

LITIO EN SUDAMÉRICA

Geopolítica

Energía

Territorios

Bruno Fornillo
(coordinador)

Melisa Argento
Martina Gamba
Martín Kazimierski
Florencia Puente
Gustavo Romeo
Elaine Santos
Ariel Slipak
Santiago Urrutia
Julián Zicari



Litio en Sudamérica

Geopolítica, energía y territorios

Bruno Fornillo (coordinador)

Colección
Chico Mendes



Buenos Aires, 2019

Litio en Sudamérica. Geopolítica, energía y territorios / Bruno Fornillo [et al.]
Coordinación general de Bruno Fornillo. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires: El Colectivo; CLACSO; IEALC - Instituto de Estudios de América Latina y el Caribe, 2019.

320 p. ; 22 x 15 cm. (Colección Chico Mendes)
ISBN 978-987-47280-0-5

1. Geopolítica. I. Fornillo, Bruno, coord.
CDD 327.101

Coordinación: **Natalia Revale**
Diseño de tapa: **Alejandra Andreone**
Corrección: **Julieta Santos**
Diagramación: **Francisco Farina**

Editorial El Colectivo

Web: www.editorialelcolectivo.com

Correo: contacto@editorialelcolectivo.com


Facebook: Editorial El Colectivo

Twitter: @EditElColectivo

IG: @EditorialElColectivo


El libro *El litio en Sudamérica. Geopolítica, energía y territorios* contó con el apoyo y aval del Instituto de Estudios de América Latina y el Caribe de la Universidad de Buenos Aires (IEALC-UBA) y, a su vez, del Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales (CLACSO).

Copyleft

 Esta edición se realiza bajo la licencia de **uso creativo compartido** o **Creative Commons**. Está permitida la copia, distribución, exhibición y utilización de la obra bajo las siguientes condiciones:

 **Atribución:** se debe mencionar la fuente (título de la obra, autor/a, editorial, año).

 **No comercial:** se permite la utilización de esta obra con fines no comerciales.

 **Mantener estas condiciones para obras derivadas:** sólo está autorizado el uso parcial o alterado de esta obra para la creación de obras derivadas siempre que estas condiciones de licencia se mantengan para la obra resultante.



CLACSO

Consejo Latinoamericano
de Ciencias Sociales

Conselho Latino-americano
de Ciências Sociais

CLACSO - Secretaría Ejecutiva

Karina Batthyány - Secretaria Ejecutiva

Nicolás Arata - Director de Formación y Producción Editorial

Lucas Sablich - Coordinador Editorial



LIBRERÍA LATINOAMERICANA Y CARIBEÑA DE CIENCIAS SOCIALES

CONOCIMIENTO ABIERTO, CONOCIMIENTO LIBRE

Los libros de CLACSO pueden descargarse libremente en formato digital o adquirirse en versión impresa desde cualquier lugar del mundo ingresando a www.clacso.org.ar/libreria-latinoamericana

ISBN

© Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales | Queda hecho el depósito que establece la Ley 11723.

No se permite la reproducción total o parcial de este libro, ni su almacenamiento en un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio electrónico, mecánico, fotocopia u otros métodos, sin el permiso previo del editor. La responsabilidad por las opiniones expresadas en los libros, artículos, estudios y otras colaboraciones incumbe exclusivamente a los autores firmantes, y su publicación no necesariamente refleja los puntos de vista de la Secretaría Ejecutiva de CLACSO.

CLACSO

Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales - Conselho Latino-americano de Ciências Sociais

Estados Unidos 1168 | C1023AAB Ciudad de Buenos Aires | Argentina

Tel [54 11] 4304 9145 | Fax [54 11] 4305 0875 | <clacso@clacsoinst.edu.ar> | <www.clacso.org>

Patrocinado por la Agencia Sueca de Desarrollo Internacional



Índice

Prefacio: La vida en la tierra y el litio <i>Martina Gamba</i>	9
A modo de introducción: antropoceno, litio y transiciones <i>Grupo de Estudio en Geopolítica y Bienes Comunes</i>	15
PARTE 1. LA ESFERA GLOBAL	
Transición energética, principios y retos: la necesidad de almacenar energía y el potencial de la batería ion-litio <i>Martín Kazimierski</i>	25
-Transformando el “metabolismo energético mundial”	27
-Almacenamiento energético, el gran desafío -Hacia un sistema descentralizado e inteligente	40
-Reflexiones sobre una transición energética desde la óptica sudamericana	44
El mercado mundial del litio y el eje asiático. Dinámicas comerciales, industriales y tecnológicas <i>Julián Zicari, Bruno Fornillo y Martina Gamba</i>	51
-La dinámica mundial del litio como recurso primario	53

-El consumo del litio y la dinámica industrial- tecnológica	62
-Investigación e innovación ligadas al litio a escala global.....	68
-China, nueva energía y mercado automotriz.....	73
-El mercado global del litio de Norte a Sur	75

PARTE 2. VISIÓN INTEGRAL DEL “TRIÁNGULO DEL LITIO”

Historias de la extracción, dinámicas jurídico-tributarias y el litio en los modelos de desarrollo de Argentina, Bolivia y Chile

<i>Ariel M. Slipak y Santiago Urrutia Reveco</i>	83
-Condiciones de inicio en el “Triángulo del litio”: ¿recurso estratégico?	84
-Las políticas extractivas tras el <i>boom</i> del litio	103
-Más allá y más acá de la economía: Modelos de desarrollo	122

Política, ciencia y energía en el “Triángulo del litio”

<i>Bruno Fornillo y Martina Gamba</i>	133
-La emergencia histórica del litio como problema en el “Triángulo del litio”	135
-Tecnología y extracción de litio: organicidad, insularidad y privatización	141
-Materiales activos: política estratégica, nacional y provincial	147
-Industria y comercialización de baterías	152
-Conjunción y disyunción de las esferas: política, industria y ciencia	160

Entre el *boom* del litio y la defensa de la vida. Salares, agua, territorios y comunidades en la región atacameña

<i>Melisa Argento y Florencia Puente</i>	173
-Una región atacameña. Derecho indígena y expansión minera. Territorios en disputa	175
-Los tres tiempos del litio. Matrices de desarrollo, dinámicas territoriales y repertorios de acción colectiva	186

-Escenarios políticos y conflictividad actual en los territorios de la fiebre del litio	200
-Naturaleza, economía, comunidades: reflexiones para una articulación	211
PARTE 3. PROBLEMÁTICAS CENTRALES: LA CUESTIÓN SOCIO-AMBIENTAL Y LA PROYECCIÓN SUDAMERICANA	
Riesgo ambiental e incertidumbre en la producción del litio en salares de Argentina, Bolivia y Chile	
<i>Gustavo Romeo</i>	223
-Minería del agua, posibilidad de fiscalización y técnica de extracción como amenaza.....	225
-Agua dulce para el agua salada	233
-Racionalidad de los estudios ambientales previos, el conocimiento privatizado y el principio precautorio como directriz de decisiones.....	244
-“Para el que mira sin ver, la tierra es tierra nomás”.....	252
El mapa estratégico del litio en Brasil	
<i>Elaine Santos, Ariel M. Slipak y Bruno Fornillo</i>	261
-El tratamiento del litio en Brasil. Un panorama	263
-¿Electromovilidad brasileña? Análisis de las políticas públicas de incentivo a escala nacional.....	271
-Neodependencia y patrón tecnológico futuro	281
Epílogo: Ecología política y antagonismo social: ¿Estrategias de posdesarrollo?	
<i>Grupo de Estudios en Geopolítica y Bienes Comunes</i>	289
Anexos	297
Sobre las autoras y los autores	317

Anexo 3 Tabla de investigadores/as y líneas de investigación en torno al litio en Argentina

Esta tabla, realizada por Martina Gamba, no expresa el total de recursos humanos abocados a la cuestión litio en Argentina. Sólo pretende reflejar un panorama general de las temáticas abordadas por diferentes grupos de investigación en este país.

Ciudad	Instituto	Nombre	Línea de trabajo
	CIDMEJ U	V. Flexer	Técnicas de extracción. Baterías avanzadas de litio.
		A. Tesio A. Visintín	Almacenamiento de energía basado en litio. Desarrollo de materiales y electrodos avanzados a partir de aerografía.
San Salvador de Jujuy	CIT Jujuy	F. E. Córdoba	Desarrollo de nuevos sistemas para la conversión de energía en base a litio.
		R. L. López Steinmetz	Sedimentología, geoquímica y geocronología de sistemas salinos y lacustres. Limnogeología.
San Miguel de Tucumán	UNJu	J. L. Zacur	Geoquímica de litio y tierras raras en cuencas endorreicas puneñas.
	IER	A. Izquierdo	Estudio y desarrollo de procesos alternativos para la obtención de litio contenido en salmueras naturales, orientados a la producción de cerámicos basados en litio.
		V. L. Lopez	Humedales altoandinos: efecto de la minería de litio.
San Fernando del Valle de Catamarca	INSUGEO	R. Humana	Estudio de yacimientos de litio en salmueras y pegmatitas
	CITCA	G. Correa Peregut er	Materiales activos para electrodos en baterías de ion-litio.
		M. B. López	Integración electromecánica de celdas de combustible y baterías de litio con aplicación aeronáutica.
	CIFTA		Estudios sobre los productos de descarga de baterías litio-aire.

Posadas	FCEQyN UNaM	E. Schvezov	Estudio eléctrico de celdas ion-litio.
	IMAM	D. L. Brusilovsky	Síntesis de nano-cristales de $\text{LiM}_x\text{Mn}_{2-x}\text{O}_4$ utilizando método sol-gel no-hidroalítico.
		O. Cámara	Procesos electroquímicos en interfaces: electrodos de interés tecnológico y sistemas dispersos
Córdoba		E. P. M. Leiva	Materiales activos para baterías de litio de nueva generación: desarrollos experimentales y teóricos
		F. Oliva	Desarrollo de nuevos materiales híbridos para almacenamiento de carga y matrices de ánodos para baterías de ion-litio
		E. M. Perassi	Desarrollo de nuevos materiales de ánodo para celdas de ion-Li.
		M. I. Rojas	Estudio teórico de propiedades y aplicaciones de sistemas nanoestructurados de interés tecnológico (catalizadores, biosensores, baterías ion-litio).
		R. Moiraghi	Estudio del comportamiento de nanomateriales de silicio con uso potencial en ánodos de baterías ión-Li. Síntesis y caracterización.
		G. L. Luque	Estudios teóricos y experimentales de baterías de litio.
		L. Reinaudi	Estudios computacionales de sistemas nanoestructurados aplicados al almacenamiento de energía sobre la base de ion-litio y a celdas de combustible
		G. Lener	Desarrollo de materiales para su aplicación en baterías de litio de alta capacidad.

		D. Barraco	Investigación teórica y experimental para mejorar y desarrollar materiales activos para electrodos de baterías de ion-litio.
		C.A. Calderón	Desarrollo de ánodos y cátodos para baterías de Li-S; efecto del aglutinante en cátodos de azufre-carbono y estabilización de ánodos de litio metálico.
Córdoba	IFEG	A. Ruderman	Estudio teórico experimental de materiales componente de celdas de azufre-litio.
		A. Sigal	Simulaciones computacionales y desarrollos experimentales de materiales para ánodos de celdas de ion-litio.
		M. V. Bracamonte	Síntesis y caracterización de materiales híbridos basados en grafito y sus aplicaciones para baterías de litio.
	CICTER RA	M.G. García	Estudio geoquímico de los elementos.
		P.J. De Petris	Estudio de la evolución geo-química de los salares.
Santa Fe	INGAR	P.A. Aguirre	Estudio y modelado de las baterías ion-litio.
		E. R. Henquin	Diseño óptimo, simulación de sistemas de almacenamiento de energía basados en baterías de iones de Litio y programación de hardware para el control de las operaciones de uso.

San Luis	ITQ-UNSL	P. Orosco	Estudio de las reacciones heterogéneas con aplicación en la recuperación de los metales contenidos en las baterías ión-litio y en minerales potásicos, y en la síntesis de materiales de uso industrial.
		M. Ojeda	Extracción de litio de rocas de espodumenos y pilas usadas.
San Juan	UNSI	L. Barbosa	Obtención de materiales para cátodos de baterías ion-litio.
		M. Molina	Estudio y modelado de las baterías de litio poliméricas.
Mendoza	MesMat/UNCu	M. H. Rodríguez	Extracción de litio de rocas de espodumenos y pilas usadas. Obtención de carbonato de litio.
		G. D. Rosales	Síntesis de nanomateriales cerámicos y compuestos de litio a partir de alfa espodumeno por activación mecanoquímica
Río Cuarto	UNRC	L. Boulon	Estudios sobre el comportamiento de baterías de litio en vehículos eléctricos.
		C. Barbero	Materiales para ánodos de baterías ion-litio.
		G. A. Planes	Desarrollo de materiales jerárquicos en la escala nano/micrométrica para su uso como electrodos de alta superficie. Aplicación en sensores químicos, producción y almacenamiento de energía.

CABA	CNEA	D. Laria H. R. Corti	Estudios teóricos baterías litio-aire. Litio con aplicaciones nucleares.
	INQUIM AE	E. Calvo	Desarrollo de capacidades tecnológicas y formación de recursos humanos basadas en aspectos básicos de la química en nanoscala en particular las tecnologías del litio.
		E. P. De La Llave	Caracterización de materiales de litio para la producción de energía.
	IEALC-UBA	B. M. Formillo	¿Transición energética en la Argentina? Geopolítica, cambio ambiental y posdesarrollo.
	Laboratorio de medicina experimental	G. P. Ossani	Enfermedades causadas por litio.
	CSC	V. M. Sánchez	Modelado fisicoquímico a multiescala de procesos relevantes en el área de energía: yacimientos no convencionales y energía alternativa (baterías de litio).
	CESIS	M. Stitico	Hidrogeología de salares.
	ITHES	F. J. Nores Pondal	Proyectos en energías renovables relacionados con la acumulación de energía, en particular baterías de ion-litio.
		P. D. Giunta	Modelado multiescala y simulación una celda de combustible tipo PEM y baterías de ion litio en estado transitorio.
	Constituyentes	CNEA	J. Collet-Lacoste
V. L. Vildosola			Estudio de las propiedades electrónicas de diversos sistemas y materiales: desarrollo y aplicación de técnicas de cálculo desde primeros principios.
D. J. Cuscuenta			Materiales y dispositivos para almacenamiento de energía.

		J. E. Thomas	Síntesis, caracterización y aplicación de materiales activos para electrodos de baterías de ión litio.
		M. G. Ortiz	Diseño y caracterización de materiales de electrodo con aplicación en baterías de litio.
	INIFTA	S. G. Real	Estudios dinámicos y ópticos aplicados al desarrollo de criterios de diseño de materiales de electrodo y de procesos de interés tecnológico.
		J. Amalvy	Electrolitos poliméricos con aplicación en baterías de litio.
	Facultad de Ingeniería, UNLP	G. N. Garaventa	Estudios sobre el comportamiento de baterías de litio en vehículos eléctricos.
La Plata	CIOP	G. A. Torchia	Compuestos orgánicos de litio con propiedades ópticas.
	CINDEC A	M. A. Peluso	Síntesis y caracterización de óxidos de metales de transición obtenidos a partir del reciclado de pilas y baterías agotadas.
	YTEC	M. V. Cozzarin	Materiales activos para baterías ion-litio y litio-azufre.
	CETMIC	G. Suarez	Materiales cerámicos de avanzada: Procesamiento, conformado y caracterización de materiales con aplicación en sistemas de energías limpias (silicato de lantano oxiapatita, zirconato de litio, zirconia cúbica, cátodos basados en litio, etc.)

Mar del Plata	INTEMA	R. Procaccini	Electrolitos sólidos poliméricos mixtos (orgánicos-inorgánicos) para microbaterías.
		C. Balbuena	Estudios por dinámica molecular de electrolitos poliméricos.
Bahía Blanca	INQUISUR	M. A. Frechero	Electrolitos sólidos basados en vidrios.
		C. S. Terny	Desarrollo de nuevos materiales con aplicación en baterías de estado sólido de ion-litio.
		M. Reinoso	Desarrollo y optimización de electrodos y ensambles electrodo/electrolito para su aplicación en baterías de estado sólido de ion-litio.
Neuquén	UNComa	R. H. Milocco	Modelado y predicción. Aplicaciones a sistemas de conversión de energía electroquímica y a eficiencia energética.

		F. C. Ruíz	Desarrollo y caracterización de materiales de litio, con aplicación principalmente en baterías de litio ion, generación de tritio para fusión nuclear y procesos relacionados a la separación isotópica de litio.
Bariloche	CNEA (Centro Atómico Bariloche)	M. S. Moreno	Estudio de materiales nanoestructurados mediante microscopía electrónica avanzada y espectroscopía de electrones
		F. C. Gemari	Desarrollo y evaluación de materiales y procesos para captura de gases y generación de energía limpia.
		C. M. Chanquia	Desarrollo de nanomateriales porosos para aplicaciones en energía
Salta	INIQUI	S. K. Valdez	Recuperación de sales de salmueras de la Puna.
San Martín	UNSaM	C. Huck Iriart	Síntesis y caracterización de electrolitos sólidos nanoestructurados para celdas de combustible y baterías.
Quilmes	UNQ	M. Lacabana	Sustentabilidad de la explotación del litio en Argentina: globalización y territorios vulnerados.