

Globalización y territorios vulnerados - Sustentabilidad de la explotación del litio en Argentina

Miguel Lacabana¹
Federico Nacif²
Vera Mignaqui³
Alejandro Casalis⁴
Diego Rogers⁵

Resumen: El litio se ha transformado en un recurso estratégico para los países desarrollados a partir de su utilización intensiva en baterías para dispositivos electrónicos portátiles y vehículos eléctricos. Se estima que tendrá un efecto positivo en la reducción de emisiones de GEI por su contribución al cambio de la matriz energética del transporte, pero están en duda los impactos negativos en las áreas de extracción. No se puede entender lo que ocurre en la minería del litio en los salares de la puna argentina sin el contexto global y como esos procesos globales han globalizado las amenazas ambientales. A partir de una mirada interdisciplinaria podemos definir un sistema complejo del litio que expresa la dinámica de la estructura de relaciones entre subsistema económico del litio, subsistema socioinstitucional y subsistema físico natural y permite entender la complejización económica y los impactos socioambientales de la extracción del litio.

Palabras clave: Litio, Puna Argentina, impactos ambientales

Globalization and violated territories - Sustainability of lithium exploitation in Argentina

Abstract: Lithium has become a strategic resource for developed countries from its intensive use in batteries for portable electronic devices and electric vehicles. It is expected that it will have a positive effect on the reduction of GHG emissions due to its contribution to the transport energy matrix change, but the negative impacts on the extraction areas are in doubt. What happens in lithium mining in the Argentinian highlands salt flats cannot be understood without looking at the global context and how these global processes have globalized environmental threats. From an interdisciplinary perspective, we can define a complex lithium system that expresses the dynamics of the relationship structure between lithium economic subsystem, socio-institutional sub-system and natural physical subsystem and allows us to understand the economic complexity and socio-environmental impacts of lithium extraction.

¹ Dr. en Ciencias Sociales. Profesor Investigador Titular del Departamento de Economía y Administración, Director del Programa Institucional Interdisciplinario de Intervención socio-ambiental (PIIdISA) y Director del Proyecto I+D "Globalización y territorios vulnerados. La sustentabilidad de la explotación del lito en Argentina" 2017-2019 de la Universidad Nacional de Quilmes (UNQ), Argentina. e-mail: mlacabana@unq.edu.ar

² Mg. en Ciencia y Tecnología. Becario doctoral de CONICET en Temas Estratégicos. Investigador del Programa PIIdISA de la UNQ. e-mail: federico.nacif@gmail.com

³ Mg. en Desarrollo Sustentable. Doctoranda en Desarrollo Económico. Investigadora y coordinadora del proyecto "Universidad y Sustentabilidad" en la Universidad Nacional de Quilmes (UNQ). e-mail: veramignaqui@yahoo.com

⁴ Mg. Políticas Públicas. Docente, Investigador y Coordinador Técnico del Área Estado y Políticas Públicas, FLACSO. Doctorando en Desarrollo Económico e investigador asociado al Programa PIIdISA de la UNQ, e-mail: afcasalis@yahoo.com.ar

⁵ Maestría en Dirección Estratégica y Tecnológica. Doctorando en Desarrollo Económico - Universidad Nacional de Quilmes. Investigador. Programa PIIdISA de la UNQ. e-mail: ddroger@gmail.com

Keywords: Lithium, Puna Argentina, environmental impacts

Globalização e territórios violados - Sustentabilidade da exploração de lítio na Argentina

Resumo: O lítio tornou-se um recurso estratégico para os países desenvolvidos a partir de seu uso intensivo em baterias para dispositivos eletrônicos portáteis e veículos elétricos. Estima-se que isso terá um efeito positivo na redução das emissões de GEE devido a sua contribuição para a mudança da matriz energética de transporte, mas os impactos negativos sobre as áreas de extração estão em dúvida. Não é possível entender o que acontece na mineração de lítio nas planícies salinas das terras altas da Argentina sem o contexto global e levando em conta que esses processos globais globalizaram as ameaças ambientais. A partir de um olhar interdisciplinar, podemos definir um complexo sistema de lítio que expressa a dinâmica da estrutura de relações entre subsistema econômico de lítio, subsistema socioinstitucional e subsistema físico natural e e permite entender a complexidade econômica e os impactos socioambientais da extração de lítio.

Palavras chave: Lítio, Puna Argentina, impactos ambientais

submetido em 15.04.2019; aprovado em 28.11.2019

1. Introducción

En este trabajo, desde una mirada interdisciplinaria y un compendio de investigaciones en marcha, se apunta a un diagnóstico integral del litio en Argentina que permita entender cómo entran en escena territorios y minerales de acuerdo a las nuevas formas de acumulación en el marco de la crisis global del capitalismo y los impactos socioambientales de la extracción del litio.

La crisis global del capitalismo presenta diversas manifestaciones, vamos a señalar algunas que atañen directamente a la temática de este artículo. Entre ellas resaltan: el calentamiento global, el cambio climático, los conflictos militares y geopolíticos ligados a la apropiación de los recursos naturales, la expansión del rentismo, la reprimarización de las economías latinoamericanas, la pérdida de soberanía y el creciente deterioro ambiental producto del operar extractivista indiscriminado de las empresas transnacionales, especialmente mineras.

Si nos centramos en la crisis ambiental global tenemos que señalar que la intervención antrópica es de tal magnitud que ha comenzado a hablarse de la brecha antropogénica, del Antropoceno como nueva era geológica que ha desplazado al Holoceno de los últimos 10.000 a 12.000 años, la era geológica donde se desarrolló el Homo Sapiens. Al respecto, “el climatólogo Paul Crutzen en 2000, defiende la idea que los seres humanos se han convertido en la fuerza geológica emergente primaria que afecta al futuro del Sistema Tierra” (FOSTER 2016, p.1).

Sin embargo, es más apropiado hablar del Capitaloceno para abarcar la crisis ecológica/civilizatoria que pone en cuestión la vida en el planeta dado que no todos los humanos tienen la misma responsabilidad en esta crisis. Afirma Cano Ramírez (2017)

El concepto de Capitaloceno, a diferencia del de Antropoceno, nos permite advertir sobre una élite que se resiste a cambiar el rumbo de la crisis. Cuando esta élite dice que no son necesarias acciones urgentes y radicales y que se puede mantener el nivel desigual de consumo, está jugando con la vida de miles de millones de personas

Las masivas intervenciones antrópicas con sus consecuencias de incremento de gases efecto invernadero (GEI) y calentamiento global, el cambio climático que afecta a las poblaciones del Planeta Tierra, han dado lugar a un marco institucional global que impulsa transformaciones sociotécnicas para revertir o al menos desacelerar estos efectos negativos. El cambio climático incrementa las desigualdades entre países y dentro de estos generando nuevos obstáculos para un desarrollo social, económico y ambientalmente sostenible.

La utilización indiscriminada de recursos naturales y la contaminación continuaron incrementándose a pesar de las expectativas de reducir los efectos negativos sobre el ambiente que se generaron con la revolución tecnológica de la microelectrónica que sustentó el ahorro de energía desde los años setenta. (MERCADO, CÓRDOVA 2014)

Las innovaciones en la movilidad electrónica y la acumulación de energía se vislumbran como los elementos que van conformando una nueva revolución tecnológica. Mercado y Córdova (2014, p. 18) afirman que esta nueva revolución tecnológica “Es impulsada por factores socioinstitucionales que responden a imperativos ambientales, por lo que está indisolublemente asociada a la sustentabilidad”. Sin embargo, estos cambios positivos a nivel global no contemplan los impactos socioambientales y socioculturales que se dan en los emplazamientos mineros.

Si se considera la emergencia futura de un nuevo paradigma tecno-económico basado en la propulsión eléctrica y las energías renovables, el litio es considerado como un nuevo recurso estratégico por los países industriales (NACIF 2018). Esta situación se da en el contexto de los cambios en el proceso de acumulación capitalista y responden a la lógica del crecimiento continuo o como afirmó Georgescu-Roegen (1994) a la falacia de la sustituibilidad infinita. Frente a esta situación “es imperativo impulsar innovaciones sociotécnicas y económicas radicales que permitan una transformación sociotecnológica que haga posible la transición a la sustentabilidad.” (MERCADO, CÓRDOVA 2018, p.132)

El litio juega un papel fundamental en la nueva revolución tecnológica basada en el cambio de la matriz energética de utilización de combustibles fósiles a energías renovables (solar, eólica, etc.) y medios masivos de almacenamiento con utilización de litio.

El Litio (Li) es el metal más liviano de la tabla periódica. Si bien existen diversas fuentes naturales de litio, las concentraciones necesarias para su explotación económica se encuentran en dos fuentes principales: en la forma de minerales, depósitos de roca pegmatita (espodumeno) con minerales que contienen litio y en salmueras, en salares con salmuera rica en litio.

