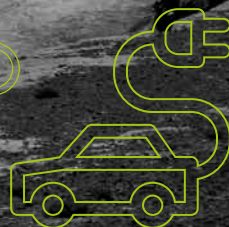




MINERALES CRÍTICOS PARA LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

CONFLICTOS Y ALTERNATIVAS HACIA UNA
TRANSFORMACIÓN SOCIOECOLÓGICA

Beatriz Olivera, Carlos Tornel y Aleida Azamar



MINERALES CRÍTICOS PARA LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

Conflictos y alternativas hacia una
transformación socioecológica

**Beatriz Olivera
Carlos Tornel
Aleida Azamar**



■■■ HEINRICH BÖLL STIFTUNG
CIUDAD DE MÉXICO
México y El Caribe


Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
METROPOLITANA
Unidad Xochimilco

MINERALES CRÍTICOS PARA LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

Conflictos y alternativas hacia una
transformación socioecológica

MINERALES CRÍTICOS PARA LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

CONFLICTOS Y ALTERNATIVAS HACIA UNA TRANSFORMACIÓN SOCIOECOLÓGICA

Primera edición electrónica. Diciembre 2022

CORRECCIÓN DE ESTILO | Dolores Rojas Rubio, Jenny Zapata López

PORTADA Y FORMACIÓN | Agustín Martínez Monterrubio

FOTOGRAFÍA | La portada fue diseñada usando imágenes de Freepik.com

Publicación de la Fundación Heinrich Böll Ciudad de México - México y El Caribe con la colaboración de Engenera, A.C. y la Universidad Autónoma Metropolitana - Unidad Xochimilco. El contenido es responsabilidad de sus autores.

FUNDACIÓN HEINRICH BÖLL, E.V.

José Alvarado 12, Col. Roma Norte, Alcaldía Cuauhtémoc, Ciudad de México 11850.
mx.boell.org

ISBN: 978-607-99582-7-5

Alentamos la reproducción de este material por cualquier medio;
siempre que se respete el crédito de la autoría.



Obra bajo licencia de Creative Commons

Usted es libre de: Compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra bajo las condiciones siguientes:

- Atribución -Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).
- No Comercial -No puede utilizar esta obra para fines comerciales

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Fundación Heinrich Böll en México por su apoyo para la elaboración de este informe, particularmente a Dawid Bartelt, Dolores Rojas y Jenny Zapata; a las personas y grupos entrevistadas ya que sin sus luchas, valentía, esperanza y generosidad este informe no habría sido posible y, finalmente, a nuestras familias por todo el apoyo, la fortaleza y la paciencia que nos brindan.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	14
--------------------	----

CAPÍTULO 1

TIPOS DE MINERALES USADOS PARA LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA	23
1.1 Tendencias de la transición energética global	23
1.2 Tipos de minerales para tecnologías renovables	27
1.3 Demanda de minerales para la transición energética	30
1.3.1 Energía solar fotovoltaica	35
1.3.2 Energía solar térmica de concentración	36
1.3.3 Energía eólica	37
1.3.4 Energía geotérmica	39
1.3.5 Almacenamiento de energía	40
1.4 Pico de Hubbert para los minerales	42
1.5 Reciclaje de minerales	44

CAPÍTULO 2

GEOPOLÍTICA DE LOS MINERALES PARA LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA	49
2.1 Países proveedores de minerales	49
2.2 La carrera tecnológica y comercial de la transición energética: auge de un conflicto por el control de tierras raras	52
2.3 Conflictos asociados a algunos minerales	72
2.3.1 Níquel	72
2.3.2 Tierras raras: Neodimio	75
2.3.3 Litio	78
2.3.4 Cobalto	83
2.3.5 Disposiciones jurídicas sobre minerales de conflicto	86
2.3.6 Madera balsa	89
2.4 Impactos y derechos vulnerados	90
2.5 Reflexiones	93

CAPÍTULO 3

EL CASO DE MÉXICO	97
3.1 Estado actual de la transición energética	97
3.2 Movilidad eléctrica	101
3.3 Proyectos mineros relacionados con la transición energética	103
3.4 Estatus de los proyectos mineros	106
3.5 Empresas mineras	107
3.6 El caso del litio en México	108
3.7 Conflictos socioecológicos en México: la violencia contra defensoras y defensores ambientales	128

CAPÍTULO 4

CONTRADICCIONES DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA	129
4.1 Los nuevos 'combustibles' del capitalismo	129
4.2 ¿Transición o adición energética?	133
4.3 El mito de las energías "renovables"	139
4.4 Extractivismo verde o nuevo colonialismo climático	150
4.5 De la petrocultura a la transformación energética	158

CONCLUSIONES	167
---------------------	------------

REFERENCIAS	177
--------------------	------------

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Escenarios de transición energética de AIE e IRENA.	25
Figura 2. Extracción acumulada de minerales (2015–2060) para tecnologías alternativas vs. recursos estimados para tres escenarios de penetración de energía renovable.	33
Figura 3. Extracción acumulada de minerales (2015–2060) para tecnologías alternativas vs reservas actuales estimadas para tres escenarios de penetración de energía renovable.	34
Figura 4. Minerales necesarios para la construcción de un aerogenerador de 3 MW.	38
Figura 5. Minerales necesarios para la construcción de distintos tipos de generadores eólicos.	39
Figura 6. Minerales en un auto eléctrico.	42
Figura 7. Demanda y potencial reciclaje de cobalto, litio y níquel.	45
Figura 8. Países de extracción de minerales para la transición energética.	50
Figura 9. Comercio de bienes China y Estados Unidos.	58
Figura 10. Producción mundial de tierras raras por país.	75
Figura 11. Usos y propiedades de las tierras o minerales raros.	76
Figura 12. Vista satelital de la producción de Litio en el salar de Atacama.	79
Figura 13. Salar de Uyuni, Bolivia.	80
Figura 14. Salar del Hombre Muerto, Argentina.	81
Figura 15. Solicitudes de concesión para extraer litio en Portugal, (2020).	82
Figura 16. Capacidad instalada de la CFE y demás permisionarios (MW).	99
Figura 17. Generación neta (GWh) y Porcentaje de generación eléctrica limpia y convencional 2018-2020.	100
Figura 18. Generación de energía limpia-renovable.	100
Figura 19. Avance en las metas de generación eléctrica con tecnologías limpias 2018-2024.	101
Figura 20. Evolución de vehículos eléctricos.	102
Figura 21. Proyectos mineros por entidad federativa.	104
Figuras 22 y 23. Porcentaje de proyectos por mineral.	106
Figura 24. Estatus de los proyectos mineros.	107
Figura 25. Procedencia de las empresas mineras en México.	107
Figura 26. Proyecto Electra en Sonora.	116
Figura 27 y 28. Localidades con necesidad de electrificación en México y mapa de conflictos socio-ecológicos identificados al 2020.	126
Figura 29. Consumo energético mundial por tipo de combustible (1985-2018, en porcentaje).	132
Figura 30. ¿Adición o transición energética?	134
Figura 31. Reducción del trabajo animal/humano con respecto al advenimiento de distintos combustibles.	141
Figura 32. Presencia de minerales estratégicos y posibles zonas de conflictividad.	144
Figura 33. Densidad de poder de las energías renovables y las energías fósiles.	159
Figura 34. “Y la Cheyenne, Apá?” anuncio promocionando la identidad del emprendedurismo y la identidad masculina con relación al automóvil.	162

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Minerales para la transición energética.	27
Tabla 2. Minerales utilizados por tecnología.	29
Tabla 3. Los picos de Hubbert para algunos minerales.	43
Tabla 4. Principales países productores de minerales para la Transición Energética.	51
Tabla 5. Clasificación de los minerales raros existentes en la actualidad.	63
Tabla 6. Usos más comunes de las tierras raras.	64
Tabla 7. Algunos recursos utilizados para la extracción de tierras raras y daños por tonelada extraída.	70
Tabla 8. Posibles afectaciones a derechos por la extracción. de minerales para tecnologías de energía renovable.	91
Tabla 9. Minerales para la transición energética por entidad federativa.	105
Tabla 10. Minerales de litio.	108
Tabla 11. Procedencia de empresas mineras y número de proyectos de litio en México.	110
Tabla 12. Proyectos mineros de litio.	113
Tabla 13. Concesiones mineras del proyecto Sonora Lithium.	115
Tabla 14. Principales mitos de las 'energías renovables' y sus contraargumentos.	149

ABREVIATURAS

AEEE - Asociación Empresarial Eólica de España (AEEE)
AIE - Agencia Internacional de Energía
BECCS - Bioenergía con Captura y Secuestro de Carbono
BM - Banco Mundial
BNEF- Bloomberg New Energy Finance
CdTe - Telururo de cadmio
CEAR - Comisión Española de Ayuda al Refugiado
CFE - Comisión Federal de Electricidad (México)
CIGS - Seleniuro de cobre, indio, galio
CLPI - Consulta (y Consentimiento) Libre, Previa e Informada
CSC - Captura y Secuestro de Carbono
CSP o ESC - Concentrated Solar Power (Energía Solar Concentrada)
EJAtlas - Atlas de Justicia Ambiental
EFE.- Agencia internacional de noticias EFE
EROI - Energy Return on Investment (Retorno de Inversión por Energía)
GEI - Gases de Efecto Invernadero
Gt CO₂ - Gigatoneladas de Dióxido de Carbono
GW - Gigavatios
GWh - Gigavatios hora
ICMM - International Council on Mining and Metals
IRENA - Agencia Internacional de Energías Renovables
kWh - Kilovatio hora
LPDB - Ley de Promoción del Desarrollo de los Bioenergéticos
MW - Megavatios
ODS - Objetivos de Desarrollo Sostenible
PEMEX - Petróleos Mexicanos
PNUMA - Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PRODESEN - Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional
RDC - República Democrática del Congo
SENER - Secretaría de Energía (México)
SE - Secretaría de Economía (México)

“*no es correcto pensar que la civilización industrial es el camino que conduce a la plenitud del hombre...*”

Iván Illich, 1978

INTRODUCCIÓN

EL CAPITALISMO TIENE CONSIDERABLE CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN Y RECONFIGURACIÓN. Sin embargo, desde su inicio, este sistema económico resuelve los problemas usando las mismas herramientas de acumulación que los causan. A partir del proceso de transición energética, el capitalismo se encuentra en una encrucijada. El advenimiento de los combustibles fósiles, a mediados del siglo XIX, “energetizó” la economía de una forma sin precedentes, que generó una transformación de las relaciones sociedad-naturaleza que permitió al capitalismo transgredir algunos límites con los que hasta entonces había convivido, por ejemplo, los límites de producción estacional, el trabajo basado en músculo y en animales.

La disponibilidad en grandes cantidades de energía y trabajo “barato” permitió la expansión del imperialismo, el colonialismo y la organización de acumulación de plusvalía a nivel global. Contrario a lo que podría parecer, esta disponibilidad no sustituyó el trabajo barato de aquellas personas “sacrificables” para la acumulación del capital, sino que se instituyó como una forma de “poner a trabajar” a buena parte de la población mundial.¹

Sin embargo, algo curioso sucede en la actualidad, cuando algunas de nuestras libertades y precondiciones -necesarias para alcanzar el denominado *desarrollo*, el *progreso* o el *bienestar*- dependen de la disponibilidad de combustibles fósiles abundantes.² La relación de las sociedades con la energía necesariamente dicta su relación con el medio ambiente (que es entendido como algo separado de la sociedad). Por lo tanto, la idea de una transición energética parte de la misma lógica separatista que define el funcionamiento moderno del capitalismo, la idea de que es posible separar una cosa de la otra: el crecimiento económico de la degradación socioecológica o de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), así como se separa a la sociedad de la naturaleza.

¹ Daggett, C. (2019); y Lohmann, L (2020).

² Chakrabarty, D. (2009).

El discurso en instituciones gubernamentales, internacionales y civiles sobre la transición energética se ha convertido en intento por justificar la enorme adicción a los combustibles fósiles (paradójicamente, ¡sin combustibles fósiles!). Esta aparente contradicción persiste en casi todos los espacios de diálogo y negociación a nivel internacional, como el caso de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), así como en sus reuniones anuales sobre la crisis climática en las Conferencias de las Partes (COP). Es a partir de esta contradicción que buscamos entender el papel que juegan los llamados “minerales críticos” en el proceso de esta transición. Particularmente, nos interesa reflexionar acerca de las implicaciones de un modelo que pretende transitar de ciertas tecnologías a otras, sin cuestionar las formas de organización social, política y espacial de las relaciones sociedad-naturaleza y, por tanto, sociedades-energía.

A diferencia de anteriores procesos de “transición” –por ejemplo, de la biomasa y el vapor de agua al uso de combustibles fósiles–, el capitalismo enfrenta una crisis aletargada de sobreacumulación y degradación de la naturaleza.³ Estas crisis no son extraordinarias, en el sentido de que responden a las lógicas del capitalismo teorizadas por Marx y por James O'Connor desde el siglo XIX y mediados de la década de los ochentas en el siglo XX, respectivamente; pero sí lo son, en el sentido de su escala, magnitud y posible irreversibilidad.⁴ La enorme crisis de degradación de la naturaleza ha acelerado la construcción de límites planetarios⁵, lo que supone una transformación del modelo económico a fin de que se adecue a estos límites, sin erosionar la posibilidad de seguir acumulando plusvalía.

A medida que el cambio climático se convierte en una crisis ecológica, la transición de los combustibles fósiles hacia la adopción de energías renovables cobra un papel cada vez más central en la agenda geopolítica internacional.⁶ La sustitución de fuentes de energía se ha convertido en objeto de discusión y de enorme discrepancia. Por un lado, instituciones internacionales y países (sobre)desarrollados abogan por una rápida sustitución tecnológica para mantener el crecimiento económico,⁷ mientras que por el otro, se plantea una visión democrática,⁸ autónoma y de soberanía energética, como una vía emancipadora, descentralizada y decolonial,⁹ una transformación energética que vaya más allá de decisiones de política pública y de la simple susti-

3 Newell, P. y Simms, A. (2020).

4 Marx, K. (1867) [1975]; O'Connor, J. (1991).

5 Brand, U. et al. (2021).

6 Blondeel, et al. (2021).

7 Hickel, J. y Kallis, G. (2019).

8 Becker y Neumann (2017); Hess (2018); Burke y Stephens, (2017)

9 Del Bene, D. et al. (2019); Castan Broto, V. et al. (2018); Lohmann, L. (2017); Lennon, M. (2019); Franquesa, J. (2018).

tución de tecnología, que se enfoque en la disponibilidad, descentralización y el manejo colectivo de la generación de energía. Esto es posible gracias a su configuración material, que apunta hacia la posibilidad social y política de generar relaciones, estrategias y conflictos que acompañarán a la más reciente y quizá última transición energética.¹⁰

Así, el *capitalismo verde*, es decir, la corriente del capitalismo que hoy mueve los intereses de la descarbonización y que está acelerando la extracción y demanda de materiales para potenciar la transición hacia el uso de energías renovables, pretende hacerlo sin alterar o modificar los patrones de consumo ni de demanda de energía, o sin aliviar muchas de las desigualdades persistentes en el modelo actual, basado en los combustibles fósiles.

Esta lógica se ha convertido en la principal promotora de la “transición energética”. El problema, como analizamos en este texto, es que las estructuras de las que depende este modelo necesariamente implican la expansión de zonas de sacrificio y fronteras de la mercancía.

Es en este contexto que la creciente demanda de minerales *críticos* (aquellos que serán claves para facilitar el proceso de transición tecnológica de una fuente de energía a otra) surge como un espacio de análisis. Plataformas como el Banco Mundial (BM) y la Agencia Internacional de Energía (AIE) plantean como un “reto” el modelo de transición de varios minerales para asegurar la transición energética, que supone la reconfiguración de las estructuras geopolíticas para mantener el suministro y la seguridad.

Esta situación ha generado múltiples tensiones internacionales debido a que algunos de estos minerales, como las tierras raras, son una parte fundamental de la cadena de producción tecnológica mundial para la transición energética y las industrias militar, aeroespacial, médica, computacional, alimentaria, entre muchas otras. Parte del impacto de este tipo de recursos se observa actualmente en el entorpecimiento, retraso en el suministro y aumento de costos productivos en casi todas las industrias, debido a la falta de inventario para la producción de microchips y otros elementos basados en tierras raras.

Es importante abordar esta problemática desde una perspectiva más global, pues no se trata simplemente de un efecto producido por la actual emergencia sanitaria, sino que es resultado de las presiones políticas que países “desarrollados” como Estados Unidos están ejerciendo sobre China, principal productor de materias primas en el mundo. Estados Unidos es el país que más provecho obtiene, ya que produce múltiples recursos tecnológicos necesarios para las industrias modernas.

10 Barney, A. y Szeman, I. (2020).

Esta es la razón por la que se han disparado los precios de múltiples bienes de consumo, como las computadoras de escritorio, teléfonos, automóviles, maquinaria automatizada, entre otros, lo que también ha derivado en afectaciones a varios sectores productivos, como el alimentario. Es necesario analizar el conflicto comercial por las tierras raras en su justa dimensión, debido al impacto que una escalada de este podría tener sobre la vida diaria, de llegar a detenerse completamente la producción de dichos bienes, lo que podría resultar en la búsqueda de otras soluciones extractivas con un impacto socioambiental mayor.

En 2020, tanto el BM como la AIE lanzaron reportes¹¹ y, en el caso del primero, también se creó la “Iniciativa de Minería Climáticamente Inteligente”, a través de la cual la institución bancaria señala su intención de garantizar que los minerales para la transición de energía limpia se produzcan y suministren de manera “sostenible y responsable.”¹² La demanda de estos minerales debe entonces incitar a la pregunta ¿cómo y para quién será esto posible? En regiones como América Latina y África, se insta un proceso que algunos han denominado ofensiva extractivista¹³, definido como un ciclo de profundo y acelerado avance de la expropiación, mercantilización y depredación de los bienes comunes naturales, como una estrategia del capital frente a la crisis global de acumulación. Sin embargo, como abordaremos con más detalle en el resto de este informe, estas estimaciones están preestablecidas en la lógica del *capitalismo verde*, a través de la expansión de las fronteras de la mercancía, pero sin degradar ni explotar las condiciones socioecológicas en distintos lugares.

La minería es una actividad definida por procesos extractivos que durante las últimas décadas se han caracterizado y exacerbado en olas de saqueo, dependencia y neocolonización en los países de América Latina y en buena parte del sur global. Nos preguntamos ¿será la iniciativa de minería climáticamente inteligente propuesta por el Banco Mundial, una herramienta para impulsar una especie de maquillaje verde sobre el tema minero, aprovechando el discurso de la sostenibilidad? En parte sí, desde la perspectiva de quienes elaboramos este informe no es posible una minería responsable, limpia y sostenible, aunque los minerales se extraigan para “buenos fines”, como la denominada transición energética *justa* o para garantizar la descarbonización de las economías.

El contenido de este informe

Este documento surge de la inquietud ante el enorme reto que supone descarbonizar la economía actual (cerca del 83% de la demanda total mundial

11 BM (2020) y AIE (2020).

12 BM (2020).

13 Seoane (2012).

de energía aún depende de combustibles fósiles),¹⁴ por ello, intentamos comprender de qué forma se han articulado las estructuras de poder y la construcción de las políticas que guían el proceso de transición energética, y cuáles serán las implicaciones socioecológicas, en distintas geografías y para distintos grupos humanos y no humanos, de la descarbonización y el combate a la crisis climática.

El **capítulo 1** busca trazar una visión general de los minerales esenciales para la transición energética. En este capítulo se abordan las características de estos minerales, las principales tecnologías que los demandan y algunas de sus implicaciones socioecológicas. En el **capítulo 2**, se abordan algunas de las implicaciones de la extracción de minerales y sus posibles impactos, haciendo énfasis en la enorme demanda que supone la transición en el modelo dominante del capitalismo verde. Este capítulo entreteje algunas de las experiencias de personas perjudicadas por el proceso de transición, aquellas que han sido afectadas por la minería de minerales críticos. Además, se realiza un análisis geopolítico de las implicaciones e intereses en el control de algunos de los minerales, especialmente de las tierras raras, cuyo impacto en la transición energética actual es mayor por su centralidad en el conflicto comercial entre Estados Unidos y China.

Por su parte, en el **Capítulo 3**, se hace especial énfasis en el caso de México. En este apartado se incluyen algunas reflexiones sobre varios desastres de la minería en el país, los impactos socioecológicos del modelo extractivo que hoy continúa dictando la política estatal y corporativa en el país, así como algunas de sus posibles implicaciones, principalmente en comunidades y territorios que han sido históricamente vulnerados por el desarrollo de estas industrias. Para este capítulo, entrevistamos a algunas personas, grupos y/o comunidades que se han visto afectadas y revisamos algunos casos de estudio desde un análisis de escritorio.

En el **Capítulo 4**, se aborda de forma específica el proceso de la transición energética desde cuatro perspectivas. La primera, desde la reconceptualización del término transición. Nuestro análisis cuestiona la lógica de la transición de la que hablan las grandes instituciones y organizaciones internacionales como la Agencia Internacional de Energía (AIE), la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA) o instituciones para el desarrollo como el Banco Mundial (BM) y el propio Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Una breve revisión de los datos muestra que lo que estamos experimentando está más cercano a una *adición* energética que a una transición.

En la segunda perspectiva nos enfocamos en identificar los vínculos de las energías renovables con el mercado actual en su carácter capitalista, globaliza-

¹⁴ Our World in Data (2020).

do y extractivista. Esta revisión de la literatura nos permite visualizar las formas en las que las energías renovables están *fosilizadas*, en el sentido de que su producción, instalación, manejo, ensamblaje y hasta desensamblaje dependen de una economía transaccional basada en el uso de combustibles fósiles.

El tercer abordaje se preocupa por las implicaciones geopolíticas y de economía política que esta transición puede tener. Abordamos términos como “zonas de sacrificio” y “colonialismo climático” para demostrar cómo la acelerada demanda de estos minerales está reproduciendo nuevas formas de colonialismo, imperialismo y capitalismo. Nuestra intención es evidenciar algunas de estas implicaciones para demostrar que, en el carácter metabólico de la economía, ninguna versión del capitalismo, así sea verde, fósil, sustentable, justo o socialmente inclusivo será capaz de cumplir con lo que promete, puesto que el modelo extractivo es desigual.

El último apartado del capítulo 4 lidia con un aspecto que subyacen a lo largo del texto: ¿Para qué (y para quién) queremos tanta energía? Esta simple pregunta nos lleva a un breve análisis de las formas en las que se han organizado las economías y su relación con la energía. Desde la construcción de identidades (por ejemplo, de emprendedurismo o nacionalismo), hasta suponer que la abundancia de energía es un requisito, usualmente no dicho, para garantizar ciertas condiciones como los derechos humanos, la democracia o el crecimiento económico. Concluimos que todos estos supuestos tienen que ser cuestionados si queremos abordar un modelo que vaya por una verdadera **transformación energética**.

Finalmente, en el **capítulo 5** se presenta un esfuerzo por reflexionar sobre las posibles implicaciones de la discusión de transición energética desde una lógica que busque reformar el modelo capitalista basado en los combustibles fósiles. Observamos que el capitalismo verde ofrece una nueva oportunidad para abrir y explotar nuevas fronteras de las mercancías, al mismo tiempo que implica la estandarización, exportación y constitución de nuevas zonas de sacrificio que no podrán ser disociadas de él.

Tratamos de recuperar algunas de las lecciones aprendidas en forma de recomendaciones; sin embargo, estas no siguen el modelo tradicional de los reportes producidos por la sociedad civil. Desde nuestra visión, el papel de los Estados en la transición está severamente limitado por su evidente captura corporativa o, en su defecto, por la insistencia en un nacionalismo basado en el desarrollo de los combustibles fósiles. Ambas posturas, una basada en la expansión del libre mercado y la otra, guiada por el Estado, a fin de cuentas conforman un modelo de desarrollo basado en el extractivismo que no atiende el problema de raíz.

Aunque no abogamos por abandonar o descontar el papel del Estado, las recomendaciones parten de esa premisa. Consideramos que la transición energética no surgirá de la rectoría del Estado o del mercado. Si partimos de la necesidad de producir modelos más democráticos, autónomos, soberanos y emancipadores, consideramos que la transformación energética debe regirse por la descentralización de la generación de energía; por modelos que permitan que comunidades rurales y urbanas tomen el control de la energía a partir de la pregunta ¿energía para quién?, que nos hace reflexionar en las recomendaciones que podríamos hacer para transformar el modelo energético a uno renovable, comunitario y con una sustancial reconfiguración del proceso de consumo y producción de energía. La transformación energética tendrá que ser una forma radical de democratización en tres escalas:

- a) A través de la organización y la lucha solidaria internacional por desglobalizar el modelo económico basado en los combustibles fósiles y el desperdicio;
- b) a través de los medios de resistencia que ofrecen las experiencias que han logrado tipificar algunos instrumentos para resistir a la explotación, el despojo y la degradación (como son los amparos, consultas y medios de acceso a la información), para asegurar la defensa del territorio y la *territorialización* de sistemas energéticos; y
- c) a través de la reconfiguración de las energías renovables como vía para instituir un modelo de democracia radical. Pensamos que la reconstitución de una *intimidación* con las fuentes energéticas será clave para definir las características que marcan estos entramados comunitarios hacia una transformación energética.

CAPÍTULO 1

TIPOS DE MINERALES USADOS
PARA LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

ESTE CAPÍTULO BUSCA IDENTIFICAR LOS PRINCIPALES MINERALES QUE DEFINEN las propuestas de descarbonización de la transición energética. Nuestro principal interés es identificar las tendencias que determinan el discurso dominante de la transición a nivel global, resaltar las implicaciones socioecológicas de la demanda de estos *minerales críticos* y, al mismo tiempo, identificar los retos, oportunidades y costos de los procesos de transición a través de distintos usos de tecnologías para generar y conservar esa energía. Para comprender mejor el impacto de la minería en la transición energética global, en este apartado se dan a conocer las proyecciones del incremento de la energía renovable en el mundo, así como la demanda para cada tipo de mineral usado en tecnologías de energía renovable.

Como será evidente al revisar este capítulo, las condiciones que rigen la transición energética implicarán una enorme demanda de estos minerales a nivel global, una escala de minería sin precedentes en la historia de la humanidad. El capítulo sienta las bases para el resto del informe, al identificar cuáles son los límites físico-técnicos de la extracción de estos minerales, qué capacidad tenemos para reciclarlos o reducir su uso e impacto y qué alternativas existen para transicionar hacia un modelo de vida distinto.

1.1 Tendencias de la transición energética global

La transición energética que el mundo experimenta desde hace varias décadas ha implicado una creciente demanda de minerales, necesarios para la producción y desarrollo de tecnologías renovables de energía. En el mismo sentido, la lucha frente al calentamiento global del planeta y la consecuente crisis climática que enfrenta la humanidad demandan acciones contundentes para reducir emisiones de GEI, principalmente en el ámbito energético. Hasta ahora, las tecnologías de energía renovable parecen ser las opciones inmediatas para realizar una sustitución energética del modelo fósil. Esto significa que el despliegue de energía renovable es esencial para el cumplimiento de los límites de temperatura que reconoce la ciencia climática y que se adoptaron en el Acuerdo de París.

No obstante, esta sustitución traerá impactos en diferentes ámbitos que hace falta precisar. Las implicaciones de este modelo de reemplazo de combustibles fósiles pueden abonar, por un lado, a la reducción de las emisiones de GEI y contribuir a detener una de las mayores amenazas al planeta, la crisis climática que vivimos. Pero por otro lado, la extracción de minerales necesarios para hacer realidad un futuro basado en renovables estará plagada de conflictos socioambientales, de violaciones a derechos colectivos y a los derechos humanos, así como de una reconfiguración de las estructuras de dominación, imperio y capitalismo a nivel global.¹⁵

Recientemente, la Agencia Internacional de Energía (AIE) y la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA) modelaron los posibles escenarios de penetración de energías renovables necesarios, a nivel global, para limitar el incremento de temperatura global promedio del planeta. La Figura 1 proporciona una descripción general de las tecnologías energéticas relevantes que se espera que desempeñen un papel en la producción mundial de electricidad en el futuro, en los diferentes escenarios de simulación.

Como es posible observar, en los escenarios más ambiciosos hacia 2050 tanto la energía solar fotovoltaica como la eólica son las tecnologías que tendrán los mayores incrementos. La hidroeléctrica, nuclear y geotérmica son otras tecnologías que también contribuirán a la reducción de GEI y al modelo de descarbonización,¹⁶ prácticamente se mantienen en proporción, mientras que se prevé un decremento de gas y carbón mediante captura y secuestro de carbono. La construcción de escenarios planteada por la AIE y por la IRENA está ligada al compromiso de reducir la temperatura global del planeta y a la consecuente reducción de emisiones de GEI.¹⁷

15 Moore, J. (2015); (2021).

16 Para un análisis detallado de sus aportaciones por tecnologías y sus implicaciones socioecológicas ver: solucionesfalsas.org particularmente el capítulo 2.

17 Se hace referencia al escenario IEA ETP-B2DS e IRENA REMap. El primero tiene una probabilidad del 50% de limitar los aumentos futuros de temperatura promedio a 1.75 °C para 2100. El segundo, es el escenario más ambicioso que limita el aumento de la temperatura global “muy por debajo” de 2 °C por encima de los niveles preindustriales para 2100.

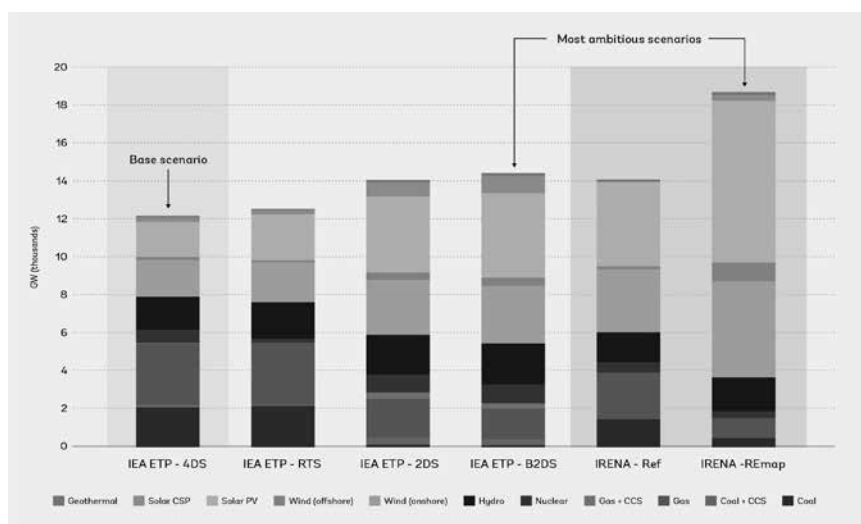


Figura 1. Escenarios de transición energética de AIE e IRENA. Fuente: Banco Mundial (2020).

Ambas instancias advierten que la penetración de energía renovable en el sector energético será crucial para lograr un futuro bajo en carbón y la consecuente reducción de emisiones. Actualmente, este sector contribuye con el 41% de las emisiones de GEI en todo el mundo, alrededor de 13.6 GtCO₂e.¹⁸ Las mismas instituciones esperan que este porcentaje se incremente a la par que la población se mantenga en crecimiento, particularmente en países no industrializados. Otro factor que podrá influir en el crecimiento de las renovables en el mundo son los costos cada vez más baratos de la energía renovable, en particular de la solar fotovoltaica y de la eólica, a 0.08 USD/kWh y 0.05 USD/kWh en 2018, respectivamente.¹⁹ Asimismo, es preciso destacar que la energía renovable ha tenido el mayor crecimiento en cuanto a capacidad de generación eléctrica instalada en el mundo, de 1,058 GW en 2008, a 2,179 GW en 2018.²⁰

Vale la pena reflexionar qué implicaciones tiene hablar de bajos costos y qué tanto estos costos son posibles gracias a un modelo que en su cadena de producción está plagado de combustibles fósiles “baratos”, además de que depende de una economía globalizada que permite que los sistemas de gene-

18 AIE (2019).

19 IRENA (2019).

20 IRENA (2018).

ración de energía solar fotovoltaicos y eólicos se diseñen, ensamblen, instalen y desmantelen en sitios distintos, asociados a la disponibilidad de combustibles fósiles, los cuales también son necesarios para su funcionamiento adecuado.²¹ Pese al crecimiento esperado, un hecho relevante es que la construcción de plantas solares fotovoltaicas, parques eólicos y vehículos eléctricos generalmente requiere más minerales que sus contrapartes basadas en combustibles fósiles. Un automóvil eléctrico típico utiliza seis veces más recursos minerales que un automóvil convencional, y una planta eólica terrestre necesita nueve veces más recursos minerales que una central eléctrica de gas.²²

Por otro lado, el Banco Mundial²³ señala que las emisiones de GEI asociadas a la extracción y al procesamiento adicional de minerales serán *apreciablemente menos intensivas* que en un escenario basado en una dependencia continua de los combustibles fósiles. Estima la generación de 615 gigatoneladas de dióxido de carbono ($G_t CO_2$) para el año 2050, mientras que pasar a un escenario donde las fuentes de energía renovable puedan limitar la temperatura global del planeta por encima de los 2°C implica la generación de 6 $G_t CO_2$ ²⁴ adicionales en la construcción y operación de tecnologías renovables, pero reduce las emisiones de la generación de combustibles fósiles en más de 350 $G_t CO_2$ para el mismo año.

Los datos anteriores no deben tomarse a la ligera, puesto que plantean la disyuntiva de apostar por un modelo que llevará a la humanidad a la catástrofe a través de una crisis global ambiental sin precedentes, o bien apostar por un modelo que podría aportar una menor cantidad de emisiones de GEI a través del desarrollo de fuentes de energía renovable considerando la correspondiente extracción de minerales, pero cuyo modelo extractivo se ha caracterizado por el despojo, provocando severos impactos y conflictos socioambientales. En nuestra opinión, ambas apuestas son inviables, consideramos que más que hablar de transición, es necesario imaginar un sistema energético diferente, que a la par sea democrático y equitativo. Profundizamos en esta discusión en los capítulos 4 y 5 de este informe.

Por ahora, baste decir que las implicaciones de un modelo en donde la demanda de minerales para energías como la solar y la eólica experimentarán un crecimiento de hasta 11 y 20 veces,²⁵ respectivamente, para mediados del presente siglo, lo que significará una reconfiguración profunda de las relaciones geopolíticas a nivel internacional, así como la reconfiguración de la producción de zonas periféricas necesarias para el desarrollo de este modelo en los grandes centros urbanos, en su mayoría en el norte global.

21 Dunlap, A. y Jakobsen, J. (2020); Dunlap, A. (2021).

22 AIE (2020).

23 BM (2020).

24 Las $GtCO_2$ se refiere a miles de millones de toneladas de CO_2 equivalentes.

25 AIE (2020).

1.2. Tipos de minerales para tecnologías renovables

Hace un par de décadas, el sector energético representó apenas una pequeña parte del total de la demanda de la mayoría de los minerales. Por ejemplo, la extracción de tierras o minerales raros representaba aproximadamente 80 mil toneladas métricas en el año 2000. En la actualidad, se producen aproximadamente 240 mil toneladas métricas, en gran parte por la demanda asociada con el sector energético.²⁶ Sin embargo, a medida que la transición energética ha avanzado en el mundo, las tecnologías de energía renovable han experimentado un crecimiento más rápido en la demanda.

Los minerales utilizados para las diferentes tecnologías renovables y de almacenamiento de energía, tales como paneles solares, turbinas eólicas y baterías para electromovilidad, determinarán la oferta y la demanda futura de minerales como cobre, aluminio, cromo, manganeso, molibdeno, níquel, litio, entre otros. Los tipos y la demanda de minerales utilizados variarán según la tecnología. Por ejemplo, litio, níquel, cobalto, manganeso y grafito son necesarios para el rendimiento y la longevidad de las baterías para autos eléctricos. Asimismo, los elementos de tierras raras son esenciales para los imanes de turbinas eólicas y motores de autos eléctricos; las redes eléctricas requieren de una gran cantidad de cobre y aluminio; mientras que, para los vehículos a base de hidrógeno, el platino desempeña un papel clave.

Buchholz y Brandenburg (2017), el Banco Mundial (2020) y Church y Crawford (2020) describen al menos 24 minerales que serán usados en las diferentes tecnologías de energía renovable, incluidas la solar fotovoltaica, solar de concentración, eólica, geotérmica, hidroeléctrica y los minerales necesarios para el almacenamiento de energía e instalaciones eléctricas. La Tabla 1 resume el tipo de minerales y el uso respectivo para cada tipo de tecnología renovable.

MINERALES REQUERIDOS PARA LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA	
Tipo de mineral	Uso en tecnología renovable
Aluminio	Estructuras de instalaciones fotovoltaicas. Instalaciones eléctricas
Bauxita y alumina	Tecnología solar, eólica, almacenamiento de energía y vehículos eléctricos
Cadmio	Tecnologías solares
Cobalto	Rendimiento, longevidad y densidad de energía de baterías, almacenamiento de energía y vehículos eléctricos, eólica,
Cobre	Instalaciones eléctricas, energía eólica y solar, almacenamiento de energía y vehículos eléctricos.

Cromo	Eólica
Estaño	Tecnologías solares
Galio	Tecnologías solares
Germanio	Tecnologías solares
Grafito	Rendimiento, longevidad y densidad de energía de baterías, almacenamiento de energía y vehículos eléctricos
Indio	Tecnologías solares
Litio	Rendimiento, longevidad y densidad de energía de baterías, almacenamiento de energía y vehículos eléctricos
Manganeso	Rendimiento, longevidad y densidad de energía de baterías, eólica, almacenamiento de energía y vehículos eléctricos
Molibdeno	Eólica, almacenamiento de energía.
Níquel	Rendimiento, longevidad y densidad de energía de baterías, almacenamiento de energía y vehículos eléctricos.
Plata	Tecnologías solares
Plomo	Tecnología solar, eólica, almacenamiento de energía y vehículos eléctricos
Selenio	Tecnologías solares
Silicio	Tecnologías solares
Telurio	Tecnologías solares
Tierras raras	Imanes de turbinas eólicas y tecnología solar, almacenamiento de energía y vehículos eléctricos
Titanio	Almacenamiento de energía.
Zinc	Tecnologías solares, eólica.

Tabla 1: Minerales para la transición energética. Fuente: Elaboración propia con base en AIE (2020), World Bank (2020), Church y Crawford (2020)

En el siguiente diagrama se clasifican algunos minerales según a los tipos de tecnología en los que son utilizados.

Mineral	TIPO DE TECNOLOGÍA						
	Eólica	Solar FV	Solar Térmica	Hidro eléctrica	Geotérmica	Almacenamiento de energía	Vehículos eléctricos
Aluminio							
Bauxita y alumina							
Bario							
Boro							
Cadmio							
Carbono							
Cobalto							
Cobre							
Cromo							
Estaño							
Galio							
Germanio							
Grafito							
Indio							
Litio							
Manganeso							
Molibdeno							
Neodimio							
Niquel							
Plata							
Plomo							

Selenio							
Silicio							
Telurio							
Tierras raras							
Titanio							
Vanadio							
Zinc							

Tabla 2: Minerales utilizados por tecnología. Fuente: Buchholz y Brandenburg (2017), Banco Mundial (2020), Church y Crawford (2020).

1.3 Demanda de minerales para la transición energética

Cada mineral tiene una demanda diferente, dependiendo del tipo y número de tecnologías en que será usado. Existen minerales que pueden ocuparse en varias tecnologías, como es el caso del níquel, el manganeso, el cobre y el cromo, que no dependen del despliegue de una tecnología en específico, sino que son claves para la operación del sistema eléctrico que las incorporará, por lo que, incluso si se llevaran a cabo mejoras tecnológicas, reducciones de costos y el despliegue de nuevas tecnologías emergentes, las modificaciones o innovaciones tendrían poco impacto en la demanda general de este tipo de minerales.

Por otro lado, están aquellos minerales que se ocupan exclusivamente para un tipo de tecnología, como el litio, germanio, galio o el estaño, cuya demanda tiene una mayor incertidumbre, ya que la disrupción tecnológica y el desarrollo de un tipo específico de tecnología afectarla significativamente. Aun así, las estimaciones de demanda que están surgiendo para varios de estos minerales son alarmantes simplemente por su magnitud y escala.

Datos del Banco Mundial (2020) estiman incrementos en la demanda de minerales del 488% para el litio, 494% para grafito y 460% para cobalto, debido a la creciente demanda de tecnologías de transición energética, vehículos eléctricos y baterías para almacenamiento de energía.²⁷ También se estima que, para el 2050, los minerales cuya demanda incrementará en mayor medida serán el indio, vanadio, níquel, plata, neodimio, molibdeno, aluminio, cobre y manganeso. Por su parte, Capellán-Pérez et al. (2019) señalan además que la demanda de grafito y litio es tan alta que la producción actual debería au-

²⁷ BM (2020).

mentar en casi 500% para 2050, bajo un escenario de cumplimiento de 2°C, sólo para satisfacer la demanda.²⁸

Algo similar sucede en la predicción de la AIE, que establece el incremento de varios minerales para alcanzar la reducción de emisiones para mantener el incremento de temperatura por debajo de 1.5°C, lo que implicará una acelerada extracción de minerales “críticos”. Tan sólo en las próximas décadas, la extracción de cobre, cobalto, manganeso y varios metales, así como de tierras raras se multiplicará en al menos 7 veces. La demanda de litio –uno de los metales claves para la electromovilidad– tendrá un incremento de hasta 42 veces para el año 2040, alcanzando un total de 1.5 millones de toneladas anuales tan sólo en los próximos 5 años (incremento de hasta 3 veces el actual). Aun cuando estas dimensiones y cantidades ya son difíciles de imaginar, algunos investigadores aseguran que estas estimaciones son conservadoras, pues tienden a dejar fuera a los minerales necesarios para filtrar y extraer otros minerales, la demanda de la infraestructura eléctrica y otros vehículos como bicicletas eléctricas.²⁹

Es importante precisar que, al igual que sucede en materia petrolera, en la industria minera se utilizan los términos recursos y reservas para clasificar la cantidad de minerales en un determinado lugar. El término “recurso” se usa para representar la cantidad de minerales (comprobados o geológicamente posibles) que actualmente no pueden ser explotados por razones técnicas y/o económicas, pero pueden ser explotables en el futuro; es decir, que presentan un interés económico con una perspectiva razonable de una eventual extracción, así como la disponibilidad de tecnología para su exploración. Los recursos minerales se subdividen en orden de confianza geológica ascendente, en categorías de inferidos, indicados y medidos.³⁰

La ubicación, cantidad, ley, características geológicas y continuidad de un recurso mineral son conocidas, estimadas o interpretadas a partir de evidencia y de conocimientos específicos geológicos. Es decir, la extracción de un recurso necesariamente requiere de una serie de procesos que lo hagan legible para su extracción, desde: a) el desarrollo tecnológico, b) la constitución de un marco legal y, c) la regulación que permita articular su explotación y la inversión de recursos económicos y/o financieros para permitir su extracción a costos competitivos en el mercado.³¹ Lo anterior implica comprender la construcción de recursos como una categoría social; es decir, como el resultado de un discurso y su ensamblaje con todas estas (y otras) características socio-técnicas, institucionales, discursivas, materiales y políticas.

28 Capellán-Pérez et al. (2019).

29 Dunlap, A. (2021).

30 Ortiz y Emery (2004)

31 Ver por ejemplo: Li, TM (2014); Franquesa, J (2018) y Thatcher y McCarthy (2019).

Por su parte, el término “reserva” se refiere a la fracción de la base de recursos que se estima es económicamente explotable de un recurso mineral medido o indicado. Incluye la dilución de materiales y tolerancias por pérdidas que se puedan producir cuando se extraiga el material. Las reservas mineras se subdividen, en orden creciente de confianza, en reservas probables y reservas probadas. La definición de reservas posibles ha caído en desuso, debido a que los códigos no autorizan declarar reservas que provienen de recursos geológicos inferidos.³² Las reservas minerales que se clasifican en probadas y probables, son extraíbles de acuerdo con un plan minero sustentable técnica y económicamente, inserto en un escenario productivo.

Autores como Capellán-Pérez, et. al, (2019) han estudiado la relación entre la extracción de minerales para tecnologías de energía renovable y las reservas y recursos actuales de minerales, considerando tres escenarios que suponen un crecimiento de energía renovable del 50%, 75% y 100% de electricidad renovable al año 2060.³³ Las siguientes gráficas muestran la relación entre la extracción acumulada (2015-2060) de minerales para las tecnologías alternativas y las reservas y recursos actuales para los tres escenarios descritos previamente.

32 Op Cit. Ortiz y Emery (2004).

33 Op. Cit. Capellán-Pérez, et. al, (2019).

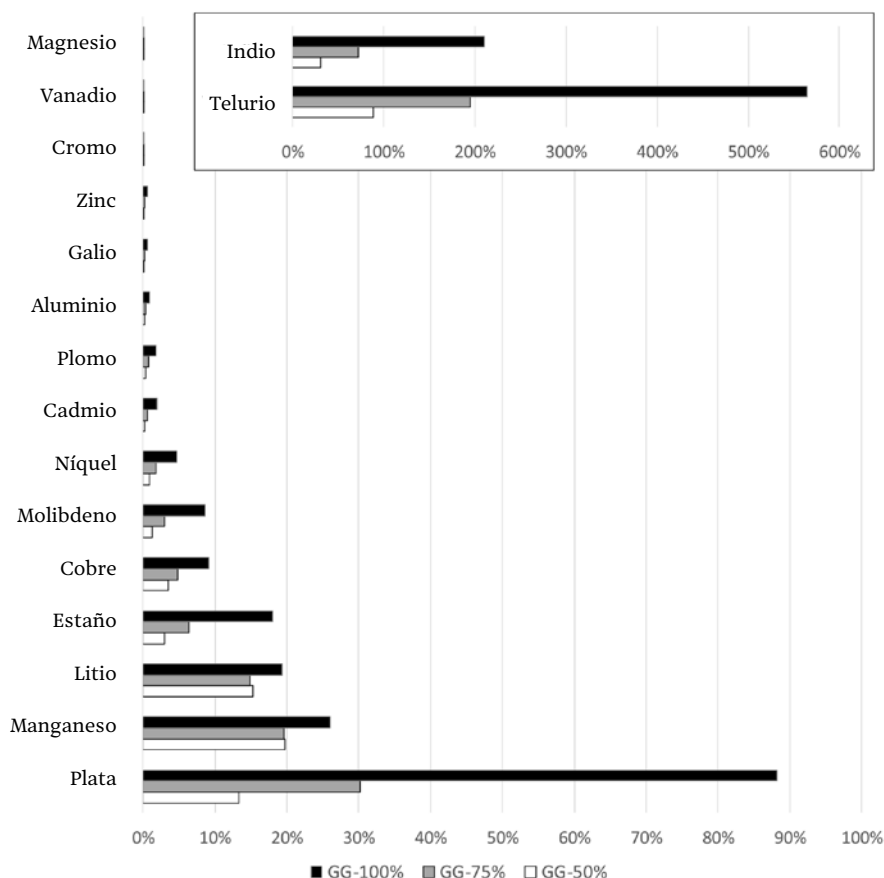


Figura 2. Extracción acumulada de minerales (2015–2060) para tecnologías alternativas vs recursos estimados para tres escenarios de penetración de energía renovable (GG-20%, GG-50% y GG-100%). Fuente: Capellán-Pérez, et. al, 2019.

Los resultados demuestran que la demanda de minerales será mayor que el nivel estimado actual para algunos recursos como el telurio y el indio, en al menos uno de los escenarios considerados. Asimismo, dos minerales más requerirían al menos una cuarta parte de los recursos actuales: plata y manganeso.³⁴

34 Idem.

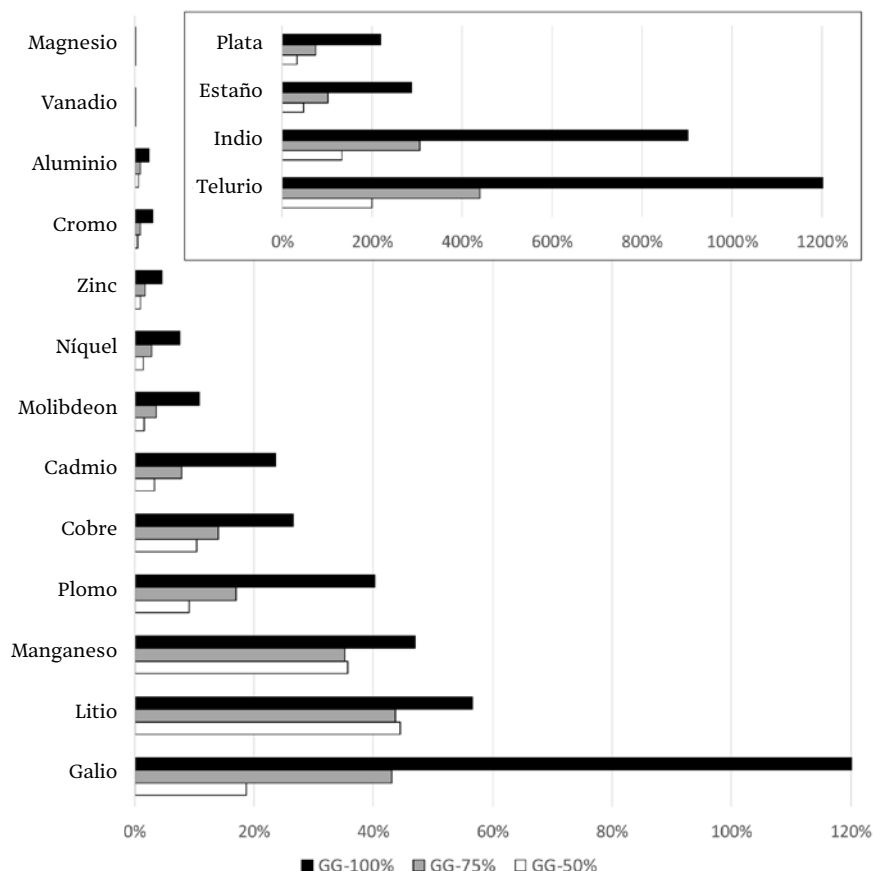


Figura 3. Extracción acumulada de minerales (2015–2060) para tecnologías alternativas vs reservas actuales estimadas para tres diferentes escenarios de penetración de energía renovable (GG-20%, GG-50% y GG-100%). Fuente: Capellán-Pérez, et. al, 2019

Respecto a las reservas, los resultados muestran que la demanda acumulada de minerales será mayor que el nivel actual estimado de reservas para cinco minerales, en al menos uno de los escenarios considerados: telurio, indio, estaño, plata y galio. Asimismo, señalan que cuatro minerales: litio, manganeso, cobre y plomo podrían requerir al menos una cuarta parte de las reservas actuales en el mundo. La demanda de cobre también se intensificará, al requerir del 10 al 25% de las reservas actuales y, del 5 al 10% de los recursos actuales a nivel mundial.

Para un escenario 100% renovables al 2060, la demanda de extracción de minerales superaría el nivel actual de reservas para telurio, indio, estaño, pla-

ta y galio.³⁵ Por su parte, Dominish, Florin y Teske (2019) estiman que en un escenario 100%³⁶ renovable para el año 2050, la demanda de las tecnologías de este tipo de energía y de almacenamiento, podría sobrepasar las reservas de cobalto, litio, níquel, y llegar al 50% de las reservas de indio, plata y telurio.

A la luz de las investigaciones analizadas, puede concluirse que algunos de los minerales cuya demanda podría rebasar las reservas para las próximas décadas son: telurio, indio, estaño, plata, galio, cobalto, litio y níquel, lo cual no garantizará un escenario 100% renovable hacia las décadas 2050-2060. Específicamente, las tecnologías más afectadas por la escasez de minerales serían:

- a) La tecnología solar fotovoltaica, que requiere el uso de telurio, indio, estaño, galio y manganeso;
- b) la tecnología solar de concentración, que requiere el uso de plata, manganeso y litio; y
- c) la tecnología eólica y el almacenamiento de energía se verán afectados parcialmente.

En subsecuentes apartados se describe el tipo de minerales necesarios para cada tecnología de energía renovable, mientras que sus posibles implicaciones se presentan de forma más detallada en los capítulos 2 y 3.

1.3.1 Energía solar fotovoltaica

Los minerales necesarios para la energía solar fotovoltaica varían dependiendo del tipo de tecnología. Algunos materiales clave son: aluminio, cobre, indio, plomo, molibdeno, níquel, plata, galio, germanio, selenio, telurio, estaño y zinc.³⁷ En un escenario de crecimiento de energía renovable que limite la temperatura al menos en 2°C, se prevé que la demanda del aluminio se incremente al 88%, la de cobre alcance al 11.2%, mientras que otros elementos como: el indio, plomo, molibdeno, níquel, plata y zinc representen menos del 1% para este tipo de tecnología.³⁸

Un sistema de energía solar fotovoltaica puede contener aproximadamente 5.5 toneladas por megawatt (MW) de cobre³⁹, mientras que una instalación de almacenamiento de energía oscila entre 0.3 y 4 toneladas por MW.⁴⁰ Existen varios minerales usados en la tecnología solar fotovoltaica, estos depen-

35 Idem.

36 El escenario 100% energía renovable limita el cambio climático a 1.5 grados. No considera otras demandas de estos metales, que podrían aumentar o disminuir con el paso del tiempo. Ver: Dominish, Florin y Teske (2019).

37 Church y Crawford, 2020 y BM (2020).

38 BM (2020).

39 Copper Development Association (2019).

40 Copper Development Association (2012).

den del tipo de subtecnología que se trate. A continuación, se mencionan las principales subtecnologías:

- **Las células de silicio cristalino (cristal Si)** representan aproximadamente el 95% del mercado actual. Pueden fabricarse como silicio monocristalino, policristalino o amorfo.
- **Seleniuro de cobre, indio, galio (CIGS)**, se trata de una tecnología solar de película delgada. Se puede convertir en celdas más delgadas que las células de silicio cristalino, lo que puede reducir los costos de material y fabricación al tiempo que permite celdas flexibles.
- **El telururo de cadmio (CdTe)** es otra tecnología de película delgada. Tiene un costo competitivo con las células de silicio cristalino y tiene una buena eficiencia. Sin embargo, la toxicidad del cadmio y el suministro futuro de telurio hacen que el futuro de esta tecnología sea incierto.
- **Las células solares de silicio amorfo (Si amorfo)** son la última tecnología de película fina. Tienen un rendimiento más bajo que las células de silicio cristalino, pero pueden imprimirse en materiales flexibles.

Otras tecnologías como la película delgada de silicio, la película delgada de arseniuro de galio (GaAs) y el sulfuro de cobre, zinc y estaño (CZTS) ya están disponibles a nivel comercial, pero representan una ínfima parte del mercado.

1.3.2 Energía solar térmica de concentración

La energía solar de concentración (CSP por sus siglas en inglés) produce electricidad al concentrar el calor del sol usando espejos para calentar agua y accionar turbinas de vapor. Existe una gran diversidad de tipos de centrales CSP, su capacidad va de 1 MW a 400 MW. Una de sus principales ventajas en comparación con la solar fotovoltaica es que se puede equipar con sales fundidas para almacenar calor, que después se puede liberar por la noche, lo que la convierte en una fuente de energía renovable ideal para aplicaciones a gran escala.

Este tipo de tecnología requiere: cobre, plata, vidrio, acero y aluminio como materiales elementales para su funcionamiento. Las subtecnologías desarrolladas hasta ahora son:

- **Concentradores cilindro-parabólicos:** Son concentradores de foco lineal con seguimiento en un solo eje, pueden alcanzar potencias por campo unitario de 30 a 80 MW.
- **Sistemas de torre o de receptor central:** Consisten en un campo de helióstatos que siguen la posición del sol (elevación y acimut) y orientan el rayo reflejado hacia el foco colocado en la parte superior de una torre. Las potencias unitarias son de 10 a 200 MW.

- **Discos parabólicos:** Son pequeñas unidades independientes con un reflector parabólico, habitualmente conectado a un motor Stirling situado en el foco. Las potencias unitarias son de 5 a 25 kW.⁴¹

Los principales minerales que incrementarán su demanda por este tipo de tecnología son el cobre (99.8%) y la plata (0.2%).

1.3.3 Energía eólica

Las turbinas eólicas modernas a escala de servicios públicos se pueden dividir en dos categorías: engranajes o transmisión directa.

- **Las turbinas con engranajes** representan aproximadamente el 80% de la capacidad instalada global. La mayoría de estos generadores son de inducción de doble alimentación, que utilizan cantidades significativas de cobre y hierro.
- **Los aerogeneradores de accionamiento directo** cuentan con generadores que se fijan directamente al rotor, por lo tanto, giran a la misma velocidad. Ciertos modelos (por ejemplo, los producidos por *Goldwind*⁴²) emplean un generador con imanes permanentes que consisten en minerales de tierras raras como neodimio y disprosio. Otros modelos (por ejemplo, los producidos por *Enercon*⁴³) utilizan un rotor excitado eléctricamente que requiere cantidades significativas de cobre.

En términos generales, las turbinas con engranajes tienden a dominar las instalaciones en tierra. Las turbinas eólicas terrestres más grandes ahora superan los 6 MW de capacidad máxima de generación, mientras que las turbinas eólicas marinas más grandes tienen el doble de tamaño (12 MW) y tienen palas de hasta 107 metros. (AIP 2019). Dada sus dimensiones, la construcción de aerogeneradores implica un incremento en la demanda de cobre, aluminio, zinc, molibdeno y elementos de tierras raras, así como de acero y concreto. Al menos 3.6 toneladas de cobre son usadas por MW en este tipo de tecnología.⁴⁴

Los principales componentes de las turbinas están fabricados de acero. Las aspas son un compuesto de fibra de vidrio, resinas, madera de balsa y adhesivos (algunas usan fibra de carbono). El acero se fabrica principalmente con una mezcla de mineral de hierro, carbono y otros elementos. También se podrían utilizar otros elementos para la producción de acero, como: níquel, molibdeno, titanio, manganeso, vanadio y/o cobalto, según el tipo y la calidad del acero requerido para las aplicaciones industriales.⁴⁵

⁴¹ Romero, s.f.

⁴² BM (2020).

⁴³ Ibid.

⁴⁴ Smith (2014).

⁴⁵ Op. Cit. BM (2020).

Algunos de los minerales usados en la construcción de aerogeneradores, incrementarán su demanda de forma abrupta, para el año 2050.⁴⁶ Por ejemplo, la demanda del acero será del 84.6%, del cobre 4.4%, y otros minerales como el aluminio, cromo, estaño, molibdeno, manganeso, neodimio y níquel, representan el 10.9% restante.

Otros minerales como el disprosio se utilizan en la fabricación de imanes para turbinas de accionamiento directo. Algunas turbinas además usan una variedad de minerales de tierras raras que requieren disprosio, praseodimio, neodimio y terbio.⁴⁷ Sin embargo, su contenido de materia prima depende de los precios de los elementos de tierras raras, las ganancias de eficiencia y los avances de las nuevas tecnologías. Para neodimio en imanes permanentes, la demanda adicional puede aumentar entre 4 mil y 18 mil toneladas, que hasta la fecha es un tercio de la producción minera mundial. Para disprosio, la cantidad varía entre 200 y 1,200 toneladas que es aproximadamente un cuarto de la producción minera global actual.⁴⁸

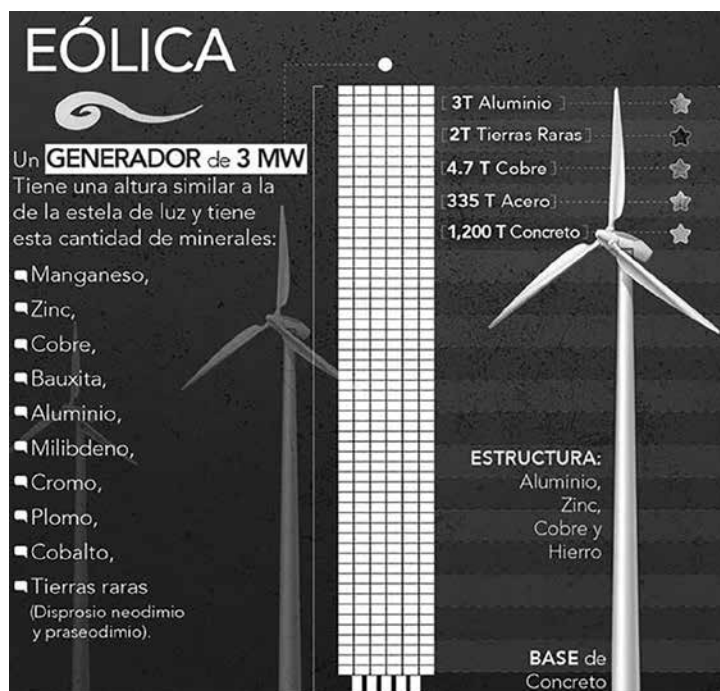


Figura 4. Minerales necesarios para la construcción de un aerogenerador de 3MW. Fuente: Elaboración propia con base en Lebere (2020) y Banco Mundial (2020).

⁴⁶ En un escenario que limite la temperatura a 2°C

⁴⁷ Dunlap, A. (2018).

⁴⁸ Buchholz y Brandenburg (2017).

La figura anterior muestra la cantidad de minerales necesarios para la construcción de un aerogenerador típico de 3 MW que tiene aproximadamente 106 metros de altura (similar a la Estela de Luz en la Ciudad de México⁴⁹). Al menos se requieren 1,200 toneladas de concreto, 335 de acero, 4.7 de cobre y 2 de elementos de tierras raras, cuya composición puede variar en función del tipo de precios de los elementos de tierras raras, las ganancias de eficiencia y los avances de las nuevas tecnologías. La siguiente figura muestra las cantidades de minerales necesarias si la escala se incrementa a 50 MW y 500 MW, respectivamente.

Materials required for a 50 MW onshore wind plant and a 500 MW offshore wind plant.

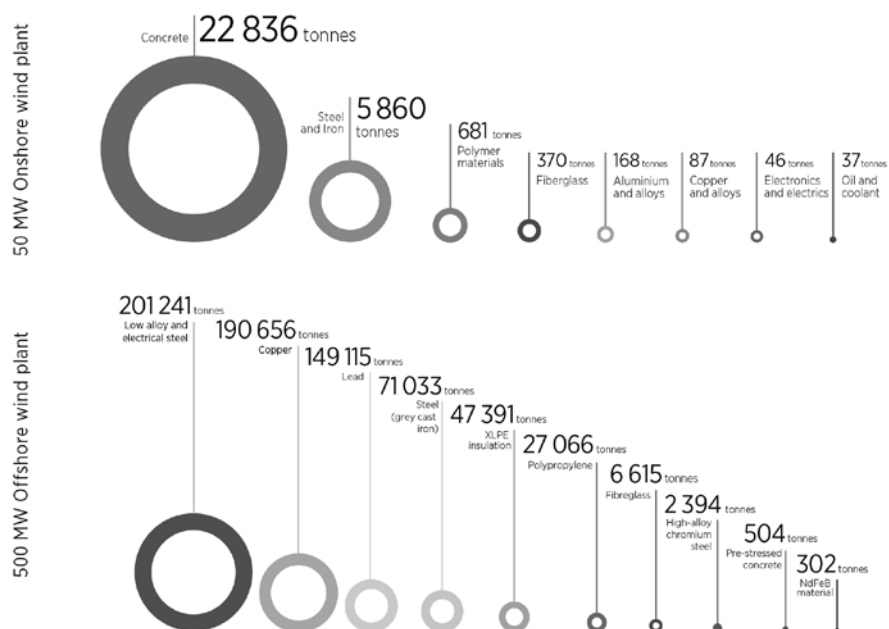


Figura 5. Minerales necesarios para la construcción de distintos tipos de generadores eólicos. Fuente: IRENA (2019).

1.3.4 Energía geotérmica

La geotermia genera electricidad a partir de energía térmica ubicada debajo de la superficie de la tierra, ya sea en líquido, vapor atrapado o roca. Por lo tanto, la geotermia requiere un nivel muy alto de acero de calidad para poder transpor-

⁴⁹ La estela de luz mide 104 m.

tar depósitos de vapor y agua caliente necesaria para generar electricidad. Las aleaciones resistentes a la corrosión; por ejemplo, son necesarias en las plantas geotérmicas, que utilizan minerales como el titanio y el molibdeno.

El acero utilizado en la geotermia es fabricado principalmente a partir de una mezcla de níquel y mineral de hierro, además requiere una gran cantidad de titanio para soportar el alto calor y la presión en la generación de energía geotérmica. La demanda de los principales minerales usados para este tipo de tecnología hacia el año 2050 será de un 58.4% de níquel, 31.3% de cromo y de 2.9% para manganeso y titanio, además de usar cobre y molibdeno.

1.3.5 Almacenamiento de energía

A la par que se muestra un incremento de la energía renovable en la producción de electricidad, también existe un incremento en las tecnologías y en los minerales necesarios para el almacenamiento de la energía. La AIE estima que el almacenamiento de energía para el transporte aumentará dramáticamente, de 4,108 gigavatios-hora (GWh) en 2025 pasará a 22,270 GWh en 2050.⁵⁰ Un hecho es que la demanda de tecnología de almacenamiento de energía aumenta exponencialmente a medida que incrementa la participación de energía renovable en el mundo, especialmente la energía solar fotovoltaica y la eólica, que por su naturaleza dispersa son intermitentes y requieren de servicios que permitan utilizarlas durante horarios en donde no haya sol o sople el viento.⁵¹ Las baterías para almacenamiento de energía tienen principalmente dos aplicaciones: i) para autos eléctricos, y ii) para almacenamiento de energía de centrales de generación.

La tecnología de almacenamiento de energía satisface la necesidad de almacenar electricidad cuando se genera, para distribuida según sea necesario. Es una tecnología importante para las energías renovables, que se generan en el mismo momento de acuerdo con la demanda. El almacenamiento de energía puede actuar como un servicio auxiliar para estas tecnologías específicas, almacenando electricidad en una batería y después liberándola durante las horas pico, generalmente por la noche.

Los sistemas de almacenamiento pueden aportar valor en todos y cada uno de los eslabones de la cadena de suministro. Dependiendo de su capacidad, los sistemas de almacenamiento de energía se dividen en: almacenamiento a gran escala, que se emplea en lugares en los que se trabaja con escalas de GW; almacenamiento en redes y en activos de generación, donde se trabaja con escalas de MW; y, finalmente, almacenamiento a nivel de usuario final, que se emplea a nivel residencial y se trabaja con kW.⁵²

⁵⁰ BM (2020).

⁵¹ Smil (2019).

⁵² Iberdrola (2021).

Existen diferentes formas de almacenar energía: bombeo hidroeléctrico, aire comprimido, almacenamiento térmico, supercondensador, volantes de inercia, pilas de combustible de hidrógeno y baterías. Por razones de espacio, solamente se aborda esta última tecnología.⁵³ Las baterías almacenan energía en compuestos químicos capaces de generar carga eléctrica. Existen varios tipos, como las pilas de plomo-ácido, las de ion de litio o las de níquel-cadmio.

Bloomberg New Energy Finance (BNEF) pronostica que habrá una reducción a la mitad de los costos de las baterías de ion de litio por kW/h para el año 2030⁵⁴. Asimismo, estima que el 57% de todas las ventas de vehículos de pasajeros serán de autos eléctricos para el 2040. Debido a la tendencia creciente, también se prevé un incremento de la demanda y de los precios de minerales como: el litio, el cobalto y el manganeso, todos utilizados en baterías de iones de litio.

Las baterías de plomo-ácido han dominado las primeras etapas de la operación de los vehículos eléctricos porque son una tecnología madura y son económicas, pero están siendo reemplazadas gradualmente por baterías de iones de litio que pueden almacenar más energía y son más ligeras. Las baterías de iones de litio son la tecnología dominante en este momento en el almacenamiento de energía estacionaria, mientras que las baterías de flujo redox son una tecnología emergente.⁵⁵

El plomo, el vanadio y el hierro tendrán incrementos de demanda dado su uso en baterías de plomo ácido. Para el 2050, la demanda de minerales para tecnologías de almacenamiento de energía será la siguiente: 53.8% de grafito, 18.6% de níquel, 6.2% de cobalto, 4% de litio y 6% de manganeso. Se espera que el aluminio, cromo, cobre, acero, vanadio y zinc también incrementen su demanda de forma sustantiva.⁵⁶

En cuanto a autos eléctricos, actualmente existen dos tipos de motores: de bobinas (con hilo de cobre) y de imanes permanentes, los cuales usan minerales de tierras raras como el neodimio, un mineral perteneciente a la familia de tierras raras. El auto Toyota Prius, contiene un kilogramo de neodimio en su motor, y al menos, otros 10 kilos de lantano en sus baterías recargables. En 2018, la empresa Toyota desarrolló un nuevo imán para reducir el 50% de neodimio.⁵⁷

53 Para un análisis detallado de otras tecnologías y sus posibles impactos socioecológicos ver: Iberdrola (2021). Almacenamiento de energía eficiente.

54 Bloomberg (2018).

55Idem.

56 Op. Cit, BM (2020).

57 Toyota, 2018.



Figura 6. Minerales en un auto eléctrico. Fuente: Elaboración propia con base en: Exter, P. et. al. (2018).⁵⁸

1.4 Pico de Hubbert para los minerales

Además de ser ampliamente usado en la industria petrolera, el modelo de Hubbert también se ha replicado para modelar el comportamiento de algunos minerales. Se trata de una curva que modela la vida útil de determinado mineral, prediciendo su pico máximo o cénit para comenzar a partir de allí su decrecimiento. La teoría del pico de Hubbert toma en cuenta la demanda y la escasez relativa del producto a estudiar, entre otros factores. Asimismo, aporta una fecha en la cual cada mineral podrá llegar a su momento máximo de producción para comenzar entonces a declinar.⁵⁹

⁵⁸ Ver: Metal demand for renewable electricity generation in the Netherlands.

⁵⁹ Haque, et.al, (2014).

La siguiente tabla muestra las estimaciones del pico de Hubbert para varios minerales usados en las tecnologías de transición energética.

Commodity	Peak	Commodity	Peak	Commodity	Peak	Commodity*	Peak
Aluminium	2084	Germanium	2236	Palladium	2091	Cerium	2092
Antimony	2012	Gold	2014	Phosphate rock	2187	Dysprosium	2219
Arsenic	2059	Graphite	2148	Platinum	2112	Erbium	2279
Barite	2080	Indium	2032	Silver	2022	Europium	2121
Beryllium	2247	Iron ore	2091	Tantalum	2039	Gadolinium	2162
Bismuth	2040	Lead	2128	Tellurium	2062	Lanthanum	2110
Cadmium	2082	Lithium	2037	Tin	2086	Neodymium	2105
Chromium	2107	Magnesium	2192	Titanium (ilmenite)	2084	Praseodymium	2101
Cobalt	2142	Manganese	2030	Titanium (rutile)	2082	Samarium	2139
Copper	2072	Molybdenum	2030	Vanadium	2124	Scandium	2126
Fluorspar	2153	Nickel (sulphides)	2084	Zinc	2061	Terbium	2171
Gallium	2068	Nickel (laterites)	2032			Ytterbium	2297

Tabla 3. Los picos de Hubbert para algunos minerales. Fuente: Haque, et al. 2014.

Como puede observarse, algunos minerales ya llegaron a su pico máximo de producción y han comenzado su etapa de declive; entre estos se encuentran el antimonio y el oro. Otros como el litio, indio, manganeso, molibdeno, arsénico, cobre, bismuto, galio y cadmio comenzarán a declinar en el transcurso de este siglo. Mientras, habrá otros que comenzarán su proceso de declinación entre los siglos XXII y XXIII. En este último caso, las simulaciones del pico de Hubbert muestran que en realidad son pocos los minerales que tendrán recursos para los próximos 100 años, se trata del berilio, cobalto, fluorita, germanio, grafito, estaño, magnesio, fósforo y vanadio.

Si bien el pico de Hubbert es una modelación -generalmente acertada- que sirve para estimar el comportamiento del ciclo de vida de un mineral, la realidad es que en el futuro la extracción de minerales se vislumbra con distintos grados de escasez en el mercado, lo que a su vez representa conflictos socioecológicos por su acceso y uso. En este sentido, es importante recalcar que estas estimaciones se pueden utilizar de dos formas. La primera, que normalmente se asume, es la postura económica neoclásica en donde el mercado incrementa el valor con base en las estimaciones de la disponibilidad del mineral frente a la demanda que este representa. En este escenario, la plusvalía implica un mayor incentivo para la extracción del mineral, lo que lleva a una mayor demanda. Cuando existen innovaciones tecnológicas que permiten aprovechar el mineral de forma más eficiente, la demanda tiende a aumentar aún más, ya que el precio se mantiene bajo gracias a la innovación, pero el consumo aumenta.⁶⁰

60 Para un análisis más detallado de este argumento ver: Kallis et al. 2018. La paradoja de Jevons consiste en la forma en la que el incremento de la eficiencia reduce el costo, incentivando la producción y por tanto incrementando la producción y demanda. El fenómeno, que también

Mientras que la otra supone una reconstrucción del modelo de generación de energía con el fin no de explotar el mineral para obtener un beneficio y maximizarlo, sino para identificar cuál sería el límite de uso necesario para satisfacer una demanda mínima equitativa de la población en general.⁶¹ Este escenario, a diferencia del anterior, vislumbra los límites como una cuestión de discusión democrática y socioecológica, pues necesariamente invita a identificar cuáles serían las estructuras básicas de estas sociedades en donde la suficiencia, la abundancia frugal y la solidaridad sustituyen valores y principios como la escasez, el consumismo y la competitividad.⁶²

1.5. Reciclaje de minerales

Ante el declive de los minerales, ha surgido recientemente la propuesta del reciclaje, que parece ser una de las estrategias para ayudar a aligerar la extracción de minerales; sin embargo, hasta la fecha la mayoría de estos recursos tienen bajas tasas de recolección y reciclaje al final de su vida útil. Por ejemplo, en el caso de las baterías, algunos autores⁶³ señalan que su reciclaje tiene la mayor oportunidad para reducir la demanda primaria de metales como el cobalto, litio, níquel y manganeso. De hecho, algunos fabricantes de vehículos eléctricos y baterías han tomado la iniciativa de crear programas de reciclaje. Entre las empresas que han iniciado estos procesos de reciclado, destaca Honda, quien decidió iniciar un proceso de minerales de tierras raras a gran escala.

La figura en la página siguiente muestra el nivel de reciclado potencial de cobalto, litio y níquel, que podría ayudar a disminuir la demanda de estos minerales.

se conoce como el “efecto rebote” es una pieza clave para comprender por qué hacer las cosas o economías más eficientes en términos energéticos no es una solución sostenible en el largo o mediano plazo. Para más información al respecto ver: <https://solucionesfalsas.org/capitulo-2-1-la-falacia-del-crecimiento-verde/>

61 Ver, para estimaciones de este tipo Millward-Hopkins, et al. (2021) Providing decent living with minimum energy: A global scenario. *Global Environmental Change* 65: 102168.

62 Para un análisis de estas características cualitativas de una sociedad en decrecimiento ver: <https://radicalecologicaldemocracy.org/the-many-misunderstandings-of-degrowth-a-response-to-kelsey-pipers-can-we-save-the-planet-by-shrinking-the-economy/>

63 Ver Dominish, Florin y Teske (2019).

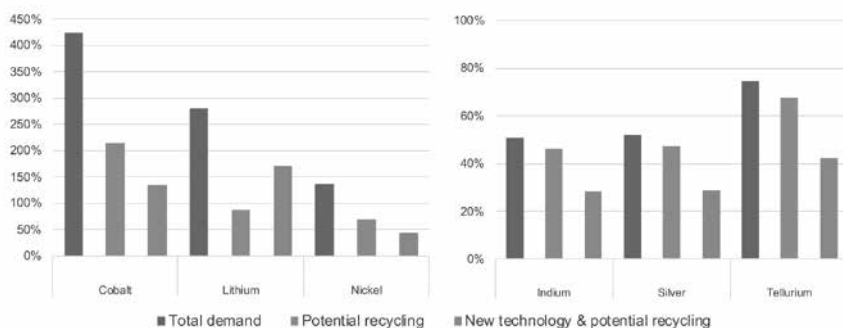


Figura 7. Demanda y potencial reciclaje de cobalto, litio y níquel. Fuente: Dominish, Florin y Teske (2019).

Si bien el reciclaje es una opción para aliviar la demanda de minerales, la realidad es que por sí sola, esta no puede considerarse como una opción suficiente, sino apenas un paliativo para atender la enorme demanda de estos minerales en escenarios en los cuales se planea introducir altos porcentajes de renovables. Algunos autores refieren además que sólo se puede establecer una economía circular una vez que los volúmenes de material más altos regresan al flujo de suministro después de su uso, lo que probablemente para la mayoría de los minerales no sucederá.⁶⁴

En el caso del litio, por ejemplo, algunos analistas del mercado prevén que el valor de la industria mundial del reciclaje del mineral se multiplicará 12 veces, solamente durante la próxima década. Esto es equivalente a superar un valor de 18 mil millones de dólares en 2030.⁶⁵ En equivalencia al costo total de las baterías, el litio representa una pequeña parte del costo final, por lo que existen muy pocos incentivos para los fabricantes de buscar una alternativa o reciclarlo. De hecho, reciclar el litio cuesta más de lo que cuesta explotarlo directamente de la minería, mientras que el reciclaje que ya existe suele suceder de forma secundaria (debido a un enfoque para recuperar cobalto o níquel).⁶⁶

⁶⁴ Buchholz y Brandenburg (2017).

⁶⁵ Disponible en: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/lithium-ion-battery-recycling-market-153488928.html#:~:text=%5B146%20Pages%20Report%5D%20The%20lithium,8.2%25%20from%202025%20to%202030>

⁶⁶ Balch, Oliver (2020).

Al igual que ocurre con las turbinas eólicas y los paneles solares, es muy probable que el precio del litio reciclado baje a medida que los fabricantes de baterías aumenten su producción. Suponiendo que esto sea cierto, podemos esperar un enorme desequilibrio entre la oferta y la demanda:

Antes de la pandemia, se preveía que las ventas totales de vehículos eléctricos se multiplicarían por más de cuatro en los próximos cinco años, hasta superar los 11 millones de unidades. La demanda de litio aumentará en consecuencia, y una estimación de la industria sugiere que el consumo anual podría alcanzar fácilmente las 700.000 toneladas a mediados de esta década. [...] Lo anterior significa que, si existieran las capacidades de reciclar hasta la última onza de litio producida en la última década, esto sería equivalente para satisfacer la demanda de baterías de los nuevos vehículos eléctricos por tan sólo 9 meses en 2025.⁶⁷

Además de que estas estimaciones no reconocen que el producir un automóvil eléctrico implica la generación de hasta 38% más emisiones que uno convencional, sin mencionar que las redes eléctricas que tendrán que lidiar con el aumento en la demanda de electricidad aún dependen de forma importante del uso de combustibles fósiles – a nivel global los combustibles fósiles aún contribuyen a generar el 61% de la energía eléctrica, y representan más del 80% del consumo final de energía.⁶⁸

Lo anterior responde a una tendencia global que demuestra la linealidad de la economía y su imposibilidad de hacerla circular, o de reciclar a la escala y dimensiones necesarias para hacer de este un modelo circular. De acuerdo con economistas ecológicos como Joan Martínez-Alier no existe la economía circular, sino que es “entrópica”, ya que cualquier proceso de producción no puede reciclar todo lo que utiliza, por lo que siempre existirán desechos (desperdicios) que se dejarán en los territorios o que irán a parar a otras partes del mundo, generalmente a las zonas periféricas o menos desarrolladas.

El mismo autor menciona que sólo el 6% de los materiales que se insertan en la economía se reciclan; el 44% son materiales procesados que se utilizaron para proporcionar energía, por lo tanto, no están disponibles para el reciclaje, mientras que el resto suelen ser materiales de construcción de larga duración.⁶⁹ En este sentido, la economía no puede ser circular, por lo que la demanda de más materiales y energía –asociada con el crecimiento económico–, necesariamente requiere de expandir fronteras extractivas que suelen incurrir en impactos socioecológicos mal distribuidos para grupos y comunidades humanas y no humanas, en lo que se conoce como zonas de sacrificio (concepto que desarrollaremos con más detalle en los siguientes capítulos).

⁶⁷ Idem.

⁶⁸ Our World in Data (2020).

⁶⁹ Martínez-Alier, J. (2021).

CAPÍTULO 2

GEOPOLÍTICA DE LOS MINERALES
PARA LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

RETOMANDO LAS BASES SENTADAS POR EL CAPÍTULO ANTERIOR, AQUÍ NOS INTERESA identificar los principales conflictos socioecológicos que surgen de la extracción de estos minerales. Por ello, en este apartado retomamos algunos casos de estudio sobre impactos documentados. Nuestra intención es mostrar las principales implicaciones socioecológicas de continuar con un modelo como el que promueven el capitalismo verde o el desarrollo sustentable.

Lo anterior es particularmente relevante si consideramos que estos impactos se distribuirán de forma inequitativa, al grado que algunas y algunos investigadores han comenzado a referirse al proceso de descarbonización como una nueva forma de colonialismo climático: un proceso que también reafirma la lógica extractivista que domina las estructuras capitalistas contemporáneas, la cual suele verse rebasada por la captura del Estado de gobiernos con tendencias de izquierda.⁷⁰ Así pues, exploramos aquí algunas de estas cuestiones antes de pasar específicamente al estudio de caso para México.

2.1 Países proveedores de minerales

Gran parte de los minerales relevantes para las tecnologías de energía renovable se obtienen actualmente de países que tienen inestabilidad política, regulaciones socioambientales laxas, altos niveles de violencia, conflictos y abusos contra derechos humanos, etcétera. En estas circunstancias, un crecimiento en la demanda de estos minerales también puede dar lugar a nuevos conflictos comerciales internacionales y aumentar los precios de los minerales.⁷¹

Es un hecho que buena parte de los minerales usados para la transición energética provendrá de países del sur global, como puede apreciarse en el siguiente mapa, por lo que serán países de América Latina, África y Asia los que suministren los minerales necesarios para materializar la transición energé-

⁷⁰ Riofrancos, T. (2020).

⁷¹ Buchholz y Brandenburg (2017).

tica en el mundo. La discusión central estriba en que estos minerales se extraen a costa de altos impactos sociales y ambientales, creando incluso zonas de sacrificio en algunos casos, la cuales servirán para satisfacer la demanda de usuarios, generalmente ubicados en el norte global.



Figura 8. Países de extracción de minerales para la transición energética. Fuente: Banco Mundial, 2020.

En la siguiente tabla se muestran los principales productores por tipo de mineral, en ella destaca el papel de China en la geopolítica de los minerales para la transición energética. El país asiático pasó de ser exportador de materias primas a ser el principal consumidor y sitio de producción a nivel mundial⁷² en las últimas décadas. En China se producen varios minerales para la energía solar fotovoltaica y es el principal sitio de procesamiento de cobalto y litio, aunque estos minerales se extraen principalmente de República Democrática del Congo y de Australia. Sin embargo, no deben dejar de verse las cadenas de suministro de manera integral para las tecnologías de energía renovable, las cuales tienden a ser opacas y a involucrar una gran cantidad de países y empresas.⁷³

72 Bucholz y Brandenburg (2017).

73 Dominish, Florin y Teske (2019).

MINERAL	PRINCIPALES PAÍSES PRODUCTORES Y QUE CUENTAN CON DEPÓSITOS DE MINERAL
Aluminio	Australia, China Brasil
Bauxita	Guinea, India, Malasia, China, Australia, Brasil, Indonesia
Cadmio	China, Corea y Japón
Cobalto	República Democrática del Congo, Australia, China, Canadá, Cuba, Zambia, Filipinas, Rusia, Nueva Caledonia, Papúa Nueva Guinea, Madagascar, Australia.
Cobre	Chile, Australia, Perú, México, Rusia, Estados Unidos, República Democrática del Congo, China, Zambia
Cromo	Kazajistán, Sudáfrica, India
Disproso	Myanmar, China, Australia, Groenlandia, Rusia
Estaño	Australia, China, Rusia, Perú, México, Estados Unidos
Galio	China, Alemania, Kazajistán
Indio	China, Corea, Estados Unidos, Japón, Canadá, Francia, Bélgica, Groenlandia
Litio	Australia, Chile, Argentina, Portugal, Zimbabwe, Brasil, Bolivia, Canadá
Manganeso	Sudáfrica, Ucrania, Australia, Ghana, India, Brasil, China
Molibdeno	China, Estados Unidos, Chile, Perú, México, Canadá.
Neodimio	China, Estados Unidos, Rusia, Australia, India, Groenlandia
Níquel	Australia, Nueva Caledonia, Cuba, Indonesia, Sudáfrica, China, Filipinas, Canadá, Guatemala, Madagascar, Colombia, Estados Unidos
Selenio	China, Japón, Estados Unidos
Tierras raras	China, Brasil, Estados Unidos, Myanmar
Telurio	Japón, Suecia, Canadá, Rusia, Estados Unidos
Titanio	China, Australia, India, Sudáfrica, Kenia, Brasil, Madagascar, Noruega
Vanadio	China, Sudáfrica, Rusia
Zinc	Australia, China, Perú, México, India

Tabla 4. Principales países productores de minerales para la transición energética Fuente: Elaboración propia con base en Bucholz y Brandenburg, 2017 y Critical Minerals Workbook, 2021 Base de datos NRGi

2.2 La carrera tecnológica y comercial de la transición energética: auge de un conflicto por el control de tierras raras

Es evidente que los minerales son un activo estratégico que va más allá de su valor económico en el mercado, pues estos bienes son básicos para la producción de tecnología, armamento, medicamentos y químicos diversos, algunos de los cuales también son fundamentales para la industria alimentaria y los cultivos. No es exageración considerar que la mayoría de los conflictos mencionados antes van a incrementar a futuro, pues la demanda de estos bienes está creciendo a una velocidad que supera por mucho la cantidad disponible de recursos que el planeta puede proveer, especialmente en el proceso de transición energética que actualmente se está configurando para intentar abandonar la dependencia de los combustibles fósiles.⁷⁴

Debido a lo anterior es que los países con mayor impacto tecnológico y comercial en el mundo son los principales interesados en fortalecer su control sobre los minerales que tienen mayor impacto en sus actividades productivas, que en este caso particular son los de tierras raras, las cuales resultan fundamentales para el desarrollo de soluciones energéticas alternativas a las basadas en hidrocarburos. En este apartado se desarrolla el escenario internacional del conflicto comercial entre China y Estados Unidos, respecto a la extracción y uso de estos recursos en sus respectivas cadenas productivas.

SOBRE EL COMERCIO

El comercio internacional no siempre se lleva a cabo como una forma de crecimiento o desarrollo económico,⁷⁵ dentro de los aspectos negativos que se pueden encontrar en su operación es que se usa como una herramienta de manipulación económica y/o un mecanismo de presión política.⁷⁶ Dichos mecanismos son determinados por el país que ve afectados sus intereses y que tiene la capacidad política, económica y militar, aunque en los últimos años también se suman la posesión de recursos naturales y/o tecnológicos estratégicos para imponerse sobre otras naciones. Así, estos mecanismos pueden presentarse como restricciones al comercio de manera parcial o total, afectando economías nacionales completas o los productos que presuntamente ponen en riesgo la seguridad nacional de un país.

Con base en lo anterior, China y Estados Unidos se involucraron en una dinámica de competencia, en la que las restricciones de importación o exportación de productos se relacionan más a cuestiones de geopolítica que a simples aranceles; los motivos han sido los siguientes: 1) mantener su puesto hegemónico actual y, 2) superarlo, de tal manera que ambas potencias han realizado movimientos proteccionistas de forma recíproca para tratar de aminorar

⁷⁴ Azamar (2022); Almazán (2021).

⁷⁵ Desde el punto de vista de la economía neoclásica.

⁷⁶ López y Mora (2019).

el poder de la otra, provocando tensiones y marcando las relaciones económicas y las políticas internacionales, pues los efectos que tienen estas restricciones afectan a otros países que concurren alrededor de estas dos naciones.

En este apartado se analiza la propiedad de los minerales denominados “tierras raras” como un instrumento de posicionamiento político-económico por parte de China frente a Estados Unidos que contribuye a la guerra comercial que sostienen estas dos naciones, dado su uso como recurso estratégico para responder a las necesidades mundiales de producción de bienes de alta tecnología y al limitado acceso a ellos.

En el primer subapartado se menciona el contexto y las circunstancias que contribuyeron al desarrollo económico de por lo menos los últimos 40 años, tanto de China como de Estados Unidos. En la segunda sección se estudian las condiciones y los elementos que originaron la Guerra comercial de 2018. En la tercera se analiza el factor tierras raras y su contribución a la continuidad de la guerra comercial debido a su importancia para la producción de tecnología y a la propiedad y obtención de estos minerales. En el cuarto se revisan los elementos que han ocasionado que China sea la nación que cuenta con varios minerales, entre ellos las tierras raras; además, se revisa el impacto al ambiente por este tipo de extracción. Finalmente, se presentan conclusiones de estos temas.

La actual disputa por el liderazgo político, tecnológico, económico e incluso militar entre China y Estados Unidos está caracterizada por la expansión productiva y comercial, así como por la suma de una diversidad de modificaciones en los patrones de consumo, inversión e innovación tecnológica que se han realizado tanto de forma interna como externa en estos países durante por lo menos las últimas cuatro décadas. Tales cambios posibilitaron la convergencia de acciones, objetivos y fines de posicionamiento político-económico del gobierno chino, escenario que puso en riesgo la hegemonía estadounidense de más de un siglo. En este sentido, se explica la construcción de los puntos que enlazan la actual disputa por el poder y la manipulación político-económica mundial.

CHINA

El auge de la fortaleza económica y la estrategia política que convirtieron a China en un férreo contrincante de Estados Unidos en cuestiones comerciales y económicas es explicada por Claudio⁷⁷ como asombrosa y admirable, pues a partir de 1978 esta nación logró desarrollar la estructura suficiente para que actualmente se presente como un gigante económico mundial, esto después de dejar atrás el sistema centralista, cerrado y autárquico de los años previos a la gestión de Deng Xiaoping, cuyas reformas de apertura económica, cultu-

77 Claudio, C. (2009).

ral y política desarrollarían las fuerzas productivas y la diversificación de productos que impulsaron la agricultura, la industria, la tecnología y la defensa.

De acuerdo con Treacy⁷⁸, a los cambios realizados se les denominó “socialismo de mercado”, pues China mantenía centrado el poder en manos del Partido Comunista, pero permitió que la iniciativa privada compitiera con las empresas públicas por medio de las siguientes reformas:

- Apertura económica (1978)
- Reforma rural con la disolución de las granjas colectivas y la expropiación de las tierras de los campesinos (1979)
- Creación de Zonas Económicas Especiales (1980)
- Reforma urbana (1984)
- Descentralización del poder y de los recursos y el desarrollo paulatino de una economía de mercado con un sostenido proceso de urbanización y el fin del doble sistema de precios (1988)⁷⁹

De esta manera, las reformas implementadas derivaron en el incremento de la productividad de la tierra, pues se permitió la renta de las mismas; propiciaron la venta de productos al mercado incrementando los precios agrícolas; aumentaron el capital fijo y la transferencia de tecnología; incentivaron la apertura del comercio e inversión extranjera dando origen a empresas privadas y mixtas que crearon empleos con bajos salarios, pero que aumentaron la migración de la población del campo a las zonas urbanas; y durante la década de 1980, también se propició el desarrollo de infraestructura bancaria, de comunicación y vivienda necesaria para que las empresas transnacionales pudieran funcionar dentro del país.⁸⁰

Entre tanto, durante las décadas de 1990 y 2000, las reformas económicas y financieras ocasionaron que se incrementara la entrada de capitales japoneses, europeos y estadounidenses, por lo que cerraron la mayoría de las empresas estatales y aumentó la población empleada por empresas extranjeras. Estas requerían mano de obra especializada, por lo que también se ofrecieron mejoras salariales e incrementó el poder adquisitivo derivando en un mercado interno estable y con grandes posibilidades de fortalecerse (Treacy, 2020). Además, continuaron aumentando las exportaciones mediante incentivos especiales, la inversión directa hacia países de América y la conquista de nuevos mercados para sus mercancías. Finalmente, China fue incluida en la Organización Mundial de Comercio (OMC) después de que desde 1986 quiso ser parte del entramado comercial mundial.⁸¹

⁷⁸ Treacy (2020)

⁷⁹ Ibid, p. 167.

⁸⁰ Claro, C. (2003); Treacy (2020)

⁸¹ Claro (2003).

Todas las reformas llevaron a que en la actualidad China esté presente en el desarrollo, producción y comercialización de automóviles, semiconductores, teléfonos móviles, ordenadores y casi todo tipo de tecnologías de alta calidad que son bienes intensivos en capital y en mano de obra especializada. El país ha dejado atrás los productos intensivos en mano de obra y los salarios ínfimos, además de consolidarse como el principal actor del comercio mundial.⁸²

Todo el proceso operativo en conjunto con las reformas impuestas por Deng Xiaoping, aportaron factores decisivos que permitieron a China acumular capital, planificar y crecer continuamente a través de los años. Claudio⁸³ los segmenta de la siguiente manera:

- a. La enorme cantidad de mano de obra disponible y los bajos salarios (incrementaron con el paso de los años) que aceptaron los pobladores rurales con tal de ser incorporados al mercado laboral de las ciudades; asimismo, el continuo aumento de la productividad de este factor.
- b. El crecimiento del consumo interno, al pasar de ser un país “fábrica” a un país consumidor debido a que la población contó con la capacidad adquisitiva y el gobierno chino incentivó el consumo, lo que permitió modificar el modelo económico al grado de consumir a ritmos frenéticos todo tipo de mercancías.
- c. La expansión de la tasa de inversión en activos fijos, inmobiliarios, construcción, etcétera, que continúa incrementando año con año, nutrida por el exceso de liquidez, los superávits comerciales, el capital extranjero y el crédito bancario.
- d. El superávit de la balanza comercial, pues aun cuando China importa cantidades sobresalientes de insumos, son significativamente mayores las exportaciones que realiza, contexto que sostiene a las empresas nacionales y extranjeras, pero sobre todo los empleos chinos.

Esta transformación mantuvo los últimos 40 años incrementos anuales promedio del Producto Interno Bruto (PIB) alrededor del 11% anual, que si bien contribuyó con grandes inversiones que expandieron y modernizaron la educación y la infraestructura, también consiguió que salieran 500 millones de personas de la pobreza, pero, por otro lado, generó degradación ambiental, desigualdad social y flexibilización de empleos que imposibilitaron la seguridad de prestaciones laborales.⁸⁴

A pesar de lo anterior, por ahora el desafío con Estados Unidos es evidente, puesto que China sigue fortaleciendo relaciones comerciales con diferentes regiones en el mundo ya sea como proveedor o comprador ampliando su área

⁸² Perroti (2015), Treacy (2020).

⁸³ Claudio (2009).

⁸⁴ Perroti (2015), Treacy (2020).

de influencia, además de que esta nación consolidó su mercado interno e incentivó mayores inversiones extranjeras.⁸⁵ Por último, las razones por las que en la actualidad China le disputa la hegemonía global a Estados Unidos son principalmente en materia de comercio, estrategia política, crecimiento económico y, aunque todavía no es contrincante, si continúa creciendo también será en lo militar.

ESTADOS UNIDOS

El poderío estadounidense se construye en la segunda mitad del siglo XIX mediante la expansión territorial que le dio ventaja a la postre, esto por la apropiación y acumulación de recursos frente a otros países; además de posicionarse como la economía hegemónica mundial como resultado de las dos Guerras Mundiales de la primera mitad del siglo XX. Pese a sobresaltos y presiones como la crisis de 1929, la caída del patrón oro en 1971 y, las crisis de 2001 y 2008, continuó presentándose como la economía más grande del mundo. Sin embargo, la consolidación se desarrolló durante la construcción del sistema global neoliberal, que flexibilizó la mano de obra, dio apertura y desregularizó los movimientos de capital, además de privatizar empresas públicas en todo el mundo entre las décadas de 1970 y 1990, por lo que sus compañías transitaban de lo nacional a un contexto transnacional, diseminando su poder económico a otras regiones que podrían controlar.⁸⁶

Sin embargo, la transición y preservación de la hegemonía no ha representado un camino fácil, pues ha estado lleno de baches y continuos enfrentamientos. La batalla más larga que ha enfrentado Estados Unidos para posicionarse como líder político, militar y económico, fue el enfrentamiento con la Unión Soviética, pese a que se dijo ganador y eso se escribió en el mundo occidental. Tuvo que enfrentarse al bloque socialista por la hegemonía mundial durante más de 40 años, hasta la caída del muro de Berlín en 1989 y el desmoronamiento de la Unión Soviética en 1991.⁸⁷

Para la última década del siglo XX, el contexto mundial fue cambiante, pero la tensión no dejaba de existir. En 1990, la nación norteamericana estaba presionada por el déficit fiscal y comercial, además, a pesar de haber terminado, los impactos de la Guerra Fría presionaban la economía. Aunque Estados Unidos se erigió como triunfante promoviendo el liberalismo de mercado y la democracia, terminó solicitando recursos económicos a países árabes petroleros, así como a Japón y Alemania para una posterior intervención en la Guerra del Golfo, escenario que contribuyó al incremento de deuda y dio inicio a un posterior entorno multipolar.⁸⁸

⁸⁵ Treacy (2020).

⁸⁶ Ibid.

⁸⁷ Dávila (2011).

⁸⁸ Morandé (2005), Wrana (2012).

Al poco tiempo, esta situación se modificaría y durante el periodo de 1991-1998, Estados Unidos expandió su economía nuevamente como resultado del aumento de empleos en el sector servicios. El problema fue que la actividad industrial manufacturera descendió como consecuencia del incremento de las importaciones procedentes de las naciones asiáticas.⁸⁹

Otro suceso que contempló la idea de que alguien más se impusiera sobre Estados Unidos fue la creación de la Unión Europea en 1999 y la puesta en circulación del euro en 2002. Aunque paulatinamente se fue consolidando este bloque, quedó como mera competencia monetaria. Ya en la primera década del presente siglo, un duro golpe fue la trágica experiencia del 11 de septiembre de 2001, que puso a prueba en ese momento la vulnerabilidad de la nación norteamericana y el nacimiento de un nuevo enfrentamiento, esta vez contra Irak.⁹⁰

Es claro que después de tantos sucesos como las crisis económicas, el continuo déficit fiscal y comercial, la deuda con otros países, la reducción de su sector manufacturero, las guerras y la amenaza a su hegemonía proveniente de bloques o países que continúan desarrollándose, Estados Unidos está experimentando cierto desgaste, por lo que puede ser confrontado por países como China, que no tienen que proteger un lugar, sino alcanzarlo y superarlo.

Finalmente, las amenazas que constituyeron los actores o países antes señalados hacia la hegemonía estadounidense no concluyeron en la modificación de este patrón. Es más, es posible que no se viera comprometida dicha hegemonía hasta ahora, pues el desarrollo de cada sujeto o nación no contemplaba en la totalidad condiciones económicas, políticas, militares y tecnológicas.

En el caso de China, como mencionan Perrotti y Treacy⁹¹, la amenaza no se debe solamente a cuestiones económicas, ni a la producción y exportación de productos o a la ampliación de su fuerza bélica, sino que radica en elementos como el hecho de que China es el principal acreedor de Estados Unidos y que posee recursos estratégicos, lo que a dicho de los estadounidenses compromete la seguridad nacional. Por otro lado, un inconveniente para ambos países es que necesitan de insumos primarios para su producción, por ello continúan compitiendo por el acceso a estos.

LA GUERRA COMERCIAL ENTRE CHINA Y ESTADOS UNIDOS

China se ha transformado en uno de los más importantes proveedores de bienes que abastecen a Estados Unidos, lo que ha provocado un gran desequilibrio en su balanza comercial. Para 2017, el déficit comercial ya había llegado

⁸⁹ Wrana (2012).

⁹⁰ Morandé (2005).

⁹¹ Perrotti (2015); Treacy (2020).

a 375,000 millones de dólares⁹². Algunos políticos norteamericanos observaron como una amenaza la continuidad de esta relación comercial, aun cuando tras los últimos 30 años la tendencia y evidencia pronosticaban el continuo crecimiento del déficit comercial con China (véase la siguiente gráfica).

Ya instalado en la presidencia de Estados Unidos, Donald Trump (2016–2020) manifestó abiertamente su preocupación, tanto por su relación comercial con América Latina, como con países asiáticos cuyos productos sostenían precios menores a los nacionales y, por ello, invadían Norteamérica, poniendo en peligro la industria y los empleos nacionales.⁹³

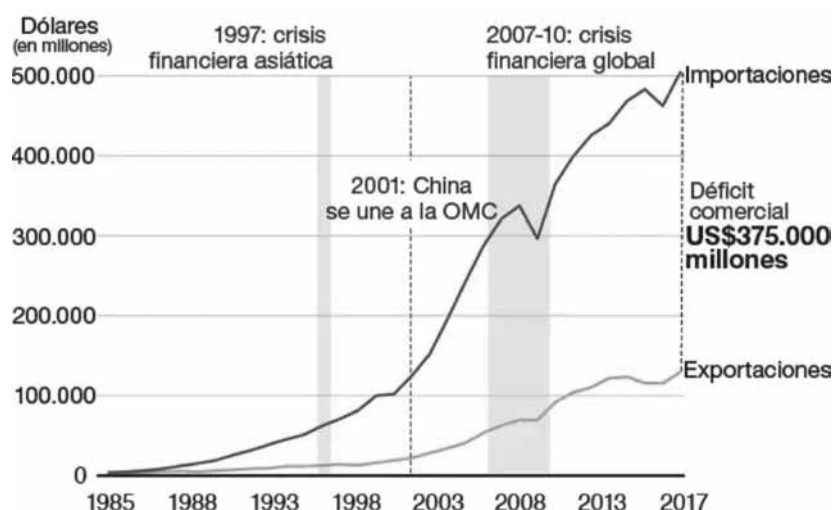


Figura 9. Comercio de bienes China y Estados Unidos Fuente: Tomada de Palumbo, 2018.

Barrera, Suárez y Ospina (2021) explican que el pensamiento de Donald Trump de hacer nuevamente grande a Estados Unidos caracterizó su política comercial como mercantilista, marcando un punto de inflexión en 2018, cuando su postura ideológica derivó en la restricción e imposición de aranceles al acero y el aluminio, productos que afectaban claramente la producción china; sin embargo, la reacción no se hizo esperar y, de igual manera, China impuso aranceles a 128 productos estadounidenses. Todos los movimientos realizados a partir de este momento tenían la intención de reducir el gran déficit comercial, pero en las sombras se disputaba la hegemonía comercial mundial⁹⁴.

⁹² Palumbo (2018).

⁹³ López y Mora (2019).

⁹⁴ Macías, Chiatchoua y Lozano (2019).

Posterior a este primer acercamiento, en el mismo año (2018), se endurecen las medidas y los enfrentamientos continúan mediante la aplicación de aranceles. El primer ataque lo efectúa Estados Unidos imponiendo condiciones, pero China respondió en la misma magnitud. Durante esta confrontación se realizaron tres choques: el primero en el mes de julio, reconociendo su impacto como el inicio de la guerra comercial, mientras los otros dos golpes de gran importancia se dieron en agosto y septiembre del mismo año.⁹⁵

Así, aunque los aranceles son parte de mecanismos que regulan el comercio internacional, reduciéndolo o aumentándolo, y con ello se controla la importación de productos, para López y Mora⁹⁶ la motivación de utilizarlos en este caso fue para reducir al contrincante. Las justificaciones para imponer mecanismos de restricciones comerciales fueron aumentando entre China y Estados Unidos⁹⁷, además, durante el gobierno de Donald Trump estas herramientas también fueron utilizadas por cuestiones de seguridad nacional, al argumentar que el gobierno chino utilizaba sus dispositivos móviles para espionaje.

Con relación a lo anterior, Estados Unidos recurrió a la seguridad nacional como pretexto para avalar las restricciones a la apertura comercial. Como antecedente, en 2012 el Congreso norteamericano solicitó excluir de contratos públicos a las empresas chinas ZTE y Huawei, pero para 2017, el ataque contra las empresas chinas era más que evidente, pues Huawei fue señalada como amenaza nacional, y en 2018 Donald Trump prohibió a militares y responsables del gobierno la utilización de dispositivos construidos por Huawei.⁹⁸

De acuerdo con Hernández,⁹⁹ aún no hay evidencia que relacione a Huawei con espionaje, pero sí de su liderazgo en la implementación de la tecnología 5G, que lo posiciona como mejor servicio frente a los productos norteamericanos. El inconveniente es que a partir de ello la empresa sufrió un boicot por diversos países: Australia, Nueva Zelanda y Japón que le cerraron el mercado a Huawei, mientras que Reino Unido, Francia y Noruega han expresado preocupación por el uso de los dispositivos móviles.

En este proceso también juegan los supuestos e impresiones, pues según la BBC (2019), posterior a que Donald Trump incluyera en la lista negra a Huawei, la visita de su homólogo a una fábrica de tierras raras fue suficiente para especular sobre la futura restricción de estos minerales hacia la nación

95 Barrera, Suárez y Ospina; (2021).

96 López y Mora, (2019).

97 Rosales menciona que, durante la Administración de Donald Trump, este “impulsó la salida del Acuerdo de París, la salida del TPP, la renegociación del NAFTA y del KORU S, y ahora boicotea la nominación de árbitros en la OMC e instaura una batería de restricciones a importaciones de bienes y, eventualmente, también a inversiones” (2019, p.97).

98 Hernández (2019).

99 Idem.

norteamericana como una suerte de revancha, ya que estas son un producto vital para muchas industrias en Estados Unidos.

Finalmente, en mayo de 2019 se establecieron pláticas para pactar convenios, pero al no llegar a acuerdos comunes, cada uno aprobó aranceles en la medida que consideró conveniente, por lo que Estados Unidos impuso 25% de arancel a algunos productos chinos, con valor de 200,000 millones de dólares, mientras que China hizo lo propio con el mismo porcentaje de aranceles, pero con un valor de 60,000 millones de dólares; los aranceles tenían vigor hasta el 1 de julio de 2019. Lo anterior sólo alentó a que continuaran los ataques, por lo que Estados Unidos siguió incrementando aranceles y denunció a China como manipulador de divisas; el gobierno chino respondió con la reducción de la compra de productos estadounidenses.¹⁰⁰

Los desacuerdos que había entre ambos países y que dieron origen a esta guerra comercial del final de la segunda década de este siglo, se centran en diversos aspectos (véase el siguiente cuadro), aunque algunos de estos ya no se contemplan, la mayoría siguen vigentes.

En el siguiente listado se describen algunos elementos de discusión entre China y Estados Unidos:¹⁰¹

- La designación de “economía en transición” llevaría a que acusaciones antitdumping se pudieran establecer en contra de los productos chinos, situación que no ha sido modificada.
- Modificar la calificación de economía “manipuladora cambiaria” que le asigna Estados Unidos.
- Importación de tecnologías avanzadas y bloqueo a inversiones chinas en Estados Unidos, pues el gobierno de Donald Trump dificulta el avance chino en materia de ciencia y tecnología.
- El déficit en el saldo comercial estadounidense se ve como una desventaja para los productos internos, por lo que promueven subsidios y aranceles como medio de fortalecimiento de las empresas nacionales.
- La sobreoferta China puede significar fusiones, ventas o provocar el cierre de empresas norteamericanas, dejando sin empleo a muchos trabajadores.
- La probable apropiación intelectual por parte de China de empresas norteamericanas con quienes tiene tratos.
- La presión sobre la apertura China del sector financiero, a lo que este argumenta que está dentro de su agenda, pero que debe llevar su tiempo y forma de realizarlo; sin embargo, las restricciones actuales al capital chino han alentado, aún más, las negociaciones.
- Apertura en China para la exportación de vehículos norteamericanos en el país.

100 Barrera, Suárez y Ospina (2021); López y Mora (2019).

101 Rosales (2019).

La escalada de la pugna se vio interrumpida en enero de 2020, pues Trump aprobó el acuerdo comercial con China en el que se comprometía a mayores importaciones de productos estadounidenses, la protección de la propiedad intelectual y la transferencia tecnológica,¹⁰² este acuerdo sirvió para eliminar aranceles que previamente se impusieron, pero no manifestó beneficios palpables para ninguna nación.

Si la guerra continúa, la BBC ha comentado que, por la actualidad tecnológica y sus requerimientos, las tierras raras podrían convertirse en la clave para que China concluya como ganadora o que subsane las deterioradas relaciones mediante un acuerdo comercial que beneficie a ambas partes. Por lo pronto, esta guerra comercial demuestra que el comercio internacional puede ser usado como una herramienta de presión política; asimismo, confirma que la condición hegemónica de Estados Unidos le permite imponer estas medidas, pero también, que China, con base a su extraordinario desarrollo, obtuvo la capacidad económica y política para responder a las amenazas y a los boicots a sus productos y a su economía, además de continuar avanzando en su economía, a diferencia de la estadounidense.

TIERRAS RARAS: RECURSO ESTRATÉGICO

Como ya se mencionó en el apartado 2.2 sobre conflictos, las tierras raras son insumos indispensables para la actual producción de tecnologías modernas como los bienes inteligentes y los mecanismos de producción de energía verde. Además, conforme avanza la investigación y desarrollo de sus propiedades cada vez son más sus aplicaciones industriales, en la producción de pantallas planas, teléfonos móviles, ordenadores, vehículos híbridos, microchips, la electrónica en general, etcétera. Todos estos artículos se han vuelto más comunes y constantes para la vida cotidiana y, gracias a los mercados, pasaron a un plano más allá de la simple posesión de bienes, transformándose en una necesidad, por lo que las tierras raras también se han convertido en un recurso económico estratégico a nivel mundial.¹⁰³

Así, el soporte productivo de los actuales bienes y del desarrollo de nuevas tecnologías queda sujeto al acceso a estos insumos (hasta encontrar otros). Sin embargo, también acarrea otros elementos de análisis de suma importancia, tales como: a) la contaminación generada por la extracción de dichas tierras y la disposición final de los productos con contenido mineral; b) el aumento de la demanda y consumo de estos productos, con sus implicaciones económicas, sociales y ambientales; c) las cadenas de suministro de minerales; y d) las estrategias y relaciones internacionales de poder que desarrollan los países que disponen de tierras raras dentro de su territorio.

¹⁰² Barrera, Suárez y Ospina (2021).

¹⁰³ García (2020).

En este sentido, la posesión y el acceso a las tierras raras se ha vuelto un sinónimo de poder económico y de manipulación de mercados, lo que contribuye a determinar poderes regionales, pues la dependencia de productos a base de dichas tierras no sólo implica cuestiones tecnológicas de los hogares o de uso común, sino que estas también juegan un papel muy importante en la creación de armas que cada vez son más sofisticadas y usadas para incrementar el poderío de los países.¹⁰⁴ También se utilizan en la producción de energía renovable y refinación de hidrocarburos; por ejemplo, algunos países europeos se han propuesto transitar de energías fósiles a renovables, pero al no contar con los elementos para generar la tecnología necesaria, se vuelven dependientes de otras naciones que sí disponen de los factores para continuar con dicha transición energética, lo que detiene el desarrollo y la innovación. Ante tal coyuntura, estos minerales potencian las capacidades de generar cambios en los países, gobiernos, empresas y en las formas de vida de las personas a nivel mundial, tanto en sentido positivo como negativo al ocasionar obstáculos.¹⁰⁵

En los últimos años se ha llevado a cabo una batalla por el desarrollo de tecnologías con la intención de mantener la dinámica de poder comercial y estratégica en el mundo, pero parece que ya existe un ganador, ya que para producir los artículos que cada vez son más avanzados son indispensables los minerales denominados tierras raras, los cuales no tienen sustitutos y su abastecimiento se limita casi en su totalidad a un sólo país: China.

LA IMPORTANCIA DE LAS TIERRAS RARAS

Los minerales conocidos como tierras raras deben su nombre a dos condiciones: en primer lugar, encontramos la denominación de “tierra”, que forma parte de los atributos con los que se le conoce y con los que nombraba a los óxidos metálicos insolubles en agua; mientras que el segundo calificativo de “rara”, tiene su origen en la dificultad que representaba al momento de descubrirlos, separarlos entre sí mismos o con el mineral con el que se encontraban mezclados para poder obtenerlos de forma pura.¹⁰⁶ Se podría pensar que el nombre de “raras” deriva de la poca cantidad encontrada en el mundo, pero lo cierto es que no son tan escasos, es más, en cuanto a abundancia, García (2020) menciona que algunas de estas tierras raras son de sobra abundantes comparadas con el oro, la plata, el platino o el mercurio, estimando una reserva mundial de tierras raras de alrededor de 150 millones de toneladas métricas.

La historia de las tierras raras comienza a partir de 1787, cuando se descubre el primer mineral (itrio), que a la postre se agruparía con otros minerales

104 Martínez y del Valle (2014).

105 García (2020).

106 García (2020) y Regueiro (2019).

por su rareza, derivada inicialmente de la dificultad de extraerlos y separarlos de forma pura, dada la naturaleza de la tecnología del momento en que fueron descubiertos y, después por sus características estratégicas, económicas, tecnológicas y comerciales.

Con la ayuda de los avances tecnológicos, el desarrollo de otros métodos y las herramientas de manipulación de minerales continuaron los descubrimientos de las tierras raras. Entre los años 1787 y 1947 llegaron a conformar el grupo de 17 elementos que se reconocen hasta la actualidad (véase cuadro 2), los cuales por sus características fueron agrupados y reconocidos como elementos “lantánidos” en materia química, más el escandio y el itrio. Pese a que al inicio de su descubrimiento, y por mucho tiempo más, los esfuerzos por estudiar las tierras raras se enfocaron a la separación de los minerales en su forma pura, actualmente, la investigación se ha centrado en la aplicación y desarrollo de productos de diversas industrias.

No. atómico	Nombre	Símbolo	Año de descubrimiento
21	Escandio	Sc	1879
39	Itrio	Y	1787
57	Lantano	La	1830
58	Cerio	Ce	1830
59	Praseodimio	Pr	1885
60	Neodimio	Nd	1885
61	Prometio	Pm	1944-1947
62	Samario	Sm	-
63	Europio	Eu	1991
64	Gadolinio	Gd	1886
65	Terbio	Tb	1860
66	Disprosio	Dy	1886
67	Holmio	Ho	1879
68	Erbio	Er	1860
69	Tulio	Tm	1879
70	Iterbio	Yb	1878
71	Lutecio	Lu	1907

Tabla 5: Clasificación de los minerales raros existentes en la actualidad. Fuente: Elaboración propia con información de García (2020) y RTVE (2011).

En cuanto a la importancia de las tierras raras, Martínez y del Valle¹⁰⁷ explican que esta radica en los avances tecnológicos que posibilitaron usarlos dentro de las industrias y los procesos productivos, incluyendo la automotriz, cerámica, electrodomésticos, iluminación y láser, así como en los componentes para la producción y almacenamiento de energía, refinación de hidrocarburos, ordenadores, medicina, armamento, almacenamiento de datos y superconductividad. Además, cada uno de estos minerales tiene aplicaciones específicas por las que es requerido para la producción de bienes de uso común de forma masiva (véase siguiente cuadro), y otros no tan comunes que se utilizan en sectores altamente sofisticados como el aeroespacial.

Mineral	Uso
Iterbio y terbio	Almacenamiento de datos informáticos en equipos cada vez más pequeños gracias a sus propiedades magnéticas.
Europio e itrio	Elaboración de pantallas planas.
Neodimio	Colorante de esmaltes cerámicos, fabricación de gafas para soldadores y cristales de varios tipos. Calibración de espectrómetros y filtros de radiación infrarroja. Láseres utilizados en odontología y medicina. Imanes utilizados en productos como auriculares, altavoces, discos duros de ordenadores y sensores.
Cerio y erbio	Elementos clave para aleaciones metálicas especiales.
Neodimio y holmio	Desarrollo y producción de cristales láser.
Lantano	Motores híbridos, baterías híbridas y aleaciones metálicas.
Praseodimio	Imanes, motores híbridos, discos duros de computadora, piezas de avión.
Disprosio	Imanes permanentes, baterías híbridas, discos duros y cámaras.
Samario y gadolinio	Imanes.
Tulio	Instrumentos médicos.
Lutecio	Catalizadores en la refinación de petróleo.

Tabla 6: Usos más comunes de las tierras raras. Fuente: Elaboración propia con información de Martínez y del Valle (2014) y Regueiro, (2019).

Otro aspecto relevante sobre las tierras raras radica en el acceso y la extracción de los minerales, pues debido a que China posee la mayor cantidad de reservas probadas de estos recursos, se ha percibido como monopolización del recurso, ya que este país llega a determinar la cantidad de extracción y exportación de los minerales dejando en segundo plano la demanda

107 Martínez y del Valle (2014).

mundial mientras satisface la interna, que cuenta con un sistema completo de producción¹⁰⁸. Entre tanto, los contextos económicos, sociales, de defensa y armamentista, de transición energética y de desarrollo de alta tecnología de países demandantes de tierras raras y productores de tecnología quedan inciertos, lo que lleva a considerar la posesión de dichas tierras como un indicador de fuerza sobre otras naciones¹⁰⁹.

No cabe duda de que las tierras raras son cada día más indispensables por su variedad de aplicaciones en lo cotidiano e industrial, pero en mayor medida, sobre la determinación estratégica de las condiciones económicas, regionales, energéticas y de seguridad que un país ostenta.

UBICACIÓN DE LAS TIERRAS RARAS

Las estimaciones y la localización de las tierras raras son variables, pues no se ha llevado a cabo una exploración que determine la totalidad de los minerales de forma absoluta; sin embargo, estimaciones parciales destacan claramente a China como el mayor poseedor de reservas a nivel mundial sobre los demás países.

Una de estas estimaciones¹¹⁰ propone que las reservas mundiales hasta entonces eran cercanas a 99 millones de toneladas métricas con posibilidades de alcanzar 154 millones. Estas se distribuían entre China con la mayor cantidad, representando 59%; Rusia con 14%; entre Sudáfrica y Canadá sumarían 12.5%; mientras que Estados Unidos contabilizaba 9.3%; asimismo, Australia contaba con 3.9% y, finalmente, India se integraba a este análisis con el 1%.

Estos datos, en comparación con los registrados para 2019 varían en cuanto a la proporción que posee cada país. Otros autores¹¹¹ reportan las concentraciones de tierras raras más abrumadoras en toneladas métricas, según las cuales China abarca la mayor proporción con un respectivo 95% del total de las reservas contabilizadas, que ascienden a entre 80 y 120 millones de toneladas -cantidad que podría cubrir la demanda de por lo menos los próximos 625 años-.¹¹² Le siguen países con reservas significativamente menores, como Rusia con 2%, India con 2%, Malasia con 0.5% y, finalmente Brasil con 0.3%.¹¹³ Esta información va más acorde con la fuerza y el poder que se le asigna a China internacionalmente como país poseedor de tierras raras.

108 Exploración geológica, minería, preparación, fundición, procesamiento y utilización, con grandes números de minas que lo llevan a cabo.

109 Martínez y Del Valle (2014).

110 Idem.

111 Regueiro (2019) y Valenzuela, s.f.

112 Regueiro (2014).

113 Valenzuela, s.f.

A pesar de lo comentado, esta situación podría modificarse, pues en 2011 un equipo de investigadores de la Universidad de Tokio encontró un yacimiento de estos minerales localizado entre Hawái y Tahití, en una zona que abarca 8.8 millones de kilómetros cuadrados, a profundidades que rondan los 3,500 y 6,000 metros y que no se contemplan dentro de las cifras mencionadas anteriormente. A pesar de que no se han podido extraer por encontrarse en la zona de aguas internacionales,¹¹⁴ este hallazgo incrementaría el volumen de reservas de tierras raras, lo que también aumentaría la oferta mundial.

Como resultado del yacimiento encontrado, se estimó que un kilómetro cuadrado del total podría suministrar la quinta parte del consumo mundial, por lo que este descubrimiento podría suponer la diversificación del mercado de tierras raras, aun cuando no esté determinada la propiedad de las mismas.

Por lo pronto, ante la concentración del mercado de exportación, extracción, producción, consumo y reservas mundiales de tierras raras que presentan los datos expuestos, países dependientes de estos minerales, como Reino Unido y la Unión Europea realizan una búsqueda de alternativas con el objetivo de apoyar a sus industrias y empresas y han encontrado opciones como el reciclaje de tierras raras. Empresas como HyProMag¹¹⁵ y el proyecto REMANENCE¹¹⁶ desarrollan mecanismos de detección, desmonte, reciclaje y procesamiento de minerales con contenido de tierras raras (neodimio, hierro y boro) procedentes de productos electrónicos desechados, con la finalidad de introducir nuevamente los minerales a las cadenas de suministro y, de esta manera, encontrar sustitutos a algunas mercancías, pero sobre todo para reducir la dependencia de China.

Ante tal escenario, lo que se puede inferir es que aún no se han descubierto en su totalidad todos los yacimientos de tierras raras que existen en el mundo. Los que ya fueron presumiblemente encontrados no están accesibles para una extracción inicial y segura, pues al estar en el mar representan un reto que incrementa los costos económicos y los daños ambientales; además, las tecnologías de reciclaje no están suficientemente desarrolladas para cubrir la demanda actual de estos minerales, lo que deja una única realidad: China continúa disponiendo de la mayor concentración de tierras raras. Tal condición no parece cambiar a corto plazo, ya que el país se ha dedicado a desarrollar toda una industria dirigida al uso y la propiedad intelectual de las tecnologías a base de tierras raras, con lo que también es líder mundial en tecnología y desarrollo de productos.

114 RTVE (2011).

115 HYPROMAG, Magnet Recycling. Disponible en: <https://hypromag.com/about/> (27/11/2021).

116 CORDIS. Rare Earth Magnet Recovery for Environmental and Resource Protection. Disponible en: <https://cordis.europa.eu/project/id/310240/it> (29/11/2021).

ACAPARAMIENTO DE MINERALES

La supremacía China es particularmente reciente en cuanto a la extracción de tierras raras, pues hasta los años ochenta del siglo pasado Estados Unidos era el principal extractor, gracias a la empresa Mountain Pass, que llegó a acumular 60% de la producción mundial de tierras raras. Sin embargo, dicha compañía se vio inmersa en problemas ambientales y tuvo que enfrentar la creciente competencia china, por lo que con el paso de los años la empresa no logró competir con los reducidos precios chinos y sus principales yacimientos cerraron en 2002.¹¹⁷

El crecimiento chino en el sector se debe a que el aumento en el consumo de productos de alta tecnología a nivel mundial se expandió en los últimos años, de tal manera que tanto las empresas como la población se volvieron dependientes de dichos productos con base mineral de tierras raras. Esta modificación de los patrones de consumo llevó, al mismo tiempo, al aumento en la intensidad de extracción de minerales, limitando a otros países, pero no a China, pues la extracción minera y la producción de bienes se ha concentrado en este país, que cuenta con: 1) desarrollo tecnológico y de infraestructura que posibilita la mayor extracción a nivel mundial; 2) la mayor reserva conocida en el mundo; 3) laxas regulaciones ambientales; 4) reducidos salarios y, en consecuencia, 5) bajos costos de extracción.

China, al ser el líder mundial en investigación, aplicación y tecnología de extracción, separación y producción de tierras raras, así como de su utilización, continúa ampliando su capacidad productiva y estratégica gracias a que la mayoría de los países con yacimientos en su territorio no disponen de la infraestructura necesaria para realizar la extracción de los minerales, de tal manera que ha incursionado en otros países con proyectos de extracción tal como lo hace en Australia¹¹⁸. Tal escenario demuestra que China busca la forma de mantener el monopolio, asegurándose la participación en minas ubicadas en otros países.

Otra situación que contribuye a que China se posicione estratégicamente por encima de otros países es que empresas extranjeras cuyos productos requieren de alto valor añadido con base en tierras raras están mudando sus fábricas a territorios chinos. El objetivo de China no es proveer a las empresas sino crear empleos y al mismo tiempo restringir la producción en otros países, pues su suministro se redirecciona a la producción interna.¹¹⁹

La coyuntura que ha creado China a nivel mundial al acaparar minas de tierras raras, aun en otros países, así como reducir sus exportaciones mediante cuotas o

¹¹⁷ Canals (2014).

¹¹⁸ Martínez y del Valle (2014).

¹¹⁹ Sebag (2009).

políticas de sostenibilidad, ha dado paso a que el gobierno estadounidense perciba como una opción la reapertura de empresas como Mountain Pass, que actualmente se encuentra en proceso de cierre, como una salida a las presiones generadas por el gobierno chino¹²⁰. Aunque se busquen soluciones como la anterior o el reciclaje para obtener los minerales, no hay frentes claros a corto plazo, con lo que China mantiene el control predominante de las tierras raras.

LA LUCHA POR LAS TIERRAS RARAS

Durante las últimas dos décadas, la imposición de medidas arancelarias entre China y Estados Unidos ha ocurrido con frecuencia, ante diversas controversias comerciales. A pesar de ello, las resoluciones no han llevado a términos satisfactorios o significativos para ninguna de las dos naciones, lo que implica que el problema es de otro carácter. Es decir, estas disputas comerciales también involucran cuestiones políticas y estratégicas.

Frente a esta problemática, China parece sacar ventaja, puesto que la economía estadounidense y otras naciones productoras de tecnología como Alemania y Japón (que resultan afectadas como daño colateral por el conflicto China-Estados Unidos), son altamente dependientes de las exportaciones de tierras raras. El hecho que China posee grandes reservas de tierras raras y desarrollo tecnológico para extraerlas y procesarlas le permite limitar la capacidad de desarrollo y continuidad productiva de otros gobiernos.

Por otro lado, vale la pena comentar que, con el argumento de la escasez de tierras raras y la insostenibilidad de la capacidad productiva futura, el gobierno chino decidió optar por una política de desarrollo sostenible¹²¹, además de desarrollar nuevas tecnologías y potenciar la calidad y cantidad de sus productos en proporción del mineral utilizado, proteger y aprovechar sus recursos para la industria interna¹²². En otras palabras, generaron políticas de importación y exportación que favorecen el uso de los recursos minerales y el fortalecimiento de la industria interna, como las mencionadas a continuación:

- a) No se fomentan las exportaciones de productos minerales básicos que se necesitan con urgencia en el país. Las exportaciones de productos primarios y los productos que consumen grandes cantidades de energía se reducirán gradualmente.
- b) Se apoyan las importaciones de productos minerales que se necesitan con urgencia en el país.
- c) Las exportaciones de algunos productos minerales se encuentran restringidas¹²³.

120 Zimmernan (2009).

121 A pesar de que en apartados anteriores se presenta información de que la demanda podría ser cubierta durante cientos de años.

122 Martínez y del Valle (2014).

123 Ibid, p.10.

Finalmente, al implementar políticas de desarrollo sustentable en China, aparecieron en 2004 las primeras cuotas de exportación, con los supuestos de abastecer la producción interna y equilibrarla con la extracción. Para 2006, estas cuotas de exportación ya habían reducido a la mitad las exportaciones de tierras raras del país. Sin embargo, esto no era suficiente, pues en 2011 redujeron un 75% más dichas exportaciones por motivos ambientales y de salud de la población china, situación que afectó a todo el comercio mundial, tanto por el aumento en el precio como en la reducción del abastecimiento de dichas tierras¹²⁴.

Ante esta coyuntura, Estados Unidos no se quedó de brazos cruzados y, como se mencionó anteriormente, a finales de 2012 pidió que se excluyera a las empresas chinas Huawei y ZTE de contratos públicos, asegurando que la tecnología de estas empresas podría ser utilizada para dañar la seguridad nacional norteamericana; para 2017 quedó prohibida la utilización de estos productos a militares y responsables del gobierno.¹²⁵ Finalmente, entrarían en una guerra arancelaria en 2018, que no parece ser entendida como una simple herramienta de comercio internacional, sino de imposición política, económica, comercial y tecnológica.

Recapitulando, en los últimos años, con los avances tecnológicos y el aumento en la demanda de bienes de alta tecnología se promueve a la minería como un sector estratégico, situación que ha servido para que China amague a Estados Unidos sobre la reducción en la exportación de tierras raras en caso de volver a la situación beligerante expuesta en 2018 y a principios de 2019, aunque sólo han sido especulaciones y no medidas tomadas directamente.

Ejemplo de esto último es el caso de los portales noticiosos como la BBC, France 24 o El Mundo, que exponen las ideas del jefe de redacción del tabloide chino Global Time, que en mayo de 2019 comentaba que China consideraba restringir las exportaciones de tierras raras para los estadounidenses, lo que no fue confirmado por el gobierno chino, pero de todos modos continuó difundiéndose. Más recientemente, Forbes¹²⁶ continúa socializando estas noticias al comentar un reporte de Financial Times que señala la posibilidad de frenar las exportaciones de tierras raras con el propósito de analizar las afectaciones, tanto para Estados Unidos como para las compañías europeas.

AFECTACIONES AL AMBIENTE

La situación conflictiva que se expuso anteriormente parece ser un problema enorme, con efectos sobre el sistema comercial y económico de los paí-

124 Idem.

125 López y Mora (2015).

126 Forbes (2021).

ses más dependientes de tierras raras como materia prima o como un bien de uso. Sin embargo, las cuestiones ambientales representan un problema mayor que involucra a todas las naciones y no solo a un puñado. Los proyectos extractivos mineros convencionales de oro, plata, cobre, entre otros minerales metálicos, han demostrado que generan diversos problemas sociales, culturales, políticos y de salud, pero sobre todo ambientales en las regiones, países y comunidades en donde se ubican. Esto se debe a que sus procesos son intensivos en extracción dada la excesiva demanda de estos minerales; utilizan cantidades exorbitantes de agua, por lo que desecan manantiales y aguas superficiales; utilizan madera, por lo que destruyen bosques; el propio proceso de extracción lleva a dejar las tierras inservibles para cultivo o pastoreo, contamina el aire y los recursos hídricos, lo que deteriora la salud de la fauna y de los habitantes de comunidades cercanas.

Si bien no son comunes los estudios sobre contaminación por extracción de tierras raras, Lamm¹²⁷ realiza una descripción sobre los daños al aire, el agua y la vegetación como resultado de la extracción de estos minerales. Desde la extracción hasta su procesamiento, estos procesos causan grandes impactos ambientales, debido a que la extracción se lleva a cabo mediante minas a cielo abierto, forma de minería que es reconocida por causar los mayores problemas ambientales y sociales. Además, para poder llevar a cabo los procesos de separación se requieren productos químicos muy agresivos para el ambiente y las comunidades. Durante la extracción de tierras raras es también común encontrar en los yacimientos elementos radioactivos como el torio o el uranio.¹²⁸

CANTIDAD	DAÑOS POR EXTRACCIÓN				
1 tonelada de minerales raros (tierras raras)	Entre 9,600 a 12,000 metros cúbicos de gas residual	Polvo concentrado de ácido fluorhídrico, dióxido de azufre y ácido sulfúrico	75,000 litros de agua residual ácida	Alrededor de una tonelada de residuos radioactivos	Supone eliminación vegetal del área, daños sociales, en la producción agrícola y en la salud.

Tabla 7: Algunos recursos utilizados para la extracción de tierras raras y daños por tonelada extraída. Fuente: Elaboración propia con información de Lamm.¹²⁹

Otra condición que genera preocupación es el continuo aumento de demanda de tierras raras para la producción industrial, pues si bien hay productos que reducen el uso de combustibles fósiles, como los automóviles eléc-

127 Lamm, s.f.
128 Idem.
129 Idem.

tricos o híbridos, estos incrementan el consumo de electricidad y de muchos otros minerales, generando condiciones que continúan dañando el ambiente por la acumulación de residuos. En este marco de ideas, se busca avalar normas y especificaciones que desarrollen iniciativas para acreditar el uso de los minerales, puesto que la extracción también se ha visto vinculada con el trabajo infantil, en contextos de inseguridad y en condiciones deplorables.¹³⁰

El problema es que el *boom* de tierras raras y su aplicación no han generado algún tipo de legislación ambiental o laboral, ya que por el momento los esfuerzos están enfocados al acceso a dichas tierras, al desarrollo de nuevos productos y a las ganancias económicas que se desprenden de la venta de los productos que incorporan estos minerales, más no a su regulación.

CONCLUSIONES

Estados Unidos, durante toda la mitad del siglo pasado y principios del presente, ha demostrado su hegemonía mediante la fuerza y la confrontación con otros países, no librando batallas diplomáticas, de esta forma hace saber su poderío. A su vez, China ha forjado su camino de forma casi invisible, en lugares donde no se percibía como amenaza; tal estabilidad le permitió continuar avanzando hasta presentarse como uno de los pilares económicos mundiales, en un lugar destacado frente a Estados Unidos. Por ahora, China cuenta con mercados fuertes y diversos para sus productos, está incrementando sus capacidades militares y creando convenios regionales. Además, cuenta con recursos económicos, tecnológicos, naturales y humanos para continuar con su crecimiento y para imponer condiciones a los mercados de productos o materias primas de las que muchos países en el mundo son dependientes.

La posibilidad de diversificar las regiones con acceso a tierras raras no solamente está en los esfuerzos por desarrollar infraestructura suficiente que posibilite el reciclaje en otros países o de identificar nuevas regiones mineralizadas (aunque aún no sean accesibles, como las encontradas en el fondo del mar), ya que no es tan simple mantener los continuos avances tecnológicos que rompan las limitaciones y los problemas ambientales y de procesos que representa la extracción y el procesamiento de tierras raras. Las condiciones que permitieron al gobierno chino continuar con su estatus de principal extractor, procesador, exportador y consumidor de dichas tierras se debe también a las reducidas o nulas regulaciones en materia ambiental y de salud respecto a la extracción, además de los bajos salarios que perciben los trabajadores mineros y, por supuesto, a la concentración originaria de los minerales en territorio chino.

¹³⁰ Dufey (2020).

2.3 Algunos conflictos asociados a minerales

2.3.1 Níquel

El níquel es un elemento químico y un metal de transición. Se utiliza sobre todo en la fabricación de acero de alta calidad y, cada vez más, en las baterías. Se calcula que la producción mundial de la minería de níquel ascendió a un total de 2,5 millones de toneladas métricas en 2020.¹³¹ El níquel se extrae actualmente en más de 40 países, con cantidades significativas de reservas en 13 de ellos.¹³² Sin embargo, de estas reservas, el 38% se encuentran en países que recibieron una “advertencia elevada” o peor aún, en el índice de Estados frágiles¹³³, y el 54% de las reservas se encuentran en países que se perciben como corruptos o muy corruptos.¹³⁴

Entre los impactos de la extracción de níquel se han podido observar daños en los ecosistemas de agua dulce y marinos en Canadá, Rusia, Australia, Filipinas, Indonesia y Nueva Caledonia.¹³⁵ El níquel se extrae de varias profundidades bajo la superficie utilizando grandes equipos industriales para remover la tierra. El otro tipo de mineral que contiene níquel, el sulfídico, suele encontrarse en combinación con el mineral de cobre y se extrae bajo tierra. Asimismo, la refinación del níquel requiere del uso de celdas eléctricas equipadas con cátodos inertes que eliminan las impurezas finales, dando como resultado un níquel de alta calidad.¹³⁶

La extracción de níquel, mineral fundamental para los paneles solares y para tecnologías de almacenamiento de energía, se ha relacionado en algunos casos como el de Guatemala con asesinatos, violencia sexual y desplazamiento forzado.¹³⁷ Estos conflictos socioecológicos están asociados directamente a los procesos mineros para la extracción del mineral.

CASO GUATEMALA, COMUNIDAD EL ESTOR

El municipio El Estor es un departamento de Izabal, al este de Guatemala. En esta región tiene lugar un fuerte conflicto asociado con la minería de níquel. Diversas fuentes periodísticas y organizaciones de la sociedad civil han documentado que se trata de un conflicto asociado a graves violaciones a los derechos humanos y colectivos del pueblo maya q'eqchi' por parte de una empresa minera que extrae ferroníquel, un mineral compuesto por hierro y níquel.

131 Global nickel mining industry - statistics & facts | Statista

132 Servicio Geológico de EE. UU. (2018).

133 Fondo para la Construcción de la Paz (2018).

134 Transparencia Internacional, 2017. Índice de percepción de Corrupción.

135 Dominish, Florin y Teske (2019).

136 Commodity Nickel - Everything you need to know about Nickel

137 Kassam (2017), en Church y Crawford (2020).

En 2007, la compañía minera canadiense Skye Resources reactivó el proyecto Fénix en la comunidad El Estor. El proyecto había sido operado previamente por otra empresa, la minera Exploraciones y Explotaciones Minera Izabal, S.A. (Exmíbal). Esta empresa cambió su nombre a HMI Nickel en 2008, y posteriormente a HudBay Minerals Inc, corporación que cuenta con dos subsidiarias: HMI Nickel Inc y Compañía Guatemalteca de Níquel (CGN), nombre bajo el que opera actualmente como subsidiaria de Skye Resources.¹³⁸ La licencia otorgada a la empresa CGN le confiere el derecho de explotar, vender de forma local, transformar y exportar los productos mineros denominados níquel, cobalto, hierro, cromo y magnesio durante 25 años.¹³⁹

El conflicto entre la empresa minera y las comunidades indígenas se basa en el reclamo ante la falta de información y consulta a las comunidades, dado que las concesiones mineras se otorgaron sin considerar la existencia de poblaciones indígenas en el área. Décadas atrás, los gobiernos militares no reconocieron la propiedad histórica de la tierra de los indígenas q'eqchi', sino que los despojaron al otorgar derechos legales a favor de políticos, militares y terratenientes. Actualmente, sólo 25 de 157 comunidades tienen certeza jurídica en El Estor, apenas el 15%.¹⁴⁰ Aunque las poblaciones han querido conseguir la legalización comunitaria, esto ha sido casi imposible. Los diálogos no avanzan porque los propietarios legales no ceden y las comunidades se rehúsan a una reubicación.¹⁴¹

A partir de 1996, cuando el país firmó el Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes, Guatemala asumió la obligación de realizar la consulta a las comunidades indígenas y garantizar su derecho a la libre determinación. El gobierno en turno no cumplió con esta obligación, dando lugar a amparos en los cuales se reclamaba “que el Derecho de Consulta, de participación, otorgamiento de consentimiento libre, previo e informado y protección a grupos étnicos de los pueblos indígenas de los municipios Panzós, Senahú y Santa María Cahabón del departamento de Alta Verapaz y El Estor del departamento de Izabal, fueron violentados”.¹⁴²

En septiembre de 2021 se llevó a cabo una preconsulta al pueblo maya, proceso derivado de una sentencia de la Corte de Constitucionalidad de julio de

138 Ocmal, s.f.

139 Republica.gt, 2019. Disponible en <https://republica.gt/noticias/2019-7-19-15-46-25-corte-de-constitucionalidad-ordena-cierre-temporal-de-minera-fenix> (22-12-21).

140 Coronado, E. (2021) Plazapublica.com. El conflicto minero en El Estor opaca la petición q'eqchi': que se les reconozcan sus tierras. Disponible en <https://www.plazapublica.com.gt/content/el-conflicto-minero-en-el-estor-opaca-la-peticion-qeqchi-que-se-les-reconozcan-sus-tierras> (22-12-21).

141 Ibid.

142 República de Guatemala. Apelación de sentencia de amparo (2019).

2019, que asigna la responsabilidad al Ministerio de Energía y Minas (MEM) de realizar el cierre temporal del proyecto Fénix. Desde el comienzo de los reclamos, el conflicto ha tenido algunos momentos álgidos como el ocurrido en septiembre de 2021, cuando el conflicto escaló luego de las manifestaciones y bloqueos que se realizaron en las principales carreteras del municipio. La exigencia principal era participar en la preconsulta relativa a las actividades de la mina Fénix, cuyos acuerdos establecen “por mayoría de votos la decisión negativa de otorgar tal participación”.¹⁴³

Ante las protestas, en octubre de ese mismo año un grupo de empresarios pidió al gobierno decretar estado de sitio. Los hechos culminaron de manera violenta con la imposición de un toque de queda y la presencia de más de mil militares en la zona.¹⁴⁴ A manera de conclusión, el caso de la mina de níquel Fénix ha provocado ya múltiples violaciones a derechos humanos y a los derechos colectivos de pueblos originarios, los cuales se encuentran plasmados en la Constitución de Guatemala: el derecho a un medio ambiente sano y equilibrado, a la salud, al agua, a vivir en paz, a trabajar, a un desarrollo humano económico y social sostenible, a la autodeterminación de los pueblos, entre otros. A continuación, se describen algunos de los impactos que el proyecto minero ha causado en el municipio de El Estor:

- Afectación de actividades productivas locales, como la pesca. Los pescadores denuncian que en el lago Izabal, el más grande de todo Guatemala, “ya no abundan los peces como en el pasado”. El lago Izabal divide el territorio maya q’eqchi’ en sur y norte.¹⁴⁵
- Contaminación del aire: “Las personas dicen que es humo, pero la empresa aclara que se trata del vapor derivado de someter la tierra roja a un proceso en el que la secan y luego la queman para extraer el níquel”¹⁴⁶.
- Violencia, estado de sitio, restricción de la movilidad, toque de queda y militarización de la zona.
- Criminalización de la lucha y la protesta social, incluidas intimidaciones a periodistas comunitarios.
- Uso de recursos públicos, como son las fuerzas armadas y policíacas para resguardar la infraestructura de la empresa.¹⁴⁷
- División comunitaria, al tratarse de una disputa que enfrenta los intereses económicos con el cuidado medioambiental y la preservación de las aguas, así como con la generación de empleos y de dinero que se derivan de la explotación.

143 Gobierno de Guatemala, 2021. Ver nota en: <https://prensa.gob.gt/comunicado/mem-inicia-proceso-de-pre-e-consulta-por-el-derecho-minero-fenix>

144 Cano, M. (2021).

145 Ibid.

146 Op. Cit. Coronado, E. (2021).

147 Idem.

2.3.2 Tierras raras: Neodimio

En 2014, la industria minera produjo 118,000 toneladas de óxidos de tierras raras¹⁴⁸. Los depósitos mineros de tierras raras coinciden usualmente con metales pesados y otros elementos peligrosos que dificultan y encarecen su extracción, como el uranio, el torio, el arsénico y el fluoruro.¹⁴⁹

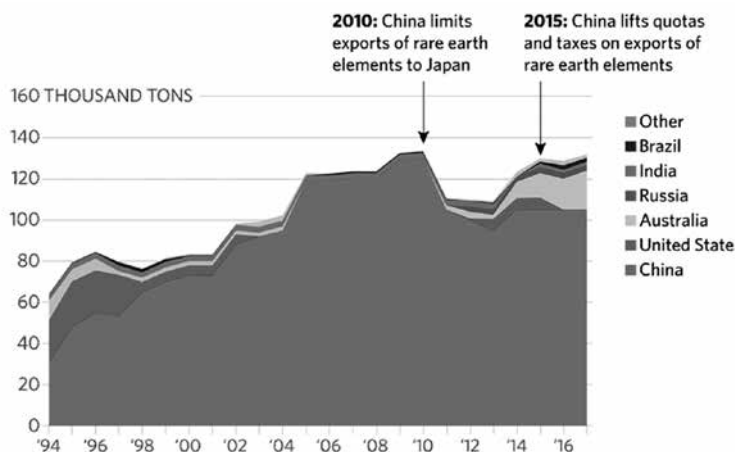


Figura 10: Producción mundial de tierras raras por país. Fuente: Stratfor (2019).

Las tierras raras se usan para la fabricación de productos electrónicos de consumo como teléfonos inteligentes, discos duros y monitores de pantalla plana. Asimismo, en el campo militar, estos elementos son necesarios para producir los componentes de navegación de las tecnologías de guerra remota más avanzadas, como los drones y las bombas inteligentes.¹⁵⁰ En la siguiente figura se observan sus principales usos.

¹⁴⁸ Buchholz y Brandenburg (2017).

¹⁴⁹ Álvarez y Trujillo (2020).

¹⁵⁰ Ídem.

Uses and Properties of Rare Earth Elements

Unique magnetic and lighting properties, among others, make rare earth elements key in the production of a range of devices. For instance, magnets made with neodymium are far lighter than other magnets, allowing for more efficient motors.

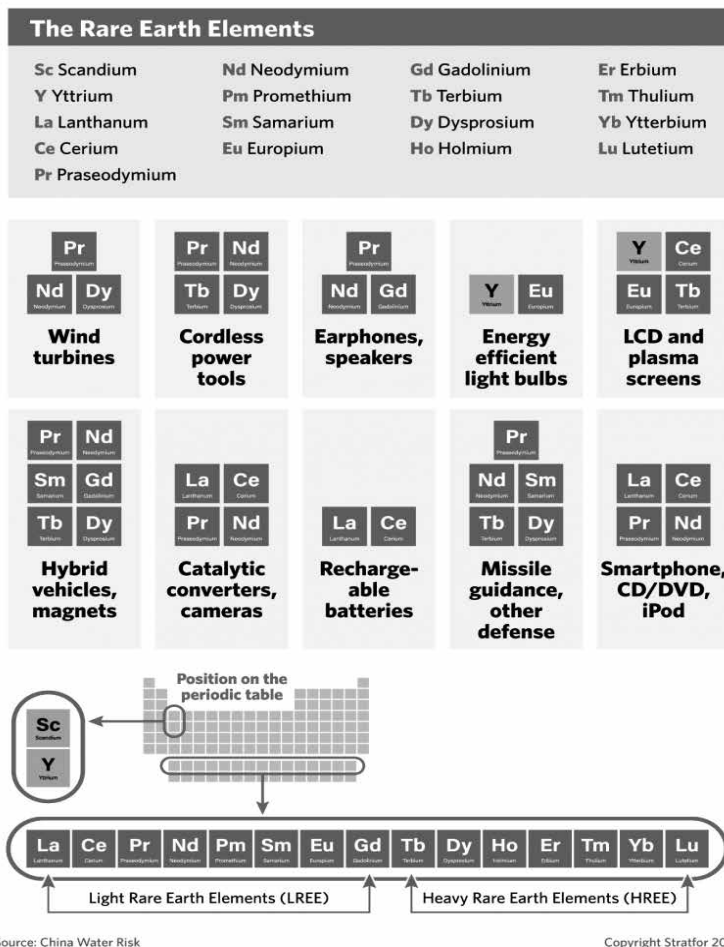


Figura 11: Usos y propiedades de las tierras o minerales raros. Fuente: Stratfor (2019).

El procesamiento de tierras raras requiere sustancias químicas nocivas y produce grandes volúmenes de residuos sólidos, gas y aguas residuales. Se han registrado impactos en China, Malasia e históricamente en Estados Unidos.¹⁵¹ Entre las principales etapas de extracción y procesamiento de materiales de tierras raras están las siguientes:

¹⁵¹ Dominish, Florin y Teske (2019).

- Extracción de mena de tierras raras desde los depósitos minerales;
- separación de la mena en óxidos individuales de tierras raras;
- refinamiento de óxidos de tierras raras en metales con diferentes niveles de pureza;
- aleación de metales de tierras raras, y;
- transformación de aleaciones de tierras raras en componentes utilizados en aplicaciones comerciales y de defensa.¹⁵²

Como puede apreciarse, se trata de un procesamiento complejo que requiere varias etapas para alcanzar niveles de pureza de estos minerales. Uno de los minerales de tierras raras, excepcional por sus aplicaciones, es el neodimio, dadas sus aplicaciones en la producción de discos duros y altavoces de las computadoras. Sin discos duros y parlantes pequeños, no existirían computadoras personales, teléfonos inteligentes o auriculares inalámbricos. De hecho, ningún otro material se acerca al poder magnético del neodimio.¹⁵³ Con este mineral se fabrican imanes que son esenciales para las tecnologías de energía renovable, en particular las de energía eólica y la producción de baterías híbridas de celdas de combustible. La producción de neodimio se concentra en China y gran parte procede de la minería ilegal. Empresas automotrices, como Toyota, han usado neodimio en la fabricación de autos híbridos que han estado en el mercado desde hace una década, como el Toyota Prius, el Honda Insight y el Ford Fusion.¹⁵⁴

En 2018, como una estrategia de mercado ante la eventual escasez y el control de este mineral por parte de China, la empresa Toyota desarrolló un nuevo imán para motores eléctricos para sustituir el neodimio. El imán no utiliza terbio y disprosio, por considerar que se encuentran en zonas con altos riesgos geopolíticos asociados y, en su lugar emplea otros minerales como lantano y cerio, que también son minerales de tierras raras, pero que tienen un menor costo que el neodimio.¹⁵⁵ Sin duda, el uso de las tierras raras en las tecnologías de energía renovable, así como en los autos eléctricos, conlleva necesariamente la reflexión acerca de la escasez, el posible acaparamiento y el desencadenamiento de conflictos geopolíticos asociados a la extracción de estos minerales.

152 Álvarez y Trujillo (2020).

153 Idem.

154 Gorman, S. (2009).

155 Toyota (2020) “Toyota reducirá el uso de tierras raras críticas un 50% gracias a un nuevo imán para motores eléctricos” Disponible en: <https://prensa.toyota.es/toyota-reducira-el-uso-de-tierras-raras-criticas-un-50-gracias-a-un-nuevo-iman-para-motores-electricos/> (12-12-21).

2.3.3 Litio

Actualmente el litio es uno de los metales más importantes en el ámbito minero internacional. El interés por este mineral ha crecido a la par de la tendencia de los vehículos eléctricos, los dispositivos electrónicos y demás elementos que se alimentan de baterías recargables. En el año 2019, la producción de litio a nivel global se calculó en más de 77,000 toneladas.¹⁵⁶

Se estima que la demanda de litio y tierras raras para las baterías de ion-litio, de vehículos eléctricos y para el almacenamiento de energía, sobrepasará los niveles de producción actual para el año 2022 (para todos los usos). Algunas estimaciones sugieren que, para satisfacer la próxima demanda de litio, al menos una nueva mina de litio deberá comenzar a operar cada año hasta 2025.¹⁵⁷ No obstante, algunos estudios muestran que el pico de Hubert para este mineral podría ocurrir entre el año 2032 y el 2060, en un futuro a mediano plazo.¹⁵⁸

Actualmente, este mineral se extrae en siete países que concentran las mayores cantidades de reservas de litio: Australia, China, Chile, Brasil, Argentina, Bolivia, Zimbabwe y Portugal. Tan sólo Australia reportó una producción de más de 42,000 toneladas. En Australia Occidental se encuentra la mina de litio Greenbushes, una empresa que opera en el sector de la mano de empresas norteamericanas y compañías chinas. Greenbushes es considerado el mayor activo de litio de roca dura en el mundo.¹⁵⁹

En 2021, China, que históricamente era el principal consumidor de carbonato de litio específicamente para la producción de baterías, fue desplazado por Corea del Sur.¹⁶⁰ Cabe destacar que China retiene aproximadamente el 80% del refinado de materias primas del mundo, el 77% de la capacidad de elaboración de celdas de litio y el 60% de la fabricación de componentes.¹⁶¹

Actualmente Argentina es el cuarto productor mundial de litio, luego de Australia, Chile y China. El triángulo del litio, compuesto por Argentina, Bolivia y Chile, cuenta con cerca del 65% de los recursos mundiales de litio y alcanza el 29.5% de la producción mundial total para 2020¹⁶². Chile juega un papel relevante. En el salar de Atacama se encuentran cerca del 40% de las reservas mundiales de litio en salmueras.¹⁶³ En este lugar, los impactos se reflejan en el

156 Servicio Geológico de los Estados Unidos-USGS, s.f. Litio.

157 Portal Baystreet (2017).

158 Haque, et al. (2014).

159 Minería en línea (2020).

160 Ministerio de Desarrollo Productivo de la Nación (2021).

161 Ibid.

162 Ibid.

163 Cochilco (2009).

agotamiento de las aguas subterráneas y el consiguiente despojo a usuarios de la tierra en el salar del suministro de agua. Estos efectos extractivos son legitimados por el Estado y las empresas líderes a través de un discurso híbrido “verde”, que combina argumentos sobre la calidad “natural” de la salmuera y el aprovechamiento de la luz solar en el proceso de producción, con un argumento sobre uso final del litio en energía limpia.¹⁶⁴



Figura 12: Vista satelital de la producción de Litio en el salar de Atacama. Fuente: Googleearth.com

Bolivia posee reservas de aproximadamente 21 millones de toneladas de litio, de las mayores de todo el mundo. Estas se encuentran en su mayor parte en el salar de Uyuni, en la región andina de Potosí, y en menor proporción en los yacimientos de Pastos Grandes, también potosinos, y Coipasa, compartido entre el departamento boliviano de Oruro y Chile. El salar de Uyuni, en Bolivia, contiene al menos la mitad de las reservas de litio conocidas en el mundo. Grupos

¹⁶⁴ Bustos-Gallardo, B., et al., (2021).

ambientalistas locales argumentan que el litio causará una gran crisis de agua y que la región ya sufre de una seria escasez hídrica que afecta a los productos de quinua, la crianza de llamas, la vital industria del turismo, y las fuentes de agua potable. Aunque los funcionarios bolivianos aseguran que las necesidades de agua para la producción de litio serán mínimas, sus estimaciones se basan en información muy limitada e incompleta.¹⁶⁵



Figura 13: Salar de Uyuni, Bolivia. Fuente: Fotos de Alberto Rosete

En el salar de Uyuni, la disponibilidad de agua se ha reducido por la extracción de este metal y ha afectado a las comunidades aledañas, las cuales no fueron consultadas de manera previa, libre ni informada antes de la instalación de la planta del gobierno promovida por el presidente Evo Morales. “En el caso de Bolivia, su plan ambiental solo contemplaba el tratamiento de la sal que se desecha después de la extracción de litio y se careció de un estudio sobre el impacto de disponibilidad de agua. Las empresas no consideran el efecto que tiene que ver con la utilización de químicos nocivos para la salud humana y de animales, la contaminación de agua, aire y el daño a suelos”.¹⁶⁶ Por su parte, en el salar de Atacama, Chile, y el salar Hombre Muerto, Argentina, la presión hídrica y los conflictos sociales son similares.

165 CEDHA (2012).

166 Olvera (2020).

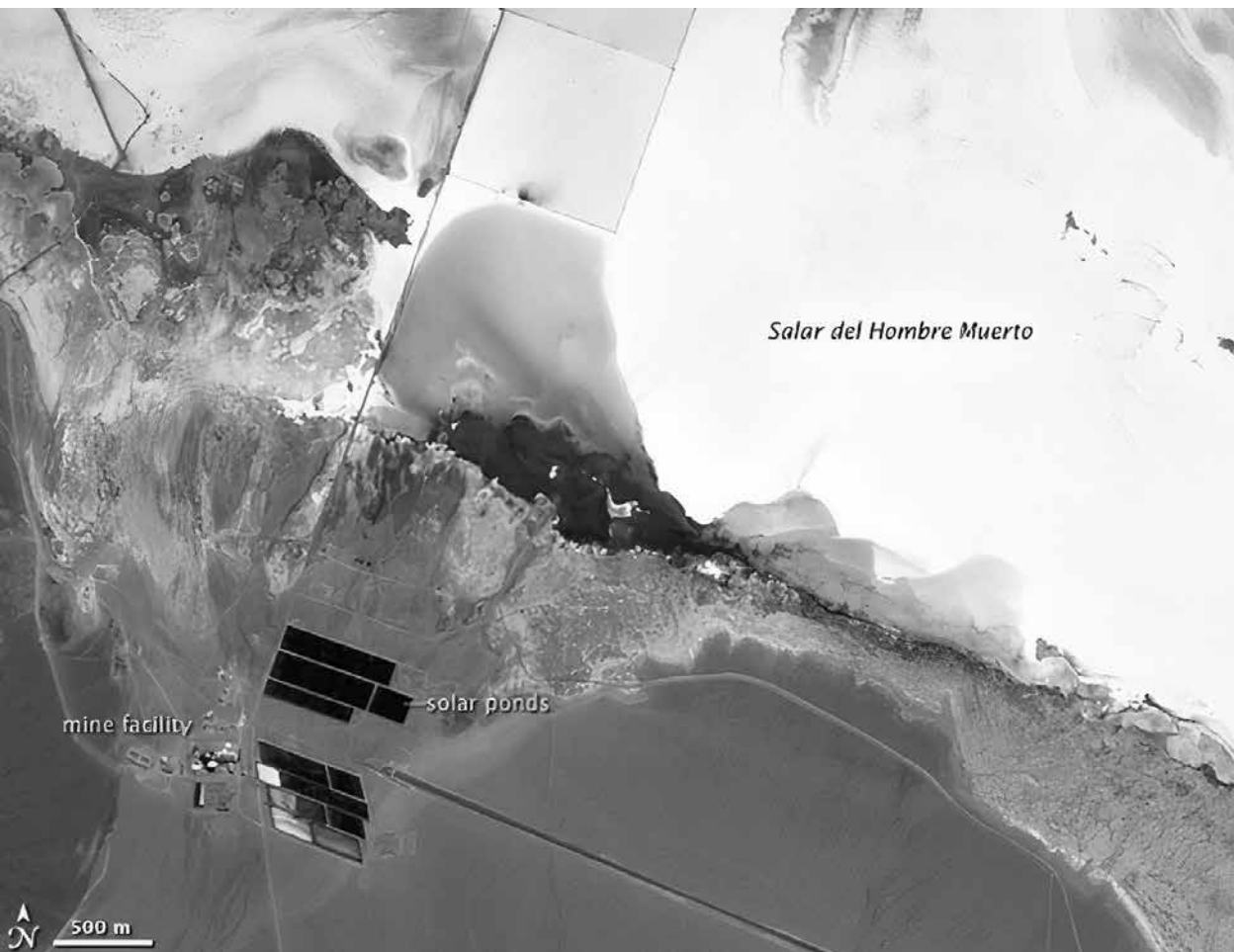


Figura 14: Salar del Hombre Muerto, Argentina. Fuente: <https://www.mining-technology.com/projects/hombre-muerto-north-project-salta/>

En Argentina, los impactos documentados de la extracción de litio muestran que “la actividad extractiva asociada a recursos mineros y energéticos, junto con su procesamiento asociado, tiene el potencial de causar una serie de problemas ambientales, si no se gestiona adecuadamente. Entre ellos, se pueden destacar la erosión eólica e hídrica, contaminación de agua superficial o subterránea, daño a suelos y pérdida de flora y fauna”.¹⁶⁷ El impacto ambiental de la extracción de este mineral es visible debido a su gran impacto espacial (como puede verse en las imágenes anteriores). En la explotación del litio se observan las mayores afectaciones en los recursos hídricos y en las comunidades y grupos que habitan cerca de su extracción. Otros impactos, como la contaminación del aire, del agua y de los suelos, se manifiestan generalmente a lo largo del tiempo.

¹⁶⁷ Mignaqui (2019).

La Comisión Europea calcula que la demanda de litio se multiplicará por 18 en 2030 y hasta por 60 veces en el año 2050.¹⁶⁹ Desde 2019, el gobierno portugués ha comenzado a realizar consignaciones para explotar las reservas, cuya extracción se imagina como una oportunidad para dar al país una posición de liderazgo dentro de la UE y cuyo desarrollo supondría que, solamente dentro de las cinco zonas más prometedoras, está la posibilidad de generar hasta 3.3 mil millones de euros en inversión.

Durante 2021 se finalizó uno de los proyectos de explotación de litio más grandes de la zona europea, la mina de Barroso. Este proyecto será desarrollado por la multinacional británica Savannah Resources y contempla un área de concesión de 593 hectáreas, y se espera que la extracción media de litio de la mina se acerque a 1'450,000 toneladas por año, durante un periodo de 11 años.¹⁷⁰

Las zonas aledañas a las concesiones incluyen el Covas do Barroso, un pueblo agrícola en el que predominan la producción ganadera y los cultivos típicos de las regiones montañosas; sus 262 habitantes conservan formas tradicionales de trabajar la tierra y tratar a los animales. En 2017, Covas obtuvo la clasificación de Patrimonio Agrícola Mundial, otorgada por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Desafortunadamente, esta se convertirá en una zona de sacrificio asociada al plan verde de la UE, en lo que se ha denominado como una “minería verde”.

Aunque algunas de las concesiones sí han sido rechazadas por las comunidades que se han opuesto al desarrollo de los proyectos, como es el caso de la reserva de la biosfera Gerês-Xurés¹⁷¹, el avance de la extracción de litio se ha convertido en una nueva frontera extractiva en las zonas periféricas de Portugal. En este último caso, el proyecto para la zona incluía una valoración de 500 millones de euros y pretendía construir un enorme complejo minero e industrial. Los habitantes de la zona se opusieron firmemente al proyecto por motivos ecológicos, puesto que la asignación no sólo implicaba la extracción del litio, sino la nivelación de un terreno montañoso de 825 hectáreas, con partes del proyecto situadas a pocos metros de las propiedades de los residentes.¹⁷²

2.3.4 Cobalto

El *International Council on Mining and Metals* (ICMM) reconoce que algunos minerales y metales han provocado o prolongado conflictos violentos, en los que las partes beligerantes utilizan los beneficios de las minas que se encuen-

169 Portugal to scrap lithium mining project – POLITICO.

170 Carballo-Cruz & Cerejeira (2020).

171 Portugal to scrap lithium mining project – POLITICO

172 Reuters (2019) (Communities fail to buy in Portugal's Lithium Dreams. Reuters.com. Disponible en: <https://www.reutersevents.com/sustainability/communities-fail-buy-portugals-lithium-dreams>

tran bajo su control para adquirir armas y reclutar soldados. Es frecuente que estas minas se exploten de manera ilegal, obligando a los obreros a trabajar a punta de pistola. Una vez que los minerales y metales salen del país por medio del contrabando y se introducen en la cadena de suministro mundial, se “blanquean” y es imposible detectar que han contribuido a financiar el conflicto.¹⁷³

Los minerales de conflicto en el continente africano causan una violencia continua y estructurada que impacta los ecosistemas, las comunidades, y en específico a las mujeres. El Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) reconoce que al menos un 40% de los conflictos internos en el continente africano en los últimos 60 años ha tenido relación con la cuestión de la explotación de la naturaleza y su transformación en “recursos naturales” como: la madera, los diamantes, el oro, el petróleo o los minerales. El expolio, control y explotación de estos materiales en África Central y Oriental financia actividades ilícitas y sustenta la acción de grupos armados.¹⁷⁴

En Sierra Leona, por ejemplo, la lucha por el control de minerales, en particular de diamantes, exacerbó la guerra civil que tuvo lugar de 1992 a 2002 en aquel país, añadiendo una causal más de disputa a la larga lista de factores que detonaron el conflicto, como las desigualdades regionales, el colapso de instituciones formales y la corrupción generalizada.¹⁷⁵

Por otro lado, cuando las mujeres que participaban en la minería artesanal en las ciudades mineras de Tongo Fields y Kono, regresaron después del conflicto armado, encontraron que las minas estaban siendo explotadas por diferentes facciones y que pocas mujeres obtenían ganancias. Esto contribuyó a más estallidos de conflictos en la zona.¹⁷⁶

Para la Comisión Española de Ayuda al Refugiado (CEAR), en África no se puede dejar de hablar de la actividad extractiva de “tipo artesanal”, que realizan grupos de personas en instalaciones que van contaminando suelos y aguas; este tipo de minería se da en minerales de diverso tipo: oro, diamantes, estaño o coltán. En estas actividades el impacto social y de vulneración de derechos humanos es también objeto de preocupación, ya que el trabajo infantil o el control de su explotación por parte de grupos armados son realidades cotidianas.¹⁷⁷

El oro, cobalto, estaño, tantalio y wolframio son algunos de los minerales conocidos que entran en la categoría de minerales de conflicto. Estos minerales cruzan fronteras de forma clandestina, su comercio financia lucrativa-

173 ICMM (2021).

174 CEAR (2018).

175 Ibid.

176 Ibid.

177 Ibid.

mente a grupos armados, gobiernos y empresas extractivas, y se asocia con numerosos abusos de derechos humanos, corrupción, desigualdad de género y degradación ambiental.¹⁷⁸ Frecuentemente este tipo de minería es ilegal, por lo general a pequeña escala, con una baja obtención de ganancias y en condiciones de trabajo peligrosas. Está representada normalmente por grupos armados de hombres y niños soldado, que fomentan el conflicto y el terror entre la población local.¹⁷⁹

La República Democrática del Congo (RDC) es el mayor productor y posee las mayores reservas de cobalto; sin embargo, este país cuenta con una base de datos y un entramado legislativo socioambiental débil, su minería es de tipo artesanal y su explotación está vinculada al trabajo infantil y a serios impactos ambientales.

La importante demanda de este material ha concentrado la producción de cobalto principalmente en la RDC (58%), seguido de Australia (5%) y de Rusia (5%). Otros países que producen cobalto son: Canadá, Cuba, Filipinas, Madagascar, Zambia, Papúa Nueva Guinea y Sudáfrica, aunque en menores cantidades. No obstante, algunos estudios muestran que el pico de Hubert para el cobalto podría ocurrir en el año 2030, lo que en términos de mercado puede significar un incremento en la demanda y en el precio, que a su vez puede servir para exacerbar aún más los impactos socioecológicos de la extracción.¹⁸⁰ La extracción de cobalto en la RDC, por ejemplo, se ha relacionado con mucha frecuencia con hechos violentos, y los minerales han sido apodados como los “diamantes de sangre de esta década” por varios medios de comunicación.¹⁸¹ Además de las tierras raras, el cobalto es un metal de preocupación en cuanto a los riesgos de suministro, ya que su producción y reservas están altamente concentradas.

Como especificamos en el capítulo 1, el cobalto y el estaño son minerales necesarios para diversas tecnologías de transición energética. Mientras que el cobalto principalmente se usa en almacenamiento de energía, vehículos eléctricos y energía eólica, el estaño se utiliza para tecnologías solares. El dilema estriba en el uso de estos minerales en aras de un desarrollo sostenible, cuando el hecho de extraerlos ha implicado fuertes violaciones a derechos humanos y toda una cadena de violencia. Al respecto, algunas disposiciones han sido elaboradas con objeto de evitar que la cadena de suministro de estos minerales sea alimentada por minerales en conflicto. En su mayoría, estas normativas son enunciativas y se concentran en países ya industrializados, por lo que su adopción suele dar la apariencia de un avance, sin que en realidad se

178 Alboan (2019).

179 Barbosa (2018).

180 Haque, et al. (2014).

181 Barbosa (2018).

proponga una alternativa a la devastación socioecológica que implica la minería.¹⁸² En el siguiente apartado se describen algunas de estas normativas y la posición de algunos autores al respecto.

2.3.5 Disposiciones jurídicas sobre minerales de conflicto

LEY DODD-FRANK

Se trata de una Reforma del Sector Financiero y de Protección del Consumidor es una ley federal de los Estados Unidos, aprobada en el año 2010 y que incorpora lo relativo a minerales de zonas de conflicto en una de sus secciones.¹⁸³ Esta ley establece que determinadas empresas multinacionales tienen el deber de informar anualmente a la Comisión de Bolsa y Valores estadounidense (SEC) del origen del estaño, tantalio, wolframio y oro utilizado en sus productos, para verificar si provienen de la RDC o de alguno de sus países vecinos. La sección 1502 de la Ley manifiesta la preocupación de que la explotación y el comercio de minerales de conflicto por parte de grupos armados esté ayudando a financiar conflictos en la región de la RDC y contribuyendo a una crisis humanitaria. El alcance de la Ley Dodd-Frank, tanto material como geográfico, es bastante limitado (extendiéndose únicamente al estaño, tantalio, wolframio y oro con origen en RDC y sus países vecinos).¹⁸⁴

La resolución final requiere que la empresa revele el uso de estos minerales en un nuevo formulario que se presentará ante la SEC. Según la regla final, una empresa que utiliza cualquiera de los minerales designados está obligada a realizar una investigación razonable del “país de origen”, que debe realizarse de buena fe y estar adecuadamente diseñada para determinar si alguno de sus minerales se originó en los países cubiertos o proviene de chatarra o fuentes recicladas.

La Ley establece que la empresa también está obligada a:

- Hacer pública su descripción en su sitio web de Internet.
- Llevar a cabo un proceso de debida diligencia sobre la fuente y la cadena de custodia de sus minerales de conflicto y presentar un informe de minerales de conflicto
- Hacer público el Informe sobre Minerales de Conflicto en su sitio web de Internet.

¹⁸² Ver por ejemplo: McNeish y Shapiro (2021).

¹⁸³ SEC (2012).

¹⁸⁴ Martínez (2020).

- Especificar que los minerales pueden provenir de los países cubiertos en la Ley, pero que estos no financiaron ni beneficiaron a grupos armados, en cuyo caso la empresa debe cumplir con los siguientes requisitos de auditoría y certificación:
 - Las instalaciones utilizadas para procesar los minerales de conflicto en esos productos.
 - El país de origen de los minerales de conflicto en esos productos.
 - Los esfuerzos para determinar la mina o ubicación de origen con la mayor especificidad posible.¹⁸⁵

Es necesario precisar que, en la actualidad, la debida diligencia puede ser entendida en un doble sentido: o bien como un estándar de conducta necesario para cumplir con una obligación, incluyendo esta obligación medidas como la investigación de los hechos o el enjuiciamiento de los delitos, o como un proceso con el que se pueden gestionar los riesgos generados por una empresa.¹⁸⁶ Además, esta debida diligencia ya no se entiende únicamente como una obligación que deban llevar a cabo los Estados de manera exclusiva, sino que incumbe también, y casi mayoritariamente, a los propios actores no estatales, como las empresas multinacionales.

REGLAMENTO DE LA UNIÓN EUROPEA EN MATERIA DE DEBIDA DILIGENCIA EN MINERALES DE CONFLICTO

Otro instrumento importante es el Reglamento del Parlamento Europeo y del Consejo por el que se establecen obligaciones en materia de diligencia debida en la cadena de suministro por lo que respecta a los importadores de la Unión Europea de estaño, tantalio y wolframio, sus minerales y oro originarios de zonas de conflicto o de alto riesgo.

En dicha normativa se reconoce que:

- En las zonas de conflicto o de alto riesgo, los recursos naturales minerales, a pesar de que entrañan un gran potencial para el desarrollo, pueden ser causa de disputas si los ingresos que producen alimentan el brote o la continuación de conflictos violentos, lo que socava los esfuerzos en pos del desarrollo, la buena gobernanza y el Estado de Derecho.
- En dichas zonas, romper el nexo entre los conflictos y la explotación ilegal de minerales es un elemento esencial para garantizar la paz, el desarrollo y la estabilidad.
- Las violaciones de los derechos humanos son habituales en zonas de conflicto o de alto riesgo ricas en recursos y pueden consistir en trabajo infantil, violencia sexual, desapariciones de personas, reasentamientos forzados y destrucción de enclaves importantes desde el punto de vista cultural o ritual.

¹⁸⁵ Martínez (2020).

¹⁸⁶ Ibid.

El Reglamento establece un sistema para la diligencia debida en la cadena de suministro, a fin de que los grupos armados y fuerzas de seguridad tengan menos oportunidades de comerciar con estaño, tantalio y wolframio, sus minerales y oro. En las obligaciones que se establecen para los importadores de minerales o metales a la UE destacan:

- Adoptar su política de cadena de suministro de los minerales y metales que puedan ser originarios de zonas de conflicto o de alto riesgo y comunicar claramente a los proveedores y al público información actualizada al respecto.
- Incorporar a su política de cadena de suministro las normas que rijan su observancia de la diligencia debida.
- Estructurar sus respectivos sistemas de gestión interna para en la cadena de suministro, asignando responsabilidad a los altos directivos, en caso de que el importador de la Unión no sea una persona física.
- Establecer un mecanismo de reclamaciones, como un sistema de alerta rápida sobre posibles riesgos, o hacer posible tal mecanismo mediante acuerdos de colaboración con otros agentes económicos u organizaciones, o facilitando el recurso a un experto u organismo externo, como, por ejemplo, un mediador.¹⁸⁷

Las sustancias, minerales y subproductos contenidos en este reglamento son: estaño, wolframio, tantalio o niobio, óxidos e hidróxidos de wolframio, óxidos e hidróxidos de estaño, cloruros de estaño, tungstatos, tantalios, carburos de wolframio (tungsteno), carburos de tantalio, oro en bruto o semilabrado, o en polvo, ferrowolframio y ferro-sílico-wolframio, barras, perfiles y alambre de estaño, polvo de wolframio (tungsteno), alambre de wolframio (tungsteno), wolframio (tungsteno) en bruto, incluidas las barras simplemente obtenidas por sinterizado, barras (excepto las simplemente obtenidas por sinterizado), perfiles, chapas, hojas, tiras y otras manufacturas de wolframio (tungsteno), tantalio en bruto, incluidas las barras simplemente obtenidas por sinterizado; polvos y tantalio en bruto, incluidas las barras simplemente obtenidas por sinterizado.¹⁸⁸

POSTURA DE LAS EMPRESAS ANTE LOS MINERALES DE CONFLICTO

En reacción a las normas jurídicas de Estados Unidos de Norteamérica y de la Unión Europea, varias empresas han hecho explícitas en sus sitios web sus posturas frente a los minerales de conflicto. Por ejemplo, la postura de Caterpillar señala que:

“Caterpillar está comprometida con la obtención responsable de minerales de conflicto utilizados en nuestros productos. Con respecto a la extracción y el comercio de minerales de conflicto, Caterpillar no respalda-

¹⁸⁷ Diario oficial de la UE (2017).

¹⁸⁸ Ibid.

rá, contribuirá, asistirá ni facilitará deliberadamente conflictos armados en la República Democrática del Congo (DRC).

(...) Caterpillar no proporcionará deliberadamente respaldo directo o indirecto a grupos armados o fuerzas de seguridad no estatales que controlen o cobren impuestos ilegalmente en minas, rutas de transporte, puntos de comercio o cualquier actor en etapas anteriores de la cadena de suministro.”¹⁸⁹

La postura de la empresa Komatsu señala:

“No prohibimos ni desalentamos la obtención de minerales de conflicto provenientes de la República Democrática del Congo y los países cercanos (DRC). No obstante, si descubrimos un material de conflicto en cualquiera de estos materiales que se obtienen de DRC y no de fundiciones que recibieron una certificación independiente de “Sin conflicto DRC”, tomaremos las medidas apropiadas para hacer una transición y comenzar a usar otros materiales, partes y componentes cuando sea razonablemente posible. Además, esperamos que nuestros proveedores se rijan por los mismos principios con respecto al origen de sus materiales y sus cadenas de suministros.”¹⁹⁰

Y la de la empresa Xilem:

“Si descubrimos el uso de minerales de conflicto producidos en instalaciones que no se consideran libres de conflicto en cualquier material, pieza o componente que compramos para utilizarlo en nuestros productos, haremos todo lo que esté en nuestras manos para cambiar los productos para que sean libres de conflicto.”¹⁹¹

Como puede apreciarse en las tres declaraciones de las empresas anteriores, todas ellas adolecen de límites que condicionan el logro del objetivo de evitar que los agentes que participan en el comercio de estos minerales minerales contribuyan de manera directa o indirecta al recrudecimiento de los conflictos y a la situación de violación de derechos humanos en las regiones de origen.¹⁹² También es digna de mención la necesidad de involucrar a los consumidores en la problemática de los minerales de conflicto y las consecuencias que su uso conlleva.¹⁹³

2.3.6 Madera balsa

No se trata de un mineral, sino de una importante materia prima necesaria para la construcción de aspas para aerogeneradores. Los madereros ecuatorianos han alertado sobre el mercado ilegal de la madera proveniente del ár-

¹⁸⁹ Caterpillar. Minerales de conflicto (2021).

¹⁹⁰ Declaración de Minerales de conflicto | Komatsu Mining Corp.

¹⁹¹ Declaración de la política sobre minerales de conflicto | Xylem España

¹⁹² Martínez (2020).

¹⁹³ Idem.

bol *ochroma pyramidale*.¹⁹⁴ La madera balsa ecuatoriana tiene una alta importancia a nivel comercial debido a su peso ligero y sus propiedades mecánicas únicas. A lo largo del tiempo, el uso de este material natural ha aumentado considerablemente para ser empleado en la fabricación de aviones, aspas de aerogeneradores, y otros tipos de estructuras ligeras. Las palas de los modelos de los aerogeneradores más antiguos contienen entre 1 a 3% de este tipo de madera.¹⁹⁵

Durante el 2021, la demanda de madera balsa se disparó debido a que inversores chinos, animados por un subsidio estatal, adquirieron esta madera para fabricar aspas de aerogeneradores. La urgencia por la materia y la falta de vigilancia del gobierno ecuatoriano debido a las restricciones por la pandemia contribuyeron a desatar el caos.¹⁹⁶ La Asociación Empresarial Eólica de España (AEEE) refiere que el 77% de las exportaciones de balsa ecuatoriana en 2020 se dirigieron a Asia, 12% a Europa y 11% a América.¹⁹⁷

En los últimos años, los fabricantes han venido sustituyendo la madera de balsa por PET y la previsión de que en el corto plazo este material plástico sea el que se utilice en la fabricación de palas de los aerogeneradores. La madera de balsa está cayendo en desuso en la fabricación de palas, usándose principalmente en los modelos de mayor antigüedad y será completamente sustituida en los próximos años por plástico PET y PVC.¹⁹⁸

2.4 Impactos y derechos vulnerados

La extracción de minerales críticos para alimentar la transición energética y las medidas de descarbonización a nivel global conlleva a la creación de conflictos socioambientales e incluso geopolíticos. Estas afecciones están asociadas a una falta de transparencia, mecanismos de participación, reconocimiento, y justicia efectivos en los países de origen, pero sin lugar a dudas están impulsadas por una vuelta extractiva del capitalismo, que está reproduciendo conflictos socioecológicos siguiendo una tendencia colonial.¹⁹⁹

La extracción de minerales para sustentar materialmente la transición energética que imagina el capitalismo verde traerá impactos en varios aspectos en las zonas donde se desarrolla. La siguiente tabla es un primer esbozo con base en la evidencia mostrada en este informe, acerca de cómo estos impactos socioecológicos incurren en violaciones de derechos colectivos, territoriales y humanos.

194 Amazonia Socioambiental (2021).

195 AEE (2021).

196 Amazonia Socioambiental (2021).

197 AEE (2021).

198 Idem.

199 Le Billon and Middelorp (2021).

	Afectaciones al agua y la biodiversidad local.	Derechos de pueblos indígenas (incluyendo al territorio, la autodeterminación y la consulta previa, libre e informada).	Trabajo infantil/trabajo forzado	Violencia explícita, estructural, de género, epistémica o violencia lenta.	Corrupción y fallas de gobernanza.
Níquel	El Estor, Guatemala	El Estor, Guatemala		El Estor, Guatemala	
Tierras raras/ Neodimio	China, Malasia, Estados Unidos				China, Malasia, Estados Unidos
Litio	Chile, Bolivia, Portugal	Chile, Bolivia, Portugal			Chile, Bolivia, Portugal
Madera balsa	Ecuador Perú				
Minerales de conflicto: Cobalto, Estaño,	República Democrática del Congo, Sierra Leona, Camerún		República Democrática del Congo	República Democrática del Congo, Sierra Leona, Camerún	República Democrática del Congo, Sierra Leona, Camerún

Tabla 8. Posibles afectaciones a derechos a raíz de la extracción de minerales para tecnologías de energía renovable. Fuente: Elaboración propia

Múltiples derechos pueden ser violados en el marco de la extracción de minerales para la transición energética. A continuación se describen algunos de ellos:

- **Derecho a la autodeterminación y el consentimiento previo, libre e informado** (CPLI), dado el gran número de conflictos socioambientales e intervenciones que presentan un riesgo alto de oposición y amenaza a comunidades indígenas.
- **Derecho a la paz y la seguridad**, en virtud de los casos de desplazamientos forzados, conflictos y violencia que se han descrito en este capítulo. Así como la forma en que las empresas mineras operan: persuasión, sobornos, amenazas y coacción, generando división entre las comunidades y enfrentamientos, que desembocan en distintas violencias con severos impactos en la cohesión social.
- **Derecho al trabajo** y condiciones justas, ante las afectaciones al medio ambiente, como en el caso de la comunidad El Estor, donde el sector pesquero está siendo afectado por la contaminación provocada por la mina,

lo que perjudica los modos de subsistencia, de fuentes de recursos naturales y de alimento de comunidades enteras.

- **Derecho a la propiedad, a la tierra, al territorio y los recursos naturales.** La Comisión Interamericana de Derechos Humanos ha documentado que en distintos países de América Latina ocurren situaciones que impliquen la apropiación u ocupación ilegal de territorios patrimoniales, en donde no se han respetado las costumbres y tradiciones propias de los pueblos indígenas.
- El sector minero no sólo causa inmensos impactos en los pueblos indígenas a causa de sus operaciones, sino que la fuerte presión para el otorgamiento de concesiones mineras dificulta seriamente la delimitación y demarcación de tierras indígenas. Asimismo, aunque varios de estos conceptos constituyen un modelo occidentalizado de justicia (como es el caso del derecho a la propiedad), en algunos casos, este derecho se transforma en un derecho de autodeterminación, en donde son las comunidades indígenas las que dictan su forma de “desarrollo” o los procesos a través de los cuales es posible compensar los impactos de los procesos extractivos.
- **Derecho a un medio ambiente sano y/o derechos de la naturaleza.** El impacto que provoca la minería sobre el ambiente y la salud va ligado con la composición de los minerales, el tipo de explotación o extracción, las características del entorno, entre otros aspectos. La extracción de algunos minerales como el níquel o litio tienen repercusiones ambientales comparables a las que las tecnologías a base de combustibles fósiles que pretenden reemplazar ocasionan; lo que complejiza la discusión acerca de cómo, hasta dónde y cuáles minerales se podrán extraer, asumiendo los impactos ambientales que provocan.

Asimismo, la extracción de estos minerales suele incurrir en la misma lógica de separación instituida por el modelo colonial de jerarquías y operativizada a través de los procesos extractivos en el capitalismo. Como demuestran los casos de estudio arriba enunciados, en cada uno de los procesos la naturaleza es reducida a un recurso natural, por lo que su ocupación pasa a instituir una forma de violencia epistémica para aquellas comunidades y grupos que entienden la naturaleza como una entidad viva o que se entienden como parte de la misma.²⁰⁰

200 El caso más interesante es el de Ecuador, país que desde el 2008 reconoce en su Constitución los derechos de la naturaleza. Aunque existen críticas al respecto, el modelo no había servido como tal para garantizar o poner un fin al extractivismo que caracterizó al país durante aproximadamente la última década. Sin embargo, en 2017 se emitió un dictamen a favor de los derechos de la naturaleza reconociendo el derecho de grupos indígenas y afrodescendientes por su buen vivir frente a empresas de palma que a su vez responsabilizan al Estado. Asimismo, en referencia directa a los casos que documentamos aquí, a inicios de diciembre de 2021, mientras terminamos de escribir este informe, la Corte Constitucional del Ecuador dictaminó que los planes para extraer cobre y oro en un bosque húmedo protegido son inconstitucionales y vulneran los derechos de la naturaleza. Ver: <https://www.business-humanrights.org/es/%C3%BAltimas-noticias/ecuador-juez-ordena-protector-derechos-de-la-naturaleza-en-demanda-de-ind%C3%ADgenas-y-afrodescendientes-contras-empresas-de-palma-pero-traslada-responsabilidad-al-estado/>

- **Derecho humano al agua y al saneamiento.** La extracción de litio, en particular, ha demostrado contribuir a una creciente presión por el uso de agua, lo cual impacta negativamente a las personas que se encuentran en el área de influencia de los proyectos.
- **Derecho al desarrollo:** La minería no ha facilitado la superación de condiciones de pobreza en los municipios en los que se han desarrollado actividades extractivas durante décadas. Por el contrario, la garantía de derechos sociales para el conjunto de la población es aún una tarea pendiente en estas áreas. El derecho al desarrollo no debe entenderse como la creación de empleos, el crecimiento económico o el desarrollo de los bienes materiales, sino como la capacidad de comunidades y grupos de determinar sus propios modelos de desarrollo con base en sus propios usos y costumbres.

2.5 Reflexiones

Este capítulo revela de forma importante no solamente el número de conflictos internacionales que ya existen asociados con la extracción de minerales, sino el nexo de la transición energética con el extractivismo y la minería. Buena parte de los conflictos aquí mencionados derivan del interés geopolítico por controlar la cadena de suministros para la producción de tecnología fundamental para los procesos de transición energética. Es el caso de las tierras raras, las cuales son minerales básicos para la creación de baterías.

Sin embargo, la hiperconcentración de estos recursos en manos de pocos actores, tanto en su extracción como en su procesamiento, se ha traducido en un abierto conflicto comercial que podría escalar hacia otro tipo de movimiento, debido a la alta dependencia industrial moderna sobre dichos minerales. Es importante mantener en perspectiva que no se trata únicamente de intereses económicos o empresariales, sino que actualmente la transición energética se considera un tema de seguridad nacional para países como Estados Unidos y China, a los que en un futuro podrían sumarse otras naciones en enfrentamientos que afecten el balance comercial, tecnológico y ambiental del mundo.

En el siguiente capítulo se abordan con mayor detalle las consecuencias de esta tendencia para México, pero por ahora vale la pena abrir un primer espacio para la reflexión acerca de dos aspectos.

En primer lugar, la visión de derechos humanos parece estar rebasada por el modelo del capitalismo verde. En el capítulo 1 se aborda la manera en que la enorme demanda de minerales críticos para asegurar la transición energética está asociada a un modelo que no busca transformar el modelo extractivo que se inauguró con los combustibles fósiles, sino que pretende, a pesar de todas

las indicaciones sobre la disponibilidad y las tasas de recuperación y reciclaje de varios de estos minerales críticos, sostener el mismo modelo de consumo y crecimiento, pero con energías renovables.

La segunda observación, directamente relacionada con la primera, es que la estructura del modelo de transición está suponiendo que el incremento de la demanda de los minerales, junto con el consumo de energía se mantendrán en aumento, lo que a su vez implicará el incremento de los conflictos socioecológicos distributivos en cada vez más fronteras extractivas asociadas a estos minerales. Estas dos observaciones se abordan con más detalle en el capítulo 4, pero por ahora basta decir que el modelo de transición energética es inherentemente desigual e inequitativo, pues a pesar de que la intención manifestada por gobiernos y empresas es mitigar los GEI para atender la crisis climática, el dejar de lado los aspectos conflictivos de estos minerales supondrá que la transición será a costa de todo aquello que se transforme en sacrificable para alimentar la vorágine de este modelo.

CAPÍTULO 3

EL CASO DE MÉXICO

EN ESTE CAPÍTULO SE DESCRIBE BREVEMENTE EL ESTADO ACTUAL DE LA TRANSICIÓN energética en México, así como las proyecciones de integración de energía renovable y algunos escenarios de movilidad eléctrica que plantea el gobierno mexicano a través de la empresa paraestatal Comisión Federal de Electricidad (CFE). También se brinda un panorama de los diferentes proyectos mineros que existen en el país cuyos minerales son utilizados para tecnologías de energía renovable y se describe el número de proyectos mineros en el país, su estatus, etapa de ciclo minero, así como la procedencia de las empresas que los adquirieron. Se menciona también cómo las empresas de energía renovable han encontrado en las empresas mineras *junior* una buena oportunidad de inversión para sus proyectos en México.

También retomamos algunas entrevistas con activistas y actores que se encuentran inmiscuidos en los procesos extractivos o abiertamente en conflicto con el desarrollo de los procesos mineros y la extracción de minerales. Nuestra intención en este apartado es mostrar, por un lado, la conflictividad socioecológica que viene asociada con el impulso de la transición energética, principalmente en el Norte global, pero más aún, comenzar a identificar qué impactos estos impulsos representan para México.

3.1 Estado actual de la transición energética

En México, las energías limpias son aquellas fuentes y procesos de generación de electricidad cuyas emisiones o residuos, cuando los hay, no rebasan los umbrales establecidos en las disposiciones reglamentarias. Entre las energías limpias se consideran las que provienen de las siguientes fuentes: el agua (centrales hidroeléctricas); la energía nucleoelectrónica; el viento; la radiación solar (en todas sus formas); la energía oceánica (en sus distintas formas); el calor de los yacimientos geotérmicos; las bioenergéticas definidas en la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos (LPDB); la energía generada por el aprovechamiento del poder calorífico del metano y otros gases asociados en los sitios de disposición de residuos, las granjas pecuarias y en las

plantas de tratamiento de aguas residuales; la energía generada por el aprovechamiento del hidrógeno mediante su combustión o su uso en celdas de combustible; la energía generada con los productos del procesamiento de esquilmos agrícolas o residuos urbanos sólidos cuando dichos procesos no generen dioxinas; la energía generada por centrales de cogeneración eficiente; la generada por ingenios azucareros que cumplan criterios de eficiencia; la que se genera por centrales térmicas con procesos de captura y almacenamiento geológico o biosecuestro de bióxido de carbono; las tecnologías consideradas de bajas emisiones de carbono conforme a estándares internacionales. Para que las secretarías de Energía y de Medio Ambiente y Recursos Naturales determinen que se trata de energías limpias, la tasa de emisiones no debe ser mayor a 100 kg/MWh.²⁰¹

La generación eléctrica limpia no renovable en México incluye a la generación nucleoelectrica y la generación eléctrica proveniente de plantas convencionales que incorporan procesos de cogeneración eficiente y que cumplen con los criterios de eficiencia emitidos por la CRE. Por su parte, la generación eléctrica renovable comprende la generación de plantas hidroeléctricas, fotovoltaicas, eololéctricas, geotérmicas y la generación de plantas eléctricas que utilizan bioenergéticos.

Según el Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN), la capacidad de generación de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), de los Productores Independientes de Energía (PIE) y del resto de permisionarios –Autoabastecedores (AU), Cogeneradores (COG), Pequeños Productores (PP), Importadores (IMP) y Exportadores (EXP)– interconectados a la red del Sistema Eléctrico Nacional alcanzó un valor de 70 053 MW. La capacidad instalada está basada en buena medida en combustibles fósiles, que representan alrededor del 64%, mientras que las fuentes limpias de energía, incluidas las renovables, las grandes hidroeléctricas, nuclear y la cogeneración eficiente representan el restante 36%. Las fuentes exclusivamente renovables (eololéctrica, geotermoeléctrica, fotovoltaica y bioenergía) representan el 18% de la capacidad eléctrica instalada.²⁰²

201 SENER (2020).

202 Ibid.

En la siguiente gráfica se muestra la capacidad instalada de CFE y el resto de permisionarios.

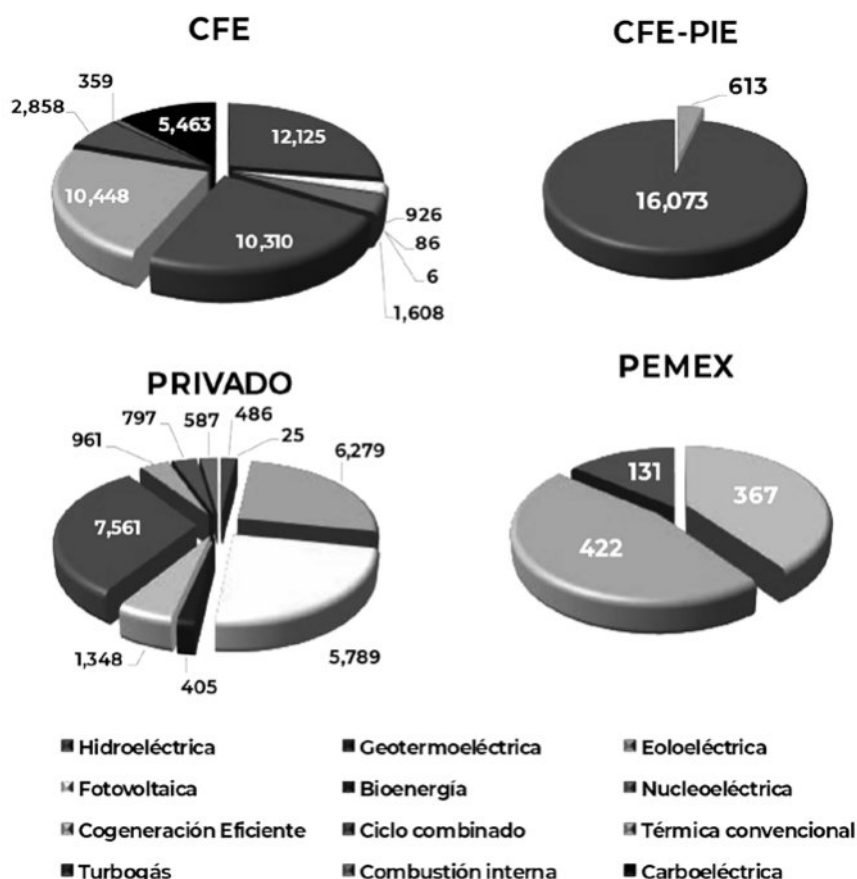


Figura 16. Capacidad instalada de la CFE y demás permisionarios (MW) Fuente: PRODESEN (2020).

Es un hecho que la matriz energética nacional es predominantemente fósil, dado que el 75% de esta energía proviene de estos combustibles. Respecto al porcentaje de participación de la energía limpia en la generación total, se observa en la siguiente gráfica que a octubre de 2020 el 25.5% provino de energías limpias (67,425.50 GWh) y el 74.52% de energías convencionales. En este sentido, a octubre 2020 se registra un decrecimiento de la generación con energía convencional del orden de 3.72% respecto al año 2019.²⁰³

203 Ibid.

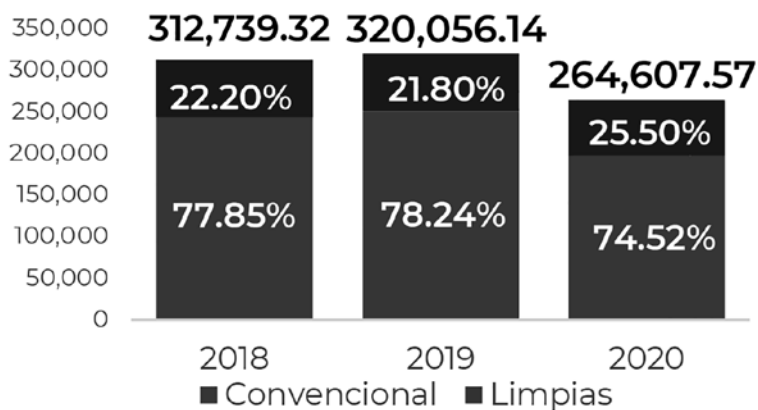


Figura 17. Generación neta (GWh) y Porcentaje de generación eléctrica limpia y convencional 2018-2020 Fuente: PRODESEN (2020).

La generación de energía limpia renovable en México se integra por la generación de centrales hidroeléctricas, eololéctricas, fotovoltaicas y plantas que utilizan bioenergéticos.²⁰⁴ En el siguiente gráfico se observa la evolución de los últimos tres años, destaca el caso de la generación hidroeléctrica, que en el 2020 continúa representando el mayor porcentaje de las energías renovables con el 42.4%, seguida de la energía eololéctrica con 28.4%, la fotovoltaica con 20.77%, la geotérmica con 7.1% y, finalmente, la generación a partir de bioenergía, la cual representó el 1.3% de la generación renovable.

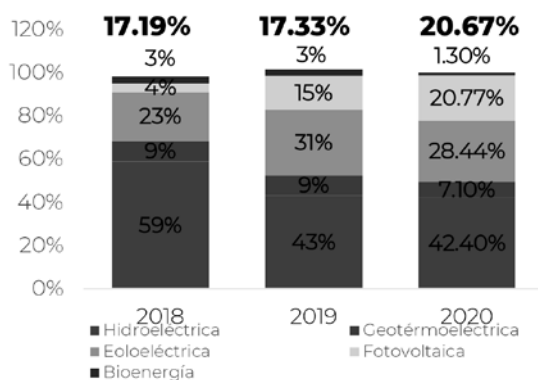


Figura 18. Generación de energía limpia-renovable. Fuente: PRODESEN (2020).

204 Ibid.

El país tiene una meta de generación de energía del 35% de participación mínima de energías limpias en la generación de energía eléctrica para el 2024, con metas intermedias para el 2018 de 25%, y para el 2021 de 30%. El PRODESEN (2020) señala que, si bien la meta de generar energía eléctrica en 25% con tecnologías limpias estaba contemplada para el año 2018, en la actual administración se logró cumplir y rebasar, al generar el 25.48% con energía limpia.²⁰⁵ Como ya se ha señalado, en esta definición de energía limpia se incluye a las grandes centrales hidroeléctricas, la nuclear y a la cogeneración eficiente.

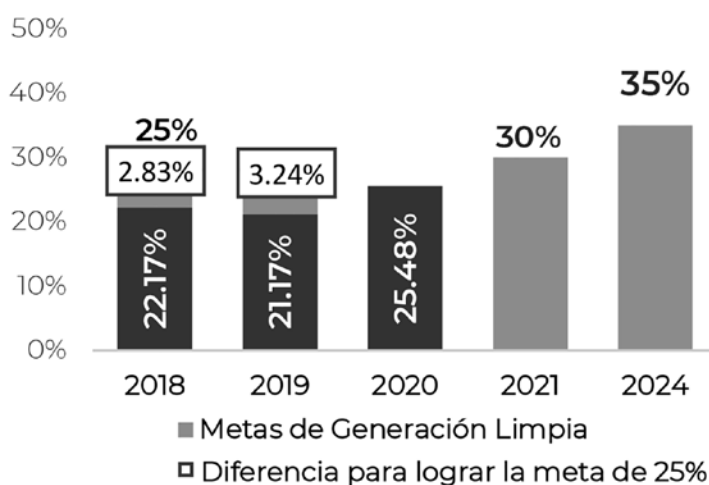


Figura 19. Avance en las metas de generación eléctrica con tecnologías limpias 2018-2024
Fuente: SENER (2020).

La política energética del gobierno plasmada en papel apuesta por la transición energética soberana, que implica avanzar en la línea de cambio de la matriz energética, con acciones en materia de generación de energías limpias y renovables, a la par que se incrementa la seguridad y diversificación energética, el ahorro de energía y la reducción de emisiones de GEI.²⁰⁶

3.2 Movilidad eléctrica

El gobierno federal cuenta con una Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica,²⁰⁷ dentro de cuyos objetivos se encuentran:

²⁰⁵ Ibid.

²⁰⁶ Ibid.

²⁰⁷ Semarnat (2018).

- La disminución de la contaminación proveniente de vehículos de combustión interna y cuyas metas prevén la reducción entre 3.5 y 5.0 millones de tCO₂e.
- El programa Alianza de Ciudades para la Red de Movilidad Eléctrica, en el que se busca incentivar el desarrollo conjunto de habilidades y mecanismos que promuevan la movilidad eléctrica en México en las 10 ciudades con peor calidad del aire.

Para el 2034, se plantean tres escenarios de vehículos eléctricos ligeros, de carga y autobuses. El primer escenario contempla la integración de alrededor de 3.46 millones de vehículos eléctricos, es decir, el 28.1% de los vehículos automotores que se estima se comercializarán para dicho año. Se contempla un segundo escenario de menor impacto de electromovilidad, el cual contempla la incorporación de 2.39 millones de vehículos eléctricos y el tercer escenario, con mayor impulso de electromovilidad, asciende a 4.81 millones de vehículos eléctricos, tal como se muestra en el siguiente gráfico.

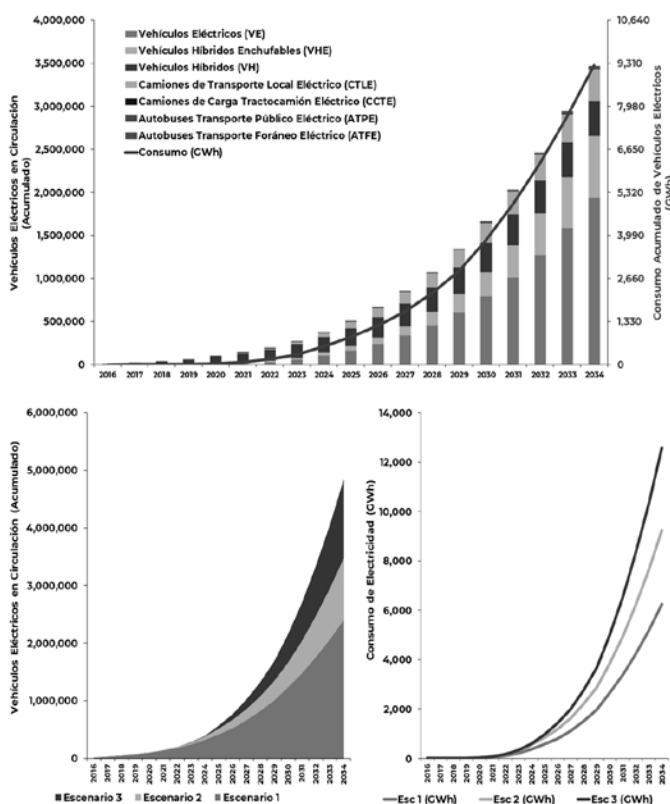


Figura 20. Evolución de vehículos eléctricos. Fuente, PRODESEN (2020).

En lo que se refiere al consumo de energía eléctrica, los vehículos eléctricos (VE), vehículos híbridos (VH) y vehículos híbridos enchufables (VHE) requieren 34% de la energía que requiere un vehículo a combustión interna para recorrer la misma distancia. En el gráfico anterior, en el escenario 1 se estima que para el 2034 el parque vehicular ascienda a 2.4 millones de unidades. Si el incremento de unidades eléctricas en circulación se dispara en 2034 en un 20% adicional, como se muestra en el escenario 2 (previendo la implementación de políticas que impulsen un mayor incentivo para la utilización de este tipo de vehículos), el número de vehículos eléctricos para el 2034 ascendería a 3.5 millones, mientras el escenario 3 se prevé que al final del horizonte el número de vehículos en circulación sea el doble de lo pronosticado en el escenario 1.

El impacto previsto por la movilidad eléctrica para el periodo 2020-2034, con relación a las emisiones evitadas, es que estas pasen de 70 MtCO₂e a 5,419 mtCO₂e, mientras que, para el rubro de combustibles, se valora que de 35 millones de litros ahorrados pasen a 4,862 millones. Para los escenarios de menor y mayor electromovilidad en 2034, las emisiones evitadas acumuladas ascienden a 3,851 MtCO₂e y 7,166 MtCO₂e en cada uno, respectivamente.²⁰⁸ Es preciso reconocer que en los escenarios de penetración de energía renovable y de automóviles eléctricos no se señalan las estimaciones de minerales necesarios, ni se cuenta con esas estimaciones o proyecciones para saber qué tipo, qué cantidades o cuál es la procedencia de los minerales necesarios para cumplir con las metas de participación de energía limpia renovable en el país.

En las secciones subsecuentes se señalan algunos de los principales minerales implicados en el uso de tecnologías de energía renovable, se muestran los proyectos mineros existentes en el país y se mencionan algunas de las empresas propietarias de estos proyectos.

3.3 Proyectos mineros relacionados con la transición energética

Los minerales que actualmente se exploran o extraen en el país y que guardan relación con alguna de las tecnologías previstas para la transición energética son: plata, cobre, hierro, litio, bario, molibdeno, boro, grafito, manganeso, plomo, tierras raras, titanio, telurio y zinc. Para esta investigación se lograron contabilizar 1,065 proyectos mineros en 26 entidades del país, realizando búsquedas en las bases de datos disponibles del Sistema Integral sobre Economía Minera (SINEM) y del Sistema Integral de Administración Minera (SIAM) de la Secretaría de Economía (SE).

De un total de 1,065 proyectos mineros cuantificados, el 46% corresponde a plata y cobre, mientras que otro 46% corresponde a proyectos de hierro, cuyo uso es mucho más amplio que el exclusivo para las tecnologías de transición energética. El resto de proyectos que podrían destinarse a alguna tecnología

208 SENER (2020).

de energía renovable para la transición energética se reduce apenas a 80. Se trata de proyectos de litio, bario, molibdeno, boro, grafito, manganeso, plomo, tierras raras, titanio, telurio y zinc.

En el siguiente mapa se muestra la ubicación de todos los proyectos mineros cuantificados por entidad federativa, el tamaño de la burbuja corresponde al número de proyectos que hay en la entidad.

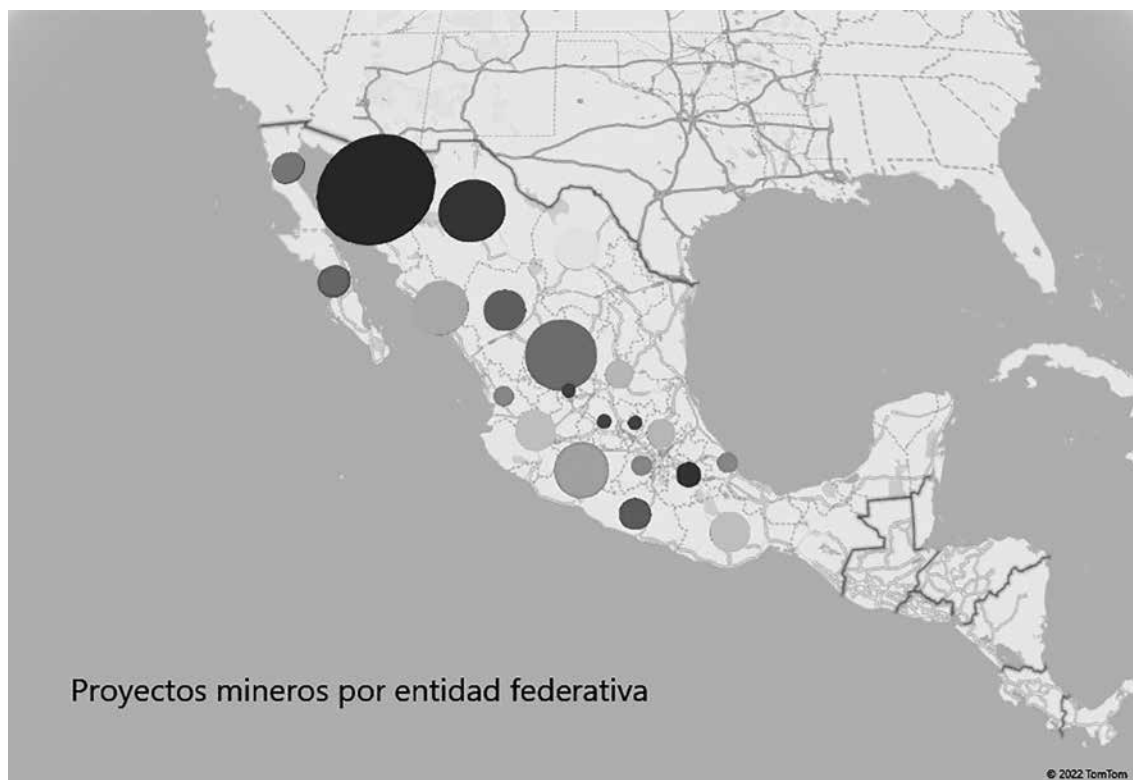


Figura 21. Proyectos mineros por entidad federativa. Fuente: Elaboración propia con base en SINEM y SIAM, SE (2021).

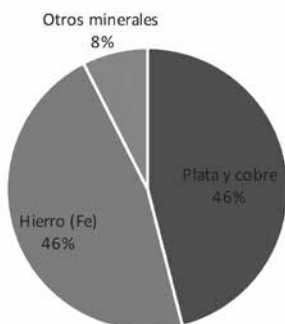
En la siguiente tabla y figuras se proporciona información sobre el número de proyectos mineros y los principales minerales por entidad federativa.

MINERALES PARA LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA POR ENTIDAD FEDERATIVA

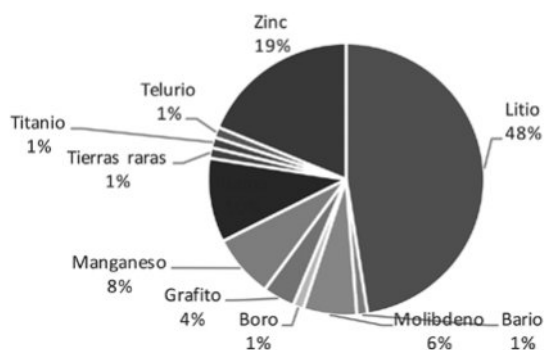
Entidad Federativa	Proyectos mineros	Minerales para la transición energética
Aguascalientes	1	Ag
Baja California	33	Ag, Cu, Mo, Co, Zn, Fe, Li
Baja California Sur	5	Ag, Cu, Co, Zn, Ni, Co
Chiapas	11	Ti, Ba, Fe, Ag
Chihuahua	153	Ag, Fe, Cu, Zn, Mo, Pb
Coahuila	24	Ag, Tierras raras, Zn, Pb, Cu, Li,
Colima	16	Fe, Ag
Durango	112	Ag, Pb, Zn, Cu, Fe, Mn, Mo.
Estado de México	10	Zn, Pb, Ag,
Guanajuato	26	Ag, Zn, Cu, Pb
Guerrero	27	Cu, Ag, Zn, Pb, Fe.
Hidalgo	7	Ag, Pb, Cu, Zn
Jalisco	67	Ag, Cu, Pb, Fe, Te, Mn, Mo
Michoacán	25	Cu, Fe, Ag, Mo
Morelos	4	Ag, Cu
Nayarit	26	Ag, Fe
Nuevo León	7	Ag, Pb, Zn, Cu.
Oaxaca	52	Cu, Zn, Pb, Ag, Mo, grafito
Puebla	10	Ag, Cu, Pb, Zn.
Querétaro	7	Ag, Pb, Zn, Cu.
San Luis Potosí	30	Ag, Pb, Zn, Cu, Fe, Mn, Mo, Li, B.
Sinaloa	108	Ag, Pb, Cu, Zn, Fe, Mn, Mo.
Sonora	203	Ag, Zn, Pb, Bi, W, Fe, Cu, Mo, Li, B, grafito, Ba
Tamaulipas	2	Ag, Cu, Pb, Zn.
Zacatecas	94	Ag, Pb, Zn, Li, Cu, Mn, B
Veracruz	5	Ag, Cu, Fe
Total	1065	

Tabla 9. Minerales para la transición energética por entidad federativa. Fuente: Elaboración propia con base en SIAM, SE (2021).

Proyectos mineros de plata, hierro y cobre



Proyectos de varios minerales para la transición energética



Figuras 22 y 23. Porcentaje de proyectos por mineral. Fuente: Elaboración propia con base en SIAM, SE (2021).

3.4 Estatus de los proyectos mineros

Más de la mitad de los proyectos mineros analizados en este informe se encuentran en exploración, el 37% en etapa de postergación, el 7% en producción, el 4% en desarrollo, y menos del 1% están en etapa de cierre. Los proyectos postergados no deben considerarse cancelados, sino que se encuentran en espera por algún motivo, pueden estar en etapas de exploración avanzada, de análisis de factibilidad o en búsqueda de capital. No obstante, las concesiones mineras mantienen su vigencia, debido a que la ley minera actual permite que estas se otorguen por cincuenta años, con la posibilidad de una prórroga por cincuenta años más.

En la siguiente figura se muestran gráficamente las etapas en las que se encuentran estos proyectos mineros.



Figura 24. Estatus de los proyectos mineros. Fuente: Elaboración propia con base en SIAM y SINEM, SE.

3.5 Empresas mineras

Para este estudio, se contabilizaron las empresas que cuentan con proyectos de minerales que podrían ser usados para tecnologías de transición energética. Las dueñas del 77% de los proyectos son canadienses y pueden tener alguna alianza con empresas de otro país, el 11% son empresas estadounidenses. Otras empresas provienen de Argentina, Australia, Chile, China, Corea, India, Italia, Japón, Perú, el Reino Unido y México.

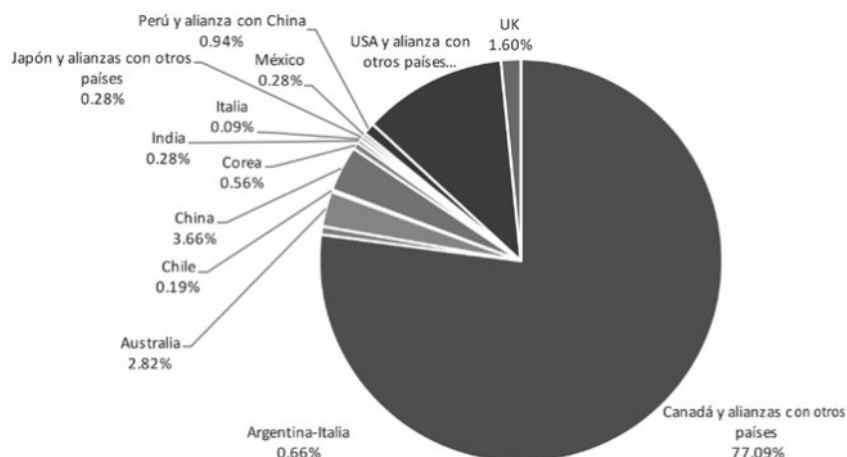


Figura 25. Procedencia de las empresas. Fuente: Elaboración propia con base en SIAM, SINEM, SE.

La empresa Discovery Metals Corp, de capital canadiense, está explorando el único proyecto de tierras raras en el país, ubicado en Coahuila; la australiana Azure Minerals Ltd explora un proyecto de grafito en Oaxaca; mientras que la Blackfire Exploration Ltd exploraba el único proyecto de Titanio, ubicado en Chiapas y que actualmente está en etapa de postergación. Los proyectos de zinc están en manos de empresas como Consolidated Zinc Ltd, de Australia, la canadiense Sierra Metals Inc, la japonesa Dowa Mining y las canadienses Zinco Mining, Xtierra Inc y Discovery Metals.

El único proyecto de molibdeno en exploración está en manos de la canadiense Millrock Resources Inc. Mientras que los proyectos de manganeso están en manos de Azure Minerals y de las empresas chinas Ningbo Yinyi Mining y Harbor Mining. En la siguiente sección se describen los proyectos de litio encontrados en México, así como las empresas que los exploran u operan.

3.6 El caso del litio en México

Como indicamos en los capítulos 1 y 2, el litio es un elemento moderadamente abundante en la naturaleza, se trata de un elemento metálico que se encuentra presente únicamente combinado en aproximadamente 145 especies mineralógicas. Sin embargo, sólo algunos de estos minerales poseen valor económico, los principales son: espodumena, amblygonita, lepidolita y petalita.²⁰⁹ Otras fuentes refieren también a eucryptita y trífilita como minerales con posible interés económico.²¹⁰

Los principales minerales de litio son los siguientes:

NOMBRE	FÓRMULA	% Li ₂ O (ÓXIDO DE LITIO)
Espodumena	(Si ₂ O ₆)LiAl	8.0
Amblygonita	(PO ₄)LiAlF	10.1
Lepidolita	(AlSi ₃ O ₁₀)K(Li,Al)(O,OH,F)	3.3 a 7.0
Petalita	LiAl(Si ₄)O ₁₀	4.2

Tabla 10. Minerales de litio. Fuente: Coordinación General de Minería (2014).

²⁰⁹ Ministerio de Minería (2015).

²¹⁰ Instituto Geológico y Minero de España (2017).

El litio se encuentra presente tanto en pegmatitas (depósitos de roca dura), salmueras de ambientes desérticos, en aguas salinas o salmueras asociadas a yacimientos de petróleo; en zonas de alteración hidrotermal asociada a minerales, a bajas como a altas temperaturas; en evaporitas no marinas; en yacimientos de boro, berilio, flúor, manganeso y posiblemente fosfato; en ambientes lacustres asociados a silicatos de magnesio; en aguas, plantas y suelos de ambientes desérticos; en rocas sedimentarias ricas en hierro e incluso en los océanos.²¹¹

SALMUERAS

La extracción de litio a partir de fuentes de salmuera ha demostrado ser más rentable que la producción a partir del mineral de roca dura (pegmatitas). Las salmueras continentales son la forma más común de salmuera que contiene litio. La mayoría de la producción de litio mundial proviene de este tipo. Las salmueras geotérmicas representan el 3% de los recursos mundiales conocidos de litio y se componen de una solución salina caliente concentrada, que ha circulado a través de rocas de la corteza terrestre en áreas de flujo de calor extremadamente alto y se enriquece con elementos como litio, boro y potasio.²¹² Las salmueras de litio enriquecido también se pueden encontrar en algunos yacimientos profundos de petróleo, y representan el 3% de los recursos mundiales conocidos de litio.

PEGMATITAS O DEPÓSITOS DE ROCA DURA

Se trata de rocas ígneas intrusivas formadas a partir de magma cristalizado en el interior de la corteza terrestre, y pueden contener cantidades extraíbles de diversos elementos: litio, estaño, tántalo y niobio. Esta forma de depósito representa el 26% de los recursos mundiales conocidos de litio. El litio se extrae a través de minería a cielo abierto o subterránea, usando técnicas mineras tradicionales. El litio en pegmatitas se encuentra más comúnmente en el mineral espodumena, pudiendo también estar presente en petalita, lepidolita, amblygonita y eucryptita.²¹³

ROCAS SEDIMENTARIAS QUE CONTIENEN LITIO

Representan el 8% de los recursos mundiales de litio conocidos y se encuentran en depósitos de arcilla y rocas evaporitas lacustres. En el primer caso, el litio puede resultar del enriquecimiento secundario por efecto del movimiento de aguas termales subterráneas. El litio se encuentra en el mineral llamado esmectita, el tipo más común de esmectita es hectorita, que es rica en magnesio y litio.²¹⁴

²¹¹ SE (2021) y Condorchem (2021).

²¹² SE (2018).

²¹³ Ibid.

²¹⁴ Ibid.

PROYECTOS MINEROS DE LITIO²¹⁵

Con base en información del Sistema Integral Sobre Economía Minera (SI-NEM) y del sitio de cartografía minera Cartominmex, se lograron identificar 32 proyectos mineros de litio,²¹⁶ de los que uno se encuentra en etapa de producción y los restantes en exploración. En cuanto a las empresas que tienen estos proyectos, la mayoría son de capital canadiense. En la siguiente tabla se coloca el número de proyectos y la procedencia del capital de las empresas que los operan.

EMPRESA	PROCEDENCIA	NO. DE PROYECTOS
Pan American Lithium Corp 76% / Escondida Internacional 24% (Salió del País)	EE UU / México	1
One World Lithium	Canadá	1
Rockland Resources	Canadá	2
Ganfeng/Bacanora Minerals	China	4
Radius Gold Inc	Canadá	1
Silver Valley Metals Corp (Antes Organimax Nutrient Corp)	Canadá	15
Litio Mex / Sutti Mining S. L.	México / España	1
Alien Metals Ltd (Antes Arian Silver)	UK	3
Zenith Minerals Ltd / Alejo Monsiváis	Australia/México	4

Tabla 11. Procedencia de empresas y número de proyectos de litio en México.

Fuente: Elaboración propia con base en SINEM.

En el siguiente cuadro, se describen los principales proyectos mineros registrados en el SINEM, así como la etapa de desarrollo en que se encuentran, la empresa que los opera y la procedencia de la misma.

215 Parte de la información de esta sección se tomó de: Olivera, B. (2022). Informe sobre litio, preparado para NRGi, documento sin publicarse.

216 Este número debe tomarse con cuidado, ya que hay algunas inconsistencias respecto a la base de datos del SINEM. Por ejemplo, la base de datos considera a algunos proyectos por separado, aunque en realidad se trata de uno solo, como en el caso del proyecto Sonora Pilot Plant, que es el único que aparece en producción, y se refiere a la planta piloto del proyecto Sonora Lithium. La base del SINEM considera otros tres proyectos: Buenavista, Megalit, San Gabriel; Sonora Lithium (Fleur y El Sauz), y Ventana, que en realidad son diferentes concesiones que integran el proyecto Sonora Lithium. En otros casos, como el del proyecto Salinas Lagoon en San Luis Potosí, se especifica que el proyecto contiene otros 3 proyectos, mientras que en el proyecto Salitral/Hernández se señala que contiene 5 proyectos, sin especificar mayor detalle.

NO.	NOMBRE DEL PROYECTO	MINERAL	ETAPA	LOCALIZACIÓN	EMPRESA	PAÍS DE PROCEDENCIA
1	Escondidas (Cerro Prieto)	Li, Au, Ag	Postergación	Baja California	Pan Americanlithium Corp 76% / Escondida Internacional 24% (Salió del país)	EE UU / México
2	Salar del Diablo	Li	Exploración	Baja California	One World Lithium	Canadá
3	Agua Fría	Li ₂ CO ₃	Exploración	Sonora	Rockland Resources	Canadá
4	Buenavista, Megalit, San Gabriel	Li ₂ CO ₃	Exploración	Sonora	Ganfeng/ Bacanora Minerals	China
5	Elektra (Tecolote 4,500 y Tule 18,125)	Li ₂ CO ₃	Exploración	Sonora	Rockland Resources	Canadá
6	Sonora Pilot Plant	Li-K	Producción	Sonora	Ganfeng/ Bacanora Minerals	China
7	Sonora-Lithium (Fleur y El Sauz)	Li ₂ CO ₃	Exploración	Sonora	Ganfeng/ Bacanora Minerals	China
8	Ventana	Li ₂ CO ₃	Exploración	Sonora	Ganfeng/ Bacanora Minerals	China
9	Lithium brine	Li-K	Exploración	Coahuila	Radius Gold Inc	Canadá
10	Los Remedios (Yaki 3)	Li-K	Exploración	Coahuila	Silver Valley Metals Corp (Antes Organimax Nutrient Corp)	Canadá
11	Mayra (Yaki 2)	Li-K	Exploración	Coahuila	Silver Valley Metals Corp (Antes Organimax Nutrient Corp)	Canadá
12	Viesca (Yaki 1)	Li-K	Exploración	Coahuila	Silver Valley Metals Corp (Antes Organimax Nutrient Corp)	Canadá
13	Chapala (570 ha)	Li-K, B	Exploración	San Luis Potosí	Silver Valley Metals Corp (Antes Organimax Nutrient Corp)	Canadá

14	Colorada, La Doncella, San José de Caligüey, Santa Clara y Saldivar	Li-K, B	Exploración	San Luis Potosí	Silver Valley Metals Corp (Antes Organimax Nutrient Corp)	Canadá
15	Hernández, Laguna Larga	Li-K, B	Exploración	San Luis Potosí	Silver Valley Metals Corp (Antes Organimax Nutrient Corp)	Canadá
16	Salinas Lagoon (3 Proyectos) El Barril, Las Casas, El Agrarito	Li-K, B	Exploración	San Luis Potosí / Zacatecas	Silver Valley Metals Corp (Antes Organimax Nutrient Corp)	Canadá
17	Salinas Lagoon (3 projects)	Li-K	Exploración	San Luis Potosí	Litio Mex / Sutti Mining SL	México / España
18	Salitral / Hernández (5 Proyectos)	Li-K, B	Exploración	San Luis Potosí / Zacatecas	Silver Valley Metals Corp (Antes Organimax Nutrient Corp)	Canadá
19	Abundancia	Li-K	Exploración	Zacatecas	Alien Metals Ltd (Antes Arian Silver)	UK
20	Caligüey (275 ha)	Li-K, B	Exploración	Zacatecas / San Luis Potosí	Silver Valley Metals Corp (Antes Organimax Nutrient Corp)	Canadá
21	Colorada (110 ha)	Li-K, B	Exploración	Zacatecas / San Luis Potosí	Silver Valley Metals Corp (Antes Organimax Nutrient Corp)	Canadá
22	Columpio	Li-K	Exploración	Zacatecas	Alien Metals Ltd (Antes Arian Silver)	UK
23	El Barril Lagoon	Li-k	Exploración	Zacatecas	Silver Valley Metals Corp (Antes Organimax Nutrient Corp)	Canadá
24	Illescas	Li-K	Exploración	Zacatecas	Zenith Minerals Ltd / Alejo Monsiváis	Australia/ México*
25	La Doncella (32 ha)	Li-K, B	Exploración	Zacatecas / San Luis Potosí	Silver Valley Metals Corp (Antes Organimax Nutrient Corp)	Canadá
26	La Salada (239 ha)	Li-K, B	Exploración	Zacatecas	Silver Valley Metals Corp (Antes Organimax Nutrient Corp)	Canadá

27	Pozo Hondo	Li-K	Exploración	Zacatecas	Alien Metals Ltd (Antes Arian Silver)	UK
28	Saldivar (155 ha)	Li-K, B	Exploración	Zacatecas / San Luis Potosí	Silver Valley Metals Corp (Antes Organimax Nutrient Corp)	Canadá
29	San Juan	Li-K	Exploración	Zacatecas	Zenith Minerals Ltd / Alejo Monsiváis	Australia / México*
30	San Vincente	Li-K	Exploración	Zacatecas	Zenith Minerals Ltd / Alejo Monsiváis	Canadá / México*
31	Santa Clara (1,600 ha.)	Li-K, B	Exploración	Zacatecas / San Luis Potosí	Silver Valley Metals Corp (Antes Organimax Nutrient Corp)	Canadá
32	Zacatecas	Litio	Exploración	Zacatecas	Zenith Minerals Limited (Owner) 100%	Australia

*La empresa Zenith Minerals Ltd es australiana, no canadiense como se encuentra registrada en la base de datos.

Tabla 12. Proyectos mineros de litio. Fuente: SINEM, Base de datos NRG1.

Geocomunes (2021) refiere que, en su mayoría, estos son proyectos mineros sin actividad (no han empezado su fase de exploración) y están controlados principalmente por pequeñas empresas canadienses al borde de la quiebra. El colectivo Geocomunes señala que los marcos normativos mineros, en varios países de Latinoamérica, facilitan una creciente especulación minera alrededor de la exploración de litio por empresas mineras *junior*. Con este análisis coinciden Téllez y Sánchez (2019), del Instituto de Geografía de la UNAM, quienes señalan que las mineras *junior* son pequeñas firmas que sólo se dedican a identificar yacimientos, avanzar en su exploración y, con suerte, venderlos por un precio mayor a una empresa que realice la explotación. Obtienen financiamiento para dichas actividades casi exclusivamente del levantamiento de capital de riesgo en las principales bolsas de valores, como la New York Mercantile Exchange, la Sydney Futures Exchange Ltd, la Toronto Stock Exchange (TSX) y la Venture Exchange (TSXV). Estas empresas no tienen fuentes de ingresos productivos, no tienen minas en operación, operan con pérdidas financieras permanentes y dependen de la especulación para generar dinero para completar sus trabajos de exploración.

A continuación, se describen algunos de los proyectos que han tenido mayor actividad en el país, operados en su mayoría por empresas mineras *junior* dedicadas a la exploración, que frecuentemente han cambiado su razón social y no son las titulares originales de las concesiones mineras.

PROYECTO SONORA LITHIUM

El proyecto Sonora Lithium es el único que se encuentra en etapa de producción. Está ubicado en Bacadéhuachi, Sonora, 190 km al noreste de Hermosillo. La dueña del proyecto es la compañía Bacanora Lithium Plc, cuya principal accionista es Ganfeng Lithium, empresa china, que para enero de 2022 poseía el 86.2% de las acciones de la compañía (Bacanora Lithium, 2022). Meses atrás, la empresa Bacanora Minerals compartía el 50% de las acciones del proyecto, y años antes había sido la dueña mayoritaria de este desde su fundación, en 2006, en Inglaterra. Sin embargo, durante 2021 la empresa china Ganfeng ofreció la compra del total de las acciones de Bacanora, transacción que fue autorizada por la Comisión Federal de Competencia Económica en México y para la cual solo restan algunos trámites²¹⁷. Una vez culminados, será la empresa Ganfeng la dueña única del proyecto Sonora Lithium.

El proyecto consiste en la construcción de una mina a cielo abierto para extraer 35,000 toneladas por año de carbonato de litio. Tiene recursos equivalentes a 8.8 millones de toneladas de carbonato de litio (Li_2CO_3)²¹⁸, con una vida útil aproximada de 250 años²¹⁹ e implica no sólo la extracción del mineral sino también la construcción de una planta de procesamiento para obtener litio de grado batería.²²⁰

Para el primer semestre de 2021, Bacanora Lithium Plc había realizado la compra de 1,173 hectáreas de terreno para la ubicación de la planta de procesamiento de litio en el Rancho Las Perdices, a las afueras de Bacadéhuachi. Se realizaron obras geotécnicas e hidrogeológicas, rescate de la vegetación, construcción de pozos de prueba y las pruebas de bombeo necesarias para poder comenzar a suministrar agua para el sitio.²²¹ Astrid Arellano, del medio de comunicación local Proyecto Puente (2021), señaló que la empresa hizo un acuerdo con ejidatarios para transitar provisionalmente por sus terrenos, con una carretera temporal, a cambio de 120 rollos de alambre que ellos necesitan para hacer praderas como reservas de alimento para el ganado, con el objetivo de hacer frente a la sequía.²²²

Para realizar el proyecto, la compañía ha adquirido una deuda de 150 millones de dólares con el fondo Red Kite Mine Finance, una firma de inversión establecida en 2008 con sede en Pembroke, Bermudas. La firma se especiali-

217 <https://www.jornada.com.mx/2021/12/27/economia/016nleco>

218 Recordar las estimaciones del SGM para este yacimiento: 243.8 millones de toneladas de arcillas de reservas de mineral que equivalen a 0.85 millones de toneladas de litio (Harp, 2021).

219 Bacanora Lithium Plc (2022).

220 Mineral con una pureza del 99.53% precursor en la creación de materiales esenciales para baterías.

221 Bacanora Lithium Plc (2021).

222 Ver nota completa en: <https://proyectopuente.com.mx/2021/03/24/Bacadéhuachi-en-esperade-la-mina-del-litio-enfrenta-sequia-y-falta-de-empleo/>

za en proporcionar construcción, expansión, capital de trabajo y financiación de adquisiciones a empresas mineras de mediana capitalización y de un solo activo.²²³

El proyecto Sonora Lithium cubre 10 concesiones contiguas, (La Ventana, La Ventana 1, El Sauz, 1, 2 y Fleur, 1 y 2; Buenavista y San Gabriel) con una superficie de 97,389 ha.²²⁴ (SE, 2021). A continuación, se muestra el listado de concesiones mineras otorgadas.

NO.	NO. DE CONCESIÓN	LOTE	MUNICIPIO	SUPERFICIE [HA]	VIGENCIA
1	235614	EL SAUZ	Bacadéhuachi	1,025.0000	21/01/2060
2	244345	EL SAUZ I	Bacadéhuachi	199.5558	10/08/2065
3	243029	EL SAUZ 2	Bacadéhuachi	1,144.3191	29/05/2064
4	235611	LA VENTANA	Bacadéhuachi	875.0000	21/01/2060
5	243127	LA VENTANA I	Bacadéhuachi	945.0000	09/07/2064
6	243132	FLEUR	Bacadéhuachi	2,334.5067	09/07/2064
7	243133	FLEUR I	Bacadéhuachi	1,630.0000	09/07/2064
8	235816	SAN GABRIEL	Bacadéhuachi	1,500.0000	11/03/2060
9	235613	BUENAVISTA	Huasabas	649.0000	21/01/2060
10	82/38845	MEGALIT FRACC.1	Bacadéhuachi	87085.78	

Tabla 13. Concesiones mineras del proyecto Sonora Lithium. Fuente: Bacanora Lithium Plc (2021).

Con el proyecto Sonora Lithium, la empresa Bacanora Lithium Plc pretende abordar la creciente demanda de litio para vehículos eléctricos e industrias de almacenamiento de energía. El grupo minero subraya la importancia del acceso estratégico al suministro del litio en el marco de las diversas políticas que está impulsando el gobierno de Estados Unidos para la adquisición de autos eléctricos. En particular, dado el regreso de este país al acuerdo climático de París y los planes que tienen de invertir hasta 2 billones de dólares en energía limpia durante cuatro años y asegurar energías 100% limpias para 2035.²²⁵

Ganfeng es la principal productora de hidróxido de litio y compuestos de litio a nivel mundial. Los recursos de litio de la empresa están ubicados en todo el mundo y es la única empresa que cuenta con las tecnologías a escala comercial para extraer litio de la salmuera, el mineral y los materiales reci-

223 Ver: <https://pitchbook.com/profiles/advisor/59161-96#overview> y <https://www.rkminefinance.com/index.html#aboutSection>

224 Respuesta a la Solicitud de acceso a la información folio 0001000069721

225 Bacanora Lithium Plc (2021).

clados. También dispone de tecnología completa para la fabricación y el reciclaje de baterías.²²⁶

Hanwa es una empresa comercial global líder con sede en Japón y uno de los comerciantes más grandes de productos químicos para baterías en la región asiática. Bacanora Lithium Plc tiene un acuerdo desde 2017 con esta empresa, el cual se compone tanto de una inversión de capital inicial del 10% en el proyecto Bacanora, como de un acuerdo de compra de hasta el 100% del carbonato de litio grado batería producido.²²⁷ En 2018, el acuerdo entre ambas empresas, se extendió por cinco años más.²²⁸

PROYECTO ELECTRA

El Proyecto Electra (o Elektra) consiste en cuatro concesiones mineras de litio que fueron otorgadas en 2016: Elektra, Agua Fría, Tule y El Tecolote. Abarca 41,818 hectáreas, adyacentes al proyecto Sonora Lithium.²²⁹ La siguiente figura muestra, en rojo, las concesiones mineras que forman parte del proyecto Electra. En morado se observan las concesiones que forman parte del proyecto Sonora Lithium.

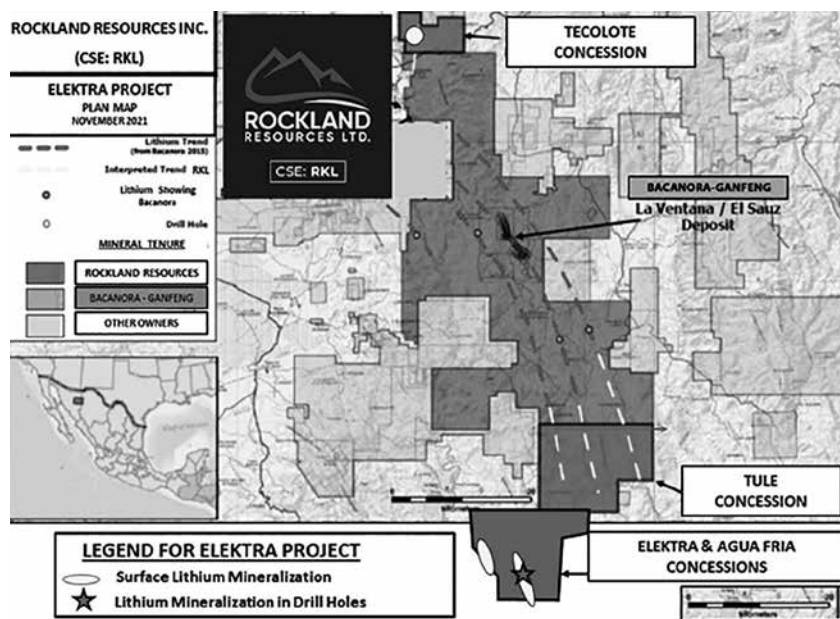


Figura 26. Proyecto Electra en Sonora. Fuente: ResourceWorld (2022).

226 Ganfeng (2022).

227 GlobeNewswire (2022).

228 Mining Technology (2018).

229 Rockland Resources (2022).

Originalmente la compañía que estaba a cargo del proyecto Electra fue Exploradora Cobre de Bacanora S. de R. L. de C.V.²³⁰ La compañía que invirtió al inicio del proyecto fue Alix Resources Corporation, una minera *junior* canadiense, que realizó los primeros hallazgos acerca del potencial del litio en la zona. Alix mantuvo una alianza estratégica con Lithium Australia NL para explorar las concesiones del proyecto,²³¹ las cuales albergan extensiones proyectadas del depósito de arcilla de litio, dada su cercanía con las concesiones del proyecto Sonora Lithium.

En marzo de 2017, Alix anunció el inicio del programa de perforación inaugural, en asociación con Lithium Australia NL, en su propiedad Agua Fría. Para ese mismo año, Alix cambió su nombre a Infinite Lithium Corp. En 2020, nuevamente cambió su nombre a Infinite Ore Corp. Para enero de 2022, otra vez la empresa cambió su nombre a Imagine Lithium Inc.

Hasta 2021, Infinite Lithium Corp había sido financiada por InnoEnergy, una compañía danesa fundada en 2010, dedicada a realizar inversiones minoritarias de capital en empresas en etapa inicial. Su ámbito de inversión es la tecnología climática y sectores energéticos.²³² InnoEnergy es financiada, a su vez, por 131 inversores relacionados con negocios de energía renovable, como Bee Planet Factory, dedicada a la producción de baterías para almacenamiento de energía y para vehículos eléctricos, Nabra Wind Technologies, dedicada al diseño y desarrollo de tecnologías eólicas avanzadas para componentes de aerogeneradores, SunRoof dedicada al diseño de techos solares fotovoltaicos, entre otras.

Para fines de 2021, la empresa Rockland Resources adquirió el proyecto Electra. Para Rockland esto representa un paso decisivo hacia el sector de fabricación de baterías, puesto que el proyecto alberga un yacimiento de litio grande, escalable y de alta calidad. Con una construcción en curso, la primera producción de litio está estimada para 2023.²³³

PROYECTOS DE LA EMPRESA SILVER VALLEY METALS EN ZACATECAS Y SAN LUIS POTOSÍ

Existen al menos quince proyectos mineros propiedad de la empresa canadiense Organimax Nutrient Corp, que en 2021 cambió su nombre a Silver Valley Metals Corp. Esta empresa ha cambiado su razón social en repetidas ocasiones desde que fue creada: Benton Capital Corp, Alset Energy Corp, Alset Minerals Corp y Organimax Nutrient Corp han sido algunos de los nombres empleados por la entidad.

²³⁰ No. de archivo en CartoMinMex: 082/39553.

²³¹ Bloomberg (2017).

²³² Crunchbase (2022).

²³³ Ramírez (2021).

Silver Valley es una compañía de exploración minera enfocada en dos proyectos principales: Ranger-Page Project en Idaho, Estados Unidos y Mexico Projects en Zacatecas y San Luis Potosí.

La compañía tiene una participación del 100% en un complejo de salares de litio y potasio que comprende una superficie de 4,059 hectáreas y ampara tres concesiones mineras, en ellas se ubican los proyectos la Salada, Santa Clara y Caligüey en los estados de Zacatecas y San Luis Potosí.²³⁴ Adicionalmente, la empresa es dueña de otros proyectos: Los Remedios, Mayra y Viesca en Coahuila; Chapala, Colorada, La Donacella, Saldívar, Hernández, Laguna larga, Salinas lagoon, Salitral y El Barril lagoon en los estados de San Luis Potosí y Zacatecas.²³⁵ Sobre estos proyectos, la empresa no hace referencia al estado en que se encuentran; su interés por el momento está enfocado en los tres primeros (La Salada, Santa Clara y Caligüey).

Las concesiones mineras de la empresa han tenido un largo historial de propietarios, comenzando por la empresa Piero Sutti, LitioMex, MKG, Hot Springs Mining, Grupo Minero Alset, y OrganiMax Nutrient Corp.

El recurso mineral inferido en los salares de Santa clara, La Salada y Caligüey, es de 12.3 Mt de sulfato de potasa y 243,000 toneladas de carbonato de litio equivalente.²³⁶ Santa Clara es el más grande de los salares y alberga los sedimentos de potasio de grado promedio más alto. La Salada tiene 300 hectáreas de superficie, se ubica a 80 km al noroeste de la ciudad de Zacatecas, parece tener el grado de litio alojado en sedimentos promedio más alto y es el primer salar con salmueras con alto contenido de potasio confirmado. Caligüey se encuentra a 60 km al noreste de la ciudad de Zacatecas y 10 km al este del poblado de Villa de Cos. Caligüey fue uno de varios salares en la región que producía cloruro de sodio a partir de salmueras utilizando estanques de evaporación (Silver Valley, 2022).

Los trabajos de exploración han continuado de 2012 a 2018 en los salares Santa Clara, Caligüey, Colorada, Saldivar, El Cristalillo, La Doncella, La Prietta, El Agrito, Hernandez, Laguna Larga, Las Casas, El Salitral, y Chapala (SRK consulting, 2019).

En 2020, algunos medios de comunicación²³⁷ dieron a conocer que la empresa Organimax Nutrient Corp había realizado una inversión de 15,787,000 pesos en

234 Silver Valley (2022).

235 SINEM (2022).

236 Silver Valley (2022).

237 Ver: <https://www.sobrerugas.com/mineria/15-proyectos-de-litio-en-zacatecas/>, <http://ntr-zacatecas.com/2020/07/20/zacatecas-mina-de-proyectos-de-litio/>
https://elmineral.com.mx/ver_anterior.php?artid=68252

sus activos en Zacatecas. Asimismo, refirieron la noticia del recibimiento de una misión comercial de la alemana ACISA, dedicada a la producción de litio verde en la zona. A la fecha, la empresa Silver Valley mantiene su búsqueda de inversionistas para los proyectos Santa Clara, La Salada y Caligüey.

PROYECTOS ILLESCAS, SAN JUAN, SAN VICENTE Y ZACATECAS

Anteriormente llamada Zinc Co. Australia Limited, la compañía cambió su nombre a Zenith Minerals Limited. La empresa ha acumulado una extensa cartera de proyectos de oro, cobre-zinc y minerales polimetálicos para baterías.

En 2017, la compañía realizó actividades de exploración en los proyectos en Zacatecas, derivado de sus trabajos, la empresa señaló que los resultados del litio indican un excelente potencial para que se descubran depósitos económicos:

“los resultados arrojaron la presencia de litio altamente anómalo en sedimentos superficiales de hasta 1046 ppm comparables y más altos que los de los proyectos de salmuera de litio de la competencia en México y EE. UU. Los resultados confirmaron que las salmueras enriquecidas con litio están presentes en Zacatecas y demuestran que es posible la concentración de litio mediante los métodos tradicionales de evaporación solar.”²³⁸

La superficie de los proyectos cubre un total de 26,440 hectáreas. Más allá de estos resultados, no se logró obtener mayor información sobre actividad reciente de la empresa en el territorio, tampoco se encuentra información en la cartera de proyectos de la empresa, cuyos proyectos estrella son de oro, cobre y zinc en Australia.

PROYECTOS ABUNDANCIA, COLUMPIO Y POZO HONDO

Alien Metals Ltd es dueña de estos proyectos, la empresa antes llamada Arian Silver es una empresa inglesa que adquirió los proyectos de exploración de litio a través de su filial mexicana Compañía Minera Estrella de Plata S.A de C.V (también llamada Arian México). Los proyectos cubren una extensión de más de 1,600 hectáreas.

El proyecto Pozo Hondo es el más grande, con casi 1,100 hectáreas de tamaño y cubre un salar, la laguna El Salado. El proyecto Columpio tiene un tamaño de casi 400 hectáreas y abarca dos salares, laguna Tenango y laguna La Virgen, aproximadamente a 24 kilómetros del pueblo de Villa de Cos. El proyecto Abundancia tiene un tamaño de 150 hectáreas y comprende el salar Laguna Noria del Burro, aproximadamente a 40km del pueblo de Villa de Cos.²³⁹ En 2017, la empresa señaló que la exploración preliminar avanzaría junto con la exploración de proyectos de plata que tiene en la zona, sin embargo, desde ese entonces a la fecha, la empresa no ha tenido actividad en los proyectos particulares de litio.

²³⁸ Zenith Minerals Limited (2018).

²³⁹ Arian Silver (2017).

Cabe precisar que la empresa no coloca a estos proyectos dentro de su cartera actual de inversión. El medio mexicano *La Jornada* (2019) dio a conocer que, aunque la empresa encontró litio, determinó que no era suficiente para continuar con su inversión por no considerar yacimientos económicamente viables²⁴⁰.

PROYECTO LITHIUM BRINE EN COAHUILA

La dueña del proyecto es la empresa Radius Gold quien en 2016 adquirió el proyecto minero Salar Viesca en Coahuila, que ampara 10,000 hectáreas.²⁴¹ La empresa anunció haber firmado un acuerdo de opción con Advantage Lithium Corp para financiar la exploración del proyecto.

La empresa señalaba que el SGM realizó trabajos de exploración en 1982 de los cuales se obtuvo una muestra de salmuera de 283 ppm de litio. Radius Gold realizó muestras de superficie controladas que dieron como resultado numerosos resultados anómalos de litio, incluidos 189 ppm de litio en La Viesca, Coahuila. Asimismo, la empresa señaló que la región estaba poco explorada.²⁴²

La compañía actualmente conserva la concesión en el estado de Coahuila.²⁴³ En sus estados financieros de 2018, la empresa refería estar identificando posibles inversoras para desarrollar una alianza conjunta en este proyecto.²⁴⁴ Posterior a esa fecha, no ha dado mayor información sobre el proyecto en sus estados financieros y este tampoco figura dentro de sus proyectos activos.

PROYECTOS DE LA EMPRESA LITIO MEX

La empresa Litio Mex, propiedad del empresario Martin Sutti Courtade, adquirió varias concesiones mineras entre los años 2009 y 2012. Algunas de estas concesiones fueron vendidas a la empresa Silver Valley Metals Corp (antes Benton Capital Corp, Alset Energy Corp, Alset Minerals Corp y Organimax Nutrient Corp). Las concesiones se encuentran ubicadas en los estados de Jiménez de Teúl, Fresnillo y General Pánfilo Natera, en Zacatecas y en Salinas, Villa de Ramos y Villa de Guadalupe en San Luis Potosí.

En 2012, el empresario Sutti informó a medios de comunicación²⁴⁵ que una compañía española orquestó un complot –en el cual estaba involucrado su hijo Piero Sutti– para despojarlo de los títulos de la concesión minera de la

240 Empresas extranjeras van por litio mexicano, nota disponible en: <https://www.jornada.com.mx/2019/12/13/economia/026nleco>

241 Radius Gold (2017).

242 Radius Gold (2016).

243 Radius Gold (2017).

244 Radius Gold (2019).

245 Ver notas en *La Jornada* <https://www.jornada.com.mx/2012/06/12/estados/033n7est> y NRT Zacatecas. <https://issuu.com/ntrmedios/docs/20121123/5>,

principal reserva de litio en México, ubicada en los límites de San Luis Potosí y Zacatecas. Aseguró que fue secuestrado meses atrás, cinco días antes de la realización de una asamblea de accionistas en la cual pediría explicaciones sobre movimientos financieros a sus subordinados. Finalmente, el empresario falleció meses después sin haberse aclarado los hechos.

A la fecha, el SINEM sigue contabilizando al proyecto Salinas Lagoon como un proyecto de litio en fase de exploración, propiedad de las empresas Litio Mex y Sutti Mining SL Cabe señalar que esta última no se encuentra en el padrón de sociedades mineras de la Secretaría de Economía. Ninguna de las dos empresas cuenta con página web oficial y lo que puede rastrearse de ellas es a través de notas periodísticas que replican la información del SINEM.

PROYECTO CERRO PRIETO EN BAJA CALIFORNIA

Operado por la empresa Pan American Lithium en Baja California, al noroeste de México en su frontera con Estados Unidos de Norteamérica. La empresa cambió su nombre en 2012 a First Potash Corp (Globe Newswire, 2012).

En 2009, la empresa celebró un contrato de opción de acciones con Escondidas Internacional SA de CV, empresa mexicana, para adquirir el 76% de las acciones emitidas y en circulación de esta última. El activo principal de Escondidas era una operación conjunta y un acuerdo de desarrollo con CPI Internacional SA de CV, corporación privada mexicana, mediante el cual ambas empresas procesarían conjuntamente litio y metales preciosos en las concesiones de salmuera geotérmica de Cerro Prieto, sobre un yacimiento formado por los residuos que dejó sobre la superficie la operación de una planta de generación geotérmica de la Comisión Federal de Electricidad. El activo se ubica a 30 km al sur de la ciudad de Mexicali.

Pan American Lithium Corp señalaba en 2011, no estar realizando actividades de exploración en la zona y simplemente refería estar pagando a los accionistas de Escondidas la tarifa mensual de \$1,000 dólares americanos para mantener el acuerdo de opción vigente. En consecuencia, señalaba no tener ningún plan operativo y no consideraban viabilidad económica del proyecto que desde entonces se encuentra en etapa de postergación.²⁴⁶

Del periodo de 2013 a 2020, estuvo suspendida de realizar operaciones por la Comisión de Valores de Alberta y la Comisión de Valores de Columbia Británica. En 2015, fue suspendida también por la Comisión de Valores de EE UU debido a la falta de información actualizada y precisa y por no haber presentado informes periódicos a la Comisión. Para 2020 y 2021 las órdenes de suspensión fueron revocadas.

²⁴⁶ Pan American Lithium Corp (2011).

Al 30 de noviembre de 2021, la compañía no había generado ingresos por operaciones y señalaba requerir financiamiento adicional para mantener sus operaciones y actividades. En sus estados financieros se refiere que estas incertidumbres y condiciones materiales pueden generar dudas significativas en cuanto a la capacidad de la empresa para continuar como un negocio en marcha. La liquidez de la empresa depende de su capacidad para obtener financiamiento de capital adicional y lograr futuras operaciones rentables.

PROYECTO SALAR DEL DIABLO

El proyecto es en parte propiedad de la empresa canadiense One World Lithium (OWL), dedicada a la adquisición, exploración y desarrollo de recursos minerales en México. Salar del diablo es el único proyecto de esta empresa cuyo enfoque, según refiere en su página de internet, es adquirir y explorar prospectos de salmuera de litio. Como tal, su mandato es “realizar pruebas de perforación en el Salar del Diablo en busca de un recurso de salmuera de litio antes de adquirir un socio de empresa conjunta o vender la propiedad”.²⁴⁷

En 2017, la compañía adquirió el 60% del proyecto Salar del Diablo (antes Rico Lithium Property) a Lithium Investments Ltd. Al completar un programa de perforación de tres fases, OWL obtendrá un 20% adicional de participación en la propiedad y tiene la opción de comprar otro 10% de participación en la propiedad para un total de 90% de participación.²⁴⁸ El proyecto tiene una superficie de 103,450 hectáreas y se ubica cerca de San Felipe, en Baja California, México.²⁴⁹ La empresa refiere que San Felipe tiene un puerto marítimo cuya infraestructura puede mejorarse para enviar carbonato e hidróxido de litio a los mercados asiáticos y mundiales.²⁵⁰

En 2019, OWL contrató a Montgomery & Associates (M&A) empresa operadora de Tucson, Arizona, quien propuso un programa de perforación de cuatro pozos que comenzó el 17 de octubre de 2019.²⁵¹ La empresa que ha realizado las perforaciones en terreno es Layne de México, que reportó muestras de superficie con hasta 196 partes por millón de litio.²⁵²

El 4 de enero de 2022 la compañía informó haber recibido por parte de la consultora M&A un informe sobre los resultados del programa de perforación realizado en cuatro pozos entre 2019 y 2021, sin embargo, aún no ha publicado los resultados de los muestreos.

247 One World Lithium (2022).

248 Junior Mining Network (2018).

249 Proactive (2021).

250 One World Lithium (2020).

251 One World Lithium Inc (2022).

252 Mexico Mining Center (2019).

A fines de septiembre de 2021, la Compañía declaró en sus estados financieros, haber generado una pérdida neta de \$1,790,389 de dólares canadienses, así como pérdidas en actividades operativas. Asimismo, refiere tener un déficit acumulado de \$20,900,049 de dólares canadienses. Como resultado, la compañía señala la posibilidad de no contar con suficiente capital para financiar su plan de operaciones durante 2022.²⁵³

DE JAGUALES Y METALES: EL CASO DE SAHUARIPA, SONORA

En parte del municipio de Sahuaripa, Sonora, está ubicada la Reserva Jaguar del Norte. Abarca más de 22,000 hectáreas que sirven de refugio al jaguar y a más de 300 especies nativas de mamíferos, reptiles, anfibios y aves. Considerada el último bastión de los jaguares del desierto, donde los jaguares y otras especies amenazadas han encontrado refugio ante la persecución humana.²⁵⁴ Es en parte de terrenos de esta reserva donde se ubica el proyecto Elektra de la empresa Rockland Resources.

La actividad minera coincide con estos corredores de hábitat del jaguar en el estado de Sonora y, si bien el terreno accidentado de la región noroeste ha ayudado para que en las partes altas de las serranías se mantengan extensiones de selva continua, las distintas incidencias de actividad extractiva y la agroindustria en las partes bajas y planas, acrecentan el impacto ambiental y la amenaza al jaguar, sumándose a incidencias territoriales anteriores, como los desarrollos turísticos y de infraestructura urbana, la apertura de pastizales inducidos y el sobrepastoreo.²⁵⁵

En entrevista anónima realizada en 2021, un habitante del municipio de Sahuaripa señala con respecto a la explotación de litio que: “La empresa minera ya adquirió tierras de los ranchos vecinos, ya abrió caminos para pasar por los ranchos, nos enteramos de su presencia cuando vinieron a abrir el camino y cuando sacaron las muestras de suelo, porque no ha habido información oficial”. Entre otras cosas, refieren que la extracción minera se realizará a través de minería a cielo abierto, la propuesta es extraer los lodos y procesarlos en Guaymas, Sonora.

Asimismo, entre las principales preocupaciones de las personas entrevistadas, destaca el movimiento de camiones pesados por caminos que son de terracerías, el nivel de ruido que se incrementará, la contaminación por el uso de los explosivos, hay quien señala que la sola presencia humana va a afectar el desplazamiento de animales de la reserva del jaguar. A esto, se añade lo expuesto por el biólogo Carlos Castillo²⁵⁶, quien refiere que en la zona “habitan

253 OWL (2021).

254 Operación Jaguar (2020).

255 Chávez et al (2011).

256 Senior specialist de la organización Wildlands Network. Entrevista.

especies endémicas como el oso negro, jaguar, puma y hay intentos de reintroducción de lobo gris. Son sitios de migración de guacamaya, aguililla negra, águila real, sitios de ocelotes, anfibios, reptiles, nutrias”.

Se estima que, en México, el hábitat del jaguar se ha reducido más de 60% en los últimos 40 años. Con la extracción de litio en la zona, será sumamente complicado que puedan coexistir áreas de conservación del jaguar y de otras especies en aquella zona con proyectos mineros.²⁵⁷ A las preocupaciones de Castillo, se añaden las de Daniel García, investigador de la Universidad Estatal de Sonora quien señala que el primer impacto a considerar es la pérdida de biodiversidad en la zona donde se hará el desmonte: “podríamos incluso perder especies que no sabíamos que tenemos y eso ya tiene un impacto ambiental directo a la biodiversidad. A su vez, este impacto fragmenta el hábitat que es zona de distribución del jaguar”.²⁵⁸

En el caso de Sonora las preocupaciones por el agua son relevantes, además de ser uno de los estados con mayor actividad minera en el país. Para el biólogo Carlos Castillo, la preocupación por la extracción de litio en la zona estriba en el uso del agua que pondría en riesgo el abastecimiento para las comunidades de la región. En su opinión experta, la extracción del mineral en Sonora afectará zonas captadoras de agua en los bosques de pino y encino de media y alta montaña de la Sierra Madre Occidental. Además, podrá implicar la destrucción de masa forestal y afectar el uso y acceso al agua para la población.

Las preocupaciones por el uso y la contaminación del agua también obedecen en parte a la experiencia de la población respecto al derrame de residuos mineros que se dio en los ríos Sonora y Bacanuchi en 2014, así como a otros casos que han ocurrido, como el de El Jaralito, en el que se contaminaron fuentes locales de agua con cadmio, cromo, cobre, hierro, manganeso, níquel y zinc.²⁵⁹ En cuanto al acceso al recurso, preocupa el acaparamiento del agua, Grupo México tiene 103 títulos de concesión para la mina Buenavista del Cobre, 14 para Industrial Minera de México y 11 para Mexicana de Cananea.²⁶⁰

Entrevistado por la Agencia EFE Noticias, Daniel García añade que se debe tomar en cuenta el estrés hídrico al que se será sometida la cuenca del río Yaqui, ya que “para hacer los nitrados y la extracción de las arcillas (que están sedimentadas al litio) se va a ocupar una cantidad de agua importante”. El cuerpo humano tiene alrededor de 7 miligramos de litio y a partir de 15 ya es altamente tóxico, por lo que “si hay contaminación por litio en los mantos acuíferos o en los ríos, ese litio puede llegar a las comunidades y si llega va-

257 Chávez et al, UNAM (2016).

258 EFE (2020).

259 Aguilar-Hinojosa et al. (2016).

260 Lemus (2019).

mos a tener problemas de toxicología y salud ambiental”.²⁶¹ Al respecto Andrés Ángel, asesor científico de la Asociación Interamericana para la Defensa del Ambiente (AIDA) opina que “Proyectos como el de Sonora lamentablemente van a ser como un experimento, un conejillo de indias que nos va a mostrar un poco todo lo que puede pasar.” El geólogo recomendó al gobierno mexicano tener un plan para prever los impactos a perpetuidad, que dejarán los proyectos de litio. “El lío de estas minas a gran escala es que son muy grandes y la velocidad de reacción es constante, por lo que te pueden quedar drenajes contaminados por cientos de miles de años”.²⁶²

Para Daniel García, las MIA son vitales para evitar el mayor daño posible en el área a explotar, y por lo menos, “un buen estudio de impacto ambiental debería considerar todo un año de monitoreo de condiciones”. No obstante, al momento de escribir este informe, el gobierno federal publicó el “Acuerdo por el que se instruye a las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal a realizar las acciones que se indican en relación con proyectos y obras del gobierno considerados de interés público y seguridad nacional, así como prioritarios y estratégicos para el desarrollo nacional”. Con este acuerdo se pretende agilizar los trámites ambientales para los proyectos prioritarios asociados a infraestructura de los sectores que por su objeto, características, naturaleza, complejidad y magnitud, se consideren prioritarios y/o estratégicos para el desarrollo nacional. Si bien no se hace explícito algún señalamiento para las concesiones mineras, en particular del litio, existe el riesgo de que un futuro cercano se haga extensiva la aplicación del citado acuerdo en este sector.

Respecto a los impactos socioambientales provocados por la minería en los territorios, el ingeniero Luis Quijano, ex Jefe de la Unidad de Energías Renovables de la SENER refiere que:

“El litio tiene un futuro importante para México, sin embargo, la idea es apostarle a una minería que vaya de la mano de la gente, en procesos mineros a escala micro, incluso gambusinos, sostenibles, no masificados en términos de fomentar una gran extracción que lleve a la depredación. Hay méritos en Chile y Bolivia donde la micro minería está siendo muy eficiente y contribuyendo al desarrollo de las comunidades, donde rompen con la minería depredadora. Si la explotación se hace desde las comunidades, ellas no van a buscar perjudicarse.”

Sin duda, la explotación de litio en México, al igual que de los demás minerales relacionados con la transición energética, plantean importantes desafíos para la sociedad mexicana.

²⁶¹ EFE (2020).

²⁶² EFE (2020).

3.7 Conflictos socioecológicos en México: la violencia contra defensoras y defensores ambientales

Asociada con la tendencia del capitalismo, la cual comentamos en el capítulo 1, el estudio de los conflictos socio ambientales en México revela la forma en la que el carácter metabólico del capitalismo y la economía globalizada requieren y demandan el incremento de la producción de minerales y energía de forma acelerada. A nivel global, esta tendencia se revela de forma clara en el Atlas de Justicia Ambiental (EJAtlas), el cual alcanzó un registro de más de 3,350 casos a inicios del 2021.²⁶³ Como lo indica Joan Martinez-Alier, estos conflictos surgen porque la economía no es circular, sino que funciona a partir de una ecología industrializada, entrópica.²⁶⁴

La insaciable demanda de energía y minerales para mantener propuestas de crecimiento económico y la asociación de este con el desarrollo material, están incurriendo en el avance de las fronteras extractivas de forma cada vez más desigual en el país. Como se puede ver en la siguiente figura, los mapas muestran, por un lado (izquierdo) las “necesidades” energéticas que todavía no están satisfechas en México, mientras que, por el otro, se identifican los principales casos de conflictos socioecológicos en el país. Estos mapas, contrapuestos, revelan la enorme desigualdad energética que existe en el país, pues reafirman la tesis que hemos expuesto aquí sobre las implicaciones socioecológicas asociadas con el modelo del capitalismo verde (o fósil), su demanda y la consecuente creación de zonas de sacrificio.

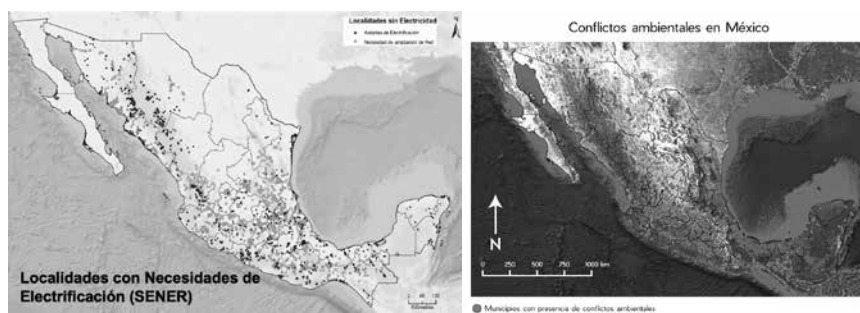


Figura 27 y 28. Localidades con necesidad de electrificación en México y mapa de conflictos socioecológicos identificados al 2020. Fuente: Elaboración de D. Hernandez (proyecto PLANEAS) con información de SENER (2021) (Izquierda). Y Garrido, D. Manrique, D. y Velázquez, L. (2018) Investigadores de la UNAM, revelan más de 500 conflictos ambientales en México y construye mapa que los georeferencia y categoriza – México Ambiental (Derecha).

263 EJATLAS, 2021: <https://ejatlas.org/>

264 Martinez-Alier (2021).

De acuerdo con el Centro Mexico de Derecho Ambiental (CEMDA), en México se reportan aproximadamente 62 casos de violaciones de derechos humanos a personas defensoras del medio ambiente anualmente. Desde el 2012, se han acumulado más de 500 casos de ataques contra defensoras y defensores. Para el 2021, el CEMDA reportó el asesinato de 18 personas defensoras en México.²⁶⁵ Asimismo, la asociación Global Witness menciona que, de un total de 227 asesinatos a defensoras y defensores a nivel global en el año 2020, 30 de ellos se dieron en México.

Estas estadísticas demuestran que las consecuencias del avance del extractivismo se hacen cada vez más evidentes, haciendo a su vez más explícitas las formas de violencia física, sin mencionar otros tipos de violencia que incluyen la económica, epistemológica, cognitiva, de género, de forma estructural y a través de distintas temporalidades.²⁶⁶ Estos impactos también se revelan en vidas no humanas que incluyen ecosistemas enteros, los cuales se han reducido hasta en un 50%, asociados a actividades relacionadas con la minería, la ganadería y agricultura, la tala de bosques y selvas, así como actividades mineras y el desarrollo de megaproyectos de infraestructura.²⁶⁷

El avance de estas fronteras se experimenta de forma desigual, pero en la mayoría de los casos el despliegue de megaproyectos extractivos suele traer consigo problemas de transparencia, acceso a la información, ocupación y despojo del territorio, desplazamiento forzado de personas, falta de participación y una distribución inequitativa de los impactos asociados.²⁶⁸

265 Ver: <https://www.cemda.org.mx/continua-tendencia-a-la-alza-de-agresiones-contra-personas-defensoras-del-medio-ambiente-durante-2020/>

266 Azamar (2020); Rodríguez, 2020; Nixon (2011).

267 IPBES (2019).

268 Hacemos un análisis detallado de este proceso en el siguiente capítulo. Para una revisión adicional ver: Le Billon y Middeldorp (2021).

CAPÍTULO 4

CONTRADICCIONES DE
LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

“La crisis consiste precisamente en el hecho de que lo viejo está muriendo, pero lo nuevo no puede nacer; en este interregno aparecen una gran variedad de síntomas mórbidos.”
Antonio Gramsci

4.1 Los nuevos ‘combustibles’ del capitalismo

A inicios de 2021 la AIE publicó el reporte “El papel de los minerales críticos en la transición hacia la energía limpia”. El propósito del reporte fue identificar los principales retos que experimentará el sector energético a nivel global a raíz de la transición de fuentes de energía y el despliegue masivo de las tecnologías -como la solar y la eólica -que se utilizarán para dicha transición. Una revisión a detalle de este reporte revela dos grandes aspectos que revelan las características del discurso que sostiene la discusión sobre la transición energética a nivel global: El primero se refiere al impacto asociado con **la enorme cantidad de minerales** que serán necesarios para sostener la transición de sociedades basadas, creadas y dependientes de los combustibles fósiles, hacia un futuro con menos emisiones; el segundo se refiere a **la enorme huella e impacto socioecológico** asociados al despliegue masivo de tecnologías de “energía renovable”.

Por un lado, la enorme cantidad de minerales necesarios para la transición aparece en el reporte como un nuevo ámbito a considerar del sector energético, asegurando que los minerales pronto se convertirán en posibles vulnerabilidades de las cadenas de producción necesarias para la descarbonización, por lo que es necesario que “los responsables de la política energética amplíen sus horizontes y consideren posibles nuevas vulnerabilidades.”²⁶⁹ Tan sólo en las próximas décadas, la extracción de cobre, cobalto, manganeso y otros metales, así como de tierras raras, se multiplicará en al menos 7 veces.

269 AIE (2021).

La demanda de litio -uno de los minerales clave para la electromovilidad y el almacenamiento de energía- tendrá un incremento de hasta 42 veces al año 2040, alcanzando un total de 1.5 millones de toneladas anuales tan sólo en los próximos 5 años (un incremento de hasta 3 veces la demanda actual).

Por el otro lado, la enorme demanda de estos minerales se presenta en un contexto en donde también la demanda de energía parece incrementarse de forma exponencial, bajo el supuesto de que el crecimiento económico es a su vez, inagotable. Esta lógica aparece en todos los reportes y prospectivas de agencias internacionales que han definido el futuro: los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) estiman un incremento del PIB de un ritmo de 3% anual al 2030 (ODS 8), mientras que la AIE prevé un incremento de la demanda de energía del 12% al 2030, lo que implica que los combustibles fósiles continuarán jugando un papel importante, al menos durante las siguientes décadas.²⁷⁰

Estas predicciones establecen que sería posible mantener el crecimiento económico disociándolo de las emisiones de GEI. Sin embargo, estiman -de forma algo paradójica- que la demanda de energía seguirá aumentando para mediados del presente siglo, lo que según varias de estas organizaciones es fundamental para mantener el crecimiento económico y desarrollo (ODS 7). Pero entonces, ¿cuál es la justificación para reconciliar estas aparentemente contradictorias visiones? Por un lado, las estimaciones pretenden reducir la cantidad de energía por medio de soluciones como la eficiencia energética y el despliegue acelerado de tecnologías no probadas y riesgosas, como la captura y secuestro de carbono (CSC).²⁷¹ Sin embargo, en casi todas las propuestas se menosprecia la importancia del carácter extractivo que implica cumplir cualquiera de estos escenarios; es decir, la demanda de estos minerales tendrá que satisfacer una demanda de energía para mantener este crecimiento económico, siempre en aumento. Este proceso no sólo es responsable de la degradación ecológica y el cambio climático, sino de exacerbar la desigualdad a nivel global.²⁷²

Lo anterior es significativo si consideramos que, hasta hace una década, los principales problemas del sector energético se relacionaban con el declive de los recursos de hidrocarburos convencionales, como el petróleo y el gas, lo que habría supuesto una configuración geopolítica particular en torno a los países consumidores o productores de estos recursos.²⁷³ El advenimiento de hidrocarburos no convencionales, gracias en gran medida a la reducción de riesgos financieros y la inversión de millones de dólares, ha permiti-

270 AIE (2020).

271 La captura y secuestro de carbono es, junto con otras tecnologías, una de las estrategias que se presentan de forma generalizada bajo el concepto de la "geoingeniería" Para más información ver: <https://es.geoengineeringmonitor.org/>

272 Ver. Gerber, et al. (2021).

273 Blondeel, et al. (2021).

do una importante reconfiguración de las fuentes del sector energético, pero también la documentación de extensiva evidencia de que el cambio climático se ha convertido en un factor determinante del carácter del sector energético y su futuro.²⁷⁴

Aunque la discusión de los límites geológico-técnicos del petróleo está lejos de dejar de ser un problema, la acelerada emisión de GEI ha reconfigurado el panorama geopolítico en el que se desenvuelve la transición energética. En este sentido, el gran impulso y la demanda de minerales proviene de una incuestionable necesidad de descarbonizar el sector energético, el cual es responsable de al menos un tercio de las emisiones a nivel global.²⁷⁵ Lo anterior es fundamental si consideramos que las emisiones de GEI se han incrementado en aproximadamente un 65% desde 1992, año en que al menos 155 países se sentaron a negociar sobre las implicaciones del cambio climático.²⁷⁶ De todas las emisiones en la atmósfera, cerca de un tercio sucedieron a partir de ese año.

El gran aumento de emisiones está correlacionado con el aumento en el consumo y demanda de energía. En las últimas 5 décadas, el consumo de energía a nivel global ha multiplicado 6 veces su tamaño (véase Figura 41),²⁷⁷ mientras que el número de personas que no tienen acceso o que no pueden cumplir sus necesidades energéticas continúa estimándose por arriba de los dos mil millones.²⁷⁸ Las desigualdades en el uso de energía abundan. Sin embargo, el proceso de la transición suele presentarse como un tema de sustitución de las fuentes de energía; es decir, dejar los combustibles fósiles para transitar a un modelo que, con el mismo nivel de consumo, dependa de las energías renovables. Lo anterior implica deliberadamente evitar la necesaria reconfiguración de las estructuras económicas, políticas y sociales –casi en su totalidad– que definen la modernidad. En otras palabras, la transición energética implica una profunda transformación de las sociedades como las conocemos, no un cambio tecnológico.

274 Bridge (2018.)

275 IPCC (2021).

276 Newell et al. (2021).

277 Azamar y García (2021); 1950 - 28,516 (TWh) - 2019 - 173, 340 (Twh). Disponible en: <https://ourworldindata.org/energy-production-consumption>

278 PPEO (2019).

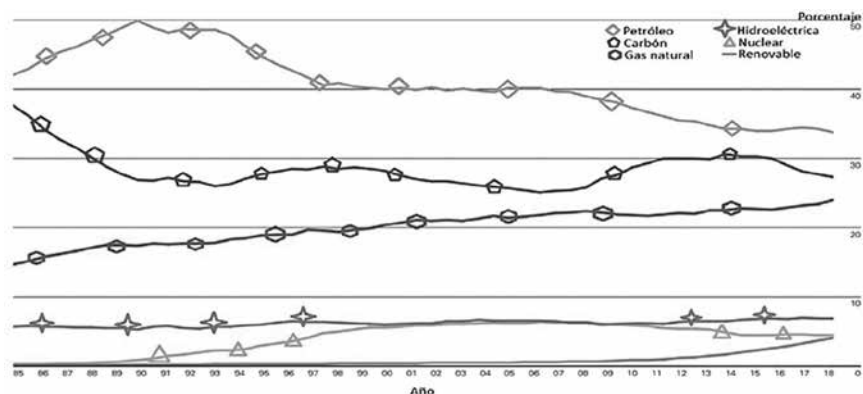


Figura 29. Consumo energético mundial por tipo de combustible (1985-2018, en porcentaje). Fuente: Tomado de Azamar y García, 2021, p. 184 y BP Statistical Review of World Energy, 2019, p.11.

Reducir las emisiones, conceder acceso a buena parte de la humanidad y reducir el consumo de energía en algunos sectores normalmente se presentan en un *trilema energético* y se adscribe a tomadores de decisiones la responsabilidad de “equilibrar” una solución entre estas tres aristas.²⁷⁹ Sin embargo, consideramos que esta visión es una propuesta sumamente escueta de la realidad y de las implicaciones que tiene la transición energética. El discurso a través del cual se ha movilizad la transición energética - lo que podríamos denominar como el discurso hegemónico-, continúa presentando al cambio climático, junto con los enormes impactos derivados del capitalismo extractivo -como la pobreza, la desigualdad, la degradación ecológica-, como fallas del mercado o consecuencias inadvertidas del crecimiento económico.²⁸⁰

El presentar la transición energética desde este punto de vista ignora, casi por completo, el enorme costo material, espacial, político y económico que viene asociado con la transformación de un sistema basado en combustibles fósiles a uno basado en energía renovable. Los sistemas e instituciones de la posguerra (por ejemplo, las Naciones Unidas, el Banco Mundial) no han establecido una crítica estructural al modelo económico, social y político, más bien plantean transformaciones para después ofrecer soluciones que buscan afirmar, en vez de transformar, estas estructuras. Su planteamiento siempre ha sido mantener el crecimiento económico y el desarrollo, haciéndolos *inclusivos, sustentables o responsables* a través de reformas al mercado, del desplie-

²⁷⁹ IEA (2017).

²⁸⁰ Ver: Stern (2007), Dasgupta (2021). Para un análisis y una crítica más detallada ver: Spash, C.L. y Hache, F. (2021).

gue de las tecnologías adecuadas y de reformas institucionalizadas. Mientras que las estructuras violentas de acumulación, construidas en los legados colonial y patriarcal en los que operan y de los cuales depende el capitalismo, se mantienen como temas ajenos a la crisis climática o la transición energética.

En este sentido, nuestra postura en este texto es reconocer que el debate sobre la crisis climática, la transición energética y el crecimiento económico han caído en el ámbito de lo pospolítico, donde existe la simulación de un debate, pero las decisiones suelen reducirse a un conjunto de acciones tecnocráticas y de gestión predeterminadas, así como dictadas por una pequeña élite internacional e impuestas por ejércitos de consultores y expertos.²⁸¹ Lo anterior no sólo tiende a reducir estas soluciones a cuestiones meramente tecnológicas y financieras, sino que elimina por completo la posibilidad de discutir, comprender y gestionar estos problemas de forma democrática, en diferentes escalas y con distintas visiones sobre cosas tan simples como las necesidades, el bienestar y el *buen vivir*.

4.2 ¿Transición o adición energética?

Las estimaciones de instituciones internacionales como el Banco Mundial (BM), la Agencia Internacional de Energía (IEA) o el propio Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) aseguran que estamos experimentando una transición del uso de combustibles fósiles a una nueva era de energías renovables. O un proceso que conducirá a un desarrollo y crecimiento con bajas emisiones de carbono. Visto desde este punto de vista parece que, efectivamente, buena parte del mundo está experimentado una transición acelerada de las fuentes de energías fósiles, las cuales se sustituyen por limpias.²⁸²

En la última década, las energías renovables (excluyendo las hidroeléctricas y la geotermia) se han mantenido en incremento, con un ritmo de crecimiento de aproximadamente 16.2%.²⁸³ Lo anterior refleja un importante avance en la adición de estas tecnologías. La propia AIE estima que la participación de las nuevas renovables crecerá de forma exponencial, en donde la energía eólica y solar experimentarán un crecimiento de hasta 11 y 20 veces respectivamente.²⁸⁴ Sin embargo, calificar este aumento de la participación como una transición puede ser engañoso.

Para comprender de qué forma se manifiesta esta separación, vale la pena diferenciar entre el desarrollo de infraestructura de nuevas fuentes de energía, y la sustitución de una fuente ya establecida por otra. Una transición energéti-

281 Ver: Swyngedouw (2010; 2019).

282 IEA (2021).

283 IRENA (2021). <https://www.irena.org/energytransition>

284 Ver AIE (2021).

ca bajo esta definición implicaría una sustitución de una fuente a otra; es decir, retirar la producción de una fuente como el carbón, para sustituir su generación por otra como el viento. En este sentido, el incrementar la participación de otras fuentes de energía no necesariamente implica una sustitución.²⁸⁵

Desde un punto de vista histórico, las “transiciones energéticas” anteriores, que van del uso de biomasa (madera) y agua, al carbón y posteriormente al gas y al petróleo, demuestran que el cambio de una tecnología a otra no ha sido, en términos estrictos, una sustitución de las tecnologías y fuentes ya establecidas, sino que, por el contrario, las nuevas fuentes han experimentado un incremento asociado a la creciente demanda de energía, sin necesariamente sustituir el uso de energía de las fuentes ya establecidas. Como se muestra en la Figura 35, el incremento en la demanda de energía suele ser interpretado como una proporción entre las fuentes de energía; es decir, si analizamos la figura de la derecha, da la impresión de que al introducir una nueva fuente de energía, esta comienza a sustituir a las fuentes ya establecidas.

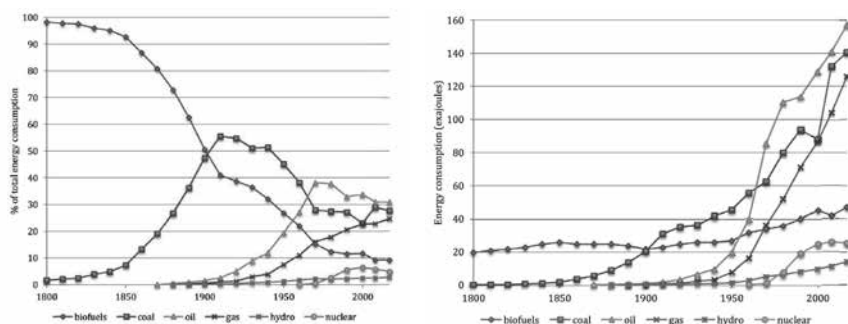


Figura 30: ¿Adición o transición energética? Fuente: York, R; Bell, S. E. (2019)

La gráfica de la izquierda demuestra que, al medir el consumo total de energía, el escenario se presenta de forma radicalmente distinta. En esta gráfica se puede ver como el porcentaje de consumo de distintos tipos de energía se mantiene constante (por ejemplo en el caso de la biomasa) y como, no es sino hasta la segunda mitad del siglo XX que la demanda de hidrocarburos comienza a incrementarse para satisfacer la demanda de forma exponencial. A partir de esta formulación es posible concluir dos condiciones específicas con respecto a la transición energética.

- Primero, históricamente el proceso de cambio de una fuente de energía a otra está marcado por un incremento en la escala y la demanda de energía. Así, referirse a lo que sucede ahora como una transición energética no

285 York, R y Bell, S.E. (2019):40.

sólo es equívoco, sino engañoso, al dar la impresión de que existe una sustitución, cuando en realidad la capacidad instalada de fuentes fósiles continúa en aumento.

- Segundo, no tenemos un precedente histórico efectivo para entender, diseñar o imaginar la transición energética en las escalas y con la transformación en los patrones de demanda y consumo que se requieren para hacer frente a la crisis climática. Hasta ahora, la adición de fuentes de energía ha respondido únicamente al aumento en la demanda, por lo que podemos considerarlos como procesos de *adición* energética. Asimismo, en ninguno de los antecedentes históricos se ha documentado el paso de una fuente de energía con altos niveles de retorno de inversión energéticos (EROI por sus siglas en inglés)²⁸⁶ a fuentes con una menor densidad energética y con flujos dispersos de energía, que son más difíciles, costosos y superficialmente intensivos de aprovechar (ver el apartado 4.4) que las fuentes establecidas.

En el caso de las energías renovables, particularmente de la energía eólica y solar, los retos de su aprovechamiento están relacionados con la baja densidad energética de los flujos de energía que aprovechan y con su naturaleza variable. La baja densidad energética se traduce en una gran demanda de materiales y espacio, y en la necesidad de extraer grandes volúmenes de materias primas potencialmente escasas, como el telurio y el indio para la energía solar fotovoltaica y las tierras raras para las turbinas eólicas.²⁸⁷ Atender el incremento de la demanda en el futuro sin recurrir a una sustitución de los combustibles fósiles, necesariamente implicaría un aumento acelerado en la extracción de minerales, en la demanda de espacio para la instalación de megaproyectos energéticos (ver apartado 4.2) y la necesaria reconfiguración del territorio a través de una nueva lógica de intercambio desigual (ver apartado 4.3).

El punto esencial es entonces que, a diferencia de como suele manifestarse en el discurso público, sería un error asumir que el crecimiento (por más acelerado que sea) de las energías renovables es indicativo de una transición, a menos que se sustituya una fuente de energía ya establecida por otra. Como indicamos en la introducción, el discurso hegemónico de la transición energética global tiende a asumir que la reducción del uso de combustibles fósiles más el aumento de la participación de energías renovables es un indicador de progreso. Sin embargo, aunque el uso de algunos combustibles como el carbón ha mostrado una desaceleración en los últimos años, y las energías renovables han mantenido un incremento, la evidencia no apunta hacia una verdadera transición, ya que la demanda de energía se mantiene en aumento.²⁸⁸

286 Smil, V. (2013) *Power Density Primer: Understanding the Spatial Dimension of the Unfolding Transition to Renewable Electricity Generation* (Part I – Definitions).

287 Harajanne y Korhonen (2019).

288 Para el caso del carbón y su uso ver: <https://www.iea.org/reports/coal-2020>. (Consultado el

Los antecedentes de las adiciones energéticas anteriores revelan que, simplemente apoyar la instalación y el desarrollo de infraestructura de energías renovables no será suficiente, es necesario suprimir activamente el uso de combustibles fósiles y cuestionar los flujos metabólicos de energía que se mantienen creando diferencias en acceso, costos y consumos. Lo anterior implica pensar en una redistribución del acceso y una reducción en el consumo de energía en varios ámbitos de la economía global, en diferentes sectores y escalas. Simplemente adicionar “energía renovable” no será una estrategia efectiva pues, si todo permanece constante, la adición de más energía a la matriz implicaría una reducción de precio, lo que a su vez incrementa la demanda.²⁸⁹

Por lo tanto, y dado que la industria de los combustibles fósiles tiene un firme interés en mantener el crecimiento económico a través del consumo ininterrumpido de combustibles fósiles, el término “transición energética” ha sido utilizado de distintas formas para tratar de representar la adición de energías renovables como un victoria que no requiere de una verdadera transformación de los sistemas energéticos.²⁹⁰ El uso del término busca legitimar acciones de gobiernos y corporaciones que dan la apariencia de avanzar hacia una transición, cuando en realidad, su estratégica funciona como una cooptación de los términos que se utilizan por sus críticos para demandar acciones más contundentes. Conceptos como “transición energética justa”, “desarrollo comunitario”, “sustentabilidad” o “responsabilidad social” son vaciados de contenido y significado, absorbiendo las demandas sociales y críticas a sus actividades para, de esta forma, obstaculizar cambios verdaderamente transformativos mientras se da la apariencia de un cambio a través del discurso en sus respectivos sectores.²⁹¹

El caso tal vez más revelador es el término “transición energética justa”, el cual originalmente buscaba incorporar a los sectores que se verían afectados laboralmente por la sustitución de una fuente de energía por otra. En la actualidad, este se ha convertido en una estrategia de empresas y corporaciones internacionales para legitimar sus actividades extractivas al distribuir extractivismos *buenos y malos*, posicionándose como “actores clave” para el combate al cambio climático y para asegurar, e incluso incrementar, sus acciones e inversiones.²⁹² Estas estrategias plantean al cambio climático como una oportunidad de negocio y, siguiendo la lógica del propio acuerdo de París, utilizan el sistema financiero internacional como una forma de mitigar el riesgo que

10-10-21)

289 Un proceso conocido como la paradoja de Jevons. Para un análisis más detallado ver: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fenrg.2018.00026/full>

290 Tornel (2020); Tornel (2020a).

291 Tal vez los términos más ridículos y a la vez claros para explicar son ‘carbón limpio’, ‘minería sustentable’ o ‘acero verde’. Para una revisión detallada ver Kirsch, 2009; Bensen and Kirch, 2010 y Bainton et al. (2019).

292 Ver: Bainton, et al. (2020).

supone la crisis utilizando mecanismos de compensación (*offsettings*) para mantener sus prácticas extractivas.²⁹³

La apropiación del discurso de la transición energética justa puede ser considerada una estrategia discursiva y reputacional de empresas y corporaciones internacionales, pero es también una medida contrainsurgente que busca acallar y oscurecer los enormes impactos aunados al avance de las fronteras extractivas. Al legitimar sus acciones desde el ámbito discursivo, algunas corporaciones buscan prevenir modificaciones al marco regulatorio y mantener sus prácticas sin que nada tenga que cambiar. La más reciente manifestación de estas estrategias se puede ver con la adopción de varias compañías que han anunciado públicamente la adopción de términos como “economía baja en carbono”, “neutralidad del carbono al 2050” o “crecimiento verde”.²⁹⁴ Algunos ejemplos del uso de estos términos se pueden ver en el discurso de las compañías mineras:

*“Creemos que la transición hacia las bajas emisiones debe acelerar la acción de las empresas, ser socialmente inclusiva y abordar los impactos sobre la competitividad. En algunos casos, tratar de acelerar la reducción de emisiones podría tener un resultado indeseable al promover el cierre de plantas y reducir el empleo. Esto tendría un impacto especialmente negativo en las comunidades remotas, que a menudo dependen de las actividades mineras e industriales para su sustento”.*²⁹⁵

*“Como una de las mayores empresas de recursos diversificados del mundo, Glencore tiene un papel clave que desempeñar para facilitar la transición a una economía con bajas emisiones de carbono. Lo hacemos a través de nuestra cartera bien posicionada que incluye cobre, cobalto, níquel, vanadio y zinc, materias primas que apuntalan la transformación de la energía y la movilidad. Creemos que esta transición es una parte clave de la respuesta global a los crecientes riesgos que plantea el cambio climático [...] Para ofrecer un sólido argumento de inversión a nuestros accionistas, debemos invertir en activos que sean resistentes a los riesgos normativos, físicos y operativos relacionados con el cambio climático”.*²⁹⁶

Al adoptar el lenguaje de la transición, estas compañías se están posicionado como una pieza clave para el éxito de las acciones de mitigación ante el cambio climático. De esta forma, el lenguaje crítico se convierte en una pla-

293 Ver: Spash, CL, (2016); Spash, CL, (2017); Lohmann (2017).

294 Ver: Bainton et al. (2020). Ver tambien: <https://www.tierra.org/wp-content/uploads/2021/06/La-Gran-Estafa.pdf>

295 Rio Tinto (2020).

296 Glencore, 2018. Disponible en: <https://www.glencore.com/media-and-insights/news/Furthering-our-commitment-to-the-transition-to-a-low-carbon-economy>

taforma, mientras que el proceso de acumulación que suele asociarse con la explotación de minerales se convierte en una práctica sostenible, o en el peor de los casos una forma de “minería sustentable”, siempre y cuando esta cuente con una estrategia de compensación en algún otro lugar del planeta.²⁹⁷ Bainton, et al. definen este fenómeno como: una ‘captura corporativa’, en donde las compañías privadas se apropian del discurso público para excluir significados alternativos y conservar la hegemonía del complejo estado-industrial-minero”.²⁹⁸

El aumento de la participación de energía renovable en la matriz energética global no puede ni debe ser considerado como una transición energética, sino como un proceso de adición de energía. Recuperar o repolitizar la definición del término transición energética justa implica un incremento del análisis de lo que se entiende por dicha transición. El uso de estos términos debe reconocer los impactos materiales, espaciales y socioecológicos de la supuesta transición energética, lo que implica un mayor escrutinio público a los impactos extractivos asociados con la adición de estas energías, pero más aún, un replanteamiento serio de la forma en que las sociedades modernas consumen y utilizan la energía.

Ante la cooptación del lenguaje que utilizamos para referimos a un cambio verdadero en la forma en la que las sociedades utilizan energía, proponemos el término “transformación energética”.²⁹⁹ A diferencia de otros como transición, una transformación implica un cambio a profundidad de ciertos patrones, no sólo de generación sino de consumo de energía. El término implica repensar la forma en la que diseñamos los sistemas de energía estableciendo preguntas como ¿para qué y para quién es la energía?, ¿qué tipos de tecnología son adecuados para ciertas regiones?, ¿quiénes son los dueños y/u operadores del sistema energético?, y ¿de qué forma este sistema puede generar impactos positivos y negativos en distintos lugares a lo largo del tiempo?

Estas preguntas son clave para el diseño de sistemas energéticos que replanteen la forma en la que las sociedades consumen energía. Tal replanteamiento traería impactos en los patrones de consumo; por ejemplo, en la movilidad y el libre comercio³⁰⁰, en la infraestructura y el aspecto físico de nuestras ciudades, así como una transformación de la escala de los sistemas

297 El uso de estos mecanismos de compensación puede, a su vez, convertirse en una estrategia más de acumulación por apropiación o lo que a su vez permite la continua expansión del capitalismo a través de soluciones verdes, ver: Ver: Surprise (2021).

298 Moore (2015); Moore (2021).

299 Esta no es una propuesta nueva, pues ya ha sido elaborada por varios autores (por ejemplo: Newell, 2019; Newell y Sims, 2020), sin embargo la proponemos aquí para hacer una crítica y una proposición partiendo de la experiencia de México.

300 Como se mencionó en el capítulo 2 para el caso de la demanda, consumo y uso de tierras raras.

energéticos, evitando el desarrollo de megaproyectos para favorecer el desarrollo de proyectos de menor escala y en los que se pongan al centro las “necesidades”³⁰¹ localmente determinadas de la producción de energía. Aunque todos los términos puede también ser fácilmente capturados y cooptados por diversos actores, repensarlos ofrece una herramienta crítica para evaluar si las soluciones que se proponen implican un cambio democrático, asequible y ecológicamente integral o si son formas de encubrir acciones que beneficiarán a unos a costa de otros para mantener el *statu quo* o asegurar que las formas de acumulación continúen de forma ininterrumpida.

4.3 El mito de las energías “renovables”

Hasta ahora hemos utilizado el término “energías renovables” entre comillas. Como en el caso del término transición energética y sus derivados, cuestionar el concepto de energías renovables implica revisar el discurso y el significado asociados a la justificación del despliegue masivo de estas tecnologías.

En otras palabras, las energías renovables suelen presentarse como una alternativa ecológica que puede absolver las problemáticas contaminantes y violentas creadas por el régimen de los combustibles fósiles y proveer una solución al cambio climático eliminando las emisiones de GEI, lo que se pretende hacer sin tener que modificar drásticamente los patrones del uso de energía existentes. De antemano, vale la pena mencionar que el cuestionar el discurso asociado a las energías renovables no implica cuestionar la “naturalidad” de las fuentes renovables. Es decir, que el sol y el viento son fuentes de energía en principio inagotables que pueden ser aprovechadas disminuyendo los impactos negativos a la salud humana y al medio ambiente. Implica hacer una reflexión sobre el término energía renovable para reconocer que:

- a. Las energías renovables no necesariamente implican integridad ecológica,
- b. el término renovable abarca diferentes tecnologías con impactos espaciales, materiales, ecológicos y sociales distintos,
- c. las energías renovables tienen efectos extractivos negativos y,
- d. el término energía renovable puede asociarse con tácticas discursivas que buscan mantener el *estatus quo* o incluso exacerbar la extracción de minerales sin que nada tenga que cambiar.³⁰²

301 Utilizamos el término con la debida precaución siguiendo el argumento de pensadores como Iván Illich, quienes demuestran cómo el uso de las necesidades se utilizó como una forma de crear seres humanos necesitados. Ver Illich, I. (1992) “Necesidades” en El diccionario de Desarrollo. Una guía de poder y conocimiento. Editado por Wolfgang Sachs. PRATEC, Perú (1996, edición en español).

302 Harajanne y Korhnen (2019): 334-5.

De acuerdo con la AIE, las energías renovables incluyen la energía solar, eólica, la biomasa, la geotermia y la energía hidroeléctrica.³⁰³ Sin embargo, el supuesto de que son, por su naturaleza, fuentes de energía inagotables e insostenibles suele ser problemático, precisamente porque el término actúa como un concepto paraguas que abarca una serie de tecnologías con distintas implicaciones socioecológicas. Por ejemplo, la biomasa puede generar deforestación y pérdida de algunas especies, debido a la importante demanda de tierra y agua necesarias para su desarrollo. Asimismo, la posibilidad de ampliar el uso de esta tecnología a través de propuestas como la bioenergía con captura y almacenamiento de carbono (BECCS por sus siglas en inglés) supone una serie de riegos y además exacerba la demanda de territorio para llevar a cabo este proceso, puesto que el desarrollo de estos proyectos para limitar el incremento de la temperatura como lo establece el IPCC implicaría un territorio equivalente a 3 veces el de un país como la India.³⁰⁴

En repetidas ocasiones se ha documentado cómo las grandes presas hidroeléctricas suelen tener impactos ecológicos adversos para la biodiversidad y en la hidrología del agua dulce. Las presas pueden convertirse en contribuidores importantes de emisiones de metano, además de que estas pueden significar el desplazamiento de poblaciones enteras.³⁰⁵ Por su parte, la energía geotérmica suele tener muy pocas implicaciones, además de ocasionar pequeños sismos a nivel local, pero debido a su localización específica, esta tecnología no suele ser una alternativa para muchos países o regiones.³⁰⁶ El gran reto surge con las “nuevas” tecnologías renovables como la solar y la eólica. Hasta ahora, la disponibilidad de energía fósil ha sido vital para mantener las tendencias de crecimiento económico exponencial durante el siglo XX y lo que va del XXI. Su alta disponibilidad energética ha permitido transferir una enorme cantidad de trabajo al uso de máquinas que de otra forma no podrían haberse hecho con trabajo animal o humano.³⁰⁷ Terminar con el uso de los combustibles fósiles reducirá la productividad y limitará la producción (ver Figura 36).

303 IPCC (2018).

304 Hickel (2021).

305 Kallis, et. al.(2018).

306 Ibid.

307 Fraser (2021).

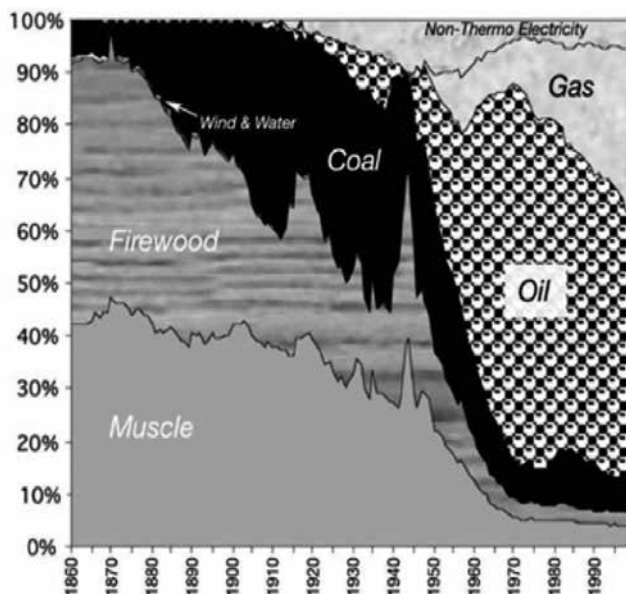


Figura 31. Reducción del trabajo animal/humano con respecto al uso de distintos combustibles. Fuente: Our World In Data, 2020.

En este sentido, la energía eólica y la solar están limitadas por su flujo, pