción de litio. Tampoco se destaca la integración al sistema productivo local con lo cual la explotación adquiere características de enclave.

La Constitución de la Provincia de Catamarca contiene algunas disposiciones específicas respecto a la minería (artículos 66, 67 y 68). El artículo 67 establece como obligación para el gobierno propender a la extracción de los minerales y al establecimiento de plantas de concentración e industrialización mineral en las zonas estratégicas y económicamente convenientes. Sin embargo, este propósito no se cumple acabadamente. Los compuestos de litio no se obtienen en el territorio más allá del carbonato de litio, cuya elaboración resulta prácticamente básica y habitual para las explotaciones de salares, mientras que el cloruro de litio se obtiene en la planta de la provincia de Salta<sup>12</sup>.

La reactivación de la minería mediante el ingreso de capitales extranjeros iniciada en la última década del siglo XX se reflejó en la provincia de Catamarca con el inicio de operaciones para dos proyectos de relevancia mundial como el proyecto Fénix (litio) y especialmente el proyecto Bajo La Alumbraera (oro y cobre). Conscientes del impacto a provocar en una economía relegada en el concierto nacional, las autoridades provinciales intentaron delinear

---

<sup>12</sup> La falta de industrialización de los recursos mineros también puede advertirse con otro caso emblemático. Se trata del cierre de la única refinera de oro del país que existía en el país, ocurrido en 2017. La refinera catamarqueña pertenecía a la firma Yacimientos Mineros de Agua de Dionisio (YMAD), creada por Ley 14.771 y con participación de la Nación, la provincia de Catamarca y de la Universidad Nacional de Tucumán. Este cierre se produjo a pesar de la participación de YMAD, mediante una unión transitoria de empresas (UTE), en la principal explotación minera de Catamarca desde mediados de los 90. En efecto, el proyecto Bajo La Alumbraera (cobre y oro) produce un concentrado sin mayor industrialización, enviado a la provincia de Tucumán mediante un mineraloducto para su posterior transporte en ferrocarril hacia el puerto de San Lorenzo, provincia de Santa Fe.

estrategias para el mejor aprovechamiento de las oportunidades presentadas. Entre 1994 y 1996 tuvo lugar un proceso de amplia participación para diseñar el desarrollo provincial denominado Plan Estratégico Consensuado. Uno de los ejes estratégicos del plan era potenciar el desarrollo económico local a partir del fomento y la modernización de los sectores más competitivos, destacándose como objetivos en relación al sector minero los siguientes: concretar la industrialización de los recursos naturales de origen mineral; promover la radicación de industrias relacionadas con el rubro minero dando valor agregado a la producción primaria local; promover el establecimiento de un parque industrial derivado de la actividad minera; promover el asentamiento de empresas de provisión de insumos para la minería; promover inversiones en investigación minero-industrial. De manera concreta, el plan estableció con el numeral 58.C el proyecto de industrialización de los recursos minerales en cuya descripción se menciona gestionar la inclusión, en las futuras licitaciones de áreas de explotación minera, de la industrialización de los minerales a obtener e incentivar las radicaciones destinadas a explotaciones mineras que prevean la industrialización *in situ* de los minerales obtenidos (Provincia de Catamarca, 1996).

En la práctica, la explotación minera provincial se encuentra lejos de los lineamientos establecidos en la Constitución Provincial y las estrategias iniciales para el aprovechamiento de la reactivación minera de los años 90. Escaparía a este trabajo el examen detallado de las causas que producen la divergencia entre los modelos de desarrollo minero plasmados en normas, planes y declaraciones con la concreción efectiva de la minería sin mayores encadenamientos productivos y, en el caso del litio, en situaciones que configuran verdaderos enclaves. Sin embargo, deben apuntarse dos cuestiones al respecto. Por un lado la falta de políticas nacionales para favorecer y apoyar los designios provinciales, lo cual resulta fundamental en una provincia históricamente dependiente de las transferencias nacionales para su funcionamiento y rezagada en su desarrollo respecto de las zonas centrales del país. En este contexto, otra de las cuestiones a considerar es la relación entre los ingresos fiscales generados por la minería y la magnitud de las transformaciones requeridas por una provincia marginal para dinamizar su estructura económica y achicar la brecha del atraso. Así, las regalías mineras provinciales (limitadas por ley nacional para atraer las inversiones extranjeras) aparecen como una salida a la necesidad de ingresos, aun cuando su percepción se realiza a sabiendas del valioso recurso no renovable que las genera y en plena conciencia con la insuficiencia de esos montos para realizar las inversiones que permitan alcanzar sus legítimas aspiraciones de desarrollo, más aún frente a las demandas

de una población con grandes necesidades básicas sin satisfacción. Todo un caldo de cultivo para establecer relaciones político-económicas de tipo clientelar.

De la relación entre las expectativas generadas por la explotación minera y la percepción de una situación social insatisfactoria surgen tensiones y conflictos característicos de la oposición a la minería. Más allá de la consideración a la población en general y sus expectativas de desarrollo, la explotación del litio genera conflictos que resaltan la presencia de un actor singular: las comunidades ubicadas en sitios cercanos a los yacimientos, las cuales generalmente tienen el carácter de comunidades aborígenes o pueblos originarios, en algunos casos reconocidos de acuerdo al ordenamiento jurídico<sup>13</sup>. La causa principal de estos conflictos radica en la utilización del agua. Así, en relación al proyecto Fénix, las ampliaciones de explotación acordadas en 2017 implican mayor utilización de agua dulce y la empresa operadora emprendió una obra para la utilización del río Los Patos (pozos de bombeo y acueducto de más de 30 km hasta la planta). Esto generó conflicto con las comunidades indígenas, asambleas socioambientales y vecinos autoconvocados del departamento Antofagasta de la Sierra, las cuales denuncian que la firma agotó el cauce del río Trapiche y prevén el mismo destino para la otra fuente (Aranda, 2020).

#### 6.5.1.2. La provincia de Jujuy

La explotación del litio en Jujuy es más reciente. La producción del salar Olaroz comenzó en 2015, mediante el operador Sales de Jujuy S.A., un consorcio de empresas integrado por la australiana Orocobre Ltd., la japonesa Toyota Tsushuo Corporation (TTC)<sup>14</sup> y la local Jujuy Energía y Minería Sociedad del Estado (JEMSE). Esta última tiene una participación del 8,5% (en acciones de clase B), porcentaje que representa una estrategia de apropiación de renta por encima de las limitaciones aplicadas a la percepción de regalías mineras (3% valor boca mina)<sup>15</sup>. La producción anual del proyecto ronda las 17.000 tn/LCE y

---

<sup>13</sup> Como la Comunidad Indígena de Antofalla (de origen kolla-atacameño) ubicada en torno al Salar de Antofalla.

<sup>14</sup> Orocobre Ltd. y TTC conformaron previamente una sociedad de inversión (Sales de Jujuy Pte. Ltd. con sede en Singapur) mediante la cual la firma japonesa es el agente exclusivo de ventas. Según su página web (toyota-tsusho.com), TTC es el brazo comercial de Toyota y su rol en la cadena de valor automotriz consiste en eslabonar empresas afiliadas realizando las inversiones de capital para desarrollar los recursos de materias primas y establecer estructuras de suministro eficientes.

<sup>15</sup> Como la empresa provincial carecía de los fondos necesarios para hacer su aporte de capital, el mismo se realizó a través de un préstamo otorgado por la propia socia Orocobre, a cambio del 33,33% de los dividendos que le correspondan a la participación accionaria una vez que el proyecto comience a reportar beneficios. Otra disposición relativa al proyecto establece que Sales de Jujuy tiene como prioridad el pago de la deuda al financista concertado por Toyota Shusuo, el Mizuho Bank, por sobre el pago de los dividendos de JEMSE (Slipak, 2015).

tiene prevista una ampliación hasta alcanzar las 42.000 tn/LCE. Estos valores presentan similitudes con la explotación del proyecto Fénix en Catamarca.

Por otra parte, el proyecto Caucharí-Olaroz se encuentra avanzado y se estima una capacidad de explotación en torno a las 25.000 tn/LCE para el año 2021. Este proyecto está a cargo de la minera Exar integrada por un *joint venture* entre las firmas Lithium Americas Corp (LAC) y Gangfeng Lithium. Otros proyectos avanzados se ubican en los salares de Caucharí y Salinas Grandes (Subsecretaría de Desarrollo Minero, 2019).

La incorporación de la provincia de Jujuy como nuevo actor en la producción del litio se realiza en una fase de auge del litio, con la experiencia catamarqueña como modelo sobre la cual establecer mejoras para el mejor aprovechamiento del recurso. Al igual que la provincia de Catamarca, la explotación minera se percibe como un motor para impulsar una mejora en las condiciones de desarrollo. Así como Catamarca estableció un eje estratégico mediante la formulación de un plan, la provincia de Jujuy expresó mediante un acto formal de los poderes públicos la declaración legal del litio como mineral natural estratégico generador del desarrollo (Decretos Acuerdo 7.592/11 y 7.630/11, aprobados por Ley 5.674).

Más allá de la mención en un plano normativo, se advierten algunas acciones que diferencian el modo de concreción de la estrategia entre los gobiernos provinciales.

En la concesión del proyecto Olaroz se percibe uno de esos puntos diferenciales debido a la participación en el emprendimiento de la empresa estatal provincial JEMSE (creada por Ley provincial 5.675 de 2011)<sup>16</sup>. De acuerdo a la aprobación del proyecto efectuada en el 2012, la intervención de JEMSE se realiza en calidad de socio, participando como tal de los costos, inversión y utilidades. El aporte de JEMSE a la inversión inicial fue financiado por Orocobre Ltd. mediante un préstamo a ser reintegrado en los primeros ocho años de un proyecto cuya explotación se estima en 40 años. Sin perjuicio de las utilidades del 8,5% la provincia accede además al cobro del 3% de regalías (Mining Press, 2012). Para la administración provincial ello significa la posibilidad de obtener mayores porciones de renta que superen el límite de los ingresos provenientes por regalías mineras, además de esgrimirse otro factor de importancia productivo: la posibilidad de acceder a pequeño porcentaje del compuesto de litio (carbonato de litio) que se obtiene mediante la aplicación tecnológica de los socios principales del proyecto

---

<sup>16</sup> La provincia de Catamarca tiene una empresa estatal de similares características, Catamarca Minera y Energética Sociedad del Estado (CAMYEN SE), creada por Ley provincial 5.354 del año 2012, aunque hasta el momento carece de intervención en proyectos de litio.

de la que aún no dispone la provincia. Las empresas extranjeras integrantes del proyecto perciben como una ventaja, desde su punto de vista, la intervención JEMSE por tratarse de una contraparte con responsabilidad política en la provincia. Dicha ventaja fue expresada con total claridad por un alto directivo de la firma Orocobre Ltd. (principal participante del proyecto) quien manifestó en una exposición pública en la feria canadiense PDAC:

Los empresarios que no entiendan el aporte que las empresas provinciales pueden realizar a los proyectos mineros seguramente no serán exitosos en la Argentina. La presencia de las gobernaciones en los emprendimientos mineros puede contribuir a mejorar la relación con las comunidades locales, así como también a resolver problemas con la importación de insumos y a solucionar inconvenientes de índole política (El Inversor, 2013).

En esta ecuación se vislumbra un intercambio entre seguridad jurídica, legalidad y legitimidad a cambio de la mejora de los recursos fiscales que no debe soslayarse.

A este respecto cabe mencionar que la cuenca de los salares Cauchari-Olaroz constituyen territorio de asiento otorgados a unas diez comunidades indígenas de origen atacama, las cuales encuentran en la producción de ganadería y agricultura andina (cría de cabras y llamas, cultivo de quinoa y papa kolla) la base de una economía de subsistencia que naturalmente puede rivalizar con la utilización de agua requerida por la actividad minera. Sin embargo, la estrategia de trabajo conjunto entre las firmas extranjeras y la participante provincial motivó la aceptación de los proyectos de litio tras el despliegue de una serie de iniciativas de intervención local bajo el marco corporativo de la responsabilidad social empresaria, el modelo de valor compartido y otras medidas que van más allá del asistencialismo estatal. La obtención de licencia social no implica inexistencia de conflictos que cuestionan las condiciones de instalación y desarrollo de los emprendimientos mineros (Jerez, 2018).

Otros aspectos en donde destaca la especialidad del modelo jujeño está dado por la coordinación para promover el desarrollo de conocimientos tecnológicos y científicos, mediante la firma de distintos acuerdos, como así también en el encadenamiento productivo pretendido para el recurso natural explotado.

Los esfuerzos tendientes a aunar la experiencia de investigadores nacionales en la temática del litio inició en 2014 con un acuerdo entre la provincia de Jujuy, la Universidad Nacional de Jujuy y la empresa de tecnología estatal Y-TEC (51% YPF, 49% CONICET), con el objeto de poner en marcha un centro de investigaciones sobre el litio. Tuvo efectiva concreción en 2017 cuando se inauguró el Centro de Desarrollo Tecnológico General Savio que alberga tres institutos interinstitucionales, dos de ellos dedicados al litio y las energías

renovables. En particular, el Centro de Investigación y Desarrollo en Materiales Avanzados y Almacenamiento de Energía de Jujuy (CIDMEJU) trabaja sobre tres ejes de I+D: la búsqueda y el desarrollo de nuevas tecnologías para la extracción de litio a partir de los salares de altura de la Puna; la síntesis química, a escala piloto, de compuestos de alto valor agregado a partir de los productos primarios de la minería, para ser utilizados en diversas aplicaciones; el estudio de procesos de electrodo, que conduzcan a una mejor comprensión del funcionamiento, y al desarrollo de baterías de alta capacidad.

Respecto a la posibilidad de generar eslabonamientos aguas abajo de la cadena de valor del litio, en noviembre de 2016, se firmó un carta de intención entre la empresa de tecnología Y-TEC, la fabricante de baterías italiana FIB-FAAM (Grupo Seri) y la empresa provincial JEMSE, para la instalación de una planta de celdas de litio en el país, con una capacidad de 96 MWh de potencia (Dirección de Economía Minera, 2017). Finalmente, hacia mediados de 2019 se inició la construcción de una planta en la localidad de Perico para la fabricación de baterías bajo la titularidad de la firma Jujuy Litio SAPEM (60% JEMSE y 40% FIB).

No obstante estos esfuerzos, la estrategia de los socios mayoritarios que explotan el Salar de Olaroz (Orocobre y TTC) apuntan hacia otra dirección. En efecto, la producción de compuestos de litio en el salar se limita al menos elaborado carbonato de litio, mientras que se encuentra en construcción una planta en Naraha (Japón) para obtener hidróxido de litio, compuesto de mayor valor. La propia compañía Orocobre menciona que se trata de la primera planta de este tipo en ese país y que en las inmediaciones se encuentra en funcionamiento una planta de cátodos (Sumitomo Metals Minnigs Co.) y que se anunciaron planes para la fábrica de baterías, también en las cercanías (*joint venture* entre Toyota y Panasonic). Además recuerda el rol de agente de ventas de TTC dentro de la estructura empresarial de Sales de Litio S.A. por lo que espera la entrega de la mayor parte de la producción de Olaroz a la industria japonesa de baterías (Orocobre, 2019).

### 6.5.1.3. La provincia de Salta

Por el momento, la provincia no cuenta con grandes proyectos en estado operativo. El proyecto Salar de Rincón tiene una planta piloto con capacidad de producción reducida (1200 tn/LCE), previéndose la ampliación hacía unos 20.000 tn/LCE para el año 2021. Otra planta en construcción pertenece al proyecto Salar de Centenario Ratones, en cabeza de la francesa Eramet a través de la subsidiaria local Eramine Sudamericana S.A.

Sin embargo, la explotación del litio en esta provincia tiene algunas características para resaltar. Salta es la provincia con más proyectos en fase de exploración, evaluación y factibilidad. Por otra parte, cuenta con una experiencia de explotación a nivel de pequeña y mediana empresa a través de la empresa Puna Mining S.A, un emprendimiento con capitalización internacional de la firma australiana Argosy Minerals Ltd., llevado adelante por el ingeniero químico Pablo Alurralde, con reconocida experiencia en el trabajo de salares y específicamente en el proyecto Fénix (Minera del Altiplano S.A.- FMC) del Salar del Hombre Muerto. Con una inversión inicial de u\$s 8 millones logró producir carbonato de litio en grado batería desde una planta piloto y con un volumen de 5 tn/LCE comercializado a los mercados asiáticos (El Tribuno, 2019).

La provincia persigue una estrategia de generación de rentas mediante la posible participación de una empresa dependiente del Estado provincial, Recursos Energéticos y Mineros S.A. (REMSA), constituida como sociedad anónima entre la provincia (con el 99% del capital) y el Municipio de San Antonio de los Cobres (con el 1% restante). Así, hasta 2015, REMSA desarrollaba una actividad público-privada en los tres salares de la provincia en los que se encuentra el litio, con más de 11.000 hectáreas bajo su control: en Arízaro, Hombre Muerto y Salinas Grandes.

REMSA busca incentivar la inversión privada en los proyectos mineros. Entre sus objetivos menciona explorar y explotar recursos mineros, sirviendo de órgano facilitador para articular inversiones privadas, apoyada en los privilegios legales para efectuar investigaciones geológicas de base en zonas exclusivas de interés especial mediante la sola comunicación a la autoridad minera, y en la prioridad de declarar el interés para realizar investigación de las minas vacantes o caducas. El proyecto actualmente en carpeta, para 2020/21, es una planta de tratamiento de residuos mineros y metales pesados. No hay participación de esta empresa en proyectos avanzados de litio (REMSA, s.f.).

Según Barandiarán (2019) las políticas de Salta lograron atraer una nueva generación de compañías mineras de litio que operan de manera conjunta empresas, generalmente formadas por una empresa minera (generalmente canadiense o australiana), una empresa de electrónica (de origen francés, japonés o coreano) y una compañía de automóviles (Toyota y Mitsubishi han sido los más activos). Estas son nuevas empresas orientadas al mercado automovilístico y difieren de los productores de litio ya establecidos, compañías como SQM, FMC y Albemarle,

que son compañías químicas internacionales que venden una cartera diversificada de productos de litio.

Por su parte, la provincia tiene radicada la primera fábrica de baterías de litio de Sudamérica, se trata de Telmet que las elabora a través de su unidad de negocio llamada Enerlitio. La firma importa el litio desde Canadá y China, “ya que el que se extrae en Salta requiere de un proceso que en la provincia todavía no se realiza, razón por la que recurren al mercado externo” (Argento & Zícari, 2018:9).

En definitiva, la política provincial sobre el mineral se asemeja a la de Catamarca ya que la producción tenderá hacia la explotación del recurso con poco agregado industrial (básicamente carbonato de litio), sin proyectarse la producción de compuestos más elaborados o productos de mayor valor agregado.

Con respecto a los conflictos derivados de la implementación de proyectos, la cuenca del salar de Salinas Grandes ubicada en las provincias de Salta y Jujuy presenta un caso particular por la existencia de unas treinta comunidades de origen kolla y atacameño que incorporan en su estructura económica la extracción de sal. Los anuncios, permisos y acciones de exploración de las empresas extranjeras para la posterior explotación de litio generaron inconvenientes tales como deficiencias en las perforaciones que produjeron inundaciones, formando lagunas de 3 a 4 km, que impidieron la extracción de sal, perjudicando su beneficio económico. Esto motivó la conformación de la denominada Mesa de las 33 comunidades de la cuenca de las Salinas Grandes y la laguna Guayatoc, y la presentación de una serie de acciones ante la Corte Suprema de Justicia de la Nación (causa C.1196 XLVI, de 2012), tribunales provinciales y en la Comisión Interamericana de Derechos Humanos (Jerez, 2018).

### **6.5.2. El Estado Plurinacional de Bolivia**

Así como en Argentina la configuración del Estado federal tiene incidencia en lo atinente a las competencias de las provincias sobre los recursos naturales ubicados en su territorio, especialmente a partir de la reforma constitucional de 1994, en Bolivia, a pesar de conformación como Estado de tipo unitario, la Constitución Política del Estado (CPE) sancionada en 2009 generó una situación particular al reconocer la preexistencia de naciones indígenas, adoptando la denominación de Estado Plurinacional. En efecto, esta nueva configuración alentó algunas expectativas relacionadas con el mayor reconocimiento y

autonomía de regiones y pueblos originarios que demandaban el manejo de sus propios recursos naturales. Sobre esta refundación estatal se admitían proyecciones empíricas novedosas que podían surgir del ejercicio de la plurinacionalidad y las autonomías, con virtual incidencia sobre asuntos de alta política, especialmente vinculados con la negociación internacional de recursos naturales (Bernal Meza, 2016). Si bien la praxis verificada respecto de la explotación del litio no indica una dirección tan clara en ese sentido, podrá advertirse que la participación de actores locales a través de organizaciones cívicas, comunidades campesinas e indígenas es más relevante respecto a sus vecinos del TDL.

Según su ordenamiento constitucional, las naciones y pueblos indígenas originarios campesinos tienen derecho a la participación en los beneficios de la explotación de los recursos naturales en sus territorios (Art. 30, II. 16 CPE). No obstante, las competencias del nivel central del Estado resultan amplias y abarcan los recursos naturales estratégicos, que comprenden a los minerales (art. 298, II. 4 CPE).

Los departamentos, que constituyen el primer grado de descentralización estatal, tienen la calidad de gobiernos autónomos cuyas competencias quedan establecidas por la constitución. Así, tienen a su cargo la promoción de las inversiones privadas en el marco de las políticas económicas nacionales y la administración de sus recursos por regalías conforme el presupuesto general de la Nación (Art. 300, I. 34 y 36 CPE). Es decir que, respecto del litio, tienen una competencia bastante limitada por las directivas de política económica y presupuestarias definidas por el gobierno central.

La propia constitución establece la industrialización de los recursos naturales como prioridad de las políticas económicas, así como la articulación de esos recursos con el aparato productivo interno (Art. 319 CPE). Además, los recursos naturales no metálicos existentes en salares, salmueras o evaporíticos son de carácter estratégico para el país (Art. 369, II CPE). Por lo tanto la política fijada por el Estado central resulta decisiva en la materia.

El carácter estratégico de estos recursos y su industrialización con recepción normativa constitucional tienen su antecedente en la estrategia establecida por la gestión de gobierno del presidente Juan Evo Morales Ayma para la explotación del litio ligada a un proceso de industrialización e integración a una cadena de valor a realizar en territorio boliviano, marcando una diferencia respecto a la simple explotación primaria del recurso.

### 6.5.2.1. Antecedentes de explotación del litio y política de industrialización

El repaso histórico de la situación del litio en Bolivia tiene su origen en los estudios realizados en los salares del altiplano sur boliviano, especialmente el Salar de Uyuni, desde la década del 60 por parte investigadores alemanes de la Universidad de Freiberg (antigua Academia de Minas de Freiberg). Con idéntica finalidad de estudio, en 1974, se realizó un convenio de cooperación entre la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA) y la *Office de la Recherche Scientifique Technique Outre Mer* (ORSTOM) de Francia. El mismo año, mediante Decreto Supremo 11.614, el gobierno militar implementó el Proyecto de Exploración Minera en la Cordillera, encomendado al Servicio Geológico Boliviano (SGB) con el apoyo financiero del programa de la Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y la Corporación Minera de Bolivia (COMIBOL). El instrumento citado imponía la declaración de Reserva Fiscal sobre las zonas prospectadas y su incorporación a la propiedad de COMIBOL para su explotación y beneficio. Por otra parte, el Servicio Geológico de los Estados Unidos también intervino en la zona a causa de un convenio celebrado en 1976 entre el gobierno boliviano y la *National Aeronautics and Spacial Administration* de los Estados Unidos (NASA). Todos los estudios destacaron la magnitud y calidad de los recursos de litio en el Salar de Uyuni, posicionando a Bolivia como propietaria del mayor yacimiento del mundo (Nacif, 2012).

Con el retorno de la democracia, en la década de los años 80, se realizaron distintas acciones tendientes a promover la explotación del Salar de Uyuni, entre las cuales puede citarse: la creación del Comité Interinstitucional para la elaboración de los términos de referencia de la licitación pública del Salar de Uyuni (1984); la declaración de interés y prioridad nacional a la implementación efectiva del Complejo Industrial de Química Básica creado en 1976; la creación, mediante Ley 719, del Complejo Industrial de los Recursos Evaporíticos del Salar de Uyuni (CIRESU), en carácter de empresa pública interviniente en la licitación pública, cuyo directorio contaba con representaciones del Estado, los trabajadores, los comités cívicos y la Universidad Tomás Frías (1985); la declaración del Salar de Uyuni como Reserva Fiscal mediante Decreto Supremo 21.260 (1986); la aprobación de los términos de referencia de la licitación internacional (1987); la posterior transformación del proceso licitatorio en una invitación directa a la firma estadounidense Lithco (1988); y la elaboración de un primer borrador del contrato y su firma (1989).

El contrato negociado en forma directa entre la empresa y el gobierno concedía facultades de exploración y explotación sobre toda el área determinada como reserva fiscal, por

un plazo de 40 años, además de autorizar la exportación directa de las salmueras obtenidas, sin industrialización. Estas disposiciones contravenían los lineamientos de la Ley 719 y generaron una oposición en el seno del CIRESU, especialmente por parte del Comité Cívico de Potosí (COMCIPO), la Central Obrera departamental y la Universidad Autónoma Tomás Frías. Pese a ello se aprueban los términos del contrato y el Ministerio de Minería lo reenvía al Congreso Nacional para su aprobación en el mes de abril de 1990. Las movilizaciones y huelgas promovidas por el COMCIPO generan una eficaz presión cívico política y el presidente Jaime Paz Zamora desiste del contrato y retoma el camino de la licitación pública internacional.

El nuevo procedimiento desembocó en la presentación de tres propuestas en enero de 1992, a saber: FMC Lithium (ex Lithco); SOQUIMICH (SQM) de Chile; y COPLA Ltda de Bolivia. Resultó favorecida FMC Lithium con quien se firmó el contrato el 14 de febrero de ese año y, días más tarde, el Congreso Nacional decidió efectuar modificaciones sobre las alícuotas impositivas del IVA. Los reclamos de la empresa por tal modificación no tuvieron éxito y finalmente, en el mes de noviembre de 1993, la firma decidió renunciar al contrato y enfocarse en el desarrollo del proyecto Fénix en el Salar del Hombre Muerto de Catamarca, al que había accedido mediante contrato firmado en 1991.

A partir de allí, durante la década del 90, se produjo un avance de concesiones mineras privadas sobre el Salar de Uyuni con empresas de distinto tamaño y trayectoria. Algunas dedicadas a la explotación de los yacimientos y otras con fines meramente especulativos. Por iniciativa de representantes del departamento Potosí, se procuró dar rango de ley a la declaración de Reserva Fiscal sobre el Salar de Uyuni contenida en el Decreto Supremo 21.260. El texto legal subsecuente estableció la reserva sobre la “costra salina” lo que implicó una reducción fáctica del perímetro del salar, fomentando la petición de nuevas concesiones. Posteriormente, una reinterpretación legal admitió la presencia de empresas privadas en la costra misma del salar, tal como ocurrió con la firma Non Metallics Minerals S.A. en el año 2002.

A fines de 2003, en un marco político que marcaba la descomposición de los gobiernos de corte neoliberal en la región, se promulgó la Ley 2.564 que restituyó el perímetro original del salar establecido en el DS 21.260 y se derogaron los instrumentos legales que lo modificaban. Al año siguiente se revocaron las concesiones de Non Metallics Minerals S.A.

El protagonismo de las organizaciones cívicas, campesinas e indígenas en el nuevo escenario político boliviano cobró más fuerza con el ascenso al gobierno de Juan Evo Morales

Ayma en 2006. De allí que la Federación Regional Única de Trabajadores Campesinos del Sudoeste Potosino (FRUTCAS), elevó al gobierno una propuesta de industrialización estatal de los recursos evaporíticos del Salar de Uyuni por medio de una empresa de propiedad completamente estatal. La propuesta fue receptada favorablemente y pronto adquirió los visos de una verdadera política de Estado mediante diversos instrumentos, tales como: el Plan Nacional de Desarrollo (2006); la nueva declaración de reserva fiscal sobre todo el territorio nacional (DS 29.117); la ratificación de la propiedad pública de la totalidad del yacimiento; y la declaración de prioridad nacional para el Plan de Industrialización de los Recursos Evaporíticos del Salar de Uyuni por Decreto Supremo 29.496.

En 2008, se produjo la creación de una dependencia especializada dentro de la Corporación Minera de Bolivia (COMIBOL), la Dirección Nacional de Recursos Evaporíticos, en cargada de llevar adelante los objetivos de la política nacional para la explotación de los recursos.

En 2010, el gobierno lanzó oficialmente la “Estrategia de Industrialización de los Recursos Evaporíticos de Bolivia”, con mención específica de sus alcances y concreciones. La primera fase de la estrategia comprendía la investigación orientada al desarrollo del proceso químico para la transformación del recurso natural y la construcción de plantas piloto. La segunda etapa suponía la generación de toda la infraestructura y condiciones necesarias para la producción industrial, mientras que la tercera fase estaba orientada hacia la producción de baterías de iones de litio (LIB), lo cual supone contar con tecnología adecuada y apertura de mercados.

La misma no estuvo exenta de marchas y contramarchas, que llevaron al retraso en la obtención de los objetivos. La original Dirección dependiente de la COMIBOL luego derivó en la Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos (GNRE) y, finalmente, dio lugar a la Empresa Pública Nacional Estratégica Yacimientos de Litio Bolivianos (YLB), establecida por Ley 928 de fecha 27 de abril de 2017. La empresa es responsable de realizar las actividades de toda la cadena productiva, desde la prospección del recurso básico hasta su industrialización y comercialización.

La estrategia de industrialización llegó a concretarse en la primera fase mediante la instalación de una planta piloto en Llipi, inaugurada en 2013, con capacidad para producir una tonelada de carbonato de litio (grado técnico) por día. En 2018 la empresa reportó la venta de 110 tn/LCE, mientras que en el 2019 no realizó ninguna colocación (YLB, 2018; 2020).

A pesar de distintas modalidades de asociación intentadas (*joint ventures*, instalación de plantas llaves en mano) con distintas firmas, las otras fases previstas llegaron al nivel de desarrollos piloto o experimentales.

En 2018, luego de un proceso para la elección del socio estratégico, se firmó un acuerdo con la empresa alemana ACI Systems GmbH para el procesamiento industrial de la salmuera residual del Salar de Uyuni y posteriormente construir plantas de materiales catódicos y LIB. Mediante Decreto Supremo 3.738 se creó la empresa pública mixta YLB-ACISA. Los instrumentos aprobatorios fueron cuestionados por cuanto no aseguraban la efectiva concreción de las fases de industrialización, generando la oposición de COMCIPO que mediante paros presionó para dejar sin efecto lo pactado. En medio de la crisis político-institucional, en el mes de noviembre de 2019, el DS 3.738 quedó abrogado. Más tarde, por intermedio del embajador alemán en Bolivia se manifestó el interés de continuar apoyando la industrialización del litio boliviano (YLB, 2020).

Como corolario sobre el proceso de industrialización impulsado por el gobierno de Bolivia, las conclusiones son divergentes entre los especialistas. Una posición destaca que el proceso se asemejaba a un resorte a punto de liberarse e impulsar a Bolivia como “protagonista de talla mundial en la industrialización del litio” (Montenegro Bravo, 2018:81). Por otra parte, Juan Carlos Zuleta Calderón (economista boliviano, analista del mercado del litio y ex integrante de la Comisión del Litio de Chile en calidad de experto), si bien coincide con la necesidad de alcanzar mayores beneficios y agregado de valor con la explotación del recurso (aunque mediante la realización de un *hub* sudamericano vinculado a la movilidad eléctrica), es crítico del proyecto en función de la falta de resultados en la base, para obtener el producto mismo a industrializar, y en las líneas siguientes intentadas (entrevista personal, junio de 2020).

### **6.5.3. La República de Chile**

El litio tiene en Chile un tratamiento legal especial. El Decreto Ley 2.886 de 1979 declaró al litio como recurso del Estado, debido a su potencial uso en reactores de fusión nuclear, con lo cual no podía ser objeto de actos jurídicos sino por parte la Comisión Chilena de Energía Nuclear (CCHEN), en conjunto con ésta o mediante su autorización. Sin embargo, el instrumento legal exceptuó de la disposición al litio existente en pertenencias mineras constituidas o en trámite de constitución hasta el primero de enero de 1979.

Con posterioridad, si bien la Constitución Política de 1980 no incluyó al litio entre las riquezas no concesibles, fue la Ley Orgánica Constitucional sobre concesiones mineras (Ley 18.097 de 1981) el instrumento que lo declaró como sustancia no susceptible de concesión minera sin perjuicio de las válidamente constituidas con anterioridad a tal declaración. Más tarde, en 1983, el Código de Minería reiteró estas disposiciones.

En este marco, el régimen legal vigente para el aprovechamiento del litio queda determinado por la Constitución Política (art. 19, inciso 24) y el Código de Minería (art. 8) de donde surge que la exploración y/o explotación de sustancias calificadas como no susceptibles de concesión minera, podrán ejecutarse directamente por el Estado o por sus empresas, o por medio de concesiones administrativas o de contratos especiales de operación a asociaciones público-privadas en que el Estado participe como controlador, al igual como lo hace CODELCO en sus asociaciones con privados, con los requisitos y bajo las condiciones que el Presidente de la República fije, para cada caso, por decreto supremo.

#### **6.5.3.1. Repaso histórico y políticas relacionadas al litio**

En 1962, la búsqueda de agua llevó a la empresa norteamericana Anaconda a explorar el Salar de Atacama. De las muestras obtenidas surgieron evidencias de altas concentraciones de litio, potasio, magnesio y boro. Entre 1969 y 1974, el Ministerio de Minería y la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) realizaron estudios geológicos, mineralógicos, hidrológicos y climatológicos sobre el salar que confirmaron el potencial del yacimiento. En 1974, el gobierno determinó un programa de sales mixtas en cabeza de la CORFO que en tres años más tarde se convertiría en el Comité de Sales Mixtas quien continuaría con el estudio para el desarrollo de los recursos. En 1975, la firma Foote Minerals Company, con experiencia en la extracción de litio en salares en Estados Unidos, realizó un convenio con el gobierno para la exploración del Salar de Atacama.

En 1979, se emitió el Decreto Ley 2.886 antes citado que estableció la reserva del litio en favor del Estado por exigirlo el interés nacional, y dispuso la exclusión del litio, sus compuestos y derivados del comercio jurídico salvo que fuere realizado por la CCHEN o mediante su autorización. Sin embargo, el instrumento legal exceptuó de la disposición al litio existente en pertenencias mineras constituidas o en trámite de constitución hasta el primero de enero de 1979. De tal manera quedaron excluidas las propiedades mineras reservadas por

CORFO en el Salar de Atacama (32.678 pertenencias) y las de Codelco en los salares de Pedernales y Maricunga.

Debido a tales excepciones, en 1980 pudo constituirse la Sociedad Chilena del Litio Ltda. (SCL), compuesta por la participación de Foote Minerals Company (55% por ciento), aportante de la tecnología para la extracción, y CORFO (45%), aportante de 3.343 pertenencias que conformaron el área de concesión (167 km<sup>2</sup> del Salar de Atacama). El permiso autorizado por la CCHEN establecía una cuota para producir y vender productos de litio que contengan hasta 200.000 toneladas del mineral o equivalente (por ej., 1.064.600 tn/LCE), sin límite de tiempo y sin pago de regalías en tanto se consideraba como compensación de la transferencia de tecnología que Foote aplicaba para la extracción del litio y obtención de productos químicos de complejidad media (dicha tecnología fue luego adaptada por SQM al desarrollo de su proyecto en otra concesión realizada por CORFO).

La producción inició en 1984, mediante las pozas instaladas en el salar y la planta química para la obtención de carbonato de litio ubicada en La Negra, localidad distante a 15 km de Antofagasta.

En 1983, CORFO convocó a una licitación internacional para transferir los estudios realizados por el Comité de Sales Mixtas, ofreciendo sus pertenencias mineras en otras áreas disponibles del salar, a resultas de la cual conformó la Sociedad Minera Salar de Atacama Ltda. (Minsal) integrada por CORFO (25%) y los adjudicatarios de la licitación, la norteamericana Amax (63,75%) y la chilena Molymet (11,25%). En este caso las pertenencias aportadas por CORFO se hacían bajo la condición de arrendamiento, además de preverse el pago de regalías (6,8%) por las ventas de productos de litio y un aporte para financiar el desarrollo de investigaciones sobre el litio. La cuota acordada por la CCHEN alcanzaba las 180.100 toneladas de litio metálico.

En 1989, CORFO vendió, por un total de 15,2 millones de dólares, toda su participación en SCL al socio mayoritario (en ese momento Cyprus Foote, luego Rockwood y actualmente Albemarle), con lo cual se desprendió de las 3.343 pertenencias mineras en el sector sur del salar, sin modificar la situación de no pago de regalías.

En 1993, la firma chilena SQM adquirió el 75% de Minsal (luego transformada en sociedad anónima) y dos años después CORFO vendió el total de su participación por un valor de siete millones de dólares con lo cual Minsal S.A. pasó a propiedad completa de SQM.

Además, el proyecto sufrió modificaciones, ampliando las pertenencias en arriendo a 16.384, estableciendo el plazo de explotación hasta el año 2030.

En 1996, SQM inició la producción de carbonato de litio con una capacidad inicial de 17.500 toneladas anuales y una estrategia agresiva de precios bajos con las que desplazó a los competidores menos competitivos de espodumeno. Asimismo, Chile pasó a ocupar el primer lugar en la producción mundial de litio, superando a Estados Unidos.

Debido al auge del litio experimentado a principios del siglo XX, Chile intentó destrabar la posibilidad de explotar el litio con el objeto de mantener la cuota de mercado frente al avance de proyectos en el resto del mundo, especialmente en Argentina, Australia y China. En 2011, el gobierno del presidente Sebastián Piñera promovió una política destinada a *reimpulsar la industria chilena del litio* (Ministerio de Minería, 2012) mediante procesos de licitación para efectuar la concesión privada de pertenencias de litio, bajo la figura denominada Contratos Especiales de Operación de Litio (CEOL), con un plazo de 20 años de explotación y regalías del 7%. La propuesta generó rechazos y protestas al considerarse un subterfugio para violar el carácter estratégico y no concesible del litio (La Tercera, 2012). El gobierno siguió adelante con la licitación, sin embargo ésta terminó en fracaso cuando una empresa perdedora consiguió demostrar que

SQM –la empresa ganadora de la licitación– no había cumplido con la ley porque tenía juicios pendientes con el Estado. Años después se descubrió que SQM no solamente estaba inhabilitada para postular porque tenía juicios pendientes con el Estado, sino que, además, dicha empresa había sobornado al viceministro de minería para ganar (Cademartori et al., 2018:91).

La gestión de gobierno siguiente, a cargo de Michelle Bachelet (2014-2018), decidió conformar una comisión asesora de nivel ministerial denominada Comisión Nacional del Litio que tenía por misión elaborar un diagnóstico y propuestas para determinar una Política Nacional del Litio. Así la comisión expresaba:

Las propuestas que aquí se presentan tienen como propósito formular un marco normativo e institucional que asegure que el Estado defina las condiciones y participación en la actividad, contribuyendo a dinamizar la exploración y explotación de estos minerales; maximizando y capturando su renta económica con una mirada de largo plazo, destinando parte de las misma para impulsar la generación de una industria que, a través de la agregación de valor, transforme la oferta productiva del país, promoviendo, por una parte, la sofisticación de los procesos y, por otra, su diversificación, dinamizando así el mercado, potenciando al máximo la cadena productiva asociada a la investigación por parte de las universidades, otras instituciones de investigación y la industria, y avanzando hacia la generación de bienes con valor agregado, que logren posicionar a Chile como un actor relevante en la

producción y comercialización a nivel internacional de estos minerales y sus derivados (Comisión Nacional del Litio, 2015:4).

La Comisión realizó una serie de propuestas centradas en la importancia de contar con una organización eficiente y con la institucionalidad necesaria para maximizar y capturar la renta económica del sector y para avanzar hacia una estructura productiva más intensiva en tecnología e innovación y más diversificada. Esta visión estratégica se basa en que la gestión sustentable de los salares se traduce en gobernanza sostenible e inclusiva como principio inspirador de la acción coordinada y requiere una institucionalidad pública coordinadora.

En particular propuso la creación de una nueva empresa pública o sociedad anónima estatal o una filial de las empresas mineras estatales existentes dedicada exclusivamente al litio. Recomendaba no limitarse a las ventajas en el nivel de productos primarios, sino agregar valor en todos los encadenamientos previos y posteriores a la extracción misma del recurso. Respecto de los cambios en el marco legal verificaba que el actual sistema de concesiones judiciales mineras no era propicio de aplicar a los salares debido al comportamiento hidrodinámico de las salmueras ubicadas debajo de las superficies y las condiciones de fragilidad ecosistémica de los salares. Especialmente proponía mantener el estatus de no concesibilidad del litio y elevarlo a rango constitucional. Recomendó la necesidad de adoptar un cambio paradigmático en la relación entre proyecto productivo y comunidades lo cual suponía hacerse cargo del derecho de las comunidades a percibir beneficios tanto por el uso de los bienes públicos como de que sean mitigadas y compensadas adecuadamente las externalidades negativas que puedan generar los proyectos. Por ello consideró necesaria la incorporación del “valor compartido” como forma de relacionarse con el territorio. También solicitó reafirmar el carácter estratégico del litio, dado su alto potencial en el uso de aplicaciones energéticas. Generar y fortalecer un clúster sectorial ligado al litio que permita el fortalecimiento de centros de investigación e innovación asociados a universidades y/o a la industria, así como asociaciones público privadas para la explotación del litio que generen conocimientos, tecnologías investigación y desarrollo. En el corto plazo, recomendó la revisión de los contratos existentes para la explotación del Salar de Atacama; así como la no ampliación de autorizaciones de explotación ni renovación futura de los mismos bajo sus términos actuales.

Las sugerencias de la Comisión fueron receptadas en forma parcial, adoptando la opción menos radicalizada de las propuestas originales. En 2016, se anunció la Política Nacional de Litio y Gobernanza de los Salares, estructurada en torno a dos medidas. Por un lado, el Ministerio de Minería, en conjunto con CORFO y el Ministerio de Hacienda, establecieron las

condiciones para conformar un Comité para la Innovación y Desarrollo de la Minería no Metálica y Gobernanza de los Salares, el que se formaría bajo la figura de un Comité CORFO; y, por otro lado, tales organismos solicitaron a CODELCO el estudio de un futuro modelo de negocios para desarrollar proyectos productivos en las pertenencias mineras de CODELCO, en los salares de Maricunga o Pedernales (Ministerio de Minería, 2016).

La política del litio del Comité CORFO planteó un escenario de expansión de la oferta del litio chileno para no estimular la búsqueda de sustitutos y no incentivar la producción de competidores con un alto costo marginal de desarrollo (minería de espodumeno de Australia). Además, realizó una convocatoria para el desarrollo de productos de valor agregado en Chile, basado en que el contrato entre CORFO y Rockwood Lithium aseguraba a las empresas que se instalen en Chile el litio a precio preferente y un suministro seguro en el tiempo (Bitran, 2017). Los resultados de la convocatoria significaron la presentación de empresas para obtener nuevos compuestos procesados como material de cátodos para baterías, lo cual significaba escalar al pasó siguiente en la cadena de valor. La estrategia fracasó cuando las firmas adjudicadas (la chilena Molymet, el consorcio coreano Samsung-Posco y la china Suchuam Fulin Industrial) retiraron una a una sus propuestas por cuanto no había claridad sobre los precios preferentes de Rockwood (Albemarle) ni tampoco obligaba a la minera a vender litio a los industriales, sino solo a ofrecerlo (La Tercera, 2019).

No obstante, la estrategia del agregado de valor significó la realización de acuerdos con las empresas instaladas que venían explotando el Salar de Atacama, disponiéndose la ampliación de las concesiones.

En el acuerdo con Rockwood Lithium (actual Albemarle) se dispuso el pago de regalías sobre las ventas (en virtud del contrato originario con SCL la explotación no pagaba regalías), el aporte para financiamiento de actividades de investigación e innovación en conjunto con universidades de la región, la compensación a las comunidades indígenas aledañas al salar mediante la compra de energía fotovoltaica. A cambio se autorizó la duplicación de la cuota de extracción.

El acuerdo entre CORFO y SQM, la otra explotación existente en el Salar de Atacama, contenía disposiciones similares. A cambio de un aumento de las regalías, del financiamiento a la investigación científica (a la que ambas firmas se habían rehusado), la reserva de la cuarta parte de la producción para la agregación de valor, el aporte de dinero a las comunidades

indígenas y el respeto hacia el medio ambiente, se amplió la cuota de extracción y se prolongaron los plazos para realizarla.

Actualmente, CORFO tramita un nuevo intento de licitación para el agregado de valor del litio.

Las políticas implementadas por el gobierno de Chile suponen algún grado de avance para el mejor aprovechamiento del litio, aunque en sus lineamientos generales se procura ampliar la producción de la materia prima a los efectos de mantener la cuota de mercado mundial frente al avance de países como Argentina y Australia.

La política económica del litio en Chile entre 1980 y la actualidad puede separarse en dos períodos: el primero, desde la entrada en explotación del Salar de Atacama en 1984 hasta la conformación de la Comisión Nacional del Litio en 2014, y el segundo desde 2014 hasta el momento. Para la primera parte, la explotación del litio puede caracterizarse bajo los lineamientos del clásico enclave productivo, con ausencia del Estado sobre los controles de la explotación con sus incidencias productivas, ambientales y sociales. A partir de las recomendaciones de la Comisión Nacional del Litio y de las medidas parciales adoptadas por el gobierno la caracterización productiva del litio fue calificada como un *modelo de enclave atemperado* en tanto no garantizan cambios radicales respecto de la etapa anterior (Cademartori et al., 2018).

De esta manera, Chile se embarca en una competencia para mantener la cuota de mercado frente al avance de otros países productores del litio sin mayor procesamiento.

Finalmente, en cuanto a la presencia de las comunidades aborígenes y su relación con los emprendimientos, el pueblo atacameño (lickanantay) tiene asiento con miles de años (aproximadamente desde 500 a.C.) en la cuenca del salar. Muchos integrantes de las comunidades trabajan en la industria minera (litio y cobre) con lo cual la dependencia de la producción agrícola-ganadera andina descendió. Junto a la minería, destaca la actividad turística que convierte a San Pedro de Atacama en el principal destino chileno de visitantes internacionales. El problema de la escasez hídrica ocasiona rivalidad entre el uso productivo del agua (minería versus pequeñas zonas de riego) y hasta con su destino para consumo humano. La relación entre las firmas explotadoras del litio y estas comunidades, nucleadas en torno al Consejo de Pueblos Atacameños (CPA) se formaliza mediante acuerdos tras un proceso de consulta indígena. La suerte de estos convenios y la intervención del CPA fue dispar en relación a las dos principales operadoras. En algunos casos se produjeron resistencias y manifestaciones

como en el caso de la oposición al aumento de la cuota de extracción de SQM, en tanto que los acuerdos con Rockwood (actual Albemarle) consideraron aumentos de esas cuotas (aún sin intervención del Estado central) bajo ciertas condiciones ambientales y económicas (Jerez, 2018).

## 6.6. Escenarios para la convergencia

Para finalizar este panorama, resulta oportuno mencionar los escenarios institucionales específicos para la convergencia de los actores subnacionales que integran el territorio de TDL, trasponiendo las fronteras de sus propios países. En ellos pueden visualizarse algunas referencias a los recursos de litio.

Corresponde aclarar que los escenarios referidos en este acápite son de naturaleza distinta a los procesos de integración regional (PIR), en tanto estos suponen la actuación voluntaria de los Estados nacionales y configuran lo que algunos autores identifican como *regionalismo* en contraposición al *micro-regionalismo* que da cuenta de la actuación de las unidades subnacionales, mediante la cooperación transfronteriza (Malamud, 2011).

De tal manera, aquí deben destacarse los Comités de Integración Fronteriza (CIF), surgidos de las relaciones bilaterales entre Argentina, Bolivia y Chile.

En el caso de los establecidos entre Argentina y Chile, están reglamentados en su funcionamiento por el Tratado de Santiago de 1997 y sus modificaciones del Tratado de Maipú en 2009.

El Comité de Integración Fronteriza ATACALAR, originalmente estaba integrado por la región de Atacama y las provincias de Catamarca y La Rioja, a las que posteriormente se agregaron las provincias de Tucumán, Santiago del Estero, Córdoba y Santa Fe (éstas últimas con importancia por la presencia de industria automotriz). En relación al litio, la Comisión de Minería y Medio Ambiente de ATACALAR destacó la necesidad de promover acciones conjuntas para optimizar su explotación (Acta Final, XXI reunión plenaria en Termas de Rio Hondo, 2018)<sup>17</sup>.

---

<sup>17</sup> Las actas CIF citadas en este acápite están disponibles en [arcgis.com](https://www.arcgis.com/apps/MapJournal/index.html?appid=9e4faca2fa154997854709cf48ee88c2). Recuperadas el 12 de agosto de 2020 de: <https://www.arcgis.com/apps/MapJournal/index.html?appid=9e4faca2fa154997854709cf48ee88c2>

En el Comité de Integración NOA – Norte Grande, conformado por las provincias argentinas de Jujuy y Salta, más las regiones chilenas de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta, lo relativo al litio fue objeto de tratamiento en las reuniones de 2018 y 2017. Así, en la Subcomisión de Minería y Energía se reconoció la necesidad de “integrar políticas regionales respecto al litio y otros productos mineros para atraer inversiones y fomentar cadenas de valor mineras” (Acta final de la XXX reunión, 2018.). Por otra parte, se consignó la necesidad de gestionar con las universidades y entidades competentes el estudio para el desarrollo de una planta de producción de hidróxido de litio (Acta final de la XXIX reunión, 2017).

Respecto de la relación fronteriza entre Argentina y Bolivia, la vinculación se realiza formalmente mediante el Comité de Integración Fronteriza La Quiaca – Villazón. De acuerdo al acta de la reunión celebrada en 2017, el gobernador de Jujuy

“Felicitó al gobierno de Bolivia por la política energética que viene desarrollando, en especial en lo referido al litio, en función de los cambios estructurales que ha sufrido la matriz energética durante los últimos tiempos y sus perspectivas a futuro. Al respecto, indicó que su provincia trabaja junto al Instituto del Litio a los fines de desarrollar este valioso mineral. Para ello, se está impulsando el desarrollo de un clúster científico tecnológico en Jujuy, el cual espera pueda complementarse con los avances logrados en la materia, considerando que el vecino país posee ingentes reservas de litio” (Acta final Comité de Integración La Quiaca-Villazón, 2017).

En la relación Bolivia-Chile, los comités de integración también adquieren relevancia, más aun teniendo en cuenta que desde 1978 ambos países cortaron sus relaciones diplomáticas y solamente mantienen relaciones de tipo consular<sup>18</sup>. El Comité de Integración de Frontera funciona desde 1997 y vincula las regiones chilenas de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta con los departamentos bolivianos de La Paz, Oruro y Potosí. De análisis de las actas no surgen temas destacados en torno a la complementación de la producción en materia de litio, a pesar que Antofagasta y Potosí concentran la mayor reserva de litio en salares del mundo.

---

<sup>18</sup> Además debe tenerse en cuenta que los salares ubicados en las zonas del desierto y puna de Atacama fueron motivo de disputa hacia finales del siglo XIX cuando la explotación del salitre y el guano generó el conflicto bélico conocido como Guerra del Pacífico que enfrentó a Chile contra Bolivia (1879-1880) y contra Perú (1879-1883). En la época de la consolidación de los estados nacionales surgidos de la independencia de la corona española, los controvertidos límites territoriales se dirimieron recurriendo a diversos medios que iban desde los acuerdos diplomáticos, las acciones de diplomacia coercitiva y el uso de la fuerza. La Guerra del Pacífico significó que la región de Antofagasta y Atacama, cuyos territorios se encontraban bajo jurisdicción boliviana, pasara a estar ocupada militarmente por Chile a raíz del conflicto y así, luego de la firma del Acuerdo de Paz de 1904, se configuró la situación de mediterraneidad boliviana que subsiste hasta la fecha.

Al margen de estos comités formalizados por las relaciones bilaterales, el TDL cuenta con una instancia de integración más amplia, originada en su propio territorio. Se trata de la Zona Integración Centro Oeste de América del Sur (ZICOSUR) que nace en Antofagasta, en 1997, teniendo en cuenta la situación poco favorable de regiones con economías caracterizadas como periféricas y con el propósito de conformar un complejo económico orientado hacia el comercio exterior con la región Asia Pacífico<sup>19</sup>. En este espacio catalogado como foro de integración conformado por gobiernos locales, la temática sobre el litio fue tratada por la Comisión de Energía y Minería de la ZICOSUR en la reunión del año 2016, celebrada en Jujuy. De manera específica, el representante de Jujuy propuso “compartir tecnologías para una explotación más racional e integral de nuestros salares” (Acta Comisión de Minería y Energía ZICOSUR, 2016)<sup>20</sup>.

---

<sup>19</sup> Participan de esta zona 12 provincias argentinas, 8 departamentos bolivianos y 5 regiones de Chile –incluyendo a todos los gobiernos locales ubicados en el TDL– además de diferentes Estados subnacionales de Brasil, Paraguay, Perú y Uruguay.

<sup>20</sup> Acta disponible [zicosur.co](http://zicosur.co). Recuperada el 12 de agosto de 2020 de <http://zicosur.co/documentos/>

## 7. Oportunidad

La existencia y posibilidad de acceso a un recurso mineral cuya demanda actual, como así también sus previsiones futuras, muestran un notable incremento, relacionado con la aplicación a productos de alto desarrollo tecnológico y valor agregado, representa una oportunidad visualizada de manera particular por cada uno de los actores de la región.

En el punto anterior, al analizar la situación de los diferentes actores que intervienen en el TDL, se observó esta diversidad de fines entre los mismos. Para los actores privados (identificados en un conjunto de empresas que explotan el litio para su provisión hacia otros centros donde se agrega valor por intermedio de una red consolidada), la oportunidad se relaciona con el aprovechamiento de fuentes de costo reducido (y mayor margen de ganancia) que permiten asegurar un insumo básico para la cadena de producción. Para los actores de naturaleza pública la oportunidad está vinculada a criterios de crecimiento económico y desarrollo. En este último caso debe destacarse que los medios para obtener esos objetivos también son distintos, respondiendo a diferentes modelos en donde el rol del Estado en materia económica difiere. De estas posiciones surge la distinción entre la consideración del litio como una simple mercancía o como un recurso susceptible mayor elaboración y transformación en otros productos de mayor valor agregado.

La posición orientada por la naturaleza del litio como un bien transable, asimilable a un *commoditie*, no resulta exclusiva de los actores privados (empresas), sino también es compartida por algunas entidades de carácter público y por algunos actores de la comunidad científica. Estos sugieren que la oportunidad surgida ante las demandas incrementales de litio debe aprovecharse mediante la disposición de los yacimientos al capital que pueda explotarlos, generalmente de procedencia extranjera, y marcan los condicionamientos a las concepciones que pretenden insertar el recurso primario en una estrategia de agregado de valor.

Así, en Argentina, esta postura queda expresamente formulada en los informes que dan cuenta de la situación del litio y de la cuota de mercado adquirida por el país, posicionándolo como uno de los principales países productores. Además, se resaltan con insistencia situaciones hipotéticas que pueden dar lugar al cierre de la *ventana de oportunidad*, aun cuando existan solo algunos indicios sin confirmación ni respaldo tan categórico en los pronósticos internacionales. En tal sentido, un informe del año 2017 expresa:

Argentina fue el país productor más dinámico de los últimos años al pasar, en 2016, del 11% al 16% de participación en el mercado de derivados de litio y dados los proyectos en cartera, puede ser

protagonista en un ciclo alcista de los precios. La oportunidad actual radica en desarrollar tanto proyectos en cartera como nuevos en la ola del ciclo, y así tomar la delantera frente al posible ingreso de otros proyectos mundiales, teniendo en cuenta también, que el reciclado comience a aportar un volumen de importancia en el futuro. (...) Considerando que existen innumerables estudios en desarrollo para aumentar la eficiencia de las baterías y la autonomía de las mismas, muchos analistas pronostican que la supremacía del litio durará pocas décadas, ya que tecnologías como las celdas de combustible (en base a hidrógeno, o litio-oxígeno) reemplazarán o reducirán el litio requerido por unidad de energía almacenada. (...) La oportunidad argentina (ante un crecimiento de la demanda y una carrera de proyectos en el mundo) radica en desarrollar nuevos proyectos de modo que se establezcan, antes de que:

-Se cierren, por saturación de participantes, las ventanas de oportunidad para el ingreso de nuevos competidores.

-Se desarrollen otros proyectos mundiales que están algo atrasados con respecto a los de Argentina y esto resulte en una barrera infranqueable para la inversión.

-El reciclado aporte un volumen considerable. Se estima que para el año 2040, el 50% del litio requerido en las baterías a nivel global tenga ese origen (Dirección de Economía Minera, 2017:23).

En otro informe oficial, se insiste con mantener la cautela respecto de la continuidad de la tecnología del litio en baterías.

El litio todavía no se ha consolidado como el material que se utilizará en las baterías para automóviles, tanto por razones tecnológicas y económicas (no es lo suficientemente seguro, no se consiguió la autonomía de carga necesaria, las baterías resultan caras), como geopolíticas (se percibe al 'Triángulo del Litio' como un área de inestabilidad política) (Subsecretaría de Programación Microeconómica, 2018:25).

Aquí vuelve a surgir la especulación de Tahlil (ver 5.2.5) que marca el prejuicio hacia la posible convergencia de políticas para la explotación del litio en el TDL.

En algunos estudios se sugiere que la estrategia de agregar valor aguas abajo (como la intentada por Jujuy) no necesariamente puede ser apropiada para aprovechar la oportunidad:

Sin embargo, la teoría económica que se ocupa de las relaciones entre recursos naturales y desarrollo, la evidencia internacional de países de altos ingresos ricos en recursos extractivos (por ejemplo, Australia o Noruega) y el propio examen de las fortalezas y debilidades del 'proyecto batería', sugieren que este no es necesariamente el camino más apropiado para aprovechar al litio como plataforma de una transformación estructural de las provincias dueñas del recurso. (...) Es difícil ignorar la posibilidad de que la 'ventana' del litio como insumo dominante en el nuevo mundo de la movilidad en base a electricidad y del almacenamiento energético sea relativamente corta (¿20 años?), ya que hay otras alternativas tecnológicas en fase de exploración que son superiores, al menos en términos teóricos (López et al., 2019:139-141).

Por el lado de las provincias del TDL, la posición del recurso como simple mercancía surge de las políticas aplicadas por Catamarca y Salta, las cuales consideran a la oportunidad como la concesión de proyectos de explotación sin generar agregado de valor. En Catamarca, el titular del área minera expresa esta posición con una visión moderada del agregado de valor:

El Estado está cumpliendo una función muy importante porque el mismo es la base de información y datos para que los privados comiencen con los proyectos. En tres años de experiencia hemos empezado a trabajar en 90 áreas de interés en la provincia encontrado siete áreas de interés de litio para el estado, poniendo a disposición la información al sector privado. Sobre ello hay que indicar que hay 383 pedimentos mineros por litio, cuando solo uno o dos están en exploración: desde el Estado estamos viendo una especulación, por lo que nosotros buscamos que los pedimentos sean puestos en valor, en más de 600.000 hectáreas. (...) La cadena de valor del litio es el desarrollo de proveedores, mano de obra local, la implementación de obras de infraestructura; es lo que tenemos que buscar, y todavía no tenemos un horizonte claro (Panorama Minero, 2015:56).

En el caso de Chile, COCHILCO manifiesta la postura de la explotación del recurso natural y la incertidumbre sobre la futura demanda del litio como una amenaza:

La investigación en el campo de las baterías es creciente y vertiginosa por lo que se desconoce cuánto tiempo podría durar la tecnología de las baterías ion litio [sic] y el mix de demanda puede cambiar como está sucediendo actualmente, pasando el consumo desde el carbonato al hidróxido, por lo que es importante su explotación sin paradigmas. Asimismo, existen países con gran cantidad de recursos de litio que no pueden explotarlo por su contenido de impurezas u otros factores de índole técnico/económico, pero que con nuevos métodos podrían hacerlo en el mediano plazo, lo que generaría nuevos competidores, ajustando a la baja los precios (COCHILCO, 2018:30).

Por el lado de la consideración del litio como un recurso susceptible de mayor elaboración y transformación, la oportunidad se visualiza como la posibilidad de modificar el paradigma tradicional de explotación primaria de los recursos naturales, mediante el agregado de valor, lo cual requiere acciones específicas por parte del Estado. Esta posición está en el fundamento de las políticas de industrialización iniciadas por el gobierno boliviano en 2008, como así también en disposiciones adoptadas por la provincia de Jujuy y, en alguna medida, la intentada por Chile a partir del Informe de la Comisión del Litio de 2015, aunque en este caso hay un término medio entre la necesidad de competir para no perder participación en el mercado mundial, alentando la explotación del recurso con poca elaboración, y las recomendaciones sobre la necesidad de industrialización del litio.

En definitiva, las distintas concepciones acerca de la oportunidad que plantea la explotación del litio, sea cual fuera su consideración, se vinculan con la adopción de un posicionamiento en determinados eslabones de la cadena de valor.

## **8. Las cadenas de valor, el marco teórico y su vinculación con el desarrollo. La perspectiva de algunos organismos internacionales**

Las demandas incrementales de litio, impulsadas especialmente desde el sector de la electro-movilidad, y la ventaja natural ofrecidas por las fuentes ubicadas en el TDL para la obtención más rentable del mineral movilizan a los actores públicos y privados en pos de un mejor aprovechamiento de esta oportunidad. Las consideraciones sobre la misma, expresadas en forma concreta o evidenciadas en función de su accionar, implican un posicionamiento en la cadena de valor, ya sea en los eslabonamientos iniciales de la extracción de litio como materia prima o en aquellos más avanzados que requieren mayor elaboración o transformación.

Luego de analizar los aspectos integrales del litio –con sus derivados y sus aplicaciones– y la importancia del TDL, en esta parte del trabajo se ajusta el enfoque mediante el análisis de cadenas de valor. Este presenta una doble utilidad: por un lado, se trata de una herramienta analítica propicia para observar tanto la configuración productiva actual (aplicable a un determinado producto o sector) como el modo de inserción en la economía (o en el mercado específico o sector) por parte de empresas y países. Por otro lado, las cadenas de valor se perciben como una herramienta estratégica apta para alcanzar objetivos de desarrollo e integración.

Como ya fuera expuesto, los compuestos derivados del litio pueden ser empleados en diversas aplicaciones (vidrios y cerámicas, lubricantes, baterías, productos farmacéuticos, etc.), por lo que cada una de ellas puede dar lugar a la configuración de su respectiva cadena de valor. Incluso, esas aplicaciones pueden derivar en líneas de productos con características diferenciales, tal es el caso de las baterías secundarias, las cuales mediante distintos tamaños, composiciones y rendimientos intervienen como parte fundamental de segmentos específicos como, por ejemplo: electrónica de consumo, movilidad eléctrica o almacenamiento de energía.

El presente trabajo apunta específicamente a la cadena de valor de las baterías de iones de litio destinadas a la movilidad eléctrica por cuanto sus productos finales impulsan la mayor demanda del mineral.

Según los referentes teóricos, en la medida que se avanza en la comprensión del funcionamiento de la cadena de valor, pueden ensayarse diagnósticos, estrategias y propuestas tendientes a lograr una mejor inserción de empresas y sectores en la economía global, pues la investigación de la cadena de valor global, y de las políticas relacionadas, examina las diferentes formas de integración a los sistemas globales de producción y distribución, y las posibilidades

de las empresas en los países en desarrollo para mejorar su posición en los mercados globales. Por su parte, la teoría de la gobernanza de la cadena global de valor se dirige a la elaboración de herramientas de políticas efectivas relacionadas con la modernización industrial, el desarrollo económico, la creación de empleos y el alivio de la pobreza (Gereffi et al., 2005).

Por lo tanto, el enfoque de cadena de valor resulta idóneo para analizar la oportunidad en torno del litio, incorporando en el análisis los procesos de integración latinoamericanos.

### **8.1. La construcción del marco teórico. Los conceptos clave. Cadena de valor, gobernanza y escalamiento (*upgrading*)**

En las últimas tres décadas, gracias a los adelantos técnicos que optimizaron las redes de transporte, información y comunicación, más la influencia de cuestiones políticas como la caída del bloque soviético o la incidencia de China e India en la economía internacional (duplicando la fuerza laboral del sistema capitalista internacional), la producción ha sufrido una transformación caracterizada por la desintegración y deslocalización. Además de una mayor fragmentación, la producción atraviesa diversas fronteras nacionales con insumos intermedios elaborados, siendo que esta estructuración geográfica responde a la realización de partes de bienes, bienes finales ensamblados o servicios relacionados en los lugares donde los recursos y habilidades necesarias para su realización están disponibles a precio y calidad competitiva (Porta et al., 2018).

Este fenómeno trastocó las concepciones tradicionales sobre el comercio internacional y la economía mundial que eran portadoras de una visión más simplificada de la producción de bienes y servicios, realizada principalmente dentro de los límites nacionales, y de su comercialización internacional, que a lo sumo tenía en cuenta la distinción entre las materias primas utilizadas como insumos y el producto final elaborado.

En tal contexto, a comienzos del siglo XXI, un grupo de especialistas de la academia, con experiencia en procesos productivos transnacionales, inició una serie de talleres que generaron un marco teórico sobre las cadenas de valor y su gobernanza, con la intención de comprender mejor las cambiantes estructuras de gobierno en los sectores que producen para los mercados globales y proporcionar una herramienta que ayude a quienes hacen política pública a explicar y predecir patrones de gobernanza en redes de producción transfronterizas.

De manera simplificada, la cadena de valor puede definirse como la descripción de la gama completa de actividades que se requieren para llevar un producto o servicio desde la concepción, pasando por diferentes fases de producción (que implica una combinación de transformación física y el aporte de varios servicios al productor), hasta la entrega a los consumidores finales y la disposición final después del uso (Kaplinsky & Morris, 2001).

En esa secuencia, las cadenas de valor buscan explicar o predecir cómo los distintos nodos de agregación de valor de una actividad productiva se vinculan dentro de una economía a nivel territorial-espacial. Estos vínculos pueden realizarse dentro de un mismo edificio, en una misma ciudad, o a través de grandes distancias a nivel nacional, regional o global. La palabra global o regional dentro del enfoque de cadenas de valor justamente refiere a estas relaciones de larga distancia (Sturgeon, 2011).

En líneas generales, el marco de las cadenas globales de valor (CGV) enfoca la naturaleza y el contenido de los vínculos entre empresas, y el poder que regula la coordinación de la cadena de valor. Esto lleva a indagar sobre la tipología y la gobernanza de las CGV.

Las relaciones entre las empresas pueden adoptar distintas modalidades dentro de los extremos identificados como relaciones basadas en el mercado y aquellas propias de las empresas integradas verticalmente, es decir, jerárquicas. Las situaciones intermedias son caracterizadas como relaciones de red que pueden adoptar el tipo modular, relacional o cautivo.

Para determinar bajo qué condiciones pueden surgir estas tipologías de CGV, la teoría identifica y analiza tres determinantes clave de los patrones de gobernanza de la cadena de valor: 1) *complejidad de las transacciones entre empresas*, referidas a especificaciones de productos y procesos, 2) el grado en que esta complejidad puede mitigarse mediante la *posibilidad de codificación* de la información para transmitirla de manera eficiente y 3) *capacidad de los proveedores* (reales y potenciales) para cumplir con los requisitos de los compradores.

En función de la mayor o menor presencia de estos factores puede entenderse la gobernanza que surge en los distintos tipos de CGV, explicada de la siguiente manera (Gereffi et al., 2005):

- 1) Mercados. Requiere transacciones fácilmente codificadas y especificaciones de producto simples, con capacidad de los proveedores para hacer esos productos con poco aporte

de los compradores. Debido a que la complejidad de la información intercambiada es relativamente baja, las transacciones pueden regirse con poca coordinación explícita.

2) Cadenas de valor modulares. Cuando la capacidad de codificar especificaciones se extiende a productos complejos, puede surgir la modularidad de la cadena de valor. Los vínculos basados en el conocimiento codificado proporcionan muchos de los beneficios de las relaciones del mercado de competencia (tales como: velocidad, flexibilidad y acceso a insumos de bajo costo), sin embargo son distintas a los intercambios clásicos de mercado clásicos basados en el precio. Aquí, cuando la empresa líder transfiere a un proveedor las especificaciones del producto requerido, hay mucho más que fluye a través del enlace inter empresarial que la simple información sobre precios. Gracias a la codificación, la información compleja puede intercambiarse con poca coordinación explícita y, así como sucede en las relaciones de mercado, el costo de cambiar a nuevos socios sigue siendo bajo.

3) Cadenas de valor relacionales. Cuando a la complejidad de la transacción y las mayores capacidades del proveedor debe agregarse que las especificaciones del producto no se pueden codificar, surge una cadena de valor de tipo relacional. En esta situación el conocimiento sobre el producto debe ser intercambiado entre compradores y vendedores, y la capacidad de los proveedores se convierte en una fuerte motivación para que las empresas líderes los subcontraten y así obtener acceso a competencias complementarias. Surge una dependencia mutua regulada por vías como la reputación o la proximidad espacial, sin descartar los lazos familiares y étnicos o similares. El intercambio de la información compleja para la realización del producto se rige por altos niveles de coordinación explícita, lo que hace que los costos de cambiar a nuevos socios sean altos.

4) Cadenas de valor cautivas. Si la complejidad de las especificaciones del producto es alta, implicando mayor capacidad de codificar las instrucciones, pero las capacidades del proveedor son bajas, entonces la gobernanza de la cadena de valor tenderá hacia el tipo cautivo. La falta de competencia del proveedor frente a productos complejos y especificaciones requiere mucha intervención y el control por parte de la empresa líder. Ésta tratará de bloquear proveedores para excluir a otros de cosechar los beneficios de sus esfuerzos y asegurar la acumulación de esta dependencia transaccional. En tal caso, los proveedores se enfrentan a un cambio significativo de costos y quedan cautivos, realizando una gama limitada de tareas (generalmente de ensamblaje simple), y dependen de la empresa líder para actividades complementarias como diseño, logística, compra de componentes y proceso actualización

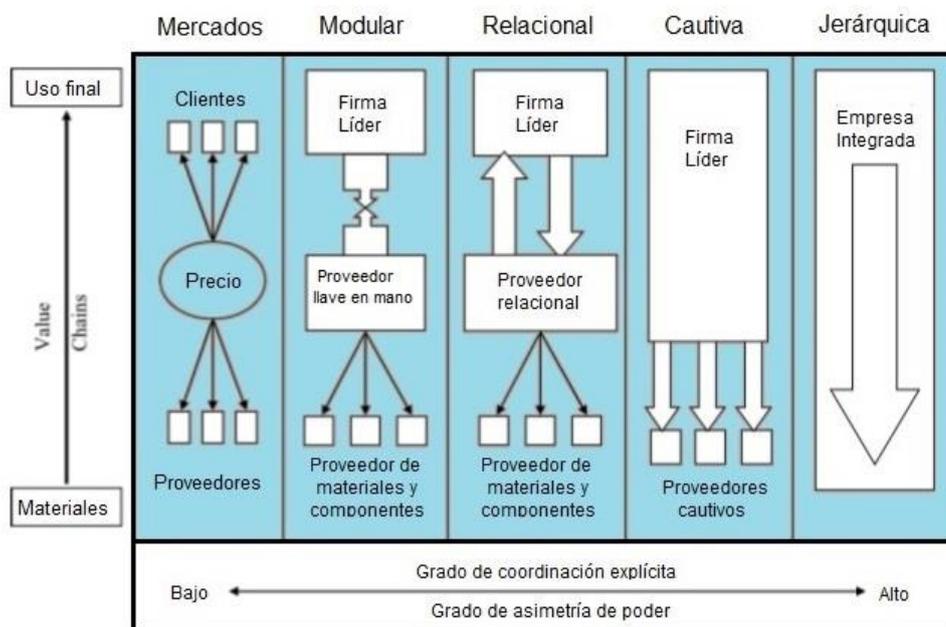
tecnológica. El control de los vínculos entre empresas cautivas por parte de la firma líder le proporciona recursos y acceso de mercado, con lo cual la salida se convierte en una opción poco atractiva para las subordinadas.

5) Jerarquía. Finalmente, la imposibilidad de codificar especificaciones de productos complejos, sin que puedan encontrarse proveedores altamente competentes para realizarlos, obliga a las empresas líderes a desarrollar y fabricar productos en sus propias instalaciones.

Estos tipos de gobernanza de las CGV se representan esquemáticamente en la siguiente figura

Figura 11

### Esquema de tipología y gobernanza de las cadenas de valor



Elaboración conforme Gereffi et al. (2005).

Los tipos de gobierno desarrollados se pueden usar para esclarecer cómo funciona el poder en las cadenas globales de valor, lo cual es explicado por la teoría de la siguiente forma.

En las CGV cautivas, el poder se ejerce directamente por las empresas líderes sobre los proveedores, lo que es análogo al control administrativo directo que los principales gerentes en la sede central podrían ejercer sobre los subordinados en una subsidiaria offshore o afiliada de una empresa integrada verticalmente. Tal control, directo y jerárquico, sugiere un alto grado de coordinación explícita y una gran medida de asimetría de poder con la firma líder (o la alta dirección) que es la parte dominante.

En las CGV relacionales, el balance de poder entre las empresas es más simétrico, dado que ambos contribuyen con competencias clave. Existe una gran coordinación explícita en las cadenas de valor relacionales globales, pero se logra a través de un diálogo cercano entre socios más o menos iguales, en oposición al flujo unidireccional de información y control que se da entre socios desiguales, como en las CGV cautivas y jerárquicas.

En las CGV modulares, como en las relaciones de mercado, cambiar de clientes y proveedores es relativamente fácil. Las asimetrías de poder siguen siendo relativamente bajas porque tanto los proveedores como los compradores trabajan con múltiples socios.

La dinámica de las CGV implica entender que los patrones de gobernanza expuestos no son estáticos, ni están estrictamente asociados con industrias particulares. Dependen de los detalles de cómo se gestionan las interacciones entre los actores de la cadena de valor y cómo se aplican las tecnologías al diseño, producción y gobierno de la propia cadena de valor. Igualmente debe contemplarse que los patrones de gobernanza no son monolíticos a lo largo de toda la cadena, por cuanto, incluso en una industria particular, en un lugar y tiempo particular, los patrones de gobierno pueden variar de un eslabón a otro de la cadena de valor.

Esta dinámica permite incorporar otro concepto de las CGV, el escalamiento o *upgrading*, que puede ser definido como un proceso de mejora en las habilidades de una empresa (o un país) que le permiten ubicarse en los eslabones más rentables de la cadena o en aquellos tecnológicamente más complejos (Bekerman & Cataife, 2001; Kaplinsky & Morris, 2001).

Entre distintos tipos de *upgrading* pueden distinguirse los de proceso (mayor productividad), de producto (mayor calidad y valor unitario), funcional (actividades de mayor capacidad), e intersectorial (cambio de sector). A esta taxonomía puede agregarse otra que distingue entre el *upgrading* económico y el social, según el posicionamiento en los eslabones de la cadena de valor permitan un crecimiento de indicadores de tipo económico o una mejora reflejada en los aspectos sociales del bienestar. Esta última distinción se relaciona con los aspectos del desarrollo que aborda la teoría de las CGV.

## **8.2. La inserción en las cadenas globales de valor como estrategia de desarrollo**

A partir de la determinación del marco teórico, como así también de la mayor relevancia que adquirirían los estudios sobre la cuestión, y la evidencia de su crecimiento como fenómeno

económico, se comenzó a promover la relación de las CGV con los aspectos relativos al desarrollo de las naciones, en particular con la oportunidad o posibilidad de las economías en vías de desarrollo de incorporarse a la tendencia impulsada por grandes firmas transnacionales.

En consecuencia, los análisis sobre la CGV comenzaron a permear en la discusión de las teorías y modelos del desarrollo, como así también en las recomendaciones de organismos internacionales como la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), el Fondo Monetario Internacional (FMI), la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), el Banco Mundial (BM) o la Organización Mundial del Comercio (OMC), quienes utilizan el instrumental teórico para aplicarlo a sus respectivas visiones.

En tales recomendaciones se destaca la importancia de las CGV y la necesidad de las economías en vías de desarrollo de procurar su inserción en las mismas, en tanto que el rol del Estado para este propósito difiere, y en algunos casos queda limitado a la adopción de típicas medidas en favor del mercado. Así, por ejemplo, FMI plantea distintas cuestiones relativas a la política comercial como la incidencia de los tipos de cambio en las CGV y la importancia de alentar la apertura comercial mediante tratados *profundos*, que incorporan temas por afuera de los acuerdos tradicionales de OMC, tales como protección sobre inversiones y derechos de propiedad intelectual (FMI, 2013). Otros organismos internacionales como BM, OCDE y OMC entienden que las CGV pueden ser instrumento del desarrollo en la medida que se promueva una mayor liberalización comercial para disminuir el costo de los insumos intermedios, generar competitividad y favorecer las exportaciones necesarias para el crecimiento (OCDE, 2013; OMC, 2017 y 2019). De tal manera, las políticas proteccionistas tendientes a generar cadenas de valor al interior del territorio nacional (o regional en zonas periféricas) son vistas como negativas ya que generan ineficiencias. En este punto la función admitida para los Estados sería la atracción de inversión extranjera y ejecución de algunas políticas horizontales como educación, infraestructura y estabilidad macroeconómica.

Este tipo de perspectiva no considera las distintas formas en que se puede configurar una CGV y, por lo tanto, la inserción en estas puede generar efectos diversos, no siempre asociados a un crecimiento de calidad. En efecto, la mera intervención en las CGV por parte de las economías periféricas es insuficiente mientras no se mejoren las capacidades productivas, tecnológicas e innovadoras del aparato productivo doméstico y, por lo tanto, no se trata de optar entre mucha o poca inserción en las CGV sino al menos evitar aquellas formas de inserción internacional que impliquen resignar condiciones laborales y ambientales, impulsando por ello

un crecimiento *empobrecedor y excluyente* (Bekerman & Cataife, 2001; Dalle et al., 2013; Kosacoff & López, 2018; Porta et al., 2018). Más aún, una inserción virtuosa por la participación en cadenas de valor debe permitir “el acceso a nuevas tecnologías, habilidades empresariales y redes de innovación que tienden a incrementar la productividad y deberían mejorar la calidad del empleo y de los salarios” (Oddone, 2016:23)

Para el pensamiento de CEPAL la estrategia de desarrollo regional está vinculada a los procesos de integración a partir de su dimensión productiva, postulando la necesidad de generar economías de escala y aprovechar las ventajas del aprendizaje que puede ofrecer el mercado más allá de las fronteras nacionales. Desde sus inicios, la Comisión postuló una modificación de la estructura exportadora, pasando de la matriz productiva vinculada a las materias primas hacia una especialización productiva más sofisticada y con mayor contenido tecnológico, para avanzar en una industrialización apoyada en la complementariedad productiva, elevando el intercambio intrarregional de productos manufacturados.

La concepción cepalina encuentra en el esquema de cadenas de valor un nuevo impulso para la promoción de la estrategia de desarrollo basada en la integración regional:

La irrupción de las cadenas de valor en la economía mundial ha dado origen a una renovada atención en el carácter central que tiene el espacio regional. En efecto, las principales redes mundiales de producción se estructuran en torno a regiones específicas. (...) La integración sería beneficiada por un acercamiento mayor al sector empresarial privado, mediante instancias de coordinación en ámbitos específicos. Esto no reduce el espacio de acción de las políticas públicas. Al contrario, más bien permite abordar mejor las fallas de mercado y de gobierno, reforzando la coordinación, resolviendo asimetrías de información y estableciendo condiciones para la necesaria alianza público-privada, todos factores decisivos en las experiencias más avanzadas de integración (CEPAL, 2014b:11-12).

Según este organismo, una concepción moderna de la integración debe apoyarse en la creación competitiva de cadenas de valor y para ello hay que desarrollar políticas industriales que apoyen la productividad y la innovación conformando un vínculo clave entre las políticas nacionales y las de integración (CEPAL, 2014b:111).

## **9. Política industrial, integración productiva y cadenas de valor en los procesos de integración. Experiencias comparadas en Europa, Asia, Norteamérica y América Latina**

El enfoque de cadenas de valor, considerado como una estrategia guiada por objetivos de desarrollo, guarda estrecha relación con dos aspectos necesarios de resaltar en este trabajo. Por un lado, la inserción/fortalecimiento de una cadena de valor implica abordar aspectos de política industrial e innovación. Por otra parte, el fenómeno de complementación económica transfronteriza o, más propiamente de integración productiva, obliga a dirigir la mirada hacia los procesos de integración regional para saber cuál es su dinámica y conocer las herramientas utilizadas para favorecer esa complementación de la producción.

### **9.1. Los aspectos de política industrial**

La política industrial constituye un tema de gran desarrollo en el campo de la economía política, especialmente en los estudios sobre el desarrollo. Una consideración general que recoge diversas definiciones sobre política industrial elaboradas por la literatura, permite delimitar su ámbito de interés en el conjunto de medidas gubernamentales diseñadas y dirigidas en apoyo de la producción y generación de capacidades tecnológicas en industrias o sectores considerados claves para impulsar el desarrollo.<sup>21</sup> El ámbito de estudio y aplicación de esta temática va más allá de una referencia exclusiva al sector secundario de la economía (manufacturero o industrial propiamente dicho) ya que incluye a las medidas dirigidas al desarrollo de servicios y actividades primarias (Peres & Primi, 2009; Padilla Pérez & Alvarado, 2014).

Los desequilibrios económicos entre países alientan la búsqueda de medidas correctivas mediante distintos instrumentos políticos, entre los que destaca la política industrial e innovación. En sus lineamientos el rol del Estado juega un papel preponderante pues las diferencias en materia de productividad alimentan un patrón de desigualdad que se extiende hacia el resto de la sociedad, agravando las brechas entre capacidades y oportunidades. Además, las actuales tendencias mundiales permiten un nuevo reconocimiento de la orientación normativa que cabe a las políticas industriales frente a problemas como el cambio climático, la brecha de ingresos generadora de desigualdad, los cambios tecnológicos disruptivos (robótica, internet de las cosas, etc.). Por lo tanto, la razón de ser de la política industrial está relacionada

---

<sup>21</sup> Para un repaso de las definiciones de política industrial en autores como, J. Pinder, R. Reich, C. Johnson, M. Landesmann y H. Chang, ver el trabajo de Peres & Primi (2009).

con metas sociales fundamentales de largo plazo que los mercados no logran alcanzar por su propio impulso (Lütkenhorst, 2017).

La orientación de la política industrial trasunta en medidas oscilantes entre aquellas que favorecen un mayor o menor grado de intervencionismo estatal. En el contexto de apertura comercial y globalización los espacios de la política industrial son redefinidos con menor margen para la intervención pública que el imperante en el pasado. Esto hace que las economías, los sectores y las empresas queden expuestos a la competencia internacional sin poder recurrir (en principio) a medidas proteccionistas ni utilizar subsidios condicionados al desempeño exportador u otras medidas similares. Sin embargo, en este mismo contexto de operación, hay espacios que permanecen abiertos, como los incentivos a las actividades de investigación, desarrollo e innovación. Además, debe señalarse que en todas las experiencias de reducción de la brecha con los países líderes se destaca el apoyo activo de los gobiernos a través de medidas de protección a las industrias en los sectores considerados clave para el desarrollo (Cimoli et al., 2017).

En la actualidad, las visiones de desarrollo bajo un modelo que promueva la productividad con sostenibilidad en lo ambiental e inclusión social otorgan un papel central a las políticas industriales y de innovación. Más aún cuando las tendencias apuntan al cambio de los patrones energéticos en los cuales se inscribe la movilidad eléctrica.

La admisión de la relevancia de la política industrial y el rol del Estado en su determinación no implica aceptar que tales cuestiones están despojadas de controversias o problemas. Al respecto la teoría intenta acercar modelos para calibrar la intervención estatal. Bajo la noción de *fallas de mercado* se admite esta intervención en la economía, sólo si apunta a subsanar las situaciones en las que los mercados no logran una asignación eficiente de los recursos por distintas causas (competencia imperfecta, fallas de información, externalidades negativas, bienes públicos y fallas de coordinación) y en la medida que los costos de la intervención estatal sean menores que los costos generalmente asociados a los fallos del gobierno, tales como: corrupción, desplazamiento indebido de la iniciativa privada, mala asignación de recursos, etc. (Mazzucato, 2017).

Es interesante señalar que cuando se habla de los límites a la intervención pública para la determinación de políticas industriales, restringiendo esa intervención a la real existencia de fallas de mercado, debe tenerse en cuenta que la situación de gobernanza de una cadena de valor, por parte de un actor o de un grupo reducido de actores, generalmente responde a la

existencia de una falla de mercado porque, en definitiva, hay un defecto de información, incertidumbre, barreras de entrada o externalidades pecuniarias o tecnológicas que modelan la cadena y le confieren un sentido determinado a la relación entre empresas (el acápite 8.1. refiere a la tipología modular, relacional y jerárquica que considera estas fallas). Entonces, si las cadenas surgen ante una divergencia con las relaciones de mercado y en tanto el funcionamiento de la cadena genera inserciones de crecimiento empobrecedor, resulta justificado algún grado de intervención estatal. Pues, si el Estado se aparta, la práctica indica que la falla de mercado será solucionada por la empresa líder que ejercita la gobernanza del encadenamiento. Desde luego, la configuración de cadenas que trascienden las fronteras dificulta la actuación de los Estados nacionales, por lo que debe atenderse a la generación de institucionalidad a nivel regional puesto que las cadenas de valor generalmente adquieren una configuración a ese nivel geográfico.

Un primer problema se plantea en la forma, horizontal o vertical, que pueden adoptar las medidas de política industrial e innovación, ya sea que abarque a todos los sectores o se enfoque en algunos. Esto último introduce la cuestión de la selectividad, generadora de controversias en ámbitos políticos debido a cierta resistencia en la elección de sectores o cadenas. Con el declive del modelo de industrialización con intervención estatal, el espacio para las políticas de desarrollo productivo fue limitado a iniciativas horizontales, mediante la provisión de bienes públicos tendientes a incidir por igual en todos los sectores y para todas las firmas o, a lo sumo, proveer incentivos para mejorar el funcionamiento de determinados mercados (en particular crédito, tecnología y formación). Estas estrategias presuponen que las firmas y los sectores cuentan con las mismas capacidades y el mismo acceso a la información. No obstante, la realidad es distinta y las políticas horizontales implementadas resultaron beneficiosas para las empresas o sectores más grandes y dinámicos. Naturalmente, dadas las diferencias existentes entre firmas y entre sectores, cualquier intervención tiene un efecto selectivo.

La diferencia fundamental se encuentra en si la selectividad es *ex ante* o *ex post*. En el primer caso la selección de sectores (y/o firmas) se encuentra definida en el diseño de los instrumentos o acciones en función de prioridades estratégicas, en el segundo caso la misma es determinada por la estructura de oportunidades e incentivos existentes (Cimoli et al., 2017:10).

Para Rodrick (2004), el análisis de la política industrial no debe centrarse en los *resultados* de políticas, imposibles de conocer *ex ante*, sino en obtener el *proceso* de políticas correcto. El autor señala entonces la importancia de diseñar un entorno donde actores privados

y públicos puedan resolver juntos los problemas en la esfera productiva, cada uno aprendiendo sobre las oportunidades y las limitaciones que enfrenta el otro, y no sobre cual herramienta es adecuada (crédito directo, subsidios, I+D) o cual sector debe priorizarse para una determinanda política industrial. En definitiva, propone una forma de pensar la política industrial como un proceso de descubrimiento, donde las empresas y el gobierno aprenden sobre los costos y oportunidades subyacentes y participan en actividades estratégicas de coordinación (Rodrick, 2004).

Otro aspecto a considerar sobre las políticas industriales y de innovación guarda relación con la intensidad de los cambios que se proponen. En algunos casos se apunta a cambios graduales dentro de la misma estructura productiva, con la dotación de factores y capacidades existentes. En otros casos los objetivos son más ambiciosos dirigidos hacia cambios estructurales mediante la promoción de nuevos sectores. Tales alternativas presentan sus riesgos y complejidades, debiendo ser adecuadamente consideradas en una estrategia de desarrollo.

Para el caso latinoamericano, donde predomina la especialización basada en recursos naturales, la estrategia del cambio gradual implica avanzar, agregando valor y complejidad tecnológica, hacia aquellas actividades relacionadas con productos en los cuales los países ya están especializados. Según esta visión, la política industrial debería impulsar los sectores más próximos a los productos de la canasta exportadora del propio país, evitando grandes saltos en la dotación de factores y tecnología que necesitan de mayor esfuerzo, reconversión productiva o capacitación, las cuales no se adquieren de un momento para otro. No obstante, un patrón de especialización productiva bajo tales parámetros implica mantener la brecha de productividad respecto de aquellos países ubicados en la frontera tecnológica con una estructura de sectores más compleja.

Desde la perspectiva de CEPAL se impulsan criterios de políticas industriales selectivas y sectoriales, teniendo en cuenta cadenas productivas que permitan modificar el patrón de especialización de la economía (Cimoli et al., 2017).

Las discusiones sobre las orientaciones de la política industrial vienen de larga data y están lejos de arribar a conclusiones definitivas, no obstante es importante tener presente que los países más avanzados lograron su desarrollo a partir de estrategias de política industrial y las siguen utilizando en cuanto se proponen nuevas metas. Un estudio sobre la política industrial

en Europa en la etapa previa a la aceleración de las condiciones impuestas en el escenario actual de la globalización, hacía la siguiente reflexión:

¿Es preciso rendirse al imperativo de una eficiencia por lo general vinculada con las condiciones internacionales de competencia y riesgo, perdiendo así los medios de control que atañen a la responsabilidad del interés público?, o, por el contrario, ¿se deben establecer objetivos públicos, corriendo el riesgo de emprender acciones desencaminadas o de crear grandes elefantes blancos? Dicho de manera más precisa, las opciones de la restructuración industrial no son evidentes por sí mismas y se carece de criterios exactos, dejando aparte algunos temas generales tales como el impulso en favor de productos de mayor valor agregado, que dependen de una tecnología avanzada y que incorporan energía en menores cantidades (Ghellink, 1985:667).

Como puede derivarse de la última parte de la cita expuesta, la relación entre los lineamientos de política industrial y la configuración de una cadena de valor en torno del litio y sus aplicaciones encuentra una justificación prácticamente elemental que señala la necesidad de avanzar hacia productos que van más allá de la extracción de las materias primas.

En el análisis de lineamientos de política industrial e innovación y su aplicación concreta puede apuntarse una nueva dificultad cuando la decisión traspasa los límites nacionales y requiere del concurso regional. Particularmente, para el caso latinoamericano, este tipo de decisiones presenta complicaciones que pueden generar una distancia significativa entre las consideraciones teóricas y la práctica. En efecto, si bien se reconoce en el plano teórico las ventajas de implementar políticas industriales a nivel regional, en la realidad, las iniciativas carecen de concreción o finalmente implementadas apenas algunas pueden considerarse exitosas (Eder, 2019).

## **9.2. La búsqueda de la integración productiva. Experiencias comparadas**

A pesar de la dificultad señalada precedentemente, un aspecto relevante para la comprensión de las cadenas de valor es que su configuración actual es más regional que global, ya que el contenido de valor agregado externo (VAE) en las exportaciones normalmente se origina en los países vecinos. Según un estudio elaborado para el Banco Mundial, cerca del 56% del VAE en las exportaciones de los países del Este Asiático proviene de otras economías de esa región y más del 72% del VAE en las exportaciones de los países europeos se origina en Europa. En el caso de América Latina y el Caribe esa agrupación es menos intensa, pues las importaciones de otros países de América del Sur representan aproximadamente el 30% del VAE en las exportaciones del subcontinente (De la Torre et al., 2015).

En sentido similar CEPAL destaca:

El comercio dentro de las cadenas de valor, en que un bien puede cruzar fronteras varias veces en distintas fases de la producción, es especialmente sensible a los costos derivados de la distancia. Es por ello que las principales cadenas de valor tienen una clara dimensión regional (...) con altos niveles de comercio intrarregional (CEPAL 2014b:44).

Por lo tanto, conviene insistir en las estrategias regionales, estimulando la interacción entre proveedores, productores y usuarios en una localización determinada. De lo anterior surge la importancia de dirigir la mirada hacia los procesos de integración regional (PIR) y el fenómeno de la integración productiva (IP).

Bajo la idea de potenciar los vínculos económicos, los PIR utilizan distintas herramientas que evolucionaron desde las originarias medidas arancelarias, cuya eliminación o armonización entre países vecinos favorecía la ampliación de sus mercados, hasta aquellas más avanzadas que promueven la complementación entre los aparatos productivos de los países que conforman el respectivo PIR. Este último tipo de acciones generó la construcción del concepto de IP, entendido como la inserción de los aparatos productivos nacionales en redes (CGV o CRV) a través de estrategias de integración, verticales u horizontales<sup>22</sup> (Molinari et al., 2013).

Como ocurre con las políticas industriales aplicadas a nivel nacional, la complementación productiva a nivel regional tampoco surge de un proceso de generación automática sino de determinadas condiciones que están relacionadas con la existencia de capacidades productivas suficientes, la garantía del acceso a un mercado mayor (incentivos de escala) y la existencia de mecanismos de coordinación generadores de un entorno de cooperación entre empresas (Botto, 2013).

Los elementos aquí reseñados adquieren relevancia al momento de analizar las posibilidades de una cadena regional de valor en torno al litio, ya sea en su aplicación concreta al caso de los países del TDL y su región aledaña, como también en el terreno de las comparaciones con otras regiones donde se advierte la presencia de la mencionada cadena de valor. En efecto, la cadena de valor bajo estudio tiene manifestaciones en otras regiones donde los procesos de integración juegan un papel determinado en la configuración de la IP. Será el

---

<sup>22</sup> La integración vertical refiere a la relación entre empresas líderes y subordinadas por las cuales las últimas tienen la oportunidad de participar en la cadena de valor dirigida por la líder. Las estrategias horizontales refieren al acceso general de empresas a servicios de negocios y financiamiento para participar en cadenas de valor.

caso de ASEAN para cadena regional de valor asiática, el USMCA (ex NAFTA) para el caso de Norteamérica, o la Unión Europea en la conformación de una cadena regional europea.

Brevemente puede distinguirse que la integración productiva, en el caso de ASEAN, es impulsada por actores privados, mediante el desarrollo de cadenas de proveedores lideradas por una empresa multinacional, o por clústeres sectoriales. Este impulso se advierte claramente en las empresas automotrices (originalmente las japonesas) y las electrónicas, las cuales estructuran cadenas de producción vertical articuladas en los países del bloque conforme una división de trabajo de acuerdo a sus ventajas comparativas. A partir de la crisis asiática de 1997 la conformación de ASEAN + 3 con la presencia de China, Corea del Sur y Japón ha potenciado la importancia de este bloque y la tendencia hacia la formación de industrias de uso intensivo de capital y tecnología.

Por su parte, la Unión Europea (UE) refleja la importancia de la política regional, para el fomento de la integración productiva a través de regulaciones específicas e instrumentos activos para resolver o morigerar las fallas de mercado existentes en toda economía.

En cuanto al NAFTA (actual USMCA), si bien replica el escenario de cadenas regionales motorizadas por empresas (en este caso estadounidenses) que buscan armar redes productivas con empresas de países limítrofes para reducir costos y elevar la competitividad del producto a nivel global, no existe derrame tecnológico (como en el modelo asiático) ni mecanismos regionales (al modo europeo) para achicar las asimetrías entre los países del bloque.

En América Latina, el proceso de integración económica difiere de los anteriores destacándose la existencia de distintos acuerdos subregionales (CAN, CARICOM, SICA, MERCOSUR, Alianza del Pacífico, entre otros) y bilaterales fomentados en el marco general de la Asociación Latinoamericana de Integración (ALADI) con distintos resultados. Los países de ALADI presentan distintos niveles de desenvolvimiento económico y en particular México, Brasil y Argentina exhiben mayor participación en sus exportaciones de bienes intermedios de partes y componentes y bienes de capital que dan señales de integración productiva, no obstante cabe diferenciar que mientras Brasil y Argentina tienen un comercio regional relevante de esos bienes, México presenta mayor comercio extra-regional de los mismos. Asimismo, el MERCOSUR presenta un comportamiento más relevante para el comercio regional de esos bienes, respecto de otros acuerdos subregionales (Corbella & De Souza, 2017).

Como destacan Botto y Molinari (2013), un punto común a los procesos de integración señalados (y de gran relevancia para este trabajo) es que la IP encuentra un factor influyente en la integración de la cadena automotriz, la cual está en el centro del interés de la movilidad eléctrica. La diferencia que puede vislumbrarse en el MERCOSUR, respecto de los otros bloques regionales, estriba en la ausencia de casas matrices en el caso sudamericano. En los bloques donde existen casas matrices, las mismas actúan como líderes de hecho de la integración, mientras que en el MERCOSUR el liderazgo estaría dividido entre estas empresas (ubicadas en otros países), y los Estados de la región. A consecuencia de esta división aumentó la dependencia de la producción con decisiones exógenas (por ejemplo, sobre dónde comprar ciertas partes y componentes), y esto generó cierta perturbación en la relación entre los socios del bloque en términos de quién se beneficiaba y cómo de los flujos entrantes de inversión extranjera directa.

## 10. Una metodología para el análisis de las cadenas de valor

La literatura de las cadenas de valor desarrolló herramientas para su análisis y fortalecimiento en la forma de manuales. En el caso de la obra *A Handbook for Value Chain Research* (Kaplinsky & Morris, 2001), el manual intenta abarcar de manera integral distintos aspectos de las CGV bajo la premisa de permitir a los investigadores utilizar lo que es relevante y dónde es apropiado, sin que ello implique un encorsetamiento metodológico. En su intención básica, al analizar todos los eslabones de la cadena con su respectiva renta y considerando que los rendimientos principales corresponden a aquellas partes que pueden protegerse de la competencia (por la posesión de determinados atributos o barreras de entrada), permite observar cuales eslabones se encuentran amenazados y cuales pueden generar mayores retornos. De esta manera los encargados de elaborar políticas obtienen una ayuda para formular las más apropiadas y tomar las decisiones necesarias. Pues, más allá de *si deben participar* en la economía global, la cuestión clave pasa por analizar *cómo participan* los productores, sean empresas, regiones, países.

Por su parte, otros manuales, como los elaborados para CEPAL y el Fondo Internacional para el Desarrollo Agrícola (Padilla Pérez & Oddone, 2016) o el de la Agencia Alemana de Cooperación Técnica (GTZ, 2007) ofrecen una orientación metodológica basada en el conocimiento adquirido por la experiencia práctica en la ejecución de programas de ayuda al desarrollo. Más específicamente plantean una guía para la acción en situaciones concretas, que cuentan con actores (públicos y privados) dispuestos a intervenir o mejorar la participación en una cadena de valor determinada. En estas propuestas metodológicas la orientación está centrada en la detección y resolución de cuellos de botella o restricciones de la cadena en cuestión, fomentando una mejor articulación de los eslabones y creando compromisos de actuación y monitoreo. Específicamente para el manual cepalino, el enfoque de estas propuestas es participativo con mesas de diálogo para la evaluación de los diagnósticos y la conformación de estrategias (Padilla Pérez & Oddone, 2016).

Para el presente trabajo, una combinación entre las alternativas disponibles permite reducir determinados sesgos o falencias que pueden surgir de la aplicación de uno u otro enfoque en particular.

El criterio de libertad en la investigación mencionado por Kaplinsky y Morris tiene su fundamento en una situación fáctica: la dificultad en acceder a una información completa y detallada dentro de relaciones complejas entre firmas privadas integrantes de una cadena de

valor donde predominan los defectos de información como falla de mercado. Una caracterización de los eslabones y sus rentas, allí donde sea factible determinarlas, conduce a un resultado importante que va más allá de una simple descripción del funcionamiento y pasa a comprender el *porqué* del mismo. No obstante, esto resultaría insuficiente para intentar validar la hipótesis sobre las posibilidades auspiciadas para la cadena de valor de las baterías secundarias de iones de litio con destino a la movilidad eléctrica.

Por su parte, las metodologías de carácter proactivo, tendientes a la superación de restricciones, permiten una aproximación hacia la evaluación de la hipótesis en tanto focalizan las restricciones de la cadena y propician la búsqueda de estrategias para superarlas. Resulta claro que, para este último enfoque, corresponde aplicar supuestos para reducir el sesgo de la falta de participación requerida, la cual, por obvias razones, no puede reproducirse en este trabajo sino mediante estimaciones propias basadas en ciertos discursos y aspiraciones subyacentes en los actores. Por ejemplo, la metodología participativa de guías para la acción establece criterios para la selección de la cadena de valor, mientras el presente trabajo parte de una cadena específica determinada.

Una cuestión aclaratoria: la metodología de análisis de las cadenas de valor requiere la formulación de numerosos interrogantes y la recolección de datos que nos permitan comprender aspectos como su funcionamiento, la dinámica de las rentas, o la distribución de ingresos. Es decir, se trata de comprender el contexto general dentro del cual funciona la cadena lo que fue abordado en la primera parte de este trabajo de tesis donde quedaron expuestos la mayoría de los datos que permiten componer una concepción integral del litio, sus derivados y aplicaciones (incluyendo los aspectos económicos). En consecuencia, en esta parte serán citados o profundizados aquellos que resulten relevantes<sup>23</sup>.

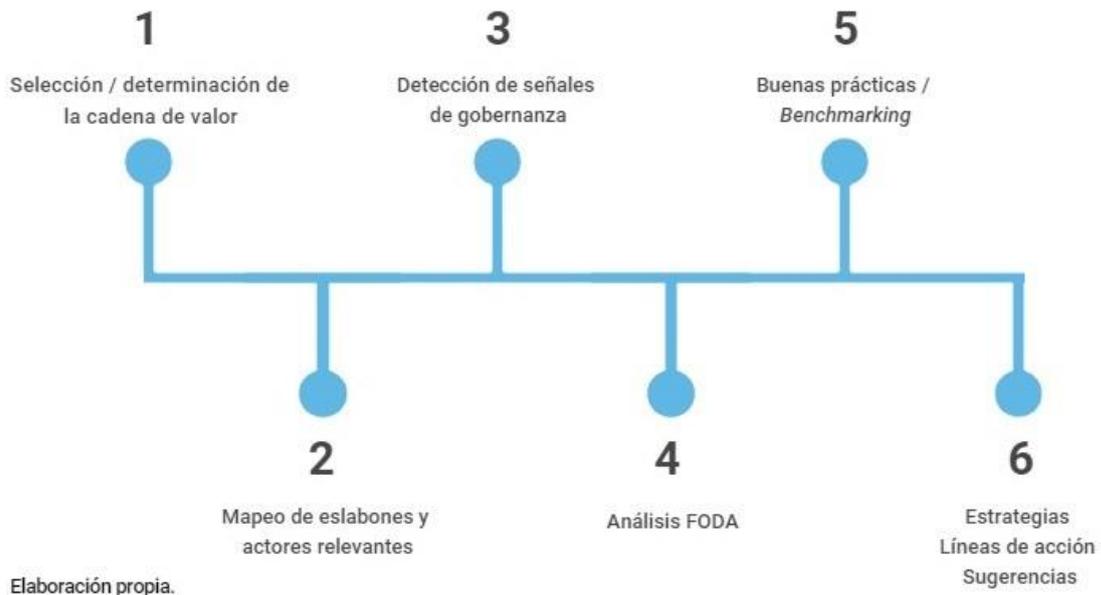
En definitiva, la metodología adoptada para el análisis de la cadena de valor supone los siguientes pasos: 1) Selección / determinación de la cadena de valor; 2) Mapeo de eslabones y actores relevantes; 3) Detección de señales de gobernanza; 4) Análisis FODA; 5) Buenas prácticas / *Benchmarking*; 6) Estrategias / líneas de acción / sugerencias.

---

<sup>23</sup> Por ejemplo, la metodología de CEPAL (Padilla Pérez & Oddone, 2016) establece grandes rubros como el contexto sectorial; el económico con datos de producción, inversión, distribución; el contexto de mercado y conocimientos tecnológicos; el de gobernanza; el de organizaciones de apoyo; y el de medio ambiente. En este trabajo, muchos de esos rubros temáticos fueron abordados en la primera parte.

Figura 12

## Pasos de la metodología aplicada



## **11. La cadena de valor del litio. Eslabones, actores y gobernanza. Análisis FODA, buenas prácticas y estrategias**

### **11.1. Selección / Determinación de la cadena de valor. ¿Qué cadena? / Meta-objetivos y selección**

Las metodologías CEPAL/GTZ propician la selección objetiva y transparente de las cadenas de valor más relevantes para la promoción del desarrollo. En el caso de CEPAL, la selección es parte de una política industrial que aspira a direccionar la acción en función de meta-objetivos expresamente planteados por autoridades públicas (Padilla Pérez & Oddone, 2016). Según la metodología de GTZ, la selección de la cadena debe tener en cuenta la existencia de un potencial de demanda del producto en cuestión, sustentado en estudios de mercado (GTZ, 2007). En cambio, en este trabajo de tesis el foco está puesto en una cadena específica para analizar sus posibilidades, lo cual es una aproximación a la metodología de Kaplinsky y Morris (2001) en tanto se utiliza un criterio de libertad para seleccionar la cadena. Resulta claro que la elección está fundada en la inquietud de distintos actores sobre la oportunidad de las demandas incrementales del litio y distintas posiciones vinculadas al mejor aprovechamiento del recurso natural. Además, se trata de una elección enmarcada por los requerimientos de la investigación académica en cuanto resulta pertinente y relevante para la temática de la integración regional. Por lo tanto, queda descartada la necesidad de elaborar una comparación sobre el potencial valor de esta cadena con respecto a otras como un modo de justificar la selección del encadenamiento. Esto incluye especialmente al eslabón final de la cadena ya que una de sus aplicaciones, el almacenamiento de energía como soporte a la generación de energías limpias (solar o eólica), también tiene buenas posibilidades de desarrollarse en la región debido a sus condiciones naturales. Como *ultima ratio*, el incremento de la demanda del litio surge por su aplicación relacionada con la movilidad eléctrica y tal circunstancia moviliza la elección de la cadena independientemente que otras aplicaciones finales de los compuestos del mineral puedan resultar promisorias y estratégicas en la consideración de distintos actores.

La cadena de valor bajo análisis será entonces la de baterías secundarias de iones de litio con destino a las aplicaciones finales de la movilidad eléctrica en el sector automotriz.

La movilidad eléctrica requiere distintos productos finales de batería, cada uno con características específicas de diseño, tamaño y capacidad, encuadrados en la misma tecnología de baterías de iones de litio, cuyo uso final aplica a rodados menores, automotores y vehículos pesados, completamente eléctricos o híbridos con motor de combustión interna. Entre tales baterías y vehículos no se alude a ningún tamaño en especial y la referencia general será a baterías secundarias de iones de litio (LIB) y vehículos eléctricos (EV). Cuando se considere necesario, será especificado un tipo de batería o vehículo en especial.

**Tabla 4**

### Tipos de vehículos eléctricos

Tipo de vehículo	Sigla en inglés	Peso de la batería	Potencia kW/h	Requerimiento de LCE
Automovil eléctrico híbrido	HEV	55 kg	1.8	1,3 kg
Automovil eléctrico híbrido enchufable	PHEV	180 kg	4,4 a 16	6 kg
Automovil eléctrico a batería	BEV	150 a 540 kg	16 a 90	13 a 50 kg
Autobús híbrido eléctrico	HE-bus	500 kg	32	18 kg
Autobús eléctrico	E-bus	2900 kg	325	183 kg
Bicicleta eléctrica	E-bikes	1 kg	0,5	0,07 kg
Scooter eléctrico	E-scooter	3 kg	1,5	0,30 kg
Motocicleta eléctrica	E-motorbike	5 kg	3	0,50 kg

Elaboración propia. Fuente: Canaccord, (2016); Battery University (s.f.)

## 11.2. Mapeo de eslabones y actores relevantes

De manera simplificada, la cadena para la producción de LIB destinadas a la movilidad eléctrica puede dividirse en las siguientes secciones o eslabones: materias primas; procesamiento de las mismas; elaboración de los componentes de las celdas incluidos cátodos, ánodos, separadores y solución electrolítica; producción de las baterías mediante ensamblaje de celdas; y paquetes de baterías. El punto final de la cadena se relaciona con las aplicaciones de la movilidad eléctrica y por lo tanto, más allá de que el producto final para el interés de la investigación sea la batería, es necesario tener en cuenta el vínculo general con el sector automotriz que impulsa la demanda del producto<sup>24</sup>.

<sup>24</sup> Cada eslabón de la cadena presenta una serie de vínculos que escapan a la consideración simplificada de la cadena prevista para la presente investigación. Por ejemplo, las empresas mineras del eslabón inicial requieren la provisión de una serie de bienes y servicios para su funcionamiento, lo que puede generar el mapeo de nuevos eslabonamientos. Incluso, esto genera impulsos económicos que pueden presentar significación para las

El análisis de cada eslabón permite discurrir sobre las posibilidades y restricciones conformando un diagnóstico sobre la cadena.

Figura 13



Elaboración propia.

### 11.2.1. La cadena de valor aguas arriba. Los eslabones iniciales

Aguas arriba, las materias primas y su procesamiento implican la intervención de la industria minera mediante sus actividades de prospección, exploración y extracción (perforación y bombeo en el caso de salmueras) y de la industria química (básica y fina) para la transformación de los concentrados.

De acuerdo a las prestaciones requeridas, los componentes de las LIB surgen de distintas combinaciones de los sustratos electroquímicos, los cuales están en constante desarrollo, y derivan de una serie de minerales precursores.

Las composiciones químicas de cátodo más utilizadas en las LIB para la movilidad eléctrica son las identificadas como NMC (litio, níquel, manganeso y cobalto) que brinda mayores prestaciones en cuanto energía y ciertos riesgos de seguridad, NCA (litio, níquel, cobalto y aluminio) con mayor resistencia a los impactos y mayor ciclo de vida, LFP (litio, hierro, fosfato) con mayor seguridad aunque menor densidad energética y LMO (litio, manganeso) con términos medios en tales aspectos. En el ánodo, el grafito es el material

---

comunidades aledañas. No obstante, un nivel tan desagregado de detalles superaría las posibilidades de abordaje y los límites de la extensión de este trabajo.

predominante, el cual puede obtenerse de fuente sintética (60% del mercado) y natural (40% del mercado).

En una típica batería de composición NMC se emplean los siguientes materiales: níquel, manganeso, cobalto (como material activo del cátodo), aluminio (como material activo del cátodo y colector), litio (en cátodo y electrolito), grafito (como material de ánodo) y cobre (colector). No obstante la importancia del litio para la síntesis electroquímica de la batería, representa el material usado en menor cantidad (0.13 por kg/kWh) respecto de los restantes mencionados (Mayyas et al., 2018).

Como puede apreciarse, el litio destaca por la importancia de sus características, sin embargo no es el único mineral utilizado, ni el más requerido en cantidades dentro de los componentes de una LIB. Por lo tanto, la ventaja inicial del acceso a la fuente del recurso natural no asegura de por sí el escalamiento en la cadena hacía la producción de las baterías, sin considerar el acceso hacia el resto de los materiales.

La provisión del resto de los minerales precursores se obtiene de diversos yacimientos alrededor del mundo. Para las baterías más utilizadas, los minerales clave (aluminio, cobalto, grafito, litio, manganeso y níquel) contabilizan 32 países productores (Igogo et al., 2019). La región cuenta con reserva y producción de dichos minerales por lo que el avance en la cadena, bajo el modelo de escalamiento de producto, requiere de acuerdos para una integración efectiva. En este caso con Brasil que es el país sudamericano de mayor producción de níquel, manganeso, grafito y aluminio, mientras que respecto del cobalto (derivado del proceso del níquel) sus refinerías fueron forzadas a cerrar en años recientes, cuando se produjo una baja sustancial en el precio del níquel.

El cobalto presenta una situación crítica, por su relativa escasez y lo elevado de su precio. Por tal razón, las combinaciones del cátodo con mayor requerimiento de níquel sobre el cobalto se presentan como una opción para los fabricantes de baterías. Esto tiene incidencia respecto del compuesto de litio utilizado en el cátodo (carbonato o hidróxido de litio), y sus efectos repercuten en los eslabones iniciales de la cadena. El cobalto también es procesado en plantas químicas para ser utilizado como material activo en cátodos. Las refinerías químicas de cobalto están dominadas por China. Éstas y los fabricantes de baterías realizan acuerdos e integración vertical con las fuentes de obtención primaria, como el caso de Jichuan o Hanyou (refinadoras de cobalto) integradas verticalmente con minas en Congo, o Glencore mina Katanga con acuerdos de provisión con CATL China.

Centrados exclusivamente en el litio, se toman en cuenta las dos fuentes principales de obtención, salmueras naturales y minerales de roca, las cuales tienen sus propios métodos de extracción. En este eslabón inicial destaca la presencia de empresas del rubro minero y también las del rubro químico ya que el concentrado de litio obtenido de la extracción primaria requiere un procesamiento posterior para dar lugar a los compuestos demandados por las baterías (carbonato de litio e hidróxido de litio). En el caso de las salmueras naturales del TDL el carbonato de litio se obtiene en las inmediaciones de la fuente y el hidróxido en plantas ubicadas en otros países, con excepción de la planta de SQM que produce el compuesto en Salar del Carmen, Antofagasta.

En el eslabón inicial de la cadena, el TDL presenta la típica ventaja de recursos por la menor incidencia de costos de la extracción de salares con relación a la proveniente de minerales de roca. Por lo tanto, la captura de rentas en este eslabón primario está limitada por esa diferencia de costos. La ventaja radica en la menor complejidad del procedimiento de extracción gracias a condiciones climáticas especiales, únicas respecto de otros salares. En contrapartida, el proceso requiere de mayor tiempo para la obtención del concentrado por radiación y evaporación del agua, un elemento escaso del cual se requieren significativas cantidades en un ambiente frágil. La aplicación de tecnología tendiente a reducir los tiempos de evaporación o utilización de agua es factible y eliminaría los inconvenientes y externalidades mencionadas. No obstante, el costo de producción aumentaría, disminuyendo la renta de los productores. De acuerdo con Juan Carlos Zuleta Calderón (especialista boliviano y asesor de la Comisión del Litio en Chile), los métodos de extracción en el Salar de Atacama resultan obsoletos para la tecnología actual. En similar sentido, Ingrid Garcés Millas (especialista chilena con más de veinticinco años de trabajo de investigación en salares del norte de Chile), menciona que pueden aplicarse sistemas de extracción que utilicen menos agua, lo cual choca con la resistencia de las firmas operadoras por cuestiones de disminución de la rentabilidad (conceptos vertidos en sendas entrevistas personales, junio de 2020).

En tanto la concentración de litio en los salares del TDL es superior a otros en el planeta la renta también se sustenta en la mejor *calidad* natural de estos salares. En la medida que la tecnología avance hacia procesos más eficientes en la separación de impurezas puede mejorar la competitividad respecto de la obtención de concentrados de minerales de roca, aunque también la de otros salares fuera del TDL.

La oferta de los precursores de litio adopta la forma de oligopolio<sup>25</sup>. Sin embargo, las grandes firmas de la industria automotriz y electrónica participan crecientemente en el desarrollo de los proyectos mineros, a fin de asegurarse el abastecimiento en cantidad y calidad necesarias (Subsecretaría de Programación Microeconómica, 2018). Además de una pauta sobre la gobernanza de la cadena, lo resaltado es indicativo del factor crítico de éxito en el eslabón: asegurar la cantidad y la calidad.

Puesto que el territorio no se puede desplazar, la ventaja competitiva surgida de la localización del recurso primario tiene entidad para atraer actividades contiguas a la cadena. No obstante, mientras los actores de la explotación primaria del litio mantengan grados de vinculación relevante con firmas transnacionales, con mayor o menor grado de integración vertical, la ventaja será internalizada por las firmas transnacionales, quienes también toman decisiones sobre volúmenes de explotación y su precio, influyendo en la determinación del patrón de industrialización de la cadena, así como en la localización donde ésta se desarrolla (Castello & Kloster, 2015b).

La presencia de actores regionales en este eslabón de la cadena es la más significativa. Por su peso específico, el actor más destacado de la región es SQM, uno de los 5 grandes a nivel mundial. Su capacidad en la síntesis química de compuestos de litio proviene originalmente de la adquisición de la tecnología introducida en la región por Foote y luego se expandió al desarrollo de hidróxido de litio. En Bolivia, la empresa estatal YLB sostiene la apuesta más ambiciosa de la región para participar en todos los eslabones de la cadena de valor, que para el caso del eslabón inicial se manifiesta en la extracción de la materia prima en el Salar de Uyuni para ser procesada en su propia planta a fin de obtener carbonato de litio, sin que hasta el momento pueda reflejarse en volúmenes de producción y comercio relevantes. Por el lado de Argentina, la presencia de actores locales se manifiesta con la empresa provincial JEMSE mediante una estrategia que procura capturar mayores porciones de renta a las previstas en la legislación bajo el concepto de regalía minera, a la vez que promueve un enlace con actores públicos del campo de la investigación para desarrollar nuevas tecnologías para la extracción de litio, la elaboración de compuestos de litio con alto valor agregado y el estudio de procesos

---

<sup>25</sup> La combinación de experiencia y capital financiero destacan como las causas fundamentales de la conformación oligopólica registrada hasta el momento. Existe gran cantidad de proyectos de explotación en los salares argentinos que podrían modificar la configuración del mercado en caso de ponerse en operación. La falta de empresas locales es otra característica y el caso de la firma Puna Mining, del especialista Pablo Alurralde, es significativo de las dificultades que enfrentan estas iniciativas ya que a pesar de contar con la experiencia para la explotación requirió de capitales extranjeros (provistos por la australiana Argosy Minerals Ltd.) para poner en funcionamiento una producción equivalente al 0.025% de las explotaciones líderes (ver 6.5.1.3).

de electrodo, que conduzcan a una mejor comprensión del funcionamiento, y al desarrollo de baterías de alta capacidad. Además, se procura avanzar en el extremo de la fabricación de baterías, mediante acuerdos con actores privados extra-regionales. En Salta, Puna Mining S.A. destaca por su formato de pequeña y mediana empresa local con capitalización extranjera (Argosy Minerals Ltd., de Australia). Es llevada adelante en el Salar del Rincón por el ingeniero Pablo Alurralde, un reconocido especialista con intervención en la gestión operativa del proyecto Fénix, Salar del Hombre Muerto (FMC, hoy Livent).

Los gobiernos nacionales tienen distintas visiones sobre el desarrollo de este eslabón de la cadena integrado por el sector minero, con distintos marcos regulatorios de base. Argentina (al margen de los distintos posicionamientos de los estados provinciales) tiene una posición completamente abierta a la inversión extranjera, bajo la idea de aprovechar una ventana de oportunidad para la explotación del recurso, sin condicionamientos ni estrategias plasmadas en acciones concretas para el agregado de valor. Chile, con una restricción parcial para la disposición de las concesiones, promueve un modelo de negocios con mayor presencia nacional encomendando a la minera nacional del cobre CODELCO (por sí o con socios privados) la explotación de las reservas en los salares de Maricunga y Pedernales, a la vez que promueve un plan para el agregado de valor en el eslabón siguiente de los compuestos de litio. Finalmente, Bolivia establece la explotación local exclusiva para este primer eslabón, mediante la empresa estatal YLB, y promueve la industrialización integral en territorio lo que representa la configuración completa de la cadena de valor a nivel nacional.

El segundo paso de la cadena está dado por la elaboración de compuestos a partir de los minerales extraídos, lo cual importa la participación de la industria química. Desde la perspectiva del litio, este es el primer desafío de escalamiento que enfrenta la cadena. En la situación actual, los salares del TDL presentan la ventaja para la obtención de carbonato de litio ya que su obtención a partir del concentrado primario (o del cloruro de litio obtenido como producto primario) se obtiene a partir de un proceso de química de menor complejidad respecto del resto de los compuestos. La totalidad de los proyectos de extracción del concentrado tienen prevista la elaboración de este producto, aunque su grado de refinación difiere. Por el lado del litio extraído de los yacimientos de roca, el concentrado obtenido es generalmente trasladado a las plantas de procesamiento donde se obtienen los compuestos. Es el caso de las minas australianas que remiten su producido a las plantas de procesamiento en China.

El mercado de las baterías secundarias requiere un compuesto con menor cantidad de impurezas (especialmente de magnesio y sodio para el carbonato de litio; y dióxido de carbono, cloro y sulfato en el caso del hidróxido de litio) por lo que se distingue el grado técnico y el grado batería tanto para el carbonato como para el hidróxido de litio. En los proyectos operativos en el TDL, además del carbonato de litio, los otros compuestos obtenidos son el cloruro de litio y el hidróxido de litio. Aunque según algunos pronósticos de la consultora Bloomberg NEF (Lu & Frith, 2019) este último puede ocupar un mayor lugar en la química de los cátodos de baterías para la movilidad eléctrica, en el TDL solamente se obtiene en la planta de Salar del Carmen operada por SQM. El resto de los proyectos elabora este compuesto fuera del área y de la región.

La renta del eslabón, comprendida en el mayor valor de los compuestos de litio y las perspectivas del aumento de su demanda para las aplicaciones relacionadas con la movilidad eléctrica, está dada por el conocimiento en la síntesis química empleada en la refinación, la tecnología aplicada y el capital para la elaboración de las plantas de proceso. Actualmente, esta renta se origina exclusivamente por capacidad tecnológica de las empresas, y no está vinculada con bienes o servicios propios de la región del TDL, más allá de la materia prima, claro está. Los costos de transporte de los compuestos con mayor o menor elaboración no generan ahorros significativos que pudieran justificar el procesamiento en lugares alejados de las fuentes de obtención primaria del recurso. Salvo en el caso de la existencia de plantas que procesen estos compuestos ya instaladas en otros lugares. Por tal razón, las vinculaciones entre empresas mineras con firmas químicas que cuentan con plantas fuera del TDL tenderán a consolidar la ventaja en el eslabón fuera de la región.

De tal manera, la conformación de un polo de mayor refinación química para los compuestos de litio en la zona del TDL requiere de un esfuerzo de coordinación e inversión que está lejos de la generación espontánea por vía de la actuación de los actuales actores del mercado. La firma SQM (con arraigo en la zona del TDL, más allá de su privatización e internacionalización), es la única que dispone de una planta para el procesamiento de hidróxido de litio y analiza planes para afrontar una eventual tendencia del mercado hacia la mayor demanda del compuesto (Barrientos, 2018). El resto de las grandes operadoras de la zona carece de planes tendientes a fortalecer este sector de la cadena. Los otros esfuerzos vienen por el lado de las universidades e institutos públicos de investigación, la experiencia de industrialización boliviana, y la estrategia CORFO para la industrialización del litio. Los mismos carecen de vinculación entre sí o respecto del sector de la industria química de la región, lo cual amerita

un intento de coordinación, o más propiamente una atención de política industrial y de innovación para lo cual existen algunas herramientas de los procesos de integración regional, específicamente los acuerdos de colaboración técnica, que podrían utilizarse como se verá posteriormente.

En el mismo eslabón de la cadena cabe ubicar el procesamiento del resto de las materias primas utilizadas en los componentes de las celdas, es decir, material para la utilización en cátodos, ánodos, electrolitos y separadores. En este caso, su tratamiento en el TDL requiere la importación de las materias primas y la construcción de plantas para el proceso químico lo cual presenta desventajas evidentes. La renta en el proceso de estos materiales está ubicada en el conocimiento técnico y en la elaboración de productos especiales, (tal el caso de los separadores y los precursores especialmente preparados) protegidos por patentes industriales. Estos materiales específicamente trabajados constituyen (en conjunto) el costo más importante de los componentes de la batería, aunque sus márgenes de ganancia están reducidos y su elaboración está distribuida en numerosas empresas productoras de cada uno de ellos, la mayoría de los cuales se ubica en los principales países del Este Asiático (China, Japón y Corea).

Los precios de los compuestos son altos por cuanto las propiedades electroquímicas que ofrecen (alta capacidad de energía y buena densidad de carga) deben mantenerse estables en los continuos ciclos de carga y descarga a los que serán sometidos, de manera que se obtienen mediante estrictas condiciones de calidad (tamaño de partícula, cristalinidad) y pureza mayor al 99,7% (Cabrera et al., 2012).

### **11.2.2. La corriente media de la cadena de valor**

El flujo medio de la cadena está conformado por la producción de los componentes de las baterías: cátodos, ánodos, separadores y electrolitos. En este eslabón dominan las empresas ubicadas en la región del Este Asiático, más específicamente China, Corea del Sur y Japón. El origen de la especialización fue producto del desarrollo mismo de las LIB por parte de Sony a principios de los años 90. La electrónica de consumo instalada en Japón alimentó las inversiones para el desarrollo de la nueva tecnología, lo cual fue apoyado por el gobierno japonés mediante el financiamiento de I+D y bajo costo de capital para establecer plantas de fabricación. Diez años después, el esfuerzo conjunto del gobierno y las empresas en Corea potenció estos eslabones de la cadena para atender las demandas de su propia industria electrónica de consumo. Igualmente China, amparado en la activación de su mercado, fortaleció

el desarrollo de sus componentes para baterías a través de varios incentivos de gobierno en I+D, impuestos, inversiones, contenido nacional requisitos y restricciones de exportación.

La renta del eslabón está ligada a la disposición de tecnología, capital, ventajas de mano de obra y conocimiento acumulado en función de una relación consolidada entre clientes y proveedores del mercado de baterías secundarias, especialmente destinadas a la electrónica de consumo.

También debe considerarse la existencia de una renta política, que permitió el desarrollo de los respectivos clústeres en Japón, Corea y China. En tal sentido Kaplinsky (1998) recuerda que algunos analistas (menciona a Alice Amsden y Robert Wade) creen que el crecimiento industrial del Este Asiático fue significativamente ayudado por el diseño y la implementación de políticas públicas efectivas; mientras que para el Banco Mundial la influencia de esas rentas políticas fueron sobreestimadas.

Las acciones tendientes a la participación en este eslabón por parte de actores del TDL son prácticamente nulas. Hay algunas acciones experimentales tendientes a la elaboración de algunos componentes a nivel laboratorio en institutos públicos de investigación en Argentina (ver 6.5.1.2.) y planes para la instalación de este eslabón en Bolivia (ver 6.5.2.1.). Ante la necesidad de importar materiales precursores especialmente preparados (grado batería) y la falta de un mercado regional de LIB, la elaboración local de los componentes de las celdas se encuentra con limitaciones evidentes para este eslabón central.

### **11.2.3. La cadena de valor aguas abajo. Los eslabones finales**

Los eslabones finales de la cadena están compuestos por los productores de celdas, módulos de celdas y paquetes de batería, también dominados por los países del Este Asiático ya mencionados. En este caso, los paquetes de baterías secundarias destinadas a la automoción también cuentan con fabricantes en Estados Unidos y Europa lo cual se explica por la necesidad de abastecer la demanda con proximidad a los productos finales y porque las firmas automotrices invierten capital de manera regional para incorporarse a la tendencia de la movilidad eléctrica recibiendo apoyos gubernamentales. De esta forma, la evolución en las ventas de los vehículos eléctricos puede darnos una orientación de la tendencia que debería seguir la fabricación de las baterías secundarias. En este aspecto, China lidera con 65%, seguido por los Estados Unidos con 17%, Europa con 16% y el resto con 4%. De hecho, la capacidad

instalada para la fabricación de LIB para EV está localizada principalmente en China (62%), Estados Unidos (22%) y Corea del Sur (13%) (Subsecretaría de Programación Microeconómica, 2018).

Las proyecciones de mercado son favorables al mantenimiento de China como principal productor de LIB, por cuanto ha integrado toda la cadena de valor. Además de asegurarse la provisión de cobalto, China tiene la capacidad de proveer todos los demás materiales necesarios, incluyendo litio, material de ánodo, separadores y carcasas, más níquel y sulfato de manganeso de grado para baterías. También cuenta con la base de investigación necesaria para el diseño de las mismas.

Si bien las baterías secundarias destinadas a la automoción siguen la tendencia de diseño y construcción a cargo de las propias automotrices (y aquí pueden generarse distintas exigencias respecto de las establecidas para la electrónica de consumo) se prevé que la producción de los componentes y las celdas se mantendrá bajo el dominio de los clústeres del Este Asiático. De hecho se trata de los eslabones más regionalizados de la cadena, presentando mayores obstáculos para su escalamiento. El caso de las baterías utilizadas por la firma Tesla es indicativo de la relación entre fabricantes automotrices y proveedores de baterías. La firma norteamericana diseña su paquete de baterías como parte de la estructura del vehículo y así utiliza en sus modelos más populares de EV (Tesla Model S, X y 3) una batería constituida por un *pack* de miles de celdas, cada una de las cuales tiene un tamaño similar al de una pila AA estándar. Las celdas son provistas por distintas firmas: la firma japonesa Panasonic provee celdas NCA (modelos 2170 y 18650 generalmente utilizados en herramientas portátiles, computadores personales, linternas led) para los vehículos fabricados en Estados Unidos. Por otra parte, la surcoreana LG Chem provee sus celdas NMC para los coches fabricados en Shanghai, China donde también se incorpora la local CATL en virtud de un reciente acuerdo para la provisión de celdas LFP. La relación con distintos proveedores le permite a la automotriz experimentar aspectos tecnológicos (por la prestación de las distintas composiciones de cátodo), económicos (por los costos de cada tipo de celda), y estratégicos (por su relación con el proveedor chino para su mejor inserción en el principal mercado de EV).

El eslabón de celdas y baterías no solo precisa un mercado de aplicaciones finales que permita la escala necesaria sino también que se encuentre en una distancia menor de aquellos que dominan el mercado. Por eso, en la vinculación del eslabón final con la industria automotriz, la cuestión de proximidad geográfica necesaria entre el paquete de la batería y el

producto final lleva a considerar que las aspiraciones de escalamiento hacia este extremo de la cadena en la zona del TDL pueden concretarse con el sector automotriz más cercano a la región, ubicado en MERCOSUR, y en la medida que este dirija esfuerzos hacia la movilidad eléctrica. En este proceso de integración los acuerdos para el sector automotor tienen una dinámica de seguimiento que permite avizorar un posible escenario de discusión y planteo del tema.

Las experiencias locales en este eslabón de la cadena están en plan de concreción sin resultados hasta el momento. En el caso de la provincia de Jujuy, el convenio firmado con la fabricante italiana FAAM del grupo Seri, dio lugar al inicio de construcción de una planta en la localidad de Perico para la fabricación de baterías bajo la titularidad de la firma Jujuy Litio SAPEM (60% JEMSE y 40% FIB). En el caso de Bolivia, el acuerdo entre YLB y la empresa alemana ACI Systems GmbH para construir plantas de materiales catódicos y LIB quedó desactivado a finales de 2019.

En definitiva, conforme la estructura actual, los eslabones de la cadena carecen firmas relevantes pertenecientes a los países del TDL, con la sola excepción de la firma chilena (internacionalizada) SQM. Más allá de las estrategias emprendidas por parte de YBL de Bolivia o JEMSE de la provincia de Jujuy, el peso específico de las mismas en la cadena de valor carece de trascendencia.

Figura 14

### Principales actores en la cadena global de valor para baterías de iones de litio



Elaboración propia.

### 11.3. Señales de gobernanza a lo largo de la cadena

Sin perjuicio de la exposición simplificada de la estructura de la cadena de suministros, en líneas generales toda la cadena de la industria se considera larga y fragmentada, con muchos jugadores especializados en alguna actividad clave.

Hasta ahora, los países del Este Asiático dominan la corriente media y aguas abajo de la cadena de suministro de LIB. Excepto en el caso de las empresas en sentido ascendente, para las cuales la ubicación de los recursos es muy relevante, la mayoría de los actores intermedios y en sentido descendente son empresas chinas, coreanas y japonesas. De acuerdo a las importantes inversiones realizadas en los últimos años por estos tres países y la continuidad de los programas para desarrollar el mercado de vehículos eléctricos de China, se prevén aumentos en la cuota de mercado de los países de Asia Oriental.

De hecho, la capacidad de fabricación de LIB se encuentra principalmente en China, Japón y Corea. Juntos, estos los países superan el 80% del total de la capacidad global de producción para todas las aplicaciones de uso final, lo cual implica que pueden atender la demanda interna y además dominan los mercados de exportación.

China, Japón y Corea también controlan la mayoría de la producción de LIB aplicadas a la movilidad eléctrica, con algo menos del 80% de la producción total. No obstante, Estados Unidos avanzó para ubicarse como productor destacado, gracias al impulso de firmas como Tesla y GM, llegando a disputar la segunda cuota del mercado con Corea, ambas por debajo de China.

Estos países asiáticos cuentan con importantes proveedores de materiales aguas arriba (para electrodos, separadores, electrolitos, etc.) que juntos constituyen grupos clave de la cadena de suministro centrados en la producción de LIB. Esta configuración productiva potencia las ventajas de una cadena de suministro regional (con algún grado de integración vertical) cuyos beneficios de costos marcan una diferencia apreciable respecto de los fabricantes de componentes y celdas ubicados fuera de esta red regional. De tal manera, esta ventaja no se aprecia en la cadena de suministro en los Estados Unidos, todavía inmadura y sujeta a una serie de acuerdos de provisión con los actores asiáticos, tal como se observa en las plantas operadas por actores relativamente nuevos en la industria de las LIB y con su capacidad orientada más específicamente al mercado de los vehículos eléctricos.

Debido a la atención de los mercados de la electrónica de consumo por casi 30 años, el conocimiento y la experiencia en la producción de LIB, permitió que las empresas dedicadas al producto de menor tamaño crearan una cadena con oferta sólida, producción significativa y experiencia acumulada, gran parte de la cual es transferible a la producción de celdas y baterías de gran formato para mercados finales de la movilidad eléctrica. Por lo tanto, en comparación con los nuevos competidores y posibles emprendedores enfocados únicamente en los mercados automotrices, los productores establecidos disfrutaban de muchas ventajas, a saber: experiencia de proceso; menores gastos generales y costos fijos (amortizados por la atención de múltiples mercados de aplicaciones finales); mayor poder adquisitivo; y cadena de suministro regional establecida y eficiente (Chung et al., 2015).

No obstante lo anterior, las ventajas surgidas del dominio del sector de la electrónica de consumo pueden alterarse cuando la demanda de baterías está impulsada por el sector automotriz cuya presencia es relevante para distintas economías nacionales y regionales. Por ello, aunque la movilidad eléctrica se encuentra en una fase inicial y la renovación de la flota de vehículos de combustión interna todavía es incipiente, es posible que los nuevos participantes de la industria tengan éxito, aunque deben enfrentar importantes desafíos en la adquisición de capacidades tecnológicas, el establecimiento de costos competitivos y producciones de escala.

En cuanto impulsa la demanda de las LIB para la movilidad eléctrica, el sector automotriz presiona sobre el desarrollo de la cadena en dos cuestiones especiales. Por un lado, respecto del precio de las baterías, para generar incentivos económicos en la sustitución de los vehículos de combustión interna por parte de los consumidores. En ese aspecto se constituyó en un lugar común dentro de la temática (o simbólico) la meta de alcanzar un valor por debajo de los u\$s100 por kWh para que la elección de un vehículo eléctrico resulte económicamente atractiva. Por otra parte, las automotrices determinan requisitos de rendimiento, seguridad y confiabilidad altos para las baterías, acordes a los parámetros de confiabilidad vinculados al funcionamiento de un vehículo. De tal manera, los requisitos de calidad exigidos por los fabricantes de equipos originales, así como sus deseos de proveedores financieramente estables, inclinan el campo de juego a favor de competidores establecidos con fuerte trayectoria de registros de producción y rendimiento comprobado del producto.

Los fabricantes de vehículos cuentan con otra circunstancia que puede afectar a la cadena. Es probable que las decisiones de los fabricantes de vehículos sobre dónde producir

vehículos eléctricos (y en qué cantidades) sean los determinantes principales en las ubicaciones de producción de paquetes de LIB (Coffin & Horowitz, 2018)<sup>26</sup>.

En resumen, las consideraciones precedentes permiten inferir que los principales eslabones de la cadena presentan un patrón de gobernanza basado en el carácter relacional que requiere competencias específicas de los proveedores para distintos subproductos componentes de LIB. Si bien en los últimos años aumentó la realización de acuerdos, fusiones y adquisiciones en secciones individuales de la cadena de suministro, las mismas se orientan a asegurar provisiones futuras y, por lo tanto, fue menos común observar esas operaciones entre competidores, como así también los casos de integración vertical.

A nivel regional, el dominio de los principales países del Este Asiático para la fabricación de las baterías se mantendría en los próximos años. No obstante, los esfuerzos de Estados Unidos y Europa a través de sus firmas automotrices dirigidos a la movilidad eléctrica indican que el lugar de producción de vehículos será un factor destacado para la presencia de los proveedores de las baterías, y así pueden preverse modificaciones al menos la estructura espacial de la cadena.

#### **11.4. Análisis FODA**

Este análisis contiene la síntesis de las capacidades para el conjunto de la cadena e identifica sus restricciones, considerando los factores internos y externos que afectan el desempeño de la cadena desde la perspectiva regional

La configuración actual de la cadena muestra una participación circunscripta a los eslabones iniciales de la cadena, mientras en el resto solo pueden mencionarse algunas iniciativas.

##### **Fortalezas**

Entre las fortalezas internas a la cadena aparecen algunas capacidades distintivas que significan ventajas frente a competidores (competitividad), y la posibilidad de ser incrementadas.

---

<sup>26</sup> La referencia indicada ejemplifica los casos de Panasonic, LGChem, AESC, Samsung SDI como importantes fabricantes asiáticos de celdas y baterías con ensambles en Estados Unidos y Europa debido a la cercanía con las fábricas automotrices de Tesla (Nevada) Ford y General Motors (Michigan), Nissan (Tennessee), BMW y Volkswagen (Alemania).

- Potencial geológico de la región reflejado en la existencia de minerales integrantes del núcleo de materias básicas de los componentes de las celdas.
- Presencia del recurso natural del litio con las mejores proporciones de concentración.
- Mejores reservas en cantidad y calidad.
- Menores costos de extracción primaria del litio respecto de otras fuentes.
- Explotación en Brasil de componentes clave: níquel, grafito y aluminio. Posibilidad de reactivar la explotación de cobalto.
- Investigación electroquímica. Universidades e institutos públicos de investigación activos. Acuerdo de cooperación entre países de la región.
- Presencia de industria automotriz regional con posibilidad de incursionar en la movilidad eléctrica.
- Posibilidades de utilizar el acuerdo automotriz del MERCOSUR como plataforma para discutir la inserción regional de la movilidad eléctrica.

### **Oportunidades**

Entre las oportunidades, externas a la cadena, surgen factores positivos, favorables y explotables con posibilidad de ser aprovechados.

- Alta demanda del litio como componente esencial de las baterías secundarias para automoción.
- Tecnología en desarrollo para las baterías. Si bien la distancia inicial con respecto a los fabricantes de componentes y celdas es grande, las innovaciones pueden generar la disminución de la brecha (*catch-up*). Implica una apuesta por los desarrollos electroquímicos en general, sin consideraciones dogmáticas.
- Mayor conciencia general sobre el cuidado del ambiente. Las medidas gubernamentales en tal sentido tienen mayor grado de aceptación y pueden dirigirse hacia la movilidad eléctrica.

### **Debilidades**

Entre las debilidades internas de la cadena, generadoras de una posición desfavorable ante la competencia, puede apuntarse en general la falta de orientación de los recursos hacía las actividades de mayor valor agregado.

- Falta de coordinación entre los actores públicos en los niveles nacionales y subnacionales para determinar políticas industriales con efecto en la cadena a nivel regional.
- Insuficiente articulación regional entre la fase minera, el desarrollo tecnológico y las aplicaciones industriales.
- Falta de priorización a los sistemas de innovación para apuntalar sectores de la cadena.
- Posición regional basada en un solo eslabón (inicial) y un solo tipo de rentas (de recursos naturales) lo que implica situación de vulnerabilidad por la inestabilidad de las rentas de recursos.
- Falta de incentivos tendientes a promover acuerdos de transferencia de tecnología o conocimiento con países líderes.
- Falta de medidas de estímulo al desarrollo de competencias para la elaboración de productos especializados y tecnologías asociadas, a diferencia de sus competidores.
- La ubicación geográfica alejada de los países consumidores de productos de litio por impulso de la movilidad eléctrica.

### **Amenazas**

Las amenazas externas a la cadena que atentan contra la permanencia competitividad en los eslabones más favorables de la cadena e impiden el avance hacia otros eslabones están constituidas por factores económicos, sociales, tecnológicos, políticos.

- La acción rápida y determinada de los distintos bloques regionales (fábricas Asia, América del Norte y Europa) para un mejor posicionamiento y control de la cadena.
- Las empresas dominantes en el sector automotriz, fabricantes de baterías y productores de materiales activos tienden a ampliar su dominio hacia los eslabones iniciales de la cadena para asegurar el suministro. Tienen más poder, a través de acuerdos, fusiones y adquisiciones de empresas mineras para operar en el sector. En el TDL la posición de Argentina fomenta esa posibilidad y fuera de la zona, surge por la posición de Australia.
- Existencia de modalidades de asociación entre productores y demandantes de los productos finales (automotrices) que pueden generar barreras de entrada para el fortalecimiento de la cadena regional.
- Fragilidad y deterioro ambiental.

Figura 15

## Análisis FODA

### FORTALEZAS

- ✓ **Potencial geológico** de la región con minerales del núcleo de materias básicas de los componentes de las celdas.
- ✓ Mejores **reservas de litio** en cantidad y calidad.
- ✓ Menores **costos de extracción** primaria del litio.
- ✓ Explotación en Brasil de **componentes clave**: níquel, grafito y aluminio. Posibilidad de reactivar la explotación de cobalto.
- ✓ **Investigación electroquímica**. Universidades e institutos públicos de investigación activos.
- ✓ **Industria automotriz regional** con posibilidad de incursionar en la movilidad eléctrica.
- ✓ Acuerdo automotriz del MERCOSUR como **plataforma para discutir la inserción** regional de la movilidad eléctrica.

### OPORTUNIDADES

- ✓ Alta **demanda del litio componente esencial** de las baterías secundarias para automoción.
- ✓ **Tecnología en desarrollo** para las baterías. Posibilidad de **catch-up** mediante innovaciones. Implica una apuesta por los desarrollos electroquímicos en general.
- ✓ Amplio **margen de mercado** para los productos de la movilidad eléctrica
- ✓ Mayor **conciencia ambiental** favorable para la adopción de medidas en favor de la eléctrica.

### DEBILIDADES

- ✓ **Falta de coordinación** entre los actores públicos nacionales y subnacionales para determinar políticas industriales con efecto en la cadena a nivel regional.
- ✓ **Insuficiente articulación regional** entre la fase minera, el desarrollo tecnológico y las aplicaciones industriales.
- ✓ **Falta de incentivos a los sistemas de innovación** para apuntalar sectores de la cadena.
- ✓ **Inmadurez de la cadena regional** basada en un solo eslabón (inicial) y un solo tipo de rentas (de recursos naturales). Inestabilidad de las rentas de recursos.
- ✓ **Falta de incentivos para promover acuerdos de transferencia de tecnología** o conocimiento con países líderes.
- ✓ **Falta de estímulo al desarrollo de competencias** para la elaboración de productos especializados y tecnologías asociadas.
- ✓ La **ubicación geográfica alejada de los países consumidores** de productos de litio por impulso de la movilidad eléctrica.

### AMENAZAS

- ✓ La **acción determinada de las regiones competidoras** (fábricas Asia, América del Norte y Europa) para un mejor posicionamiento y control de la cadena.
- ✓ **Poder de las empresas dominantes** del sector automotriz, fabricantes de baterías y productores de materiales activos **para ampliar su dominio** hacia los eslabones iniciales de la cadena y asegurar el suministro.
- ✓ **Modalidades de asociación** entre productores y demandantes de los productos finales (automotrices) que pueden generar **barreras de entrada** para el fortalecimiento de la cadena regional

Elaboración propia.

## 11.5. Buenas Prácticas - *Benchmarking*

Para el hipotético desarrollo de una cadena regional cabe tomar como puntos de comparación o buenas prácticas los ejemplos de intervención en la cadena de valor para alcanzar el dominio en las posiciones. Desde el punto de vista de una empresa corresponde el análisis comparativo con las firmas exitosas, es decir, aquellas promueven el escalamiento o la mejora de sus patrones de gobernanza sobre la cadena. En el caso de los países o regiones, la comparación recae sobre la posición de otros países o regiones respecto de la inserción / fortalecimiento de la cadena de valor. Esto último tiene vinculación con el análisis de IP.

Según la metodología de CEPAL un diagnóstico del funcionamiento de la cadena de valor con identificación de restricciones y oportunidades, es una condición necesaria para la definición de acciones y políticas, aunque insuficiente. Por ello destaca la utilidad de examinar otras realidades comparables, para identificar experiencias y extraer lecciones sobre la forma de resolver problemas similares en contextos diferentes. Lejos de recomendar un simple ejercicio informal y descriptivo, la búsqueda de buenas prácticas requiere estructurar un proceso que permita:

observar qué cuestiones han funcionado para resolver problemas similares en otras cadenas, cuáles son los factores que determinaron su éxito –que generalmente son de ‘contexto’ como aspectos legales y normativos, acuerdos interinstitucionales, etcétera- y qué posibilidades certeras hay de recrear esos elementos de ‘contexto’ para replicar la práctica (Padilla Pérez & Oddone, 2016:77).

En tal esquema, la pertinencia de la buena práctica está sujeta a dos condiciones: que la práctica sea utilizable independientemente del contexto (aplicación) o si existe alguna condición del escenario que sea necesario recrear para que la práctica tenga el éxito esperado (adaptación). Los mismos autores destacan que una buena práctica tiene la capacidad de provocar cambios reales en la dirección deseada, si se cuenta con un enfoque innovador, replicable y sostenible.

Estas búsquedas de buenas prácticas también pueden ser relacionadas con el *benchmarking*. Este último puede conceptuarse como un proceso continuo por el cual se toma como referencia los productos, servicios o procesos de trabajo de las empresas líderes, para compararlos con los de la propia empresa y posteriormente realizar mejoras e implementarlas.

Desde el punto de vista de las empresas el análisis de los eslabones de la cadena llevó a la identificación de distintos actores preponderantes. En el sector inicial de la cadena la explotación de salares requiere de una minería específica conectada con la obtención de

compuestos de litio de alta calidad mediante una síntesis química especial. El TDL cuenta con una empresa local de primer nivel internacional cuyos orígenes se conectan con la intervención estatal en el sector minero del salitre y luego con el desarrollo de capacidades específicas a partir de la tecnología incorporada por la firma Foote Minerals Company al constituirse la Sociedad Chilena del Litio en 1980 (en sociedad con CORFO). En el ejercicio de comparación, ese modelo está más cerca de ser replicado por YLB que cuenta con el apoyo estatal, aunque resta avanzar en la apropiación de una tecnología apta para la obtención eficiente de compuestos desde la explotación del Salar de Uyuni. En el caso argentino estas posibilidades están algo más alejadas, aunque pueden destacarse dos experiencias con orientaciones disímiles. Por un lado la articulación entre la empresa provincial JEMSE con los centros de investigación públicos nacionales que apuestan a la adquisición de una tecnología apta para el mejor aprovechamiento del recurso natural. Por otro lado, el desafío en la faz privada de la firma Puna Mining a cargo de Pablo Alurralde, ex gerente de la explotación de FMC en el Salar del Hombre Muerto durante 15 años, con vasta experiencia profesional y académica. Por natural ventaja de costos, en la medida que pueda avanzarse en la obtención de compuestos de calidad la conexión con el eslabón siguiente de la cadena global es promisorio, tal como lo demuestra la participación del resto de los operadores en un contexto de alianzas o asociaciones estratégicas entre empresas mineras, químicas y grupos empresariales relacionados con los productos finales de la movilidad eléctrica.

Para los eslabones relacionados con la elaboración de celdas la comparación se dirige a las firmas dominantes de Asia Oriental, lo cual resulta difícil de replicar por la falta de un contexto similar en la región. La experiencia acumulada, la integración productiva y las economías de escala alcanzadas en función de la atención del sector de la electrónica de consumo importan una ventaja comparativa propia de aquella región determinada. Es demostrativo el caso de los intentos efectuados en Argentina para vincular, a través del programa Conectar Igualdad, el sector protegido de la electrónica de consumo en la zona de Tierra del Fuego con un fabricante de baterías local apoyado por centros de investigación pública.

Sin embargo, en este punto es dable indagar sobre la situación de las firmas fabricantes de baterías para los vehículos de combustión interna. Si bien este tipo de baterías (generalmente de plomo-ácido), destinadas a los sistemas de ignición y eléctricos auxiliares del vehículo, no puede compararse con las prestaciones y aplicaciones de las LIB, destinadas a impulsar los vehículos, la existencia de grandes empresas dedicadas a la fabricación de baterías lleva a

suponer que las mismas intentarán adaptarse a las nuevas necesidades mediante un cambio de producto, pues de lo contrario se verán afectadas por la sustitución que plantea la movilidad eléctrica. La cuestión no resulta meramente especulativa ya que constituyó motivo de preocupación efectiva, especialmente en Brasil donde la industria de las baterías para automóviles de combustión interna constituye una de las pocas dedicadas a la fabricación de autopartes con predominancia de actores de capital nacional (75% del mercado local).

El propio Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social de Brasil (BNDES) exploró esta posibilidad en el marco de la construcción de una gama de instrumentos dirigidos a posicionar la economía brasilera en el nuevo paradigma energético (Castro et al., 2013).

Es importante resaltar que, en el mercado de baterías para automóviles de Brasil, los principales actores están relacionados como proveedores de las automotrices fabricantes de equipos originales (OEM por sus siglas en inglés) asentadas en ese país. En este segmento, la participación se divide entre la firma local Baterías Moura<sup>27</sup> y la extranjera Johnson Controls; esta última resulta un actor que también incursiona en el mercado de baterías de iones de litio, con participación en los eslabones de construcción de celdas y paquetes de baterías. Por lo tanto existe un punto de asidero en la exploración para la posible adaptación de estos actores de las tradicionales baterías de plomo-ácido en la elaboración de productos más complejos. Sobre todo en cuanto manejan una interesante escala de producción y vinculación con las terminales automotrices con reputación comprobada.

En el eslabón final, propiamente la construcción de LIB con destino a la movilidad eléctrica, la comparación con las empresas líderes obliga a dirigir la mirada hacia los acuerdos que mantienen con las automotrices. Si bien ya fue mencionado que los OEM determinan requisitos de calidad favorables a los proveedores establecidos con trayectoria y experiencia en la elaboración de LIB, también es cierto que las características de la industria automotriz y su cadena de valor abren un punto a favor de los desarrollos locales. La locación de los emprendimientos de la industria automotriz está vinculada a la demanda específica de productos y al desarrollo de los proveedores respecto de la provisión de partes cuyo tamaño implican gastos de transporte que actúan como penalidad de su estructura de costos final. En efecto, la producción tiende a organizarse a nivel regional o nacional, con fabricación de piezas voluminosas, pesadas y específicas del modelo concentradas cerca de las plantas de ensamblaje

---

<sup>27</sup> La firma tiene un convenio con la norteamericana XALT energy (fabricante de celdas y *packs* de LIB) y la brasilera Eletra (fabricante de buses) para la construcción de dos prototipos de ómnibus eléctricos.

final para asegurar la entrega oportuna, mientras que las piezas más genéricas y livianas se producen a distancia, en la medida que puedan aprovecharse las economías de escala y los bajos costos laborales (Sturgeon & van Biesebroeck, 2010). Por sus dimensiones, las LIB destinadas a la movilidad eléctrica son asimiladas a los motores, transmisión, y otras piezas importantes del producto final.

En consecuencia, en la medida que los consumidores de la región se inclinen por los productos de la movilidad eléctrica, los OEM analizarán la localización en los puntos cercanos a la demanda. En los países con mayor desarrollo hacia la movilidad eléctrica la preferencia del consumidor está respaldada por regulaciones en materia ambiental, apoyo al desarrollo de tecnologías y productos, incentivos fiscales para promover la inversión, e incluso subsidios a la adquisición de los vehículos, entre otras medidas en las que interviene el Estado. Por su parte, la instalación de OEM en la región trae aparejado el desarrollo de proveedores de autopartes cuyo volumen y peso hacen conveniente la cercanía geográfica. Esto no significa la entrada directa de proveedores locales (los cuales deben contar con competencia probada y competitividad), pues la tendencia de la industria automotriz es favorable a la relación de los OEM con proveedores globales, sin embargo la posibilidad de la instalación de estos proveedores globales en la región admite repensar estrategias para generar vinculaciones y aprendizajes entre los actores locales y los proveedores líderes, estimulando la formación de eslabones aguas arriba de la cadena, mediante la provisión de determinados componentes.

Justamente, uno de los argumentos más esgrimidos para relativizar la posibilidad de la región en el escalamiento de la cadena hacia la fabricación de LIB se fundamenta en la cuestión de la cercanía entre las automotrices demandantes y los fabricantes de baterías. De tal manera, los impulsos para conformar un mercado propicio de la movilidad eléctrica en la región resultan necesarios para articular la cadena en el nivel regional, y en este caso las acciones públicas resultan determinantes.

En tanto la participación de los actores públicos devino en elemento clave para las distintas regiones que tienen protagonismo en la cadena y que están impulsadas por el sector automotriz, es entonces que corresponde realizar la comparación entre prácticas de los países y regiones sobre el particular.

Otra vez el ejercicio de comparación puede resultar inadecuado en el contexto de países con las dimensiones de China y los Estados Unidos, o en el caso de regiones con el desarrollo

institucional del caso de Europa, no obstante es conveniente apuntar las características principales en aquellas experiencias.

**China.** El avance de China en la materia está relacionado con los programas públicos de promoción de la movilidad eléctrica, los cuales son objeto de diversos tipos de análisis (Patil, 2008; Banco Mundial, 2011; Stewart et al., 2012; Pan & Chen, 2016; Masiero et al., 2016; Millán Castilla, 2017). En particular, cabe destacar el interés del Banco Mundial en uno de sus programas lo cual motivó un informe especial destinado a guiar a otros países en el desarrollo de estrategias similares.<sup>28</sup> El informe reconoce las políticas dirigidas a estimular el uso de vehículos eléctricos a través de la inversión pública de 100.000 millones de yuanes (u\$s 15.000 millones de dólares aproximadamente) para subsidiar la compra de EV, estimular la inversión, el desarrollo tecnológico y la capacidad de fabricación.

En dicho informe se resalta que, aunque muchos considerarían a la movilidad eléctrica como un fenómeno comercial, hay razones para justificar el diseño de políticas que aceleren su implementación. Ya sea las que consideran atender a necesidades de infraestructura especial, o una transición adecuada sin afectar las demandas de la red energéticas, hasta aquellas sustentadas en políticas industriales del sector automotriz (Banco Mundial, 2011).

La estrategia de China apuntó especialmente a cuatro áreas clave para su futuro desarrollo: cambio climático, seguridad energética, polución urbana y crecimiento de la industria automotriz. En este último sector la estrategia procura quebrar las barreras de entrada de los fabricantes mundiales de vehículos de combustión interna mediante un cambio de producto, adquiriendo una posición global significativa en la propulsión eléctrica ya que esta introducirá un cambio en la cadena de valor que la favorece desde una perspectiva tecnológica y de la cadena de suministro, a partir de la capacidad para la construcción de las LIB, componente esencial del EV.

El programa, denominado Diez Ciudades - Mil Vehículos, inició en 2009 mediante la introducción de la movilidad eléctrica en la flota de vehículos destinados al servicio público (autobuses, camiones de basura, taxis) para investigar y abordar problemas vinculados con la utilización de los mismos y su seguridad. Posteriormente se introdujeron los subsidios a la compra de los EV de fabricación local. Otros programas intentaron acelerar la investigación y el desarrollo de la infraestructura de carga de EV y para reducir los costos de la fabricación de

---

<sup>28</sup> En el original: *“This report is also intended to help guide other countries in developing similar strategies for a more sustainable future”* (Banco Mundial, 2011:4).

baterías, en 2015 y 2017 (Pautas para el desarrollo de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos 2015-2020 y Plan de promoción del desarrollo de la industria de baterías de energía para vehículos).

Asimismo, la protección de la industria local se manifiesta mediante una serie de requisitos a la entrada de productores foráneos. Las inversiones extranjeras destinadas a fabricar automóviles completos está considerada como una industria restringida, lo que significa que para poder producir vehículos completos, el fabricante extranjero debe fabricar de forma conjunta con una entidad local y además, la proporción del ente local no puede ser menor del 50% (Millán Castilla, 2017).

Según especialistas legales del comercio internacional, la serie de políticas de apoyo del gobierno para el sector automotriz parecen violar los compromisos de China con OMC, incluidos los requisitos de transferencia de contenido y tecnología nacionales, la prohibición de subsidios a la exportación y las restricciones aplicadas a la exportación de materias primas clave. También se identifican subsidios a productores automotrices individuales en China, acuerdos particulares de transferencia de contenido y tecnología nacional, y provincias, localidades y zonas de desarrollo económico específicas que brindan subsidios adicionales a los productores automotrices (Stewart et al., 2012).

**Estados Unidos.** La carrera por el dominio de la industria automotriz a partir de las posibilidades de la movilidad eléctrica tiene en Estados Unidos un actor principal. La reacción cuenta con la intervención de actores privados (en algunos casos ampliamente destacados como el empresario Elon Musk, alma mater de Tesla), aunque el apoyo estatal aporta un componente esencial.

Este país desplegó una serie de políticas monetarias y no monetarias para incentivar la movilidad eléctrica. No solo a través de subsidios a fabricantes y consumidores, o desarrollo de infraestructura sino también relacionadas con preferencias en el estacionamiento y carriles de tránsito.

Desde la Ley de Reinversión y Recuperación Estadounidense de 2009 (ARRA por sus siglas en inglés) se destinaron montos significativos para la movilidad eléctrica.

De acuerdo al Banco Mundial (2011) a principios de la década se destinaron u\$s 25.000 millones en préstamos para la fabricación avanzada de automóviles y más de u\$s 2.000 millones en subsidios para baterías. Además, se distribuyeron u\$s 100 millones para despliegue de

infraestructura para vehículos eléctricos en cinco ciudades elegidas mediante un programa piloto. En cuanto a subsidios federales se aplicaron hasta un monto de u\$s 7.500 por vehículo eléctrico, con más incentivos adicionales disponibles en algunos Estados.

Si las comparaciones con las primeras potencias económicas del mundo carecen de pertinencia por la disparidad de los montos disponibles, sin embargo es necesario atender a la naturaleza de la ayuda, desplegándose una política industrial efectiva sobre un sector específico, el cual se elige aun a riesgo de no encontrarse estabilizados los desarrollos tecnológicos. Es decir, sin tanto apego a la aplicación rigurosa de una política industrial orientada por los fallos de mercado.

**Australia.** El caso de Australia puede considerarse más cercano desde la perspectiva de una economía con base en la explotación de recursos naturales.

En el acápite 9.1., fue mencionada la existencia de posiciones que sugieren la implementación de medidas de política industrial en forma gradual, lo que implicaría impulsar los sectores más próximos a la canasta exportadora del propio país, evitando los saltos en la dotación de factores y tecnología que requieren mayor esfuerzo para su concreción. En el caso de Australia, actualmente principal productor de concentrados de litio a partir de la explotación de mineral de roca, el gobierno fomenta el escalamiento en la cadena de valor en torno del litio, incluso en el eslabón con mayor complejidad tecnológica como es el de la elaboración de celdas. Más allá del cambio gradual, relacionado con los eslabones aguas arriba de la explotación minera, esa estrategia promueve un salto hacia los eslabones medios, aguas abajo, relacionados con las mismas baterías. Tal consideración surge de un informe público rubricado por el Ministro de Comercio, Turismo e Inversión (Australian Trade and Investment Commission, 2018).

Allí se reconoce que Australia carece de los equipos, tecnologías y procesos patentados para convertir sus materias primas en LIB para usuarios finales. Sin embargo, analiza que aun con las necesarias actualizaciones de la tecnología empleada para la química de las baterías, en la próxima década se mantendrá un núcleo de elementos minerales clave para la producción comercial de las LIB, y en función de ello aspira a atraer inversiones y transferencia de tecnología y/o patentes de fabricantes existentes de LIB para desarrollar el nivel requerido de capacidad.

En ese mismo informe destaca el rol de política por parte del gobierno australiano en apoyo a las economías de escala para las industrias de importancia mundial emergente y

desarrollarlas en su propio territorio, e incluso ofrece diez locaciones estratégicas de su territorio para la ubicación de fabricantes de celdas.

#### **11.5.1. Comparación con procesos de integración regional**

También en el capítulo 9 fueron considerados aspectos de política industrial e integración productiva en el marco de los procesos de integración regional, destacando la importancia de sus vínculos con las cadenas de valor en general. Ahora corresponde apuntar algunas especificidades de estos temas en la cadena de valor en torno a las LIB con destino a la movilidad eléctrica. De tal manera pueden surgir nuevos parámetros de comparación que permitan observar las estrategias desplegadas para fortalecer la cadena de valor.

En el caso de ASEAN resulta claro que este proceso tiene las condiciones más favorables para ratificar el liderazgo en la cadena de valor de LIB destinadas a la movilidad eléctrica. Aunque los integrantes originales de este bloque pueden realizar un aporte sustancial a esta cadena, resulta más relevante la conformación de ASEAN + 3, ya que implica la presencia de los principales productores de baterías secundarias del mundo (China, Japón y Corea del Sur). Además, si se considera ASEAN + 6 debe incorporarse a Australia, uno de los mayores productores de litio a nivel mundial.

La integración económica regional en el Sudeste Asiático puede caracterizarse por el impulso de las fuerzas del mercado derivadas de las presiones competitivas de la globalización. En respuesta a las señales del mercado, las corporaciones multinacionales marcan la dirección y el ritmo de la integración económica, bajo la modalidad de ubicar su base de producción donde el costo de hacer negocios es más bajo y subcontratando insumos de países que pueden suministrarlos al menor costo en la producción de bienes y servicios destinados al mercado regional. No obstante este principio integrador basado en las fuerzas de mercado, también existe una selección deliberada de los sectores productivos priorizados para promover la integración, entre ellos los sectores electrónico y automotriz. Además, debe considerarse que aquellas multinacionales impulsoras de la integración están respaldadas por políticas industriales que les permitieron obtener una posición influyente. Para el caso de LIB, ya se analizó la importancia de tales políticas y especialmente en el caso de China, la dirección estatal con una política definida sobre la industria automotriz resulta determinante.

Si se mira al proceso de integración europeo, en sus orígenes la política industrial establecida con la Comunidad Europea del Carbón y del Acero (CECA) tuvo una orientación de tipo intervencionista de acuerdo a las disposiciones del Tratado de París (1951), mientras que luego, con la Comunidad Económica Europea, el Tratado de Roma (1957) favoreció el principio de competitividad. No obstante, tal competitividad no se considera un fin en sí mismo sino un medio para cumplir los objetivos del tratado, y cuando ello no sucede se habilitan las excepciones de intervención allí previstas, una de las cuales tiene que ver con la asimetría entre regiones en cuanto al desarrollo (Ghellink, 1985).

Un ejemplo de aplicación de política industrial en Europa, desde la época de la CEE lo constituye la industria aeronáutica. Según Parajón (1982) esa industria fue priorizada al constituir una fuente importante de empleo y por representar una posibilidad de desarrollo de la tecnología de punta hacia la cual la CEE debía dirigirse para afrontar el fenómeno de los países en desarrollo (del Tercer Mundo) y a la creciente división internacional del trabajo. Además, sostenía que la investigación científica y el desarrollo tecnológico llevados a cabo por la industria aeronáutica han constituido una fuente fundamental de innovación tecnológica en otros muchos sectores. De tal manera, las orientaciones liberales de la política industrial dejaron paso a una posición más intervencionista para desarrollar esa industria.

En la actualidad, la Unión Europea (UE) cuenta con diversos instrumentos sobre política industrial. De ellos se extraen las siguientes consideraciones y lineamientos.

Dados los escasos recursos naturales y energéticos y los ambiciosos objetivos sociales y medioambientales, las empresas de la UE no pueden competir en cuestión de precios ni de productos de baja calidad. Para competir en los mercados mundiales tienen que orientarse hacia la innovación, la productividad, el aprovechamiento eficiente de los recursos y un alto valor añadido. La ventaja comparativa de Europa en la economía mundial seguirá residiendo en bienes y servicios de alto valor añadido, en la gestión eficaz de sus cadenas de valor y en el acceso a los mercados en todo el mundo. Así pues, la innovación y el progreso tecnológico siguen siendo la principal fuente de competitividad de la industria de la UE. Por eso se necesitan más esfuerzos para alcanzar el objetivo de la estrategia Europa 2020 de destinar el 3 % del PIB a la investigación y el desarrollo (I+D) (Comisión Europea, 2014:9).

Respecto de las materias primas, la posición de la UE es la siguiente:

La industria de la UE depende principalmente del suministro de materias primas, especialmente minerales y metales sin transformar, por los mercados internacionales. Se enfrenta a dificultades de acceso a materias primas, tanto primarias como secundarias, a lo largo de toda la cadena de valor (prospección, extracción, transformación o refino, reciclado y sustitución). (...) La iniciativa de la Comisión sobre las materias primas tiene una fuerte dimensión exterior para garantizar un acceso justo y fiable a las materias

primas en todo el mundo y unas condiciones de competencia equitativas para todos los agentes en el comercio de las mismas. La UE ha podido negociar normas de exportación de materias primas en acuerdos comerciales bilaterales y multilaterales y supervisar y hacer cumplir las normas relativas a los obstáculos al comercio que afectan a las materias primas. La Comisión seguirá utilizando todos los instrumentos a su alcance, partiendo del estudio en curso de la situación de la diplomacia de las materias primas, para preservar el acceso sostenible a las materias primas. Se prestará una atención especial a esta cuestión en las negociaciones comerciales actuales y futuras (Comisión Europea, 2014:15-16).

Sobre cadenas de valor y específicamente relativas a baterías secundarias la UE tiene una acción particular:

La producción internacional está cada vez más organizada en cadenas de valor mundiales en las que el proceso de innovación y de producción abarca a varios países. Gracias al mercado único, las empresas de la Unión tienen acceso a unos insumos más variados, de mayor calidad y más baratos y, por tanto, son más competitivas a escala mundial. El mercado único facilita asimismo la integración de las empresas en las cadenas de valor europeas, lo que ayuda a garantizar que la actividad económica se mantiene dentro de la Unión. (...) La Alianza Europea de las Baterías es un buen ejemplo de una cadena de valor estratégica en Europa a la que contribuye el mercado único. Aunque las células de baterías representarán una elevada proporción del valor añadido en el vehículo del futuro, la Unión no es actualmente capaz de producirlas en masa y depende de importaciones procedentes de terceros países. Esto puede causar problemas con la seguridad del suministro y aumentar los costes debidos al transporte, los retrasos o al menor control de calidad. Un año después de la puesta en marcha de la Alianza, están surgiendo consorcios con base en la Unión, se están construyendo las primeras instalaciones piloto de producción, y se han anunciado nuevos proyectos para que la Unión se convierta en un actor principal en este ámbito estratégico (Comisión Europea, 2018:8-9).

La *European Battery Alliance* (EBA) está definida por la propia Comisión como una *nueva estrategia de política industrial* para hacer de la UE el líder mundial en innovación, digitalización y descarbonización. A tal fin, en 2017 se estableció una plataforma de colaboración que reúne actores públicos y privados representantes de la Comisión, los países interesados de la UE, el Banco Europeo de Inversiones, los actores clave de la industria y la innovación, todos ellos bajo el propósito inicial de crear una cadena de valor con centro en la fabricación de celdas.

Existen numerosos detalles de la iniciativa EBA y su avance concreto alrededor del apoyo a proyectos transfronterizos de fabricación aprovechando la escala del mercado. Sin embargo, el párrafo anterior destaca el núcleo de la experiencia europea: la voluntad de crear la cadena de valor en el punto mismo donde se carecen de las competencias (la fabricación de las celdas), con el mecanismo básico de la reunión de actores públicos y privados relevantes.

Es por ello que una de las líneas de acción se dirige al desarrollo y fortalecimiento de las capacidades de la fuerza laboral para cerrar la brecha de habilidades, lo cual es considerado prioritario y alcanzable más allá de las ventajas de costo salarial de los países líderes.

Un punto clave de la estrategia europea expresada en la Comunicación 176 (Comisión Europea, 2019) está dado por la conformación de un marco jurídico complementado por normas europeas armonizadas que establezcan requisitos aplicables a las baterías para que puedan introducirse en el mercado de la UE. Allí se advierte la tradicional estrategia de protección a la producción propia tras la idea de evitar eventuales impactos sobre la salud pública, la seguridad, el clima y el medio ambiente.

### 11.6. Estrategias

Las estrategias constituyen la forma principal de resolver cada una de las restricciones observadas en una cadena. Suelen basarse en las buenas prácticas investigadas y en otras fuentes de conocimiento, análisis y reflexión, como entrevistas a especialistas o expertos destacados.

En la metodología de CEPAL, las estrategias se construyen basándose en las restricciones identificadas en cada cadena, con miras a responder y alcanzar los meta-objetivos planteados al inicio de un proceso caracterizado por la participación (Padilla Pérez & Oddone, 2016), lo cual no aplica al diseño de la presente investigación (ver capítulo 10).

Por otra parte, siendo esencial a las estrategias la elección entre distintas alternativas, su determinación en concreto requiere el ejercicio del poder de decisión en cabeza de los actores de la cadena y, por lo tanto, su elaboración en este trabajo tendría un alcance simplemente especulativo.

No obstante las restricciones metodológicas señaladas anteriormente, la comprensión del panorama general, gracias al enfoque de cadenas de valor, permite extraer algunos elementos claves para articular la cadena y que resultan indicativos de una estrategia sobre la cual evaluar las posibilidades de la inserción/fortalecimiento o conformación de una cadena regional para validar la hipótesis.

La configuración de una cadena regional de valor depende, fundamentalmente, de la adopción de medidas que propicien la movilidad eléctrica en la región, iniciando el reemplazo de los motores de combustión interna con la gradualidad suficiente para generar incentivos de producción regional. Sin la generación de este específico mercado regional, la pretensión de

realizar LIB para atender mercados extra-regionales constituye un desafío con obstáculos prácticamente insalvables para su concreción.

De modo particular, los Estados nacionales y sub-nacionales pueden promover estas medidas mediante la reconversión de las flotas de vehículos de su propiedad (o de empresas públicas) y las afectadas a los servicios de transporte público (buses y taxis), recolección de residuos, etc. Por supuesto, ello requiere la suma de acciones individuales de cada jurisdicción local o la inserción en un plan general, con las ciudades como escenario fundamental. En éstas, las regulaciones sobre aspectos de contaminación ambiental y ordenamiento urbano también pueden favorecer la reconversión de los vehículos de combustión interna afectados a usos particulares como, por ejemplo, en la gestión del transporte denominado de *última milla* que atienden la distribución de mercaderías en el último trayecto de la entrega final. Sin embargo, conviene señalar que las acciones individuales, parciales y aisladas por parte de las jurisdicciones locales, no garantizarán un incentivo suficiente para asentar la producción de los vehículos eléctricos en la región, ya que podrán ser atendidas con la importación de los bienes necesarios provenientes de otras regiones fabricantes<sup>29</sup>. Así, el valor de las ciudades para la integración y su relación con la producción regional adquiere una nueva significación.

Con la adopción de incentivos adecuados para promover la movilidad eléctrica, el sector automotriz regional, con presencia de importantes referentes globales que tienen desarrollos avanzados para este tipo de movilidad en otras regiones, aparece como sector clave para movilizar la producción de LIB regional, por cuanto se trata de un componente cuyo volumen requiere la elaboración en locaciones cercanas a los OEM automotrices. Aquí la clave estratégica depende de una articulación efectiva entre los Estados nacionales que alojan OEM y las casas matrices que establecen planes especiales e inversiones en razón de los incentivos que ofrece el mercado regional. Los acuerdos entre los países de la región con desarrollo del sector automotriz y autopartista se presentan como elemento fundamental para la estrategia.

Si bien las OEM automotrices resultan importantes por el peso de su escala productiva y del nivel de inversiones que pueden atraer, también se considera útil alentar el desarrollo de *startups*. Actualmente, el sector de la movilidad eléctrica de los países del TDL y Brasil cuentan con emprendimientos de este tipo, fabricantes en escala reducida de pequeños EV, tales como

---

<sup>29</sup> La reconversión parcial de autobuses en la ciudad de Santiago de Chile produjo la incorporación de unas 400 unidades eléctricas que representan menos de 10% de la flota afectada al servicio (DTPM, s.f) y fueron provistas por la firma china BYD en el año 2019 (Merino, 2019). En Argentina, el gobierno nacional autorizó la importación de vehículos para la experimentación de ómnibus eléctricos de acuerdo a un programa del gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (Resolución Ministerio de Transporte 284/2019).

las argentinas Sero Electric, Volt Motors, Astor EV; la boliviana Quantum Motors y la brasilera Mobilis.

Por su parte, la fabricación de baterías a nivel regional, depende de capacidades y tecnologías específicas que pueden obtenerse para la producción de paquetes de baterías o elaboración de celdas, operando a modo de ensamble. Sin embargo, para elaborar los componentes de las celdas, esas capacidades y tecnologías resultan inexistentes o inmaduras en prácticamente todas las regiones con excepción del Este Asiático. Aquí las estrategias deben dirigirse a la articulación de sectores productivos con los centros de investigación que procuren el desarrollo de las tecnologías o la adopción de medidas que permitan su adquisición.

En los eslabones aguas arriba, dominados por la extracción de materias primas y procesamiento de los materiales precursores, la clave de la articulación de una cadena regional pasa por el desarrollo de todos los recursos minerales componentes de las baterías (además del litio) y la radicación de las plantas necesarias para su refinación. Siendo la región un gran reservorio de distintas fuentes de los minerales requeridos, las estrategias deben apuntar a asegurar que su extracción garantice la protección ambiental y la sostenibilidad del desarrollo regional, lo cual significa utilizar y compartir las capacidades tecnológicas para su procesamiento sustentable. La calidad de recursos no renovables que provienen de ambientes extremadamente frágiles (especialmente en el caso del litio), sustenta una estrategia que admita la consideración especial de la explotación y tráfico comercial internacional, limitando su disposición irrestricta e incondicionada, pues, en definitiva, los beneficios de la movilidad eléctrica no pueden asentarse en la destrucción ambiental.

Estos lineamientos concretos, basados en las restricciones observadas para la cadena, también deben abordarse desde una concepción amplia del pensamiento estratégico, que implica optar por un camino y dejar atrás otros de acuerdo a una visión de mundo (CEPAL, 2019). Esto significaría optar por nuevos paradigmas energéticos cuyo centro está en el empleo de energías limpias que inciden en la movilidad eléctrica. Además, frente a la necesidad de articular esfuerzos que exceden el marco de los territorios nacionales, las opciones estratégicas vuelven a colocar el desafío de la integración regional frente a la búsqueda individual con prevalencia de los intereses nacionales. En este punto también cabe indagar sobre la eficiencia del entramado institucional característico de los procesos de integración latinoamericanos para afrontar una estrategia de este calibre que requiere un cambio de mentalidad, priorizando el interés regional en las acciones nacionales antes que poner interés nacional a la acción regional.

## 12. Las posibilidades de una cadena regional de valor del litio en el contexto de los procesos de integración latinoamericanos

El análisis de la cadena de valor para LIB destinadas a la movilidad eléctrica deja en claro la existencia de tres sectores básicos que confluyen para configurar la realización y demanda del producto: minería, química y automotriz. Su adecuada comprensión y coordinación aparece fundamental en cualquier estrategia tendiente a lograr un avance en el nuevo paradigma de la movilidad eléctrica.

En líneas generales, la región del TDL tiene capacidades específicas desarrolladas en el sector interviniente en el inicio de la cadena y, si se extiende la mira geográfica regional, puede considerarse un gran potencial al final de la misma teniendo en cuenta los usos finales en relación con el sector automotriz con desarrollo en la región<sup>30</sup>. Estas capacidades ubicadas en ambos extremos de la cadena son útiles para aspirar a una mejor inserción en la cadena global.

Con la misma claridad debe mencionarse que la cadena carece actualmente de configuración efectiva en el nivel regional y su concreción requiere de esfuerzos considerables.

De acuerdo a lo observado en los casos expuestos a modo de buenas prácticas o *benchmarking*, cualquiera sea la capacidad en el sector intermedio de la cadena, el impulso para la constitución de la respectiva cadena regional (asiática, norteamericana o europea) surge de la industria automotriz, mediante la reconversión orientada por el paradigma de la movilidad eléctrica.

De tal manera, en tanto los elementos de la cadena se movilizan a partir de las demandas surgidas aguas abajo, en el extremo de las aplicaciones finales relacionados con la movilidad eléctrica, la falta de inserción de la industria automotriz regional en esta tendencia limita las posibilidades de constituir eslabones intermedios en la región. Ello así por cuanto la distancia con los mercados finales de fabricación de vehículos eléctricos genera costos que significan penalizar una inversión en esos eslabones intermedios.

Mientras la industria automotriz regional mantenga sus plantas de fabricación dentro del esquema de motorización de combustión interna, más dificultosa será la tarea propiciar el salto tecnológico concerniente a la movilidad eléctrica. La importación de vehículos eléctricos tampoco puede fomentar un propósito de adquisición de competencias tecnológicas y en la

---

<sup>30</sup> La región también cuenta con capacidad en el sector químico, sin embargo no incluye el procesamiento de los precursores para las baterías de iones de litio.

medida que se consolide el posicionamiento de las grandes fábricas regionales de Asia, Estados Unidos o Europa, abasteciendo el mercado local, será prácticamente imposible remontar esa situación, así como es impensable suponer un esquema de sustitución de importaciones para cualquier producto tecnológico importado en la actualidad.

### 12.1. La posición actual: las posibilidades desde el *extractivismo*

Sin acciones sobre el extremo final de la cadena, la inserción de la región a la cadena global queda limitada a la producción de una materia prima básica, con procesamiento escaso y un nivel de generación de empleo moderado, sin afectar significativamente la composición del mismo en la región (ver capítulo 5.3). Al predominar el capital extranjero, la ventaja de bajos costos de producción inherente a la extracción del litio en los salares de la región queda en poder de esas firmas sin obligación ni conveniencia económica de reinvertir en la zona. Por lo tanto, el beneficio principal de la región queda circunscripto a los ingresos fiscales derivados de la explotación, los cuales resultan insuficientes para achicar una brecha con los países desarrollados.

En este sentido, los intentos de aprovechar la *ventana de oportunidad* de acuerdo a un esquema de explotación de recursos primarios sin mayor valor agregado mantiene la esencia del perfil productivo latinoamericano caracterizado como *extractivismo*<sup>31</sup>, el cual viene mostrándose incapaz de eliminar la asimetría y desigualdad de nuestras sociedades aun en los

---

<sup>31</sup> El extractivismo concibe la exportación de los recursos naturales (minerales, petróleo e incluso materias primas agrícolas basadas en el monocultivo o cultivos prevalentes) como los motores del crecimiento económico. Con antecedentes en el pasado colonial e independiente de América Latina, Eduardo Gudynas advierte que aún bajos las nuevas formas de neo extractivismo progresista “se mantiene un estilo de desarrollo basado en la apropiación de la Naturaleza, que alimenta un entramado productivo escasamente diversificado y muy dependiente de una inserción internacional como proveedores de materias primas, y que si bien el Estado juega un papel más activo, y logra una mayor legitimación por medio de la redistribución de algunos de los excedentes generados por ese extractivismo, de todos modos se repiten los impactos sociales y ambientales negativos. Se utiliza el rótulo de extractivismo en sentido amplio para las actividades que remueven grandes volúmenes de recursos naturales, no son procesados (o lo son limitadamente), y pasan a ser exportados” (Gudynas, 2009:188).

En términos similares, Maristella Svampa manifiesta que la demanda de materias primas en los inicios del siglo XXI produjo un desplazamiento del Consenso de Washington hacía lo que denomina Consenso de los *Commodities*: “si bien es cierto que la explotación y exportación de materias primas no son actividades nuevas en América Latina, resulta claro que en los últimos años del siglo XX, en un contexto de cambio del modelo de acumulación, se ha intensificado notoriamente la expansión de megaproyectos tendientes al control, la extracción y la exportación de bienes naturales, sin mayor valor agregado. Por ende, lo que de modo general aquí denominamos ‘Consenso de los *Commodities*’ subraya el ingreso en un nuevo orden, a la vez económico y político-ideológico, sostenido por el *boom* de los precios internacionales de las materias primas y los bienes de consumo cada vez más demandados por los países centrales y las potencias emergentes, lo cual genera indudables ventajas comparativas visibles en el crecimiento económico y el aumento de las reservas monetarias, al tiempo que produce nuevas asimetrías y profundas desigualdades en las sociedades latinoamericanas” (Svampa 2013:31).

períodos más propicios del súper-ciclo de las materias primas registrado en la primera década del presente siglo.

La presencia del litio como componente necesario de los productos finales de alto contenido tecnológico impulsados por la movilidad eléctrica no convierten a la materia prima en un producto tecnológico *per se*, ni genera el mismo tipo de rentas que aquellos bienes. Por lo tanto, la idea de alcanzar posiciones avanzadas o reducir las brechas con las economías desarrolladas por la sola participación en la cadena con productos sin mayor agregado de valor se convierte en algo cercano a una ilusión. En tal caso, más que alentar ilusiones de desarrollo debe ubicarse la contribución del litio como materia prima en su justo término y contraprestación: la obtención de ingresos fiscales con alto riesgo de daño en ambientes frágiles.

La inserción en la cadena global desde la simple provisión de materias primas dificulta el escalamiento y promueve un desarrollo empobrecedor. La explotación por más de dos décadas con empresas líderes es evidencia suficiente, pues en tan extenso período éstas nunca generaron una dinámica que permita mostrar mejoras sustanciales en la calidad de vida, ni siquiera de las pequeñas comunidades ubicadas en cercanías de los emprendimientos, y esto se hace resignando condiciones ambientales por el marcado deterioro de un ambiente frágil. En cambio, una propuesta tendiente a la búsqueda de integración productiva y conformación de una escala suficiente, tal como propicia CEPAL, tiene mayores posibilidades de generar escalamientos y aprendizajes.

Igualmente, cabe considerar que en tal situación la principal ventaja de la cadena para la región estriba en rentas de recursos, esencialmente inestables. En efecto, generalmente el estímulo por altas rentas de recursos conduce a la exploración de nuevos depósitos o el desarrollo de materiales sustitutos. Esta circunstancia que muchas veces frustra las buenas perspectivas de los países en desarrollo es diferente en los países industrializados que pudieron extender sus operaciones a lo largo de la cadena de valor para llevar a cabo actividades de procesamiento posteriores (Kaplinsky, 1998). Por lo tanto, la mejor forma de preservar las ventajas originadas en rentas de recursos está en el escalamiento hacia los productos de mayor valor agregado y en la extensión hacia otros eslabones para diversificar las rentas.

Las limitaciones de una estrategia de inserción en la cadena global a partir de la provisión de materias primas sin mayor procesamiento se agudizan en la medida que los países del TDL alienten una dinámica de competencia individual con estrategias diversas, sin converger hacia la cooperación o, al menos, a la coordinación. Los sectores que movilizan la

demanda actual del litio y otros precursores se desarrollan fuera de la región, por lo tanto dificultan las condiciones para escalar hacia los siguientes eslabones de forma individual. En efecto, el desarrollo de una cadena completa a nivel nacional encuentra obstáculos ostensibles, aun en el caso de contar con firmes intenciones para lograrlo. Esto puede advertirse en el programa boliviano de industrialización del litio cuyas dificultades son tan evidentes que incluso falla en obtener la materia básica para industrializar. De hecho, el único país que actualmente puede mostrar una integración completa de la cadena dentro de sus fronteras nacionales es China (y aun así, procura extenderse hacia otras regiones para asegurarse la provisión de materias primas). Por lo tanto, la necesidad de potenciar la integración regional entre los países del TDL se presenta como un camino necesario si se pretende escalar en la cadena de valor.

## 12.2. **Hacia el futuro: las posibilidades desde el agregado de valor**

El escalamiento a partir de esta posición inicial es posible. Sin embargo, debe prevenirse que la dinámica exclusiva del mercado y las señales de gobernanza de la cadena son indicativas de la presencia de más obstáculos que impulsos positivos.

En el siguiente eslabón de la cadena, la obtención de compuestos refinados de litio puede obtenerse mediante el desarrollo de conocimientos, compra de tecnología, patentes o instalaciones llave en mano; en tanto que las desventajas de transporte no pesan como costos de penalidad sobre la inversión pues, a medida que se refina el producto, el volumen transportado contendrá un bien de mayor valor (recordando que una tonelada de carbonato de litio equivale a 0,88 toneladas de hidróxido de litio y en ambos productos no es el mismo valor económico una tonelada del compuesto básico que en el grado técnico o grado batería). Por tal razón, el *upgrading* con un producto más refinado es factible para una mejor inserción en la cadena global. Ahora bien, en tanto la explotación de los salares sea efectuada por firmas relacionadas (ya sea mediante acuerdos, adquisiciones, fusiones) con el eslabón siguiente de la cadena (refinación química de compuestos para las celdas) la capacidad instalada en otras regiones torna económicamente ineficiente la inversión en refinerías en el TDL.

Por su parte, al considerar los eslabones siguientes, a partir del flujo medio de la cadena, la instalación de empresas fabricantes de componentes (electrodos, separadores, etc.) y celdas en el TDL presenta una doble limitación de acuerdo a la lógica del mercado, tanto por la falta de materias primas procesadas desde el eslabón químico (no solo compuestos de litio, sino

también del resto de los compuestos minerales clave) como por la lejanía de los fabricantes de baterías para vehículos eléctricos. Y lo mismo puede inferirse para el eslabón siguiente (manufactura de paquetes de baterías) por la inexistencia de fabricantes de celdas y de vehículos eléctricos en gran escala. Por ello, aun en la hipótesis de contar con las capacidades para la elaboración de celdas y baterías (ya sea por desarrollo propio, adquisición de tecnología o asociación con las firmas propietarias de las mismas), la falta de un mercado activo, cercano y con escala suficiente afecta negativamente las posibilidades de fortalecer/escalar la cadena. Nuevamente, las dificultades advertidas en la concreción o despegue de los proyectos de industrialización de la región (Bolivia y Jujuy) representan la muestra del obstáculo expuesto<sup>32</sup>.

En consecuencia, sólo en la medida que se activen los incentivos a la industria automotriz regional para incursionar en la tendencia mundial del nuevo paradigma a la movilidad eléctrica, (una tendencia cada vez más afirmada, por cuanto los países líderes apuntan en esa dirección) pueden realizarse efectivamente las posibilidades para una mejor inserción o escalamiento en la cadena global y conformación de la cadena regional.

La situación así planteada limita las opciones para la actuación individual de los países del TDL en tanto carecen de escala y recursos (básicamente) para promover por sí mismos el escalamiento en la cadena. Incluso para Argentina, que alberga en su estructura productiva un sector automotriz tradicional (12 terminales automotrices y más de 300 autopartistas directamente relacionados) donde se visualizan algunas acciones para resaltar, como el caso del lanzamiento del producto *pick-up* Hilux de Toyota con tecnología híbrida. Sin embargo, la configuración de la industria a nivel global que organiza la producción en términos regionales (Baruj et al., 2017) otorga relevancia a la influencia de Brasil en este sector, como mercado de destino, y por el grado de integración productiva alcanzada, lo cual torna necesaria la participación de este país en la orientación hacia la movilidad eléctrica. De acuerdo a la entrevista concedida por Juan Cantarella, presidente de la Asociación de Fábricas Argentina de Componentes (AFAC) que nuclea autopartistas responsables del 80% de la facturación a proveedores de terminales radicadas en Argentina, la escala relativa menor del mercado autopartista argentino introduce un problema de competitividad (aparte de los recurrentes inconvenientes macroeconómicos) que solo se supera mediante proyectos decididos por la

---

<sup>32</sup> Repárese que en el caso del convenio entre JEMSE (Jujuy) y la fabricante italiana FAAM se reserva al actor local el aseguramiento del destino final del producto, es decir opera como una suerte de agente comercial.

terminales dirigidos a la exportación, por ej. camionetas de Toyota y cajas de cambio de Volkswagen, producidas en el país para el mercado global (entrevista personal, junio de 2020).

La magnitud de los esfuerzos requiere un grado de colaboración y coordinación que, como fue expuesto, está lejos de alcanzarse por la vía del mercado y hace imprescindible la formulación de una política industrial consensuada, además de una efectiva integración productiva a escala regional.

En tanto la industria automotriz regional está dominada por empresas cuyas casas matrices no pertenecen a la región, resulta más difícil esperar una integración de hecho como ocurre en aquellas regiones donde la casa matriz impulsa el proceso. No obstante, eso no significa alentar meras directivas de actores públicos para promover la integración productiva. En tal sentido, la política industrial cuya necesidad fue consignada supone la creación de un entorno que fomente la intervención de los actores privados y públicos para resolver las restricciones concretas de la cadena.

La industria automotriz regional constituye un actor potencial para impulsar la cadena, sin embargo las iniciativas de la movilidad eléctrica mantienen un lugar marginal en los planes formulados para este sector. En efecto, las políticas de Brasil plasmadas en los programas *Innovar Auto* y *Rota 2030*, si bien plantean un esfuerzo de inversión y capacidad tecnológica, carecen de posiciones decididas para favorecer la movilidad eléctrica. Según Ricardo Zomer, actual Coordinador de la Industria Automotriz de Brasil (organismo dependiente de la Subsecretaría de la Industria), una característica de la política industrial para el sector es que los programas exigen metas de eficiencia y corresponde al particular elegir el camino más adecuado para llegar a esas metas. Los programas no indican una determinada tecnología, lo cual deja librado a los fabricantes del sector privado. Asimismo, apunta como factor a considerar la cantidad de inversiones realizadas por las fábricas en tecnologías de eficiencia para reducir las emisiones de los motores de combustión, en función del desarrollo de Brasil en materia de biocombustible, donde tiene posiciones de liderazgo mundial. En la visión de las casas matrices la región es considerada un mercado donde pueden mantener la tecnología de los motores de combustión interna y amortizar la inversión y capacidad desarrollada en ese aspecto. Por tales circunstancias, avizora que Brasil puede demorar un poco más en la recepción de la movilidad eléctrica, sin perjuicio de la existencia de nichos donde ésta puede alcanzar mayor desarrollo, como el transporte público o los transportes de carga de cercanías (entrevista personal realizada en junio de 2020).

Para Antonio Megale, ex presidente de ANFAVEA (Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores) el programa *Rota 2030* tiene una primer etapa, hasta 2022, con metas de eficiencia energética que permiten convivir con las tecnologías ya establecidas, aunque incorpora un mecanismo para valorizar la inserción de vehículos híbridos y eléctricos. En las etapas siguientes (2027 y 2032) considera un mayor protagonismo de estos vehículos en la gama de productos fabricados para alcanzar metas más exigentes de eficiencia (Kutney, 2019). Así, Brasil parece haber adoptado un camino de gradualidad en la transición hacia la movilidad eléctrica, con una velocidad distinta a la observada en las cadenas regionales de valor automotriz de Asia, Europa y América del Norte.

Por el lado de Argentina la situación es una incógnita en tanto no se conocen los detalles del Acuerdo Social y Productivo para el Sector Automotriz 2030, anunciado públicamente en el mes de diciembre de 2019. Aquí es interesante la articulación entre los actores privados del sector (fabricantes, autopartistas y sindicatos, coordinados por IAE, Escuela de Negocios de la Universidad Austral), bajo la idea de afrontar las grandes transformaciones que atraviesa el sector por impulso de la movilidad eléctrica. Más allá de las intenciones de concretar un proyecto de Ley que considere estratégico al sector automotriz para la economía nacional, el rol del Estado aparece un tanto desdibujado por cuanto no intervino en la conformación del Plan y todavía no entregó señales respecto de su implementación.

Al margen de estos aspectos nacionales, es necesario indagar sobre el marco del proceso de integración regional para visualizar la existencia de condiciones en la región que puedan favorecer la dinámica de la colaboración y coordinación expresada.

### **12.3. Las posibilidades con algunas herramientas de la integración**

La experiencia de los procesos de integración en Latinoamérica arroja una serie de características particulares, vinculadas a la naturaleza política de tipo presidencialista de los ejecutivos nacionales (Malamud, 2010) la cual se refleja en el predominio de una modalidad intergubernamental sujeta a los vaivenes de la política doméstica y con menos incidencia del sector privado (Palestini, 2017). Sin pretensión de agotar estas características, destacan la baja interdependencia entre las economías y estructuras productivas en general, la prioridad de intereses nacionales diferentes, las asimetrías estructurales y de política y las dificultades para arbitrarlas (Bouzas, 2017), cuyo resultado práctico lleva a destacar más dificultades que dinámicas de actuación virtuosas.

En el transcurso del siglo XXI, quizá la palabra que mejor defina al conjunto de procesos de integración regional latinoamericanos sea la heterogeneidad, la cual sirve para describir la diversidad de visiones sobre la integración, sus ejes, modelos y políticas, conviviendo en el mismo espacio regional (Briceño Ruiz, 2013). Ello puede arrojar sombras sobre el destino de la integración, sin embargo todavía se mantiene fortalecida la importancia de su concreción desde la retórica y la simbología.

A pesar de esas dificultades, existe un importante entramado de acuerdos surgidos a partir del proceso de integración en el marco de la Asociación Latinoamericana de Integración (ALADI), que pueden ser mejor aprovechados (Peña, 2018). En particular para la adopción de medidas en favor de la movilidad eléctrica y la articulación de sectores productivos de la región en torno a la cadena de valor analizada.

Junto a su antecesora Asociación Latinoamericana de Libre Comercio (ALALC), comparten la concepción del proceso de integración como medio para promover el desarrollo económico, social, armónico y equilibrado de la región. Sin embargo, ALADI amplió la mira comercial para pasar a promover la complementación y cooperación económica, estimulando la realización de acuerdos de alcance parcial o regional en una extensa gama de campos entre los que expresamente recepta la complementación económica, la cooperación científica y tecnológica, y la preservación del ambiente, conforme los artículos 8 y 14 del Tratado de Montevideo (TM).

Según el artículo 11 del TM, los acuerdos de complementación económica (ACE) tienen como objetivo, entre otros, promover el máximo aprovechamiento de los factores de la producción, estimular la complementación económica, facilitar la concurrencia de los productos al mercado internacional, con lo cual puede advertirse la posibilidad de utilizar este tipo de marco jurídico para las acciones que se estiman necesarias a los fines de impulsar la cadena regional de valor.

Específicamente para el sector automotor, los últimos acuerdos bilaterales contienen algunas disposiciones para favorecer la producción de motorización alternativa a la combustión interna mediante motores híbridos y eléctricos. En el caso de Argentina y Brasil, el Acuerdo de Complementación Económica N° 14 (ACE 14), su protocolo N° 44, artículo 10 establece la preferencia especial (según cuotas y porcentaje de contenido regional) a partir de 2023 para los vehículos de las posiciones arancelarias 8702 y 8704 (NMC 2017) que contempla los vehículos para el transporte de más de 10 personas y vehículos para el transporte de mercancías (de

carga)<sup>33</sup>. Este beneficio arancelario puede quedar sin efecto en el caso de incentivos nacionales o subnacionales, de conformidad a lo establecido en el artículo 14 del protocolo, que expresa: “Los vehículos que reciban incentivos o apoyo promocional, sectorial o regional de las Partes, sea de los Gobiernos nacionales y sus entidades centralizadas o descentralizadas, de las provincias, departamentos o estados, o de los municipios, que sean implementados a partir de la entrada en vigencia de este Protocolo, no tendrán preferencia arancelaria en el comercio con la otra Parte, en la medida que la otra Parte se vea afectada negativamente por la aplicación de dichos incentivos o apoyos promocionales”. En el caso de Brasil y Paraguay, el ACE 74, Protocolo 1, artículo 9, establece el arancel cero para una cuota de 10.000 unidades anuales con índice de contenido regional (ICR) diferenciado que incluye tractores, vehículos de turismo y chasis con motor de las distintas categorías. Finalmente, entre Argentina y Paraguay, el ACE 13, Protocolo 2, no contiene disposiciones sobre motorizaciones alternativas.

Si bien estas medidas pueden considerarse insuficientes, también son indicativas de la posibilidad de incluir la temática en este tipo de acuerdos en favor de la movilidad eléctrica con sus implicancias en la cadena mediante la integración productiva regional.

En forma bilateral o multilateral, Argentina, Bolivia y Chile intervienen en más de veinte acuerdos sobre distintas materias en el marco de ALADI. Los más importantes son los de Promoción Económica, Comercial e Inversiones entre Argentina y Bolivia (APC N° 17) y los de Complementación Económica entre Argentina y Chile (ACE N°16), Chile y Bolivia (ACE N°22). Tanto en el APC 17 como en el ACE 22 existen protocolos adicionales enfocados en la cooperación para la investigación, desarrollo y generación de tecnologías en áreas de interés especial, entre las cuales se contempla la minería y los transportes (2° protocolo, art. 9 y 6° protocolo, art. V, respectivamente).

Por otra parte, también a través de ALADI se establece la Zona de Libre de Comercio en el ámbito del MERCOSUR para los países asociados (ACE N°35 y N°36). En la estructura del MERCOSUR, Bolivia y Chile participan en tal calidad de asociados y los grupos de trabajo muestran en su dinámica de funcionamiento la incorporación de sus representantes. Allí los integrantes del TDL pueden plantearse las cuestiones inherentes a la explotación del litio y su cadena de valor. Específicamente en materia de minería el Subgrupo de Trabajo N° 15 (Geología y Minería) dio cuenta de posiciones referentes a estas cuestiones en la reunión

---

<sup>33</sup> En estas posiciones Brasil cuenta con las terminales de Volkswagen y BYD trabajando proyectos específicos de vehículos eléctricos para ómnibus y camiones.

efectuado en el mes de julio de 2019. Como consta en el Acta 01/2019, la representante argentina señaló como uno de los temas principales “la identificación de recursos para las energías verdes contribuyendo a la descarbonización y para las tecnologías futuras”. Mientras que su par brasilero indicó que “es necesario agregar valor a las cadenas locales de la actividad. Ya no se puede pensar en la minería como una actividad meramente extractiva, sino industrial. Es una cuestión de exigencia geopolítica tratar estos asuntos. Por eso, considera que el agrupamiento regional es muy importante para ello”. Por su parte, el representante chileno destaca como tópicos fundamentales a la inteligencia artificial, la movilidad eléctrica y la colonización del espacio, los cuales no son posibles sin “el desarrollo de una minería sustentable entendida en sus tres facetas: ambiental, económica y social” (MERCOSUR/SGT N° 15, Acta 01/19). Más allá de la generalización de estos temas, su consideración y la presencia de representantes de estados asociados constituye a este grupo de trabajo en un escenario plausible para abordar la temática de los minerales esenciales para la fabricación de baterías de iones de litio, existentes en la región.

Por otra parte, tal como se observó en el punto 5.6, la zona más específica del TDL tiene una dinámica particular surgida de las relaciones bilaterales de frontera y cuenta con escenarios institucionales específicos a partir de los denominados Comités de Frontera. Sin embargo es necesaria una vinculación más estrecha de esa zona con las instituciones del MERCOSUR, para promover la inserción virtuosa del eslabón inicial radicado en el TDL. Por ejemplo, mediante la articulación con acciones y programas específicos, como el Fondo para la Convergencia Estructural del MERCOSUR (FOCEM) que podrían ser utilizados individualmente por algún Estado parte o en forma pluriestatal<sup>34</sup>.

En definitiva, más allá de los obstáculos y dificultades apuntados, las posibilidades de la cadena de valor regional en el contexto de los procesos de integración regional ALADI – MERCOSUR encuentran puntos de apoyo para emprender su realización, pues hay una base importante para lograr aquellas condiciones necesarias en pos de generar la complementación productiva entre los países (tal como se mencionó en el capítulo 9).

En primer término, existe *capacidad productiva* en distintos sectores que configuran la cadena en los países del TDL y su espacio ampliado al MERCOSUR. En efecto, la minería cuenta con actores relevantes (nacionales y extranjeros, públicos y privados), en tanto que el

---

<sup>34</sup> Si bien el fondo se distribuye entre los Estados partes aportantes, también fue aprobado un proyecto pluriestatal que contemplaba a Bolivia.

sector automotriz tiene peso específico, incluso a nivel global, aunque sin presencia de empresas locales preponderantes con casas matrices en la región. Resta consolidar el sector químico, en el mercado específico de los compuestos y componentes de baterías de iones de litio, uniendo las principales fortalezas de la región presentes en los extremos de la cadena.

En segundo lugar, la certidumbre sobre el acceso a los beneficios del mercado ampliado –*incentivos de escala*– puede brindarse si se tiene en cuenta que la movilidad eléctrica tiene bajas cuotas de mercado y, en consecuencia, un seguro potencial de crecimiento ante una tendencia irreversible hacia el cambio de paradigma de la motorización de combustión interna (más tarde o más temprano llegará a la región). El propio mercado interno regional tiene el potencial suficiente para generar un incentivo a la movilidad eléctrica, con las ciudades como protagonistas. En este aspecto el escenario urbano latinoamericano cuenta con conglomerados de distintos tamaños que hacen propicia la oportunidad para realizar ensayos de movilidad eléctrica. Integrar las ciudades latinoamericanas en favor de este objetivo es un nuevo desafío. Diez ciudades – mil vehículos fue el programa chino que impulsó la movilidad eléctrica a nivel mundial. La región cuenta con ciudades de importante dimensión y complejidad para este tipo de ensayos. No obstante, los esfuerzos aislados, como los que vienen realizándose hasta el momento, solo favorecen la expansión de productos de otros países que no comparten su tecnología.

Por último, debe apuntarse la existencia de *mecanismos de coordinación* existentes. Quizás estos carecen de la agilidad planteada por los competidores lanzados en carrera hacia el nuevo paradigma de la movilidad eléctrica y puede hacerse lugar a la permanente crítica por la insistencia en el sesgo intergubernamental y la complejidad de las instituciones latinoamericanas de la integración. No obstante, es evidente la existencia de escenarios propicios para la introducción de la temática, los que permiten discutir y eventualmente acordar algunos lineamientos sobre el particular en pos de generar mayor interdependencia y procurar homogeneizar los intereses nacionales.

### 13. Conclusiones

El desarrollo de la investigación bajo el enfoque de cadenas de valor permitió una mejor comprensión de las estrategias sobre el aprovechamiento de los recursos existentes en los salares andinos, ante una situación considerada como oportunidad, con alternativas que van desde la extracción y comercialización sin mayores procesos de elaboración hasta la transformación en productos finales de alto contenido tecnológico que suponen distintas etapas de agregado de valor.

Los interrogantes planteados en la investigación sobre las posibilidades de una cadena regional de valor en torno al litio y el aporte proveniente de los procesos de integración que involucran a los países integrantes del TDL encontraron en el desarrollo del trabajo respuestas que previenen sobre un conjunto de dificultades para su implementación y, sin embargo, refuerzan la hipótesis planteada: una mayor integración entre estos países constituye la oportunidad para conformar una cadena regional de valor y escalar posiciones en la cadena global de valor, a partir de la complementación de los sectores productivos y la consolidación de una oferta regional.

Las aplicaciones finales relacionadas con la movilidad eléctrica estructuran los elementos de la cadena a nivel geográfico de manera tal que la falta de inserción de la industria automotriz regional en esta tendencia limita las posibilidades de constituir eslabones intermedios en la región para abastecer otros mercados distantes y competitivos.

Sin acciones en este sentido, la inserción de la región a la cadena global queda limitada a la producción de una materia prima básica, con procesamiento escaso e incidencia moderada en la generación de empleo, sin modificaciones significativas para la composición del mismo a nivel regional. Incluso, la ventaja de bajos costos de producción inherente a la extracción del litio en los salares de la región queda mayoritariamente en poder de firmas extranjeras sin obligación ni conveniencia económica de reinvertir en la zona. Por lo tanto, el beneficio principal de la región queda circunscripto a una renta fiscal, en concepto de regalías e impuestos, insuficientes para achicar una brecha con los países desarrollados y alcanzar objetivos de desarrollo.

En consecuencia, los intentos de aprovechar la ventana de oportunidad mediante un esquema de explotación de recursos primarios sin mayor valor agregado implican persistir en la esencia del perfil productivo latinoamericano *extractivista*, el cual presenta notorias falencias para eliminar la asimetría y desigualdad de nuestras sociedades.

La utilización de compuestos especiales de litio en productos de alto valor tecnológico no convierte a la materia prima en un producto tecnológico, ni genera el mismo tipo de rentas que los bienes más elaborados. Por lo tanto, la idea de alcanzar posiciones avanzadas o reducir las brechas con las economías desarrolladas por la sola participación en la cadena con productos sin mayor agregado de valor se convierte en algo cercano a una ilusión. En todo caso se trata de una inserción más proclive a generar un crecimiento de tipo empobrecedor, puesto que la contraprestación a esa contribución casi primaria en la cadena global se da a cambio de la obtención de ingresos fiscales y conlleva un alto riesgo de daño en ambientes ecológicos frágiles. En este punto, la situación adquiere la forma de una contradicción: la integración de la cadena global de valor utiliza recursos renovables provenientes del daño a uno de los ambientes más frágiles y menos contaminados del planeta, ubicados en países en vías de desarrollo, para satisfacer una mejora en los estándares de protección ambiental de países desarrollados.

También surge del desarrollo de la investigación que el agregado de valor en la cadena, si bien es posible, requiere algo más que la expresión de voluntad y los apoyos para elaborar compuestos refinados, componentes de celdas, celdas o baterías, así sea que esas medidas queden plasmadas en instrumentos normativos o programas gubernamentales, pues existen cuestiones de mercado (distancia y competitividad con los lugares de consumo en desarrollo) que tornan infructuoso el intento de escalar hacia esas posiciones de la cadena sin generar condiciones en la región para el uso final del producto batería.

La falta de convergencia de las estrategias planteadas por los países integrantes del TDL, la competencia entre estos países a nivel de productores de litio como materia básica, e incluso la pretensión de desarrollar programas de industrialización en forma aislada no garantizan una inserción virtuosa en la cadena global, sino por el contrario, potencian las condiciones para la inserción caracterizada como crecimiento empobrecedor.

La dificultad de las estrategias nacionales aisladas se avizora aún para el caso de Argentina, que cuenta en su estructura económica con un sector automotriz de cierta importancia. La circunstancia actual muestra a China como el único país capaz de articular la cadena completa en su territorio, con lo cual es razonable deducir todo tipo de dificultades para integrar una cadena de valor con todos sus eslabones en Argentina. Más allá de esta situación obvia, el condicionante para un impulso exclusivo de la movilidad eléctrica por parte de la industria automotriz argentina proviene de la influencia de Brasil como mercado de destino

(necesario para crear condiciones de escala) y por el grado de integración productiva alcanzada con ese país.

La posibilidad de conformar la cadena de valor de las baterías recargables de iones de litio en la región estriba en la existencia de los sectores de la minería, la química y el automotriz relacionados con la elaboración y uso final de la batería. Tienen más desarrollo los ubicados en los extremos (minería y automotriz), mientras que requieren mayores ajustes los del sector químico y eslabones finales de la cadena donde se obtienen los componentes, celdas y paquetes de baterías.

Para articular estos sectores en función de la cadena regional es necesario ahondar en la integración productiva de la mano de los procesos de integración regional donde participan los países del TDL (ALADI y MERCOSUR). Por ejemplo, debido a su riqueza geológica puede contarse con los minerales básicos que intervienen en una batería de iones de litio típica, mediante productores de escala mundial (Argentina: litio; Bolivia: posibilidades de litio y manganeso; Brasil: níquel, manganeso, aluminio, grafito natural, posibilidades de cobalto; y Chile: cobre, litio, posibilidades de cobalto) que deben ser articulados para escalar hacia la producción de compuestos refinados de calidad con presencia de la química fina. Así también, la importancia del sector automotriz de Argentina y Brasil para generar demandas de baterías, en la medida que adopte acciones hacia la movilidad eléctrica, requiere de incentivos hacia los fabricantes (cuyas casas matrices se encuentran fuera de la región) y articulaciones con la red de proveedores.

Del desarrollo de la investigación también puede advertirse que los procesos de integración mencionados brindan un entramado de acuerdos para ser aprovechados, al igual que los espacios de acción micro-regional como comités de integración fronteriza, constituyéndose en escenarios aptos para introducir la temática, discutir sus alternativas y eventualmente adoptar medidas para concretar una estrategia.

Más allá de la existencia de los espacios regionales, útiles para confirmar la hipótesis, queda abierto un interrogante sobre la efectividad de estos procesos para acometer estrategias de integración productiva con la agilidad que requiere la competencia desatada entre grandes campeones regionales (Asia, Europa y Norteamérica) para asegurar los beneficios derivados de la movilidad eléctrica y el nuevo paradigma energético. En este sentido, surge el desafío concreto para poner a prueba, una vez más, la eficacia de los procesos de integración latinoamericanos frente a las oportunidades del contexto internacional para achicar la brecha

con los países que ostentan los mejores niveles de desarrollo. Y aquí pueden incorporarse todos los planteos críticos que caracterizan el análisis de una integración regional latinoamericana más propicia a contar déficits antes que beneficios y oportunidades perdidas antes que aciertos. Es lo que trasuntan los ejemplos que señalan la baja interdependencia entre las economías y estructuras productivas en general, la prioridad de intereses nacionales diferentes como modo sistemático de ralentizar el proceso, las asimetrías estructurales y de política y las dificultades para resolverlas.

La tarea de articular una cadena regional hoy inexistente requiere dosis importantes de políticas industriales y de innovación, como también de articulación científica y productiva. En esencia requiere de gobernanza, lo que implica dirigir la mirada hacia la institucionalidad de los procesos de integración, especialmente del MERCOSUR donde están todos los actores y existe el sector clave para impulsar la cadena analizada. En el estado de situación actual, con proliferación de escenarios, grupos y subgrupos, es decir, con el entramado actual de intergubernamentalidad (al que se agrega la disonancia ideológica) y con los métodos para la toma de decisiones, puede someterse a cuestionamiento si ese perfil institucional es más o menos adecuado para posicionarse en una carrera que requiere intervenciones precisas y esfuerzos puntualmente dirigidos hacia el alcance de objetivos concretos. Las preguntas sobre la construcción regional en base a una arquitectura institucional más eficiente y por la posibilidad de algún resquicio para la supranacionalidad son una tentación inevitable. Las respuestas suelen escapar a la consideración académica, bajo pretexto de estar reservadas a la esfera de competencia de los actores políticos. Sin embargo, puede insinuarse un pronóstico basado en un pensamiento científico, convertido en una sentencia universal de sentido común: no puede esperarse un resultado distinto haciendo siempre lo mismo.

## Referencias bibliográficas

- Albuquerque, F. (1995). *Espacio, territorio y desarrollo económico local*. (Documento de Proyecto e Investigación LC/IP/R.160). ILPES/CEPAL. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/30528>
- Alonso, R. (2017). Depósitos de litio en salares de Argentina. En E. Baran (Ed.). *Litio: un recurso natural estratégico desde los depósitos minerales a las aplicaciones tecnológicas* (pp. 49-68). ANCEFN - Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
- Aranda, D. (2020, 23 de marzo). Litio: denuncia contra una minera en Antofagasta de la Sierra. *Página 12*. <https://www.pagina12.com.ar/254803-litio-denuncia-contra-una-minera-en-antofagasta-de-la-sierra>
- Argento, M. & Zicari, J. (2018). Políticas públicas y conflictos territoriales en torno a la explotación del litio en Salta: el caso de Salinas Grandes. *Andes: Antropología e Historia*, 1(29), 1-36.
- ASEAN Japan Centre. (2019). *Global value chain in ASEAN: A regional perspective. Paper 1 (revised)*. ASEAN. Promotion Center on Trade, Investment and Tourism. [https://www.asean.or.jp/en/wp-content/uploads/sites/3/GVC\\_A-Regional-Perspective\\_Paper-1-Revised\\_2019\\_full\\_web.pdf](https://www.asean.or.jp/en/wp-content/uploads/sites/3/GVC_A-Regional-Perspective_Paper-1-Revised_2019_full_web.pdf)
- Australian Trade and Investment Commission. (2018). *The Lithium-Ion Battery Value Chain: New Economies Opportunities for Australia*. Australian Government. Australian Trade and Investment Commission. <https://apo.org.au/sites/default/files/resource-files/2018-12/apo-nid210341.pdf>
- Balassa, B. (1961). *The Theory of Economic Integration*. Ronald D. Irwin Inc.
- Banco Mundial. (2011). *The China new energy vehicles program: challenges and opportunities* (Reporte 61259). World Bank Group. <http://documents.worldbank.org/curated/en/333531468216944327/The-China-new-energy-vehicles-program-challenges-and-opportunities>
- Baran, E. (Ed.). (2017). *Litio: un recurso natural estratégico desde los depósitos minerales a las aplicaciones tecnológicas*. ANCEFN - Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. [https://www.ancefn.org.ar/user/FILES/PUBLICACIONES/Recurso\\_Natural\\_Estrategico.pdf](https://www.ancefn.org.ar/user/FILES/PUBLICACIONES/Recurso_Natural_Estrategico.pdf)
- Barandiarán, J. (2019). Lithium and development imaginaries in Chile, Argentina and Bolivia. *World Development*, 113, 381-391.
- Barrientos, M. (2018, 4 de mayo). La compleja transición que deberá enfrentar SQM. *El Mercurio*. <https://www.elmercurio.com/Inversiones/Noticias/Analisis/2018/08/08/SQM-el-proximo-desafio-es-la-transicion-del-carbonato-al-hidroxido-de-litio.aspx>
- Baruj, G., Obaya, M., Porta, F., Santarcángelo, J., Sessa, C. & Zweig, I. (2017). *Complejo automotriz argentino: Situación tecnológica, restricciones y oportunidades*. (Informe Técnico N° 8). Centro Interdisciplinario de Estudios en Ciencia, Tecnología e

- Innovación. (CIETCI). <http://www.ciecti.org.ar/publicaciones/it8-complejo-automotrizar-argentino-situacion-tecnologica-restricciones-y-oportunidades/>
- Battery University. (s.f.). *B.U. 104 – Conociendo la batería*. Battery University. Recuperado el 12 de agosto 2020 de [https://batteryuniversity.com/learn/article/bu\\_104\\_conociendo\\_la\\_bateria](https://batteryuniversity.com/learn/article/bu_104_conociendo_la_bateria)
- (s.f.). *B.U. 1003 – Vehículo eléctrico (EV)*. Battery University. Recuperado el 12 de agosto 2020 de [https://batteryuniversity.com/learn/article/electric\\_vehicle\\_ev](https://batteryuniversity.com/learn/article/electric_vehicle_ev)
- Bekerman, M., & Cataife, G. (2001). *Encadenamientos productivos: Estilización e impactos sobre el desarrollo de los países periféricos*. Asociación Argentina de Economía Política. [https://aaep.org.ar/anales/pdf\\_01/bekerman\\_cataife.pdf](https://aaep.org.ar/anales/pdf_01/bekerman_cataife.pdf)
- Bernal Meza, R. (2016). La refundación del Estado boliviano: autonomías, regionalismo y representación internacional. *Ciclos en la Historia, la Economía y la Sociedad*. 27(47). <https://ojs.econ.uba.ar/index.php/revistaCICLOS/article/view/1260>
- Bitran, E. (2019, 8 de agosto). *Estrategia litio de CORFO*. [Presentación de conferencia] Foro del litio 2017. Santiago, Chile.
- Bloomberg NEF. (2019, 3 de diciembre). *Battery Pack Prices Fall As Market Ramps Up With Market Average At \$156/kWh In 2019*. <https://about.bnef.com/blog/battery-pack-prices-fall-as-market-ramps-up-with-market-average-at-156-kwh-in-2019/>
- Botto, M. (2013). *Alcances y límites en la integración productiva del Mercosur*. Documento de Trabajo N° 66). Area de Relaciones Internacionales. FLACSO.
- Botto, M., & Molinari, A. (2013). Un análisis sobre las políticas de integración productiva en el Mercosur. *Negocios Internacionales e Integración*, XVII(77), 4-24. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/3737>
- Bouzas, R. (2017). El regionalismo en América Latina y el Caribe. ¿Qué hay de nuevo? *Estudios Internacionales*, 49, 65-88. <http://doi:10.5354/0719-3769.2017.47533>
- Briceño Ruiz, J. (2013). Ejes y modelos en la etapa actual de la integración económica regional en América Latina. *Estudios Internacionales*, 45(175), 9-39. <http://doi:10.5354/0719-3769.2013.27352>
- Cabrera, S., Benavente, F., Vargas, M., Flores, J., Ortega, M., Villca, J., Mamani, R., Leiva, N., Luna, M., Yapu, W., Blanco, M., Palenque, E., & Balanza, R. (2012). Perspectivas en el procesamiento de materiales-electrodos para baterías de ion litio en Bolivia. *Revista Boliviana de Química*, 29(1), 15-38. <http://www.bolivianchemistryjournal.org/2012.html>
- Cademartori Dujisin, J., Ramírez Salazar, C., Fuentes Peralta, D., & Castillo Hidalgo, K. (2018). La economía política de la explotación del litio en Chile: 1980-2018. *Revista de Ciencias Sociales*, 10(34), 83-100.
- Calvo, E. (2017a). Procesos de extracción de litio de sus depósitos en salares argentinos. En E. Baran (Ed.). *Litio: un recurso natural estratégico desde los depósitos minerales a las aplicaciones tecnológicas* (pp. 69-83). ANCEFN - Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

- (2017b). Litio en baterías. En E. Baran (Ed.). *Litio: un recurso natural estratégico desde los depósitos minerales a las aplicaciones tecnológicas* (pp. 137-153). ANCEF - Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
- Canaccord. (2016). *Speciality Minerals and Metals. Industry Overview*. Canaccord Genuity
- Castello, A., & Kloster, M. (2015a). *Industrialización del litio y agregado de valor local. Documento N° 1*. CIETCI. <http://www.ciecti.org.ar/wp-content/uploads/2017/07/DT1-Indsutrializaci%C3%B3n-del-litio-y-agregado-de-valor-local.pdf>
- (2015b). *Industrialización del litio y agregado de valor local. Informe Tecnoproductivo*. Buenos Aires: CIETCI. [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/est\\_ind\\_ciecti-analisis-tecnoproductivo-de-cadena-de-valor-del-litio-.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/est_ind_ciecti-analisis-tecnoproductivo-de-cadena-de-valor-del-litio-.pdf)
- Castro, B.H., Barros, D.C., & Veiga, S.G. (2013). Baterías automotivas: panorama da indústria no Brasil, as novas tecnologias e como os veículos elétricos podem transformar o mercado global. *BNDES Setorial*, 37, 443-496. <http://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/1511>
- Catalano, L. (1964). *Boro - Berilio - Litio (Una nueva fuente de energía)*. Estudios de Geología y Minería Económica, Serie Argentina N° 3. Ministerio de Economía de la Nación. Secretaría de Industria y Minería, Subsecretaría de Minería.
- CEMAC. (2016). *2015 Research Highlights*. U.S. Department of Energy's, National Renewable Energy Laboratory, Clean Energy Manufacturing Analysis Center. <https://www.nrel.gov/docs/fy16osti/65312.pdf>
- CEPAL. (2014a). *Fortalecimiento de las cadenas de valor como política industrial*. (R. Padilla Pérez, Ed.). Comisión Económica para América Latina y el Caribe. [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/36743/4/S20131092\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/36743/4/S20131092_es.pdf)
- (2014b). *Integración Regional: hacia una estrategia de cadenas de valor inclusivas*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/36733/1/S2014216\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/36733/1/S2014216_es.pdf)
- (2019) *La dimensión territorial en el marco de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible: guía metodológica para la planificación estratégica de un territorio* (Documentos de Proyectos LC/TS.2019/58). Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- CESCO. (2020, 13 de enero). *Litio: Sobreoferta e incertidumbre a nivel mundial mantendrá precios a la baja en 2020*. <http://www.cesco.cl/2020/01/13/litio-sobreoferta-e-incertidumbre-a-nivel-mundial-mantendra-precios-a-la-baja-en-2020/>
- Chung, D., Elgqvist, E. & Santhanagopalan, S. (2015). *Automotive Lithium-ion Battery (LIB) Supply Chain and U.S. Competitiveness Considerations* (Presentación NREL/PR 6A50-63354). Clean Energy Manufacturing Analysis Centre (CEMAC), National Renewable Energy Laboratory (NREL). <https://www.nrel.gov/docs/fy15osti/63354.pdf>
- (2016). *Automotive Lithium-ion Battery (LIB) Supply Chain and U.S. Competitiveness Considerations* (Technical Report NREL/TP 6A20-66086). Clean Energy

- Manufacturing Analysis Centre (CEMAC), National Renewable Energy Laboratory (NREL). <https://www.nrel.gov/docs/fy15osti/63354.pdf>
- Ciccolella, P. (1997). Redefinición de fronteras, territorios y mercados en el marco del capitalismo de bloques. En Iara Castelo (Ed.), *Fronteiras na America Latina* (pp. 55-65). FEE.
- Cimoli, M., Castillo, M., Porcile G. & Stumpo, G. (Editores). (2017). *Políticas industriales y tecnológicas en América Latina*. CEPAL. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/42363-politicas-industriales-tecnologicas-america-latina>
- COCHILCO. (2013). *Mercado Internacional del litio*. (DE/09/2013). Gobierno de Chile, Ministerio de Minería, Comisión Nacional del Cobre.
- (2018) *Mercado internacional del litio y su potencial en Chile*. (Depp 28/2018). Gobierno de Chile, Ministerio de Minería, Comisión Nacional del Cobre. <https://www.cochilco.cl/Mercado%20de%20Metales/Informe%20Litio%209%2001%202019.pdf>
- Coffin, D. & Horowitz, J. (2018). The Supply Chain for Electric Vehicles Batteries. *Journal of International Commerce and Economics*, December 2018. Obtenido de <https://www.usitc.gov/journals>.
- Comisión Europea. (2014). *Por un renacimiento industrial europeo*. (Comunicación COM(2014) 14final). Unión Europea, Comisión Europea. <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2014/ES/1-2014-14-ES-F1-1.Pdf>
- (2018). *El mercado único en un mundo en plena mutación. Un activo único que necesita un compromiso político renovado* (Comunicación COM(2018) 772 final). Unión Europea, Comisión Europea. <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2018/ES/COM-2018-772-F1-ES-MAIN-PART-1.PDF>
- (2019). *Informe sobre la ejecución del Plan de acción estratégico para las baterías: creación de una cadena de valor estratégico para las baterías en Europa*. (Informe COM(2019) 176 final). Unión Europea, Comisión Europea. [https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:72b1e42b-5ab2-11e9-9151-01aa75ed71a1.0017.02/DOC\\_1&format=PDF](https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:72b1e42b-5ab2-11e9-9151-01aa75ed71a1.0017.02/DOC_1&format=PDF)
- Comisión Nacional del Litio. (2015). *Litio: Una fuente de energía una oportunidad para Chile. Informe Final*. Gobierno de Chile, Ministerio de Minería. [https://ciperchile.cl/pdfs/2015/06/sqm/INFORME\\_COMISION\\_LITIO\\_FINAL.pdf](https://ciperchile.cl/pdfs/2015/06/sqm/INFORME_COMISION_LITIO_FINAL.pdf)
- Corbella, V. & De Souza, K. (2017). La integración comercial y productiva de ALADI y su cambio estructural. *Economía UNAM*, 14(41), 90-109. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1665952X17300208>
- Dalle, D., Fossati, V., & Lavopa, F. (2013). Política industrial: ¿el eslabón perdido en el debate de las cadenas globales de valor? *Revista Argentina de Economía Internacional*, 1(2), 3-16. [http://www.cei.gob.ar/userfiles/nota1\\_0.pdf](http://www.cei.gob.ar/userfiles/nota1_0.pdf)

- De la Torre, A., Didier, T., Ize, A., Lederman D. & Schmukler, S. (2015). *América Latina y el ascenso del Sur: Nuevas prioridades en un mundo cambiante*. Banco Mundial. doi:10.1596/978-1-4648-0431-1.
- Depetris, P. (2017). Comentarios sobre la geoquímica del litio. En E. Baran (Ed.). *Litio: un recurso natural estratégico desde los depósitos minerales a las aplicaciones tecnológicas* (pp 12-26). ANCEFN - Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
- Deutsche Bank. (2016). *Welcome to the Lithium-ion Age*. Deutsche Bank AG.
- Dirección de Economía Minera. (2017). *Mercado de litio. Situación actual y perspectivas*. (Informe especial, marzo 2017). Ministerio de Energía y Minería, Secretaría de Minería, Dirección de Economía Minera. [http://cima.minem.gob.ar/assets/datasets/marzo\\_2017\\_-\\_informe\\_especial\\_litio\\_.pdf](http://cima.minem.gob.ar/assets/datasets/marzo_2017_-_informe_especial_litio_.pdf)
- DGFM. (1980). *Summary of the geological and minning information about the principal projects of Fabricaciones Militares*. (Informe). Dirección General de Fabricaciones Militares, Servicio Geológico Minero Argentino.
- DNA (2020). *Anuario estadístico 2019*. Ministerio de Hacienda, Dirección Nacional de Aduanas. [https://www.aduana.cl/aduana/site/docs/20181214/20181214113928/anuario\\_estadistico\\_2019.pdf](https://www.aduana.cl/aduana/site/docs/20181214/20181214113928/anuario_estadistico_2019.pdf)
- DTPM. (s.f.). *Buses*. Directorio de Transporte Público Metropolitano. Recuperado el 12 de agosto de 2020 de <http://www.dtpm.cl/index.php/sistema-transporte-publico-santiago/buses>
- Eder, J. (2019). Integración regional y políticas de industrialización en América Latina: la historia de un amor conflictivo. *Revista de Estudios Sociales*, 68, 38-50.
- El Inversor. (2013, 17 de mayo). Los inversores que no entiendan el aporte de las mineras provinciales no tendrán éxito en la Argentina. *Periódico El Inversor Energético & Minero*. <http://www.elinversorenergetico.com/los-inversores-entiendan-el-aporte-de-las-mineras-provinciales-tendran-exito-en-la-argentina/>
- El Tribuno. (2019, 21 de noviembre). Una empresa local inaugurará el mercado mundial del litio salteño. *El Tribuno*. <https://www.tribuno.com/salta/nota/2019-11-21-1-56-0-una-empresa-local-inaugurara-el-mercado-mundial-del-litio-salteno>
- Evans, K. (2008, 29 de marzo). Lithium Abundance - World Lithium Reserve. *lithiumabundance.blogspot.com*. <http://lithiumabundance.blogspot.com/2008/>
- FMI. (2013). *Trade Interconnectedness: The World with Global Value Chains*. Fondo Monetario Internacional. <https://www.imf.org/external/np/pp/eng/2013/082613.pdf>
- Fornillo, B. (Coord.). (2015). *Geopolítica del litio*. El Colectivo - CLACSO.
- Garcés Millas, I. (2000). *La industria del litio en Chile*. Universidad de Antofagasta. Dpto. Ingeniería Química. <https://intranetua.uantof.cl/salares/Litio%20y%20derivados.pdf>

- (2019). El Salar de Maricunga al banquillo de los acusados. *Le Monde Diplomatique. Edición chilena*, (on line). <https://www.lemonediplomatique.cl/el-salar-de-maricunga-al-banquillo-de-los-acusados-por-ingrid-garces-millas.html>
- García, R. (2016, 20-23 de setiembre). *Hidrogeología de los salares del altiplano argentino*. [Diapositivas de Power Point]. IX Congreso Argentino de Hidrogeología. Catamarca, República Argentina. <http://congreso-hidrogeologia.unca.edu.ar/descargas/plenarias/plenaria-3-RodolfoGarc%C3%ADa-Hidrogeologia-de-salares.pdf>
- Gereffi, G. (2009). Las cadenas productivas como marco analítico para la globalización. *Problemas del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía*, 32(125), 9-37. <https://doi.org/10.22201/iiec.20078951e.2001.125.7389>
- Gereffi, G., Humphrey, J., & Sturgeon, T. (2005). The governance of global value chains. *Review of International Political Economy*, 12(1), 78-104. <http://doi.org/10.1080/09692290500049805>
- Ghellink, E. (1985). La política industrial de la Comunidad Europea. *Comercio Exterior*, 35(7), 665-671. <http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/296/3/RCE3.pdf>
- Goldie-Scot, L. (2019, 5 de marzo). *A Behind the Scenes Take on Lithium-ion Battery Prices*. BloombergNEF. <https://about.bnef.com/blog/behind-scenes-take-lithium-ion-battery-prices/>
- GTZ. (2007). *Value Links Manual. The Methodology of Value Chain Promotion*. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ).
- Gudynas, E. (2009). Diez tesis urgentes sobre neo extractivismo. En J. Schuldt, A. Acosta, A. Barandiarán, A. Bebbington, M. Folchi, CEDLA, A. Alayza & E. Gudynas, *Extractivismo, política y sociedad* (pp 187-225). CAAP/CLAES.
- Haas, E. (1970). The Study of Regional Integration: Reflections on the Joy and Anguish of Pretheorizing. *International Organization*, 24(4), 606-646. doi:10.1017/S0020818300017495
- Haley, U. (2012). *Putting the pedal to the metal: Subsidies to China's Auto-parts Industrie from 2001 to 2011*. Economic Policy Institute. <https://www.epi.org/files/2012/bp316.pdf>
- Igogo, T., Sandor, D., Mayyas, A. & Engel-Cox, J. (2019). *Supply Chain of Raw Materials Used in the Manufacturing of Light-Duty Vehicle Lithium-Ion Batteries*. (Reporte Técnico NREL/TP 6A20-73374). National Renewable Energy Laboratory, Clean Energy Manufacturing Analysis Center. <https://www.nrel.gov/docs/fy19osti/73374.pdf>
- INDEC (2020a). *Complejos exportadores. Año 2019*. (Informes técnicos. Vol. 4 N° 36. Comercio exterior, Vol. 4 N°4). Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. [https://www.indec.gob.ar/uploads/informesdeprensa/complejos\\_03\\_201711CCEF8E.pdf](https://www.indec.gob.ar/uploads/informesdeprensa/complejos_03_201711CCEF8E.pdf)
- (2020b). *Origen provincial de las exportaciones. Año 2019*. (Informes técnicos. Vol. 4 N° 40. Comercio exterior, Vol 4 N°5). Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. [https://www.indec.gob.ar/uploads/informesdeprensa/opex\\_03\\_20EB6BE9DADA.pdf](https://www.indec.gob.ar/uploads/informesdeprensa/opex_03_20EB6BE9DADA.pdf)

- INE (2020). *Bolivia. Exportaciones según departamento y producto por año y mes, 2017-2020*. Instituto Nacional de Estadísticas. <https://www.ine.gob.bo/index.php/estadisticas-economicas/comercio-exterior/cuadros-estadisticos-exportaciones/>
- Jerez, B. (2018). *Impacto socioambiental de la extracción de litio en las cuencas de los salares altoandinos del Cono Sur*. Observatorio de Conflictos Mineros de América Latina (OCMAL). <https://www.ocmal.org/impacto-sociambiental-litio/>
- Juste, S. (2017). La condición de doble periferia en unidades subestatales, *Interações*, 18(4), 169-184. <https://doi.org/10.20435/inter.v18i4.1582>
- Kaplinsky, R. (1998). *Globalisation, Industrialization and Sustainable Growth: The Pursuit of the Nth Rent*. IDS Discussion Paper 365. Institute of Development Studies. <https://opendocs.ids.ac.uk/opendocs/handle/20.500.12413/13871>
- Kaplinsky, R. & Morris, M. (2001). *A Handbook for Value Chain Research*. International Development Research Centre.
- Kosacoff, B., & López, A. (2008). América Latina y las cadenas globales de valor: debilidades y potencialidades. *GCG Georgetown University - Uniersia*, 2(1), 18-32.
- Kutney, P. (2019, 15 de abril). Rota 2030 traz organização ao setor automotivo. *Automotive Business*. <https://www.automotivebusiness.com.br/noticia/29054/rota-2030-traz-organizacao-ao-setor-automotivo>
- Lagos, G. (2012). *El desarrollo del litio en Chile 1984-2012*. Pontificia Universidad Católica de Chile, Centro de Minería. [http://www.gustavolagos.cl/uploads/1/2/4/2/12428079/el\\_desarrollo\\_del\\_litio\\_en\\_chile\\_g.\\_lagos\\_21-8-12\\_a.pdf](http://www.gustavolagos.cl/uploads/1/2/4/2/12428079/el_desarrollo_del_litio_en_chile_g._lagos_21-8-12_a.pdf)
- La Tercera. (2012, 12 de junio). FTC reitera rechazo a licitación de litio y llama a autorizar fondo para que Codelco lo explote. *La Tercera*. <https://www.latercera.com/noticia/ftc-reitera-rechazo-a-licitacion-de-litio-y-llama-a-autorizar-fondo-para-que-codelco-lo-explote/>
- (2019, 26 de junio). Fracasa la licitación de valor agregado para el litio y Corfo evalúa llamar a nueva licitación. *La Tercera*. <https://www.latercera.com/pulso/noticia/fracasa-licitacion-valor-agregado-litio-corfo-evalua-llamar-nueva-licitacion/754832/>
- López, A., Obaya, M., Pascuini, P., & Ramos, A. (2019). *El litio en la Argentina. Oportunidades y desafíos para el desarrollo de la cadena de valor*. Banco Interamericano de Desarrollo. <http://dx.doi.org/10.18235/0001553>
- Lu, S. & Frith, J. (2019, 28 de octubre). *Will the Real Lithium Demand Please Stand Up? Challenging the 1Mt-by-2025 Orthodoxy*. BloombergNEF. <https://about.bnef.com/blog/will-the-real-lithium-demand-please-stand-up-challenging-the-1mt-by-2025-orthodoxy/>
- Lütkenhorst, W. (2017). La política industrial para el desarrollo sostenible. En Cimoli, M., Castillo, M., Porcile G. & Stumpo, G. (Editores). *Políticas industriales y tecnológicas en América Latina* (pp.505-548). CEPAL.
- Malamud, A. (2010). Latin American regionalism and EU studies. *Journal of European Integration*, 32(6), 637-657. <http://dx.doi.org/10.1080/07036337.2010.518720>

- (2011). Conceptos, teorías y debates sobre la integración regional. *Norteamérica*. 6(2), 219-244.
- Malamud, A. & Schmitter, P. (2006). La experiencia de integración europea y el potencial de integración del Mercosur. *Desarrollo Económico. Revista de Ciencias Sociales*, 181 3-31.
- Marquet, P. (1998). Los ecosistemas del desierto de Atacama y área andina adyacente en el norte de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 71(4), 593-617. [http://rchn.biologiachile.cl/pdfs/1998/4/Marquet\\_et\\_al\\_1998.pdf](http://rchn.biologiachile.cl/pdfs/1998/4/Marquet_et_al_1998.pdf)
- Masiero, G., Hogasavara, M., Conde Jussani, A. & Risso, M. (2016). Electric vehicles in China: BYD strategies and government subsidies. *RAI Revista de Administração e Inovação*, 13(1), 3-11.
- Mayyas, A., Steward, D. & Mann, M. (2018). The Case for Recycling: Overview and Challenges in the Material Supply Chain for Automotive Li-Ion Batteries. *Sustainable Materials and Technologies*, 19. doi:10.1016/j.susmat.2018.e00087.
- Mazzucato, M. (2017). Sistemas de innovación: cómo dejar de subsanar fallas de mercado para comenzar a crear mercados. En Cimoli, M., Castillo, M., Porcile G. & Stumpo, G. (Editores). *Políticas industriales y tecnológicas en América Latina* (pp.481-492). CEPAL.
- Merino, T. (2019, 22 de setiembre). *Santiago de Chile pone el ejemplo con los autobuses eléctricos*. El Financiero. <https://www.elfinanciero.com.mx/bloomberg-businessweek/santiago-de-chile-pone-el-ejemplo-con-los-autobuses-electricos>
- Millán Castilla, G. (2017). *Nuevas tecnologías en el sector del Automovil. China*. CDTI. [https://www.cdti.es/recursos/doc/Programas/Cooperacion\\_internacional/Chineka/Documentacion\\_relacionada/9143\\_251025102017103023.pdf](https://www.cdti.es/recursos/doc/Programas/Cooperacion_internacional/Chineka/Documentacion_relacionada/9143_251025102017103023.pdf)
- Mining Press. (2012, 28 de junio). José de Castro (Sales de Jujuy) cuenta todo sobre la primera empresa mixta de litio en Argentina. *Mining Press*. <http://miningpress.com/nota/70412/es-oficial-jujuy-aprobo-el-proyecto-de-litio-olaroz-orocobre>.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. (2015). *Plan Argentina Innovadora 2020. Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Lineamientos Estratégicos 2012-2015*. <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/pai2020.pdf>
- Ministerio de Minería. (2012). *Reimpulso a la industria chilena del litio: Nacen los CEOL*. [Diapositivas de Power Point]. Federación de Trabajadores del Cobre. <http://www.ftc.cl/Archivos/otros/CEOL%20FTC.pdf>
- (2016). *Política del litio y la gobernanza de los salares*. Gobierno de Chile, Ministerio de Minería. [http://reddigital.cl/wp-content/uploads/2017/11/Poli%CC%81tica\\_Litio\\_gobernanza\\_salares.pdf](http://reddigital.cl/wp-content/uploads/2017/11/Poli%CC%81tica_Litio_gobernanza_salares.pdf)
- Molinari, A., De Ángelis, J. & Bembi, M. (2013). Medición de la integración productiva en el MERCOSUR: Un análisis desde la óptica del comercio intraindustrial y las cadenas de valor. *Desarrollo Económico - Revista de Ciencias Sociales*, 52,(207-208), 511-544.

- Montenegro Bravo, J. (2018). El modelo de industrialización del litio en Bolivia. *Revista de Ciencias Sociales*, 10(34), 69-82.
- Nacif, F. (2012). Bolivia y el plan de industrialización del litio: un reclamo histórico. *La Revista del CCC* [en línea]. N° 14/15. <https://www.centrocultural.coop/revista/1415/bolivia-y-el-plan-de-industrializacion-del-litio-un-reclamo-historico>
- OCDE. (2013). *Trade Policy Implications of Global Value Chains*. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. [http://www.oecd.org/sti/ind/Trade\\_Policy\\_Implicatipns\\_May\\_2013.pdf](http://www.oecd.org/sti/ind/Trade_Policy_Implicatipns_May_2013.pdf)
- Oddone, N. (2016). Cadenas de valor en la Argentina: Notas para una política comercial inteligente. *Apuntes de la Escuela Superior de Gobierno. Políticas Públicas para la modernización del Estado*, 5, 21-28.
- Oddone, N. & Juste, S. (2020). Unidades subestatales fronterizas de doble periferia en un contexto de integración regional. Un análisis de Zicosur. En A. Bustamante (Ed.) *Las regiones en globalización: Debates y Reflexiones recientes*. Universidad Cooperativa de Colombia.
- Oddone, N., Padilla, R., & Antunes, B. (2014). Metodología del Proyecto CEPAL-GIZ para el diseño de estrategias de fortalecimiento de cadenas de valor. En CEPAL (R. Padilla Pérez Ed.). *Fortalecimiento de las cadenas de valor como instrumento de la política industrial: Metodología y experiencia de la CEPAL en Centroamérica* (pp. 77-113). CEPAL.
- OEDE (s.f.). *Boletín trimestral de empleo registrado por provincia. Cuarto trimestre de 2019*. [conjunto de datos]. Observatorio de Empleo y Dinámica Empresarial. Recuperado el 12 de agosto de 2020 de <http://www.trabajo.gob.ar/estadisticas/oede/estadisticasregionales.asp> [Entrada: Empleos provinciales. Evolución del empleo registrado por ramas de actividad (Serie trimestral a dos dígitos)].
- OMC. (2017). *Global Value Chain Development Report 2017. Measuring and Analysing the Impact of GVC's on Economic Development*. Organización Mundial del Comercio, Institute of Developing Economies (IDE-JETRO), Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), Research Center of Global Value Chains at the University of International Business and Economics (RCGVC-UIBE). World Bank Group. [https://www.wto.org/english/res\\_e/booksp\\_e/gvcs\\_report\\_2017.pdf](https://www.wto.org/english/res_e/booksp_e/gvcs_report_2017.pdf)
- OMC. (2019). *Global Value Chain Development Report 2019. Technological Innovation, Supply Chain Trade, and Workers in a Globalized World*. Organización Mundial del Comercio, Institute of Developing Economies (IDE-JETRO), Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), Research Center of Global Value Chains at the University of International Business and Economics (RCGVC-UIBE), Banco Mundial, China Development Research Foundation. <https://www.worldbank.org/en/topic/trade/publication/global-value-chain-development-report-2019>
- Orocobre. (2019, 6 de agosto). *ASX/TSX Announcement. Naraha Lithium Hydroxide Plant Groundbreaking Ceremony* [Comunicado de prensa]. <https://www.orocobre.com/wp/?mdocs-file=5910>

- Padilla Pérez, R. & Alvarado, J. (2014). El resurgimiento de la política industrial. En CEPAL (R. Padilla Pérez Ed.). *Fortalecimiento de las cadenas de valor como instrumento de la política industrial: Metodología y experiencia de la CEPAL en Centroamérica* (pp.33-75). CEPAL.
- Padilla Pérez, R., & Oddone, N. (2016). *Manual para el fortalecimiento de cadenas de valor*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA). [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40662/1/S1601085\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40662/1/S1601085_es.pdf)
- Palestini, S. (2017). La gobernanza regional del desarrollo en América del Sur (2000-2015). *Revista de Estudios Políticos*. 176, 191-222. <https://doi.org/10.18042/cepc/rep.176.06>
- Pan, A., & Chen, T. (2016). *Electric Vehicle Development in China and its Power Quality Challenges to Distribution Grid*. (Paper 0160). International Conference on Electricity Distribution. CIRED. [http://www.cired.net/publications/workshop2016/pdfs/CIRED\\_2016\\_0160\\_final.pdf](http://www.cired.net/publications/workshop2016/pdfs/CIRED_2016_0160_final.pdf)
- Panorama Minero (2015). Panel oportunidades en la minería del litio en las provincias del NOA argentino - IV Seminario internacional litio en Sudamérica. *Panorama Minero*. 429, 49-71.
- Parajón, V. (1982). Política industrial europea. *Revista de Instituciones Europeas*. 9(1), 39-74.
- Patil, P. (2008). *Developments in Lithium-Ion Battery Technology in the Peoples Republic of China*. (Reporte ANL/ESD/08-1). U.S. Department of Energy, Argonne National Laboratory. <https://publications.anl.gov/anlpubs/2008/02/60978.pdf>
- Peña, F. (2018, junio). La ALADI y su potencial desaprovechado: instrumentos apropiados para la convergencia en la diversidad latinoamericana. *Félix Peña*. <http://www.felixpena.com.ar/index.php?contenido=negociaciones&neagno=informes/2018-06-aladi-potencial-desaprovechado>
- Peres, W. & Primi, A. (2009), *Theory and practice of industrial policy: evidence from the Latin American experience*, serie Desarrollo Productivo, N° 187 (LC/L.3013-P), Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). <https://www.cepal.org/en/publications/4582-theory-and-practice-industrial-policy-evidence-latin-american-experience>
- Porta, F., Santarcángelo, J., & Schteingart, D. (2018). Cadenas globales de valor y desarrollo económico. *Revista Economía y Desafíos del Desarrollo*, 1(1), 28-46. <http://www.unsam.edu.ar/escuelas/economia/revistaedd/wp-content/uploads/2017/11/Cadenas-globales-de-valor-y-desarrollo-economico..pdf>
- Provincia de Catamarca. (1996). *Plan Estratégico Consensuado: Documento III*. Gráfica Creativa S.A.
- Ramström, O. (2019). *Lithium-ion batteries*. Real Academia de las Ciencias de Suecia (KVA). <https://www.nobelprize.org/uploads/2019/10/advanced-chemistryprize2019.pdf>
- REMSA. (s.f.). *Minería*. Recuperado el 12 de agosto de 2020 de: <https://remsa.gob.ar/mineria>

- Robinson, D. (2020, 4 de marzo). *Supply chain bottleneck strangling scale-up of lithium-ion battery production for EVs*. NS Energy. <https://www.nsenergybusiness.com/features/lithium-ion-batteries-electric-vehicles/>
- Rodrik, D. (2004). *Industrial Policy for the Twenty-first century*. John F. Kennedy School of Government. Harvard University. <http://j.mp/2nRcNXi>
- Roskill. (s.f.). *Lithium. Outlook to 2030, 17th Edition*. Recuperado el 12 de agosto de 2020 de <https://roskill.com/market-report/lithium/>
- Slipak, A. (2015). La extracción del litio en la Argentina y el debate sobre la "riqueza natural". En B. Fornillo (coord), *Geopolítica del litio* (pp.112-122). El Colectivo - CLACSO.
- SQM. (2020). *Reporte de sustentabilidad 2019*. <https://www.sqm.com/wp-content/uploads/2020/07/Reporte-2019-SQM-ESP.pdf>
- Stewart, T., Drake, E., Butler, E., Misleh, J., Gong, P., Wang, N., Meggers, J. & De Prest, D. (2012). *China's Support Programs for Automobiles and Auto Parts under the 12th Five Year Plan*. Stewart and Stewart. <http://docplayer.net/47087321-China-s-support-programs-for-automobiles-and-auto-parts-under-the-12-th-five-year-plan.html>
- Sturgeon, T. & Van Biesebroeck, J. (2010). *Effects of the Crisis on the Automotive Industry in Developing Countries: a Global Chain Perspective*. (Report N° WPS5330). World Bank. <http://documents.worldbank.org/curated/en/539281468176979412/Effects-of-the-crisis-on-the-automotive-industry-in-developing-countries-a-global-value-chain-perspective>
- Sturgeon, T. (2011). De cadenas de mercancías (commodities) a cadenas de valor: construcciones teóricas en una época de globalización. *Eutopía*. 2, 11-38.
- Subsecretaría de Desarrollo Minero. (2017). *El litio: una oportunidad. Estado de situación. Perspectivas. Mercado*. Ministerio de Energía y Minería, Secretaría de Minería, Subsecretaría de Desarrollo Minero. [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/presentacion\\_litio\\_20-12-17.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/presentacion_litio_20-12-17.pdf)
- (2019). *Argentina. Proyectos avanzados de litio en salares*. Ministerio de Energía y Minería, Secretaría de Minería, Subsecretaría de Desarrollo Minero. <http://cima.minem.gob.ar/assets/datasets/2019-07-15%20Proyectos%20Avanzados%20de%20Litio%20en%20Argentina.pdf>
- Subsecretaría de Programación Microeconómica. (2018). *Informe de cadenas de valor. Litio*. Ministerio de Hacienda, Secretaría de Política Económica, Subsecretaría de Programación Microeconómica. [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/sspmicro\\_cadenas\\_de\\_valor\\_litio.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/sspmicro_cadenas_de_valor_litio.pdf)
- Svampa, M. (2013). Consenso de los commodities y lenguajes de valoración en América Latina. *Nueva Sociedad*. 244, 30-46.
- Tahil, W. (2007). *The Trouble with Lithium* [white paper]. Meridian International Research. [http://www.meridian-int-res.com/Projects/Lithium\\_Problem\\_2.pdf](http://www.meridian-int-res.com/Projects/Lithium_Problem_2.pdf)
- (2008). *The Trouble with Lithium 2* [white paper]. Meridian International Research. [http://www.meridian-int-res.com/Projects/Lithium\\_Microscope.pdf](http://www.meridian-int-res.com/Projects/Lithium_Microscope.pdf)

- Unceta, K. (2015). *Más allá del crecimiento. Debates sobre desarrollo y posdesarrollo*. Mar Dulce.
- USGS. (1996). Mineral Commodities Sumaries. US Geological Survey. <https://doi.org/10.3133/mineral1996>
- (1998). *Minerals Yearbook*. US Geological Survey.
- (2015). *Mineral Commodities Sumaries*. US Geological Survey. <http://doi.org/10.3133/70140094>
- (2016). *Mineral Commodities Sumaries*. US Geological Survey. <https://doi.org/10.3133/70170140>
- (2017). *Mineral Commodities Sumaries*. US Geological Survey. <https://doi.org/10.3133/70180197>
- (2019). *Mineral Commodities Sumaries*. US Geological Survey. <https://doi.org/10.3133/70202434>
- (2020). *Mineral Commodities Summaries*. US Geological Survey. <https://doi.org/10.3133/mcs2020>
- YLB. (2018). *Memoria 2018*. Yacimientos de Litio Bolivianos. [https://www.ylb.gob.bo/resources/memorias/memoria\\_ylb\\_2018.pdf](https://www.ylb.gob.bo/resources/memorias/memoria_ylb_2018.pdf)
- (2020). *Bolivia dejó de exportar litio en 2019 por caída de los precios*. Yacimientos de Litio Bolivianos. [https://www.ylb.gob.bo/archivos/notas\\_archivos/np002\\_compressed.pdf](https://www.ylb.gob.bo/archivos/notas_archivos/np002_compressed.pdf)