Una amplia gama de usos caracteriza al litio, derivadas de principalmente de su alto potencial electroquímico y su bajo peso específico, especialmente en la industria, si bien tiene usos medicinales. Destacan aplicaciones para cerámica y vidrio, grasas lubricantes, tratamiento de aires, procesos de colada continua, polímeros, aeronáutica, reactores de fusión nuclear y otros, pero, sin duda, el principal uso actual es para la fabricación de baterías para dispositivos móviles diversos y para vehículos eléctricos.

Se estima que la creciente demanda de litio para estos usos tenga un impacto ambiental positivo a nivel global pero no está tan claro cómo afecta los territorios y el ambiente en las áreas de extracción. La mayoría de los trabajos reportan que los aportes al desarrollo socioeconómico local son limitados y que los impactos socioambientales son negativos.

En Argentina no se esperan aportes significativos al desarrollo nacional por las condiciones en las que se desarrolla la extracción, procesamiento y exportación del litio. Aun así, no puede negarse que existe un proceso de complejización económica a nivel local por la entrada en escena de nuevos agentes económicos, nuevos actores sociales y viejos y nuevos organismos públicos que complejizan la trama de relaciones sociales en sentido amplio y permiten definir el conjunto de actividades y situaciones alrededor de la minería de litio como un sistema complejo que expresa la dinámica de la estructura de relaciones entre el subsistema económico del litio, el subsistema físico natural y el subsistema socioinstitucional.

La situación internacional en cuanto al lugar del litio para impulsar el uso de energías renovables y de vehículos eléctricos, así como el despliegue de medios de almacenaje de energía (MAE), dentro de los cuales las baterías de ion-litio constituyen el caso más conocido, puede considerarse un metaproceso global que determina la evolución de la situación local o, dicho de otra forma, no puede entenderse la dinámica de la explotación del litio sin el contexto global.

Surgen algunas preguntas, por un lado, si estamos condenados al modelo minero de concesiones para la producción de commodities o existe la posibilidad de iniciar en el país y la región un proceso soberano de industrialización de nuestros minerales al servicio, por ejemplo, de un nuevo esquema energético sustentable (Nacif, 2015) por otro, cuáles son los costos y beneficios reales no sólo económicos sino sociales y ambientales de la extracción de litio y, finalmente, si la cuestión social y la cuestión ambiental alrededor de la extracción del litio son un

asunto público y una cuestión de Estado derivadas de conflictos que puedan poner en cuestión la política pública y el accionar privado prevaletentes en este momento.

Este panorama excede lo económico y nos ubica frente a una situación compleja que abarca economía, sociedad y ambiente. De allí que podemos definir, con una visión interdisciplinaria, la minería del litio como un sistema complejo de relaciones entre subsistema económico, subsistema socioinstitucional y subsistema físico-natural.

Este trabajo está organizado en cuatro partes, en la primera se revisa el rol de Argentina en términos de recursos, reservas, extracción, producción, agentes económicos, y proyectos en curso –el subsistema económico-, la segunda aborda el tema de la institucionalidad, la regulación, la constitución y comportamiento de los actores sociales ligados a esta minería y el rol del Estado –subsistema socioinstitucional- la tercera nos enfrenta con las características del subsistema físico natural y los impactos locales producto de la entrada en valor del litio para el proceso de acumulación capitalista. Las reflexiones finales, recogen los principales postulados del artículo y las dudas del devenir de la minería del litio en un entorno frágil y sujeto a la presión global por el cambio de la matriz energética.

2. Subsistema Económico: Reservas, extracción y producción de litio, rol de Argentina

Para entender cómo funciona el subsistema económico del litio vamos a analizar el rol de Argentina en relación a los recursos, reservas, extracción y procesamiento de este mineral y los agentes económicos que participan en el mismo.

Los recursos globales de litio están estimados en alrededor de 50.000.000 toneladas y las reservas mundiales en 15.000.000 toneladas según distintas fuentes (USGS 2013, Cochilco 2013). Si consideramos la proyección de Olivera Andrade (2016, p.97) sobre las reservas de Bolivia, normalmente consideradas en cero por falta de operaciones, suben a más de 17 millones de toneladas.

Hay que considerar que la estimación de reservas es dinámica, varía de acuerdo a las exploraciones y proyectos en marcha, a situaciones económicas, sociales, ambientales y legales y a las proyecciones de organismos de evaluación geológica y de las empresas. De hecho, USGS (2017, p. 17) indica que la estimación de las reservas y recursos de litio de Argentina respecto del total mundial pasaron de 6,3% y 16,3% en 2015 a 13,8% y 19,1% en 2017.

Un informe del Ministerio de Energía y Minas de Argentina, con base en datos de USGS y de las empresas, estima los recursos de litio “en 218,15 millones de toneladas de carbonato de litio equivalente (LCE) y las reservas en 76,47 millones de toneladas de (LCE) considerando 0% para Bolivia” (MEyM 2017, pp.13-14)

Tabla 1 - Estimación de Reservas y Recursos Mundiales de Litio
Toneladas Métricas de Litio y % 2016

Países	Reservas ⁽²⁾		Recursos ⁽¹⁾	
	Toneladas	%	Toneladas	%
Argentina	2.000.000	11,6%	9.000.000	19,0%
Bolivia	2.700.000	15,7%	9.000.000	19,0%
Chile	7.500.000	43,7%	7.500.000	16,0%
China	3.200.000	18,6%	7.000.000	15,0%
Australia	1.600.000	9,3%	2.000.000	4,2%
Otros	169.000	1,0%	11.490.000	26,8%
Mundo	17.169.000	100,0%	45.990.000	100%

- (1) Una concentración de material sólido, líquido o gaseoso de origen natural, en o sobre la corteza terrestre en forma y cantidad tales que la extracción económica de un commodity de la concentración es realmente o potencialmente factible
- (2) La parte de la base de reservas que podría ser económicamente extraída o producida al tiempo de la determinación. El término reserva no significa que las instalaciones de extracción están en el lugar y operativas.

Fuente: U.S. Geological Survey (2016: 101) Cochilco 2013, Olivera Andrade (2016, p.97)

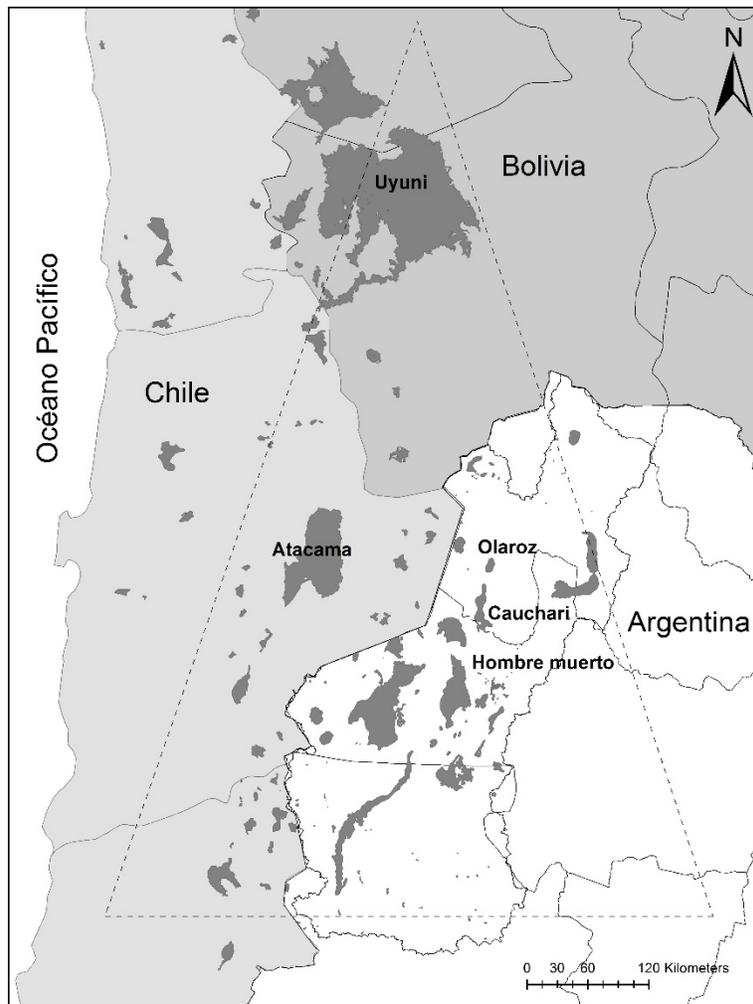
El llamado Triángulo del Litio (ver Figura 1 en la página siguiente) que componen los salares de Argentina, Bolivia y Chile según diversas estimaciones posee más del 60% de los recursos totales del mineral y más del 80% de los disponibles en salmueras (USGS, 2013; Cochilco, 2013, 2017; MEyM, 2017; Olivera Andrade, 2016) Del total de recursos estimados en esta área denominada Triángulo del Litio, el 22,1% corresponde a Argentina, el 16,4% a Bolivia y el 61,4% a Chile mientras que la participación en las reservas conocidas es 35,3%, 35,3% y 29,4% respectivamente. El siguiente mapa muestra el área correspondiente al Triángulo del Litio y los principales salares con que cuentan los tres países.

La extracción de litio y la producción de sus derivados básicos, carbonato de litio (Li_2CO_3), hidróxido de litio (LiOH), cloruro de litio (LiCl), han estado aumentando rápidamente debido fundamentalmente a sus aplicaciones energéticas. El carbonato de litio es el más importante dentro de la oferta y se comercializa según sus grados de pureza como grado batería >99,5%, grado técnico 99,5% y grado industrial >96% en función de sus aplicaciones industriales.

El precio del litio ha venido incrementándose sostenidamente por las expectativas de la fabricación de vehículos eléctricos y las baterías necesarias para los mismos. El precio internacional que en 2015 era de USD 6.000/ton alcanzó en 2016 los USD 20.000/ton (COCHILCO, 2017, NACIF, 2018). Estos precios son la resultante de negociaciones directas entre productor y cliente final y no se pactan en bolsa como otros minerales y commodities (CNL,

2015). Al respecto, Lagos (2012, p.7) afirma que “El escenario de unas pocas compañías dominando la producción mundial de litio puede ser categorizado como oligopolio”.

Figura 1 Triángulo del Litio - Argentina, Bolivia, Chile - Principales Salares



Fuente: Elaboración propia

La extracción de litio de salmuera tiene importantes ventajas económicas dado que los costos son de los más bajos del mundo, entre los USD 2.000/ton y USD 3.000/ton (COCHILCO, 2017, NACIF, 2018) y estimula esta actividad en los salares. La producción realizada desde salmueras y no desde minerales sólidos de litio tiene costos de producción menores debido al menor uso de energía, ya que el proceso de concentración del litio se realiza por energía solar (CIECTI, 2015; MIGNAQUI, 2018). Sin embargo, Olivera Andrade afirma que “La extracción desde salares no garantiza costos de producción competitivos; todo depende de la tecnología. Productores de roca tienen la capacidad de responder más rápido al mercado y sus costos han

disminuido significativamente. Las grandes usan economías de escala y reducen así sus costos” (2016, p.119). La demanda creciente y el incremento de precios se expresa en el número de proyectos y en el aumento de la oferta del mineral.

Las estadísticas de la oferta mundial de litio se expresan en toneladas de carbonato de litio equivalente (LCE) a fin de normalizar el conjunto de productos derivados del litio. Entre 2010 y 2016 tuvo un crecimiento interanual del 20,2% pasando de 145.000 a 201.000 toneladas (COCHILCO, 2017). Diversas fuentes indican que la participación de los países del Triángulo del Litio representa entre el 45,8% (OLIVEIRA ANDRADE, 2016) y 53,5% (COCHILCO, 2017) de la oferta mundial con 38,4% para Chile y 16% para Argentina que tuvo un crecimiento considerable respecto a 2010 cuando su aporte fue el 11% del total.

El otro gran productor es Australia con 37,8% de la oferta (Tabla 2). La participación de Bolivia en esta oferta es todavía muy baja, según Olivera Andrade (2016, p.96) “... Bolivia ha logrado extraer y exportar hasta agosto de 2016 un total de 24,3 toneladas de Uyuni” “... y representa sólo el 0,005% de la producción global de 2015”. Sin embargo, la importancia de Bolivia está en el proyecto integral de utilización del litio, desde la extracción de las sales hasta la fabricación de baterías⁶.

Tabla 2 - Oferta Mundial de Litio 2010 – 2016 (Toneladas Carbonato de litio equivalente - LCE)

País	2010		2016	
Argentina	15703	11%	30341	16%
Chile	51758	36%	77284	38%
Australia	49291	34%	76119	38%
Otros	28638	20%	17566	8%
Total	145390	100%	201310	100%

Fuente: Elaboración propia con base en Cochilco 2017, PIIIdISA 2017

Argentina ha tenido un rol dinámico en la oferta mundial de litio dado que su participación en un lustro pasó del 11% al 16% ligado directamente a la puesta en explotación del Salar de Olaroz en 2015 (Orocobre S.A., Toyota Tsusho con la participación minoritaria (8,5%) de JEMSE la empresa pública de minería de la Provincia Jujuy) que acompaña la oferta del Salar del Hombre Muerto (FMC Lithium Co) iniciada en 1997. Con la puesta en marcha de los proyectos que

⁶ Noticias recientes dan indicios claros de esta situación. “Los presidentes de Yacimientos del Litio Bolivianos (YLB), Juan Carlos Montenegro, y de la empresa alemana ACI Systems, Wolfgang Schmutz, suscribieron el miércoles, en la ciudad de Berlín, el documento de fundación de la Empresa Pública Mixta YLB-ACISA-EM, cuyo principal objetivo es instalar plantas industriales para producir baterías de ion litio en el Salar de Uyuni, el desierto de sal más extenso del mundo, informaron fuentes oficiales.” <https://www.nodal.am/2018/12/bolivia-crea-con-alemania-una-empresa-mixta-para-producir-baterias-de-litio-en-el-salar-de-uyuni/> 13-12-2018

actualmente se encuentran en diversas etapas de desarrollo se estima que la capacidad de extracción y producción de Argentina pase de las 35.500 ton de LCE en 2017 a 145.000 en 2022 (MEyM 2017). Esta proyección es puesta en duda por los expertos dado que se estima que son necesarios siete años para la puesta en marcha de un proyecto de extracción y procesamiento de litio con lo cual sería imposible quintuplicar la capacidad en apenas cinco años.

Esta proyección se muestra en la siguiente tabla (Tabla 3) elaborada por el Ministerio de Energía y Minas de Argentina (2017) con base a información pública de las empresas y que es tomada como referencia para evaluar los posibles impactos de la extracción y procesamiento de litio.

Tabla 3 - Principales proyectos argentinos en etapas avanzadas – Salares

Proyecto	Nombre del Salar	Empresa	Metales	Provincia	Estado del Proyecto
Salar de Olaroz	Olaroz	Orocobre S.A., Toyota Tsusho, Jemse	Litio Potasio	Jujuy	Operación
Mina Fénix	Hombre Muerto	FMC Lithium Corporation	Litio	Catamarca	Operación
Salar del Rincón	Rincón	ENIRGI Group Corporation	Litio Potasio	Salta	Operación parcial/ Planta Piloto
Caucharí-Olaroz	Caucharí	Lithium Americas + JEMSE + SQM	Litio Potasio	Jujuy	Construcción
Pozuelos	Pozuelos	POSCO + Lithea	Litio	Salta	Construcción Planta Piloto
Sal de Vida	Hombre Muerto	Galaxy Resources Limited	Litio Potasio	Catamarca	Factibilidad
Sal de Los Ángeles	Diablillos	Lithium-X Energy Corp. (80%) - Aberdeen International Inc. (20%)	Litio Potasio	Salta	PEA (Análisis económico preliminar)
Cauchari	Caucharí	Advantage Lithium (50-75%) + Orocobre Limited	Litio Potasio	Jujuy	Exp. Avanzada
Centenario Ratonos	Ratonos	Eramet	Litio	Salta	Exp. Avanzada
Mariana I, II, III	Llullaillaco	International Lithium JV con Jiangxi Ganfeng Lithium Co. Ltd	Litio	Salta	Exp. Avanzada
Centenario	Centenario	Lithium Power International	Litio Potasio	Salta	Exp. Avanzada
Gallego Project	Hombre Muerto	Everlight Resources	Litio	Salta	Exp. Avanzada
Antofalla	Antofalla	Advantage + Albemarle + Bolland International	Litio Potasio	Catamarca	Exp. Avanzada

Fuente: Ministerio de Energía y Minas (MEyM 2017,24)

La explotación de nuevos salares se destinará exclusivamente a la exportación en forma de commodities dado que no se vislumbra ningún proyecto de importancia para agregar valor al litio extraído en Argentina y por lo tanto los impactos socioeconómicos serán limitados.

En esta dinámica de incorporación de empresas extranjeras en la minería y servicios, que se inició con FMC Lithium Co. y más reciente con la asociación de Orocobre S.A., Toyota Tsusho y Jemse por un lado y, por otro, Minera Exar joint venture entre Lithium Americas (62,5%) y Ganfeng Lithium (37,5%) donde Jemse participará con el 8.5% hay que sumarle todas las empresas que se pueden visualizar en la Tabla 3. Resalta la creciente presencia de empresas chinas cuya estrategia excede a la Argentina y avanza con la participación y desplazamiento de empresas norteamericanas y canadienses en Chile y otros países. También se suman empresas nacionales de diversa magnitud que proveen servicios diversos. Esta situación dinámica es la que permite afirmar que existe un proceso de complejización económica ligado a la extracción y procesamiento del litio que definimos como un “nuevo” subsistema económico en la economía argentina.

Cuando hablamos de un nuevo subsistema económico complejo dentro del sistema económico argentino y en el marco del subsistema minero del país, hay que señalar claramente que su dimensión económica y de escala es menor respecto a otros subsistemas económicos tanto expresada en magnitudes de inversión, producción como de empleo, exportaciones, renta, regalías, etc. Así, por ejemplo, el empleo directo de la mina Veladero (oro) es cercano a 4000 personas y en la mina La Alumbrera (cobre) es de 2167 personas mientras que un proyecto de litio no tiene más de 400 personas ocupadas. La inversión para el proyecto Pasqua Lama (oro) es de U\$ 1500 millones mientras que en el litio en promedio es de U\$ 400 millones. Algo similar ocurre con las exportaciones, el valor promedio anual (1998-2017) de las exportaciones de oro fue U\$ 1.016 millones, las de cobre U\$ 883 y las de litio U\$ 67 (SPE 2018) Si la comparación la realizamos con la cadena automotriz es mucho más evidente esta situación. El empleo en esta cadena supera los 115.000 puestos de trabajo registrados y el valor de sus exportaciones en 2015 fue de US\$ 6.702 (SPE, 2018).

3. Subsistema Socioinstitucional: Regulación y dinámicas sociotécnicas: la ausencia de una estrategia nacional

Aspectos centrales del subsistema socioinstitucional están relacionados con la regulación, las políticas públicas, el accionar de los actores, las dinámicas sociotécnicas y los conflictos derivados de las múltiples relaciones que se establecen en la explotación del litio.

En este sentido hay que señalar un hito fundamental, el cambio de la regulación minera en la década de los noventa de la mano de las recomendaciones del Banco Mundial. Al respecto, Nacif afirma que en base a las recomendaciones de este organismo multilateral

... los gobiernos y las legislaturas nacionales y provinciales aprobaron, entre 1993 y 1995, las principales normas –de fondo y de forma- que constituyen la Nueva Política Minera: fundamentalmente la Ley de Inversiones Mineras, el Acuerdo Federal Minero, la actualización del viejo Código de Minería y el artículo 124 de la Constitución Nacional sobre el dominio originario provincial de los recursos naturales (2015, 278).

Estas reformas se completaron con la puesta en marcha del Proyecto de Asistencia Técnica para el Desarrollo del Sector Minero Argentino (PASMA) que el propio Banco Mundial caracterizó “como uno de los más exitosos proyectos de reforma del sector minero que el Banco haya financiado (WORLD BANK Bank, 2002, p.5) y que contribuyeron con la etapa de acumulación por desposesión basada en la provincialización y privatización de los recursos mineros (NACIF, 2015; SEOANE, TADDEI, ALGRANTI 2013).

Al respecto es clara la posición de los actores que representan los intereses de la corporación minera. En un evento sobre minería, Sergio Almazán, director general de la Cámara Minera de México, afirmó que “para el impulso de la actividad minera no basta con tener las condiciones geológicas, *se requiere de una política de Estado que dé soporte y promueva la inversión* (destacado nuestro). (LATIMINERIA, 2019a)

La transformación de los bienes públicos en yacimientos mineros bajo concesión fue un paso decisivo en la larga etapa de acumulación por desposesión que se concretó en la Argentina (NACIF 2015; SVAMPA, VIALE 2014; SEOANE, TADDEI, ALGRANTI 2013) que tomó diversas formas desde la dictadura cívico militar, pasando por la crisis del 2001 y la recuperación posterior hasta llegar a la política de apertura del actual gobierno. En este sentido es clara la afirmación de Marcelo Álvarez, de la Cámara Argentina de Empresarios Mineros (CAEM) que valoró el cambio que ha tenido lugar “... con la llegada de la administración de Mauricio Macri, con señales importantes para recuperar las confianzas y atraer nuevamente a los inversionistas.” ((LATIMINERIA, 2019b)

Este accionar de los actores sociales mineros se expresa claramente en la creciente asociatividad y actividades de representación e información a través de eventos diversos y la constitución de diferentes asociaciones que no solo operan en la minería del litio. A modo de ejemplo tenemos que, en 2016 en el marco del V Seminario Internacional del Litio, se reunieron en la Provincia de Jujuy los representantes de los diferentes sectores mineros del país de la mano de la Cámara Argentina de Empresarios Mineros (CAEM) y conformaron el Consejo Minero

Industrial Federal con el objeto de unificar y fortalecer el desarrollo de esta actividad. (No a la Mina, 2016)

En 2018 se reunió la Mesa Coordinadora de Cámaras de Proveedores Mineros con el propósito de, según ellos, el desarrollo de una minería sustentable en Argentina. Un objetivo fue buscar la conformación de una Federación Argentina que logre alcanzar la representatividad de dicha industria y fomentar la asociatividad estratégica, el desarrollo de proveedores locales, provinciales y nacionales para la industria minera. Se reunieron las siguientes cámaras y asociaciones: Cámara Argentina de Proveedores Mineros (CAPMIN), Cámara de Proveedores Mineros de Santa Cruz (CAPROMISA), Cámara de Proveedores de Servicios Mineros y Turísticos de la Puna, Cámara de Proveedores de Empresas Mineras de Salta (CAPEMISA), Cámara de Servicios Mineros de Jujuy, Asociación Rionegrina Empresarial, y la Cámara Provincial de Producción y Minería de Catamarca (CAPPROMIN). (IRAM, 2018)

Otra acción destacada en esta línea fue la reunión de la Cámara provincial de proveedores mineros de Catamarca que expresó las reivindicaciones de los sectores económicos locales en relación con la minería y el estado. Planteó que “se busca la articulación Estado – Cámaras y Empresas Mineras para el trabajo coordinado tratando de cumplir con la premisa de que toda empresa proveedora debe inscribirse en las cámaras locales *favoreciendo al desarrollo de los proveedores locales*, en la reunión acordaron “delinear medidas de control con las empresas mineras para que se cumpla el compre local, además de concientizar a los diferentes emprendimientos mineros de la importancia de su aporte en el compre local para el desarrollo de los proveedores y las comunidades, asimismo *se le pide al Estado hacer cumplir con las medidas y realizar un trabajo coordinado.*” (LONDRESHOY, 2018)

Estas cámaras y asociaciones representan a los sectores económicos locales que reivindican su participación como socios menores en el negocio minero, una estrategia que incluye, en el otro extremo, la responsabilidad social empresarial para cooptar a las comunidades locales, para ello se interpela al estado dado la falta de capacidad para negociar en igualdad de condiciones con las empresas transnacionales. Como afirma Nacif “... la cesión de renta minera al capital transnacional a cambio de *desarrollo* de pequeñas burguesías provinciales, requiere de una activa política pública para garantizar su *sostenibilidad* frente a los conflictos eco-territoriales que las nuevas explotaciones pudieran generar” (2015, 279)

En relación con la legislación y las regulaciones, Argentina, a diferencia de Bolivia y Chile, es el caso más laxo ya que en nuestro país este metal no es considerado un recurso estratégico si bien la Provincia de Jujuy si lo considera de esta forma, pero su empresa minera (JESME) tiene una participación de sólo 8.5% en la asociación con las empresas transnacionales. La injerencia

del gobierno federal en lo que hace a fiscalización, control y planteo de una estrategia de desarrollo en torno al recurso es mínima o inexistente. Esta vacancia ha generado que cada caso de concesión se haya desarrollado entre las provincias y las empresas mineras, provocando una multiplicación de actores, casos y estrategias que configuran un escenario en el cual el aprovechamiento de los beneficios económicos se circunscribe en gran medida a la generación de empleo (directo e indirecto) relacionado con la actividad minera y la provisión de algunos servicios. De este modo, se limitan las posibilidades de industrialización, sustitución de importaciones, desarrollo científico tecnológico autónomo, contribución al desarrollo regional y a lograr una mayor participación estatal en la renta minera del litio que el exiguo 3% en concepto de regalías. En tal sentido, y a la luz de los avances en los países vecinos, impulsar una iniciativa legislativa que declare al litio como recurso estratégico, y de lugar a la creación de una Comisión Nacional del Litio, integrada por investigadores de CONICET, representantes políticos y de las comunidades, que pueda hacer una evaluación integral, fiscalizar las explotaciones existentes y proponer políticas públicas, constituiría un importante paso en la dirección requerida para el desarrollo nacional del recurso (CASALIS, ROGER, 2018).

En relación al accionar de los organismos del Estado es resaltante la primacía de la Secretaría de Minería de la Nación (Ministerio de Planificación) y a las autoridades mineras provinciales a través de la reforma impulsada por el Banco Mundial. Es emblemático la creación de la Unidad de Gestión Ambiental Minera (UGAM) dependiente de la Secretaría de Minería de la Nación para que funcione en coordinación con las Unidades de Gestión Ambiental Provinciales (UGAP) quitándole toda injerencia a organismos como el Ministerio del Ambiente en el tema de impactos ambientales y socioambientales asegurando el accionar empresarial, el despojo y el control de los conflictos. El número y calidad de los organismos oficiales viejos y nuevos forman parte de este proceso de complejización que, como puede verse, va más allá de lo económico y nos enfrenta a una situación compleja que abarca economía, sociedad y ambiente.

Otros actores sociales no ligados a la actividad empresarial sino a comunidades, grupos sociales y ambientalistas también entran en escena con posiciones y reivindicaciones que en la mayoría de los casos se oponen o buscan negociar condiciones diferenciales con las empresas mineras y el Estado. A pesar que los conflictos no han avanzado en la esfera pública como en el caso de la megaminería, el caso de Salinas Grandes es emblemático dado que 33 comunidades se organizaron demandando el derecho a consulta previa, a la participación y al ejercicio del control de sus territorios. Según Farn (2012, p.1),

A comienzos del año 2010, ante el inicio de movimientos por parte de las empresas mineras en el territorio, y enterándose a través de los medios de prensa provinciales y nacionales, del pronto inicio de un proyecto de

extracción de litio en la cuenca de Salinas Grandes y Guayatayoc, las 33 comunidades indígenas que allí habitan decidieron autoconvocarse para proteger su territorio. Ocho de ellas pertenecen a la jurisdicción de la Provincia de Salta y el resto a la de Jujuy. En ellas habitan aproximadamente 6.500 personas. Allí se encuentra una gran reserva de litio y potasio.

Su reclamo llegó a la Corte Suprema de Justicia y las empresas no pudieron pasar de la etapa de exploración.

Se considera que la utilización de litio tiene ventajas ambientales y un impacto positivo a nivel ambiental global dado que el cambio de la matriz energética de combustibles fósiles a fuentes renovables contribuirá con disminuir los cambios negativos del calentamiento global producto de los gases efecto invernadero. Sin embargo, también es necesario evaluar los diversos impactos a nivel local en las regiones de extracción del mismo. La inconsistencia entre ambas situaciones hace necesario profundizar sobre las condiciones del subsistema físico natural y los impactos que la actividad minera de litio está provocando en la Puna Argentina.

4. Subsistema físico natural: territorio, ambiente e impactos locales

Si nos enfocamos en los territorios donde se lleva a cabo la extracción del litio en salares vemos que desde distintas fuentes han alertado sobre las posibles consecuencias negativas de esta actividad en los ecosistemas de salares y las comunidades que habitan cercanas a ellos (Anluf, 2015, CIECTI, 2015; CNL, 2015, COCHILCO, 2017, FARN, CEDIB, 2012, MIGNAQUI, 2018, NNUU, 2010). En 2010, dentro de las principales conclusiones y recomendaciones de la Reunión del Grupo de Expertos Senior sobre el Desarrollo Sostenible del Litio en América Latina afirmaron que

la extracción de litio a través de la evaporación de salmueras en salares puede tener impactos significativos en el delicado equilibrio de los suministros de agua” y que “estudios exhaustivos de impacto medioambiental y de monitoreo son esenciales para impedir, minimizar y mitigar cualquier impacto negativo en la flora y fauna así como en los ecosistemas de los salares y las áreas adjuntas (NACIONES UNIDAS, 2010, pp.2).

Los salares son ecosistemas complejos, dinámicos y frágiles de donde se extraen recursos líquidos que pueden afectar no sólo el salar mismo sino su entorno y las actividades económicas que realizan las comunidades que allí habitan. La Puna es una región donde el agua es el factor determinante del comportamiento del ecosistema debido a su escasez (IZQUIERDO et al, 2016, 2018). La extracción de agua es una de las cuestiones más importantes y estratégicas debido a su escasez, a la competencia por el uso para distintas actividades incluyendo el uso doméstico y, también, debido a que no se conoce con exactitud el funcionamiento de los salares

y el impacto que pueden tener en el ciclo del agua dicha extracción y la evaporación que se lleva a cabo en piletas a cielo abierto. Además, no debe olvidarse que el agua y el salar tienen representaciones significativas en la cosmovisión de los pueblos que habitan en el entorno de estos ecosistemas (ANLUF, 2015, FARN 2012 e 2018, GöBEL 2013, PUENTE, ARGENTO, 2015).

Estas actividades se realizan en un territorio, entendido éste como el espacio en el que se despliegan las relaciones sociales en sentido amplio que se diferencia del espacio geográfico e incluye el tiempo pues el territorio se ha desarrollado sobre un espacio en un tiempo determinado. Territorio implica dinámicas y conflictos que se dan tanto a nivel de las comunidades que lo habitan, de los que llegan y desplazan, de los que están y se adaptan o resisten, como en la relación sociedad-naturaleza que se visualiza fuertemente como la relación economía-ambiente (minería-ecosistema, minería-comunidades).

Las áreas de extracción que hoy llamamos territorios vulnerados por una nueva intromisión del proceso de globalización económica de la mano de las empresas extranjeras mineras, es nueva en sentido relativo, nuestros territorios han sido vulnerados a lo largo del desarrollo del capitalismo, de hecho, la acumulación originaria tiene su base en la apropiación y explotación de los recursos naturales y de los pueblos en lo que fue el extractivismo originario (GUDYNAS, 2015, GALAFASSI, 2018).

Los megaproyectos y la minería en particular transforman el acceso y uso del agua por comunidades y actores económicos diversos, allí se expresan relaciones de poder y conflictos que interpelan al concepto de desarrollo sustentable y ponen en evidencia la (in) justicia ambiental (WATERLAT, 2018). Si bien los efectos negativos que la extracción y procesamiento del litio en la Puna argentina pueden tener sobre el ambiente y la sociedad han dado lugar a algunos conflictos puntuales no se ha transformado en un conflicto público ni una cuestión de Estado, por el contrario, éste promueve un modelo de apertura indiscriminada donde el litio no es considerado recurso estratégico como en Chile y Bolivia.

En este contexto, una de las preocupaciones fundamentales es el impacto que el uso del agua por la minería del litio puede causar en la región y de allí la necesidad de plantear instrumentos para la gestión participativa del agua. Para ello es necesario avanzar en el conocimiento del ciclo del agua y el balance hídrico en la Puna. El balance hídrico de la Puna argentina tiene algunas diferencias con otras regiones ya que se trata de cuencas endorreicas o cerradas. Esto significa que no tienen acceso al mar, ni escorrentías de ingreso ni egreso a nivel cuenca (sí a nivel interno) por lo que los ingresos y egresos a nivel cuenca están dados principalmente por la precipitación y la evaporación en la zona.

La Puna argentina es una región árida que presenta estrés hídrico considerable, esto es que la disponibilidad de agua renovable no siempre llega a satisfacer la demanda para su uso local (IPCC 2014, MEKONNEN, 2016). Las principales características de la región pueden resumirse en la tabla siguiente:

Tabla 4 - Características generales de la Puna argentina

Atmósfera: Alta radiación solar, seco, baja humedad, precipitaciones escasas, árido, alta amplitud térmica y temperaturas medias bajas.
Hidrosfera: Cuencas cerradas: salares, lagunas, bajos niveles de agua superficial y subterránea.
Geósfera: Altiplanicie, relieve chato, surcado por serranías, a más de 3.000 mm de altura. Suelos incompletos, arenosos, bajo contenido orgánico.
Biósfera: Limitada presencia de fauna y vegetación esteparia, suelo desnudo de vegetación en la mayor parte.
Antropósfera: Baja densidad poblacional, algunos centros urbanos de tamaño mediano y población rural. Actividad ganadera de animales regionales y minería puntual.

Fuente: Elaboración propia en base a Reboratti, 2005

Si bien a nivel nacional la extracción de agua para la minería no parece ser relevante, en el caso de la minería del litio en salmueras merece una consideración particular debido a que esta actividad se da en regiones áridas con altos niveles de estrés hídrico. Es más, el análisis de los impactos debe realizarse por subcuenca hídrica, ya que al hacerlo a nivel de cuenca se pierde el mayor nivel de explotación en las subcuencas operativas y se licua el impacto local, este análisis se encuentra en proceso. En lo que sigue adelantaremos las reflexiones más generales.

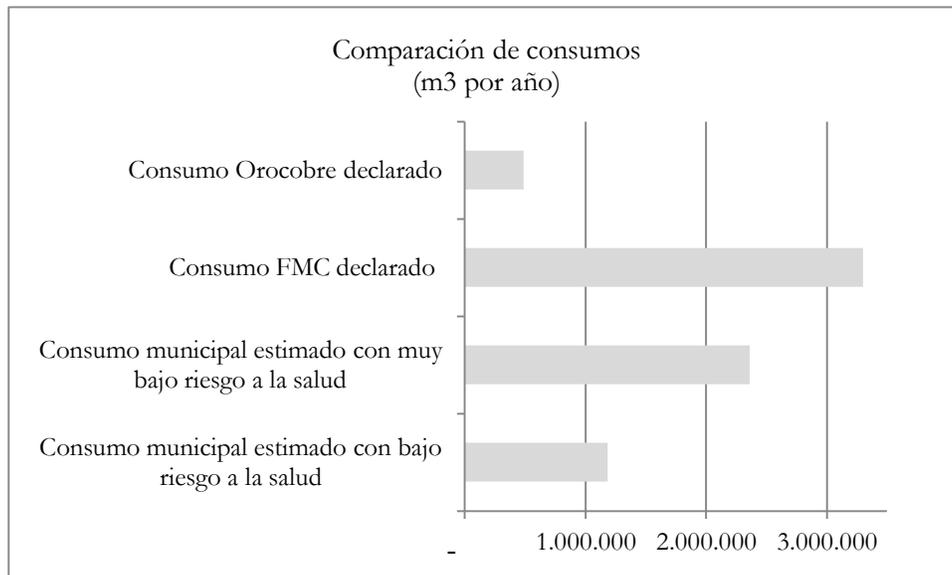
Considerando, por un lado, que según los resultados del Censo 2010 en los 10 departamentos de la Puna viven 64.732 personas y, por otro, las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud respecto de los niveles de consumo de agua per cápita para minimizar los riesgos a la salud (50 lt/hab/día nivel bajo de riesgo en la salud y 100 lt/hab/día nivel muy bajo de riesgo a la salud (OMS 2003) puede estimarse que a nivel anual se consumen para uso municipal en la Puna unos 1.181.359 m³ de agua para el caso de bajo riesgo y 2.362.718 m³ para el caso de muy bajo riesgo. Valores estimativos pero que sirven para tener un orden de magnitud que será comparado con los consumos de agua declarados por las empresas.

Las dos empresas en operación que están extrayendo litio de salmueras en la Puna argentina publican informes de sostenibilidad con datos de consumo anual de agua. Orocobre declara haber consumido 485 mil m³ de agua durante el año 2016 (OROCOBRE, 2017). FMC por su parte declara un consumo de agua de 3 millones de m³ para el mismo año (FMC 2017).

En ambos casos no es aclarado cuánto de esta agua proviene de fuentes de agua superficiales, subterráneas, de los salares, ni cuánto es agua de fuentes renovables o no renovables. Además, tampoco queda claro si parte de esto es reutilizado o si todos los años toman nuevas cantidades de agua.

A pesar de todas las consideraciones y ajustes que deben hacerse, es interesante comparar estos niveles de consumo de agua como se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 5 - Consumos de agua Puna Argentina



Fuente: elaboración propia

Los consumos de las empresas mineras son relevantes al compararlos con las necesidades humanas en la región. Incluso considerando el consumo de agua de Orocobre, que es menor que el de FMC, este representa el 41% de las necesidades humanas en el caso de bajo riesgo y el 21% en el caso de muy bajo, ambos valores no despreciables.

La cantidad de agua disponible en una región de modo natural es constante. Esta puede ser renovable o no, pero bajo condiciones naturales no hay un aumento de agua para una región dada. Considerando esto y al realizar la comparación anterior se puede observar cómo la extracción minera del litio contribuye a aumentar la frecuencia de meses con estrés hídrico, siendo esta la relación entre las necesidades de uso sobre la disponibilidad de agua en la región (cantidad fija). Obviamente esta aseveración requiere de un análisis en mayor profundidad, pero a priori podemos decir que, de concretarse los planes de crecimiento de la producción de litio en Argentina en la Puna, la escasez del agua y la competencia por el recurso serán, tanto para las

empresas extractivas de litio, para las otras actividades que se realicen en la región como para las poblaciones, un problema a considerar.

Si además del consumo de agua dulce analizamos la extracción y evaporación de agua salobre podemos hacer una estimación preliminar de cuánto impacta en los niveles de evaporación naturales el aumento de evaporación anual por las piletas de las dos empresas en operación. Estos análisis debieran realizarse para la subcuenca de cada salar en particular, pero realizaremos de todos modos el ejercicio a nivel macro para identificar órdenes de magnitud.

Para el caso de la evaporación natural consideraremos dos valores: 270 mm/año y 500 mm/año. El primer valor fue tomado como el valor acumulado promedio de evaporación anual dado por los datos del informe técnico de Orocobre (Houston & Gunn 2011). El segundo fue tomado como el mínimo del rango de evaporación considerado en los mapas del artículo de Van der Ent et al (2010). El área de la Puna fue estimada usando GoogleMaps en 92.000 km². Con estos datos, la evaporación natural anual de la Puna se podría estimar en el rango de 24.840 a 46.000 millones de m³.

Para la evaporación en las piletas, se consideró el criterio de diseño publicado en el reporte de Burga et al (2017) donde establece que con una evaporación en piletas de 920 mm/año (0,92 m/año) con el objetivo de producir 25.000 toneladas por año se necesitan 11 km² de área de piletas⁷. Es importante destacar que la evaporación en las piletas es mayor que la natural ya que las piletas ponen en contacto directo el agua con el aire, en cambio en el caso de la evaporación natural de la región se hace principalmente a través de los suelos

Tabla 6 - Evaporación natural y forzada por piletas de litio Región de la Puna

Situación Natural		
Área Puna	92.000	km ²
Tasa Evaporación Natural Puna	270-500	mm/año
Evaporación Natural Puna	24.840-46.000	millones de m ³ /año
Situación Forzada por Litio		
Tasa Evaporación Piletas	920	mm/año
Área de Piletas por Tonelada	440	m ² /año
Toneladas Producidas	30.335	ton/año
Área de Piletas Total	13	km ²
Evaporación en Piletas	12	millones de m ³ /año

Fuente: Cálculos propios con base en: Houston & Gunn (2011) y Van der Ent et al (2010) (Tasas de Evaporación Natural) y Burga et al (2017) Tasas de Evaporación Piletas

⁷ Estos valores están subestimados, tomar en cuenta que Minera Exar acaba de inaugurar la primera piscina de 56ha y espera llegar a 1200 ha (12km²) (Panorama Minero, 2019)

Con los datos de Burga et al (2017) y considerando la extracción de litio en Argentina para el 2016 (MINEM, 2017) de 30.335 toneladas, se puede estimar un área de piletas de 13 km² (13 millones m²), con una evaporación anual de casi 12 millones de m³ por concentración de litio en piletas.

Considerando las operaciones actuales pareciera que el impacto del aumento de la evaporación podría despreciarse en principio a nivel de la Puna en su conjunto pero no hay que olvidar las proyecciones señaladas anteriormente sobre el incremento de la extracción de litio y otras consideraciones referidas a la hidrodinámica de los salares y al ritmo de su vaciamiento (agotamiento de la solución salina) y especialmente que los resultados y conclusiones respecto de un salar no pueden extrapolarse a otros (FLEXER et al, 2018)

La evaporación del agua salobre para la concentración del litio implica el bombeo de esa agua desde los salares, por lo que estos números también pueden leerse de la siguiente manera. Para producir 30.335 toneladas se extraen de los salares 12 millones de m³ de agua salobre. Esta agua, si bien no es apta para consumo humano, está involucrada en la dinámica hidrológica de la región. Como explica Flexer et al (2018) los sistemas hidrodinámicos de agua dulce y agua salobre coexisten y están interconectados, por lo que modificaciones en los ritmos de extracción de uno y otro pueden afectar de distintos modos las características del otro. Importa aquí el ritmo de vaciamiento del salar. Además, Flexer et al. 2018 comentan la falta de información y estudios que analicen en profundidad la dinámica de estos sistemas de salares ricos en litio.

El proceso evaporítico produce grandes volúmenes de residuos formados por las sales precipitadas que no son de litio, por ejemplo, sales de sodio y potasio. Adicionalmente, el procesamiento generará precipitados de las sales que no lo hicieron en el proceso evaporítico (sales de magnesio, calcio, boratos). Actualmente, la mayor parte de este desperdicio se acumula al borde del salar en algún área destinada a tal fin, excepto por los residuos de Mg-Ca que a veces se usan para consolidar los caminos dentro de la instalación minera (Flexer et al, 2018). Según Flexer et al, 2018, un ejemplo de producción de 20.000 toneladas de LCE por año, después de 10 años de explotación continua, se generarán 2,3 x 10⁷ toneladas de residuos, que ocuparán a una altura de 1 m, un terreno de 11,5 km².

Otros aspecto de importancia es el destino las aguas residuales de las operaciones ya que no están claros los efectos de su reinyección, la generación de desechos, 115kg de los mismos (sales de sodio y potasio entre otros) por cada tonelada de carbonato de litio equivalente (Flexer et al. 2018) o “la certeza de que algunos salares contienen presencia de estromatolitos, que son estructuras minerales cuyas características les permiten capturar y fijar partículas de

dióxido de carbono, liberando oxígeno en el proceso. Estos elementos, presentes desde hace 3500 millones de años, tienen gran valor para la humanidad, porque pueden dar importante información sobre la formación de la vida en la tierra” (MARCHEGANI, 2018, p.287)

El análisis realizado sirve para reforzar la necesidad de estudiar en detalle la dinámica hídrica de la región y los impactos de las nuevas actividades extractivas en el equilibrio ecológico y en las comunidades locales, principalmente si llega a materializarse las expectativas de crecimiento de la producción nacional de litio bajo escenarios de tecnologías de extracción similares a las actuales, con los mismos requerimientos de agua y evaporación.

A partir de estos elementos puede inferirse que el proceso de complejización económica presente en la minería del litio tiene efectos negativos sobre el subsistema físico natural y que la exportación de litio lleva implícito la exportación de capital natural y social. Así como hablamos que sin comprender las determinaciones de los metaprocesos de nivel global no se puede entender lo que ocurre en la minería del litio en los salares de la puna argentina, también debemos tomar en cuenta que esos procesos globales han globalizado las amenazas ambientales. Por lo tanto, el principio de precaución ambiental, la consulta previa y responsable, la evaluación acumulada de los impactos son elementos a considerar frente a las incertidumbres que la extracción de litio está generando.

5. Reflexiones finales

La extracción de litio se ha dinamizado de la mano de los cambios del proceso de acumulación capitalista que ha revalorizado la extracción del mineral para esta etapa que incluye la posibilidad de cambio de la matriz energética del transporte apoyada en el uso creciente de energías renovables y, por tanto, la disminución de las energías de origen fósil, para lo cual es necesario mejorar los medios masivos de almacenamiento donde el litio juega un papel fundamental.

Este metaproceso de nivel global explica el proceso de complejización económica del subsistema económico del litio, así como los cambios en el subsistema socioinstitucional y los impactos en el subsistema físico natural que en conjunto permiten definir una estructura de relaciones entre estos subsistemas que llamamos sistema complejo del litio. A lo largo de este artículo hemos analizado la dinámica de esta estructura de relaciones que ha permitido comprobar la incorporación de nuevos agentes económicos diversos (desde empresas transnacionales hasta proveedores de servicios menores), de nuevos agentes sociales, en su mayoría representantes de los intereses económicos (cámaras y asociaciones) y en menor medida aquellas ligadas a los intereses comunitarios y/o ambientales que expresan el conflicto socioambiental latente y la negociación con las empresas mineras tanto para lograr mejoras

económicas como el respeto por la cultura, las cosmovisiones locales y el ambiente frente a los dilemas que plantea la actividad minera en un ecosistema frágil como es la puna argentina.

Los flujos de entrada en este sistema complejo refieren a la incorporación de empresas transnacionales, de nuevas tecnologías e insumos químicos, regulaciones favorables a las empresas, el otorgamiento de concesiones, nuevos tendidos de energía eléctrica, vías de acceso así como flujos de información diversos a la vez que los flujos de salida pueden resumirse en la exportación de capital natural, especialmente litio y agua virtual y la exportación de capital social pues detrás del litio también entran en escena procesos de alteración de modos de vida, nuevos conflictos inter e intra comunidades. De allí que afirmamos que estamos frente a territorios vulnerados por la reestructuración ecológica del capitalismo asociada a las regulaciones del cambio climático.

El Triángulo del Litio que comprende los salares de Argentina, Bolivia y Chile, juega un papel fundamental por la cantidad de reservas y los bajos costos de extracción y está en marcha un rápido proceso de crecimiento de exploración y explotación con diferencias significativas en cuanto al modelo institucional prevaleciente en cada uno de estos países. Sin duda, Argentina presenta la menor presencia del Estado en este proceso y, de hecho, promueve una apertura minera con escasas regulaciones donde no se considera este mineral como un recurso estratégico algo que si ocurre en Bolivia y Chile.

Se estima que el uso del litio apoya y tendrá efectos positivos ambientales por el cambio de la matriz energética del transporte, pero no está tan claro cuáles son estos efectos en las áreas de extracción y procesamiento primario. Si bien organizaciones de diverso tipo han comenzado a plantear que sí existen efectos negativos, esta situación no se ha transformado aún en una cuestión de estado ni en un conflicto público. Una de las preocupaciones fundamentales es el impacto que el uso del agua por la minería del litio puede causar en la región y para plantear instrumentos para la gestión participativa del agua es necesario avanzar en el conocimiento del ciclo del agua y el balance hídrico en la Puna y preguntarnos si es posible el desarrollo ambientalmente sostenible y la justicia ambiental en este proceso.

Este trabajo refleja estas preocupaciones dando indicios que efectivamente hay que avanzar en detallar la dinámica hídrica de la región y los impactos de las nuevas actividades extractivas de litio tendrán en el equilibrio ecológico y en las comunidades locales.

Referencias

ANLAUF, A. (2015). "¿Secar la tierra para sacar el litio? Conflictos socio-ambientales en la minería del litio". en Nacif, F., Lacabana, M. *ABC del Litio Sudamericano. Soberanía, ambiente,*

tecnología e industria. Ediciones Universidad Nacional de Quilmes- CCC. Economía y Sociedad. Buenos Aires pp.171-191.

BURGA, E., et al (2017). *Lithium Americas NI 43 – 101 Technical Report*. Updated Feasibility Study. Reserve Estimation and Lithium Carbonate Production at the Cauchari-Olaroz Salars, Jujuy Province, Argentina.

CAEM (2013). *Minería Argentina. Todas las respuestas*. Disponible en: <http://www.caem.com.ar/wp-content/uploads/2013/10/Miner%C3%ADa-Argentina-Todas-las-Respuestas-Agua-y-Miner%C3%ADa.pdf>

CANO RAMIREZ, O. E. (2017) “Capitaloceno y Adaptación elitista” *Rev. Ecología Política*. 53 Barcelona.

CASALIS, A., ROGER, D. (2018) *De la liberalización del sector a una potencial alternativa de desarrollo autónomo* <https://www.nodal.am/2018/07/de-la-liberalizacion-del-sector-a-una-potencial-alternativa-de-desarrollo-autonomo/> 13-07-2018

CIETIC (2015). Industrialización del Litio y Agregado de Valor Local: *Informe Tecno-Productivo*. <http://www.ciecti.org.ar/publicaciones/industrializacion-litio-agregado-valor-local/>

FAO (2011). *Argentina*. Base de datos de AQUASTAT. Disponible en: http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/ARG/indexesp.stm

CNL- Comisión Nacional del Litio (2015). *Litio. Una fuente de energía. Una oportunidad para Chile. Informe final*. Santiago de Chile. Ministerio de Minería. <http://www.gob.cl/wp-content/uploads/2015/01/Informe-Comisi%C3%B3n-Litio.pdf>

COCHILCO (2013), *Mercado Internacional del Litio*, Comisión Chilena del Cobre, Dirección de Estudios, diciembre. Disponible en www.cochilco.cl/descargas/estudios/informes/litio/Mercado_Internacional_del_Litio.pdf

COCHILCO (2017). *Mercado internacional del litio y su potencial en Chile*. (DE /32 /2017) CORFO. Chile.

FARN (2018): Síntesis del Taller *El conocimiento y la defensa de los Salares* Buenos Aires, Argentina 5 de julio de 2018 Sánchez de Bustamante 27, 4to piso (CABA) <https://farn.org.ar/>

FARN y CEDIB (2012). *El litio en la Puna Argentina y Boliviana*. <http://www.farn.org.ar/wp-content/uploads/2014/08/Investigaci%C3%B3n-Litio-FARN-CEDIB-Enero-2014.pdf>

FMC (2017). *Sustainability Report*. http://fmcsustainability.com/wp-content/uploads/2018/05/FMC_2017_Sustainability_Report.pdf

FOSTER, J. B. (2017) La crisis del Antropoceno, *Revista Sin Permiso* 03/07/2017 URL de origen (Obtenido en 04/07/2017 - 00:48): <http://www.sinpermiso.info/textos/la-tesis-del-antropoceno>.

GALAFASSI, G., RIFFO, L. N. (2018) Que es el extractivismo? Apuntes críticos para um debate necessário http://www.laizquierdadiario.com/spip.php?page=gacetilla-articulo&id_article=108521 15-06-2018

GEORGESCU-ROEGEN, N. (1994) "¿Qué pueden enseñar a los economistas la termodinámica y la biología? En, F. Aguilera Klink y Vicent Alcántara: *De la economía ambiental a la economía ecológica*. ICARIA. Barcelona.

GöBEL, B. (2013) La minería del litio en la Puna de Atacama: interdependencias transregionales y disputas locales, *Iberoamericana*, XIII, 49 (2013), 135-149

GUDYNAS, E. (2015). Extractivismos: ecología, economía y política de un modo de entender el desarrollo y la naturaleza. *CEDIB*, Centro de Documentación e Información Bolivia

HOUSTON, J., GUNN, M. (2011). *Technical Report on the Salar de Olaroz Lithium-Potash Project Jujuy Province*, Argentina. Ni 43-101 Report Prepared For Orocobre Ltd. Level 1, 349 Coronation Drive, Milton, Queensland 4064, Australia.

INDEC (2010). *Censo 2010*. Base de datos REDATAM. Disponible en: https://redatam.indec.gob.ar/argbin/RpWebEngine.exe/PortalAction?&MODE=MAIN&BASE=CPV2010A&MAIN=WebServerMain.inl&_ga=2.34346081.1539096341.1530710402-1480819159.1526388393

IPCC (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report*. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, Geneva, Switzerland.

IRAM (2018) "Mesa Coordinadora de Cámaras de Proveedores Mineros" <http://www.iram.org.ar/index.php?IDM=44&IDN=638&alias>

IZQUIERDO, A. E., et al (2016). Hidroecosistemas de la Puna y Altos Andes de Argentina. *Acta Geológica Lilloana*. 28 (2), 390-402

IZQUIERDO, A. E., et al (2018). Humedales de la Puna: principales proveedores de servicios ecosistémicos de la región. La Puna argentina: naturaleza y cultura. *Serie de Conservación de la Naturaleza*, 24, 96-111.

LAGOS, G. (2012) *El Desarrollo del Litio en Chile:1984-2012*. Programa de Investigación en Economía de Minerales, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile. http://www.gustavolagos.cl/uploads/1/2/4/2/12428079/el_desarrollo_del_litio_en_chile_g._lagos_21-8-12_a.pdf Visto 08/06/2018.

MARCHEGANI, P. (2018) La imprescindible mirada ambiental en la toma de decisiones sobre el litio En *FARN Informe 2018*. Argentina.

MEKONNEN, M.M., HOEKSTRA, A.Y. (2016). Four billion people facing severe water scarcity. *Science Advances*. 2, e1500323.

MERCADO, A., CÓRDOVA, K. (2014), Desarrollo tecnológico en baterías e impulsión eléctrica ¿Sistemas tecnológicos disruptivos promovidos por imperativos ambientales? *Cuadernos del CENDES*, vol. 31, núm. 85, enero-abril, 2014, pp. 1-21 Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela

MERCADO, A., CÓRDOVA, K. (2018), Universidad latinoamericana: ciencia, tecnología e innovación para afrontar los imperativos de la sustentabilidad En *La investigación científica y tecnológica y la innovación como motores del desarrollo humano, social y económico para*

América Latina y el Caribe /Coordinado por René Ramírez. Caracas: UNESCO –IESALC y Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba. Editorial de la UNC (www.editorial.unc.edu.ar) UNESCO-IESALC (<http://www.iesalc.unesco.org.ve/>)

MIGNAQUI, V. (2018), *Estudio de los impactos ambientales de la extracción del litio en salmuera en la Puna Argentina*, Ponencia presentada al Panel ABC del Litio Sudamericano del Encuentro Universidad y Territorio. UNQ-CCC. 16 a 18 de mayo 2018. Buenos Aires.

NACIF, F. (2015). Litio en Argentina: de insumo productivo a commodity minero en NACIF, F. LACABANA, M. *ABC del Litio Sudamericano. Soberanía, ambiente, tecnología e industria*. Ediciones Universidad Nacional de Quilmes- CCC. Economía y Sociedad. Buenos Aires pp.219-291.

NACIF, F (2018) “ABC Litio”: hacia una red plurinacional en defensa de la soberanía <https://www.nodal.am/2018/07/de-la-liberalizacion-del-sector-a-una-potencial-alternativa-de-desarrollo-autonomo/> 13-07-2018

NACIONES UNIDAS (2010). Conclusiones y recomendaciones. Reunión del Grupo de Expertos Senior sobre el Desarrollo Sostenible del Litio en América Latina: Asuntos Emergentes y Oportunidades.

http://www.un.org/esa/dsd/susdevtopics/sdt_pdfs/meetings2010/EGM_latinamerica/Conclusions%20and%20Recommendations%20Lithium%20EGM%20-%20Spanish%20-%20Final.pdf

NO A LA MINA (2016) <https://noalamina.org/general/item/15470-la-camaras-empresarias-mineras-de-argentina-se-nuclearon-en-jujuy>.

OLIVEIRA ANDRADA, M, (2016). *La industrialización del litio en Bolivia. Un proyecto estatal y los retos de la gobernanza, el extractivismo histórico y el capital internacional*. La Paz. UNESCO/CIDES.

OMS (2003). *La cantidad de agua domiciliaria, el nivel del servicio y la salud*. Disponible en: http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/wsh0302/es/

OROCOBRE (2017). *Sustainability report*. <http://www.orocobre.com/news/mdocs-posts/sustainability-report-2017/>

PUENTE, F. ARGENTO, M. (2015) Conflictos territoriales y construcción identitaria en los salares del noroeste argentino, en Fornillo B. (coord.) *Geopolítica del Litio. Industria Ciencia y Energía en Argentina*. Buenos Aires. Editorial El Colectivo. CLACSO pp.123-165.

REBORATTI, C. (2005). Situación ambiental en las ecorregiones Puna y Altos Andes. *La situación ambiental argentina*, 33-51.

SPE – Secretaría de Política Económica (2018). “Informes de Cadenas de Valor: Litio”. Ministerio de Hacienda de la Nación. Argentina. ISSN 2525-0221

SVAMPA, M. (2012) Consenso de los commodities, giro ecoterritorial y pensamiento crítico en América Latina, OSAL N° 32 septiembre, pp. 15-38

USGS (2013), Mineral Commodity Summaries, *U.S. Geological Survey*, Enero, p. 94-95. Disponible en <minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/2013/mcs2013.pdf>.

VAN DER ENT, R. J., Savenije, H. H., Schaefli, B., & Steele-Dunne, S. C. (2010). Origin and fate of atmospheric moisture over continents. *Water Resources Research*, 46(9).

Páginas Web (acceso indicado en referencias):

<https://www.ecologiapolitica.info/?p=9698>

FARN (2012) “33 comunidades reclaman se respete el derecho de consulta frente a la explotación minera en sus territorios” <http://farn.org.ar/archives/13023>

Latinominería (2018a) “Entrevista al Pdte. de Sociedad Nacional Minera de Chile (SONAMI)” <http://www.latinomineria.com/reportajes/camaras-mineras-como-hacer-mas-y-mejor-mineria/>

Latinominería (2019a) “Conferencia de Sergio Almazán, director general de la Cámara Minera de México” <http://www.latinomineria.com/reportajes/camaras-mineras-como-hacer-mas-y-mejor-mineria/>

Latinominería (2019b) “Presentación de Marcelo Álvarez, de la Cámara Argentina de Empresarios Mineros (CAEM)” <http://www.latinomineria.com/reportajes/camaras-mineras-como-hacer-mas-y-mejor-mineria/>

Londreshoy (2018) “Favoreciendo al desarrollo de los proveedores locales” <https://londreshoy.com.ar/la-camara-provincial-de-proveedores-mineros-estuvo-en-belen/>

Panorama Minero (2019) “Minera Exar” <http://panorama-minero.com/noticias/minera-exar-se-suma-a-la-oferta-de-litio-argentino/> 15-01-2019

Waterlat (2018). “Agua y megaproyectos” <http://waterlat.org/es/areas-tematicas/at2/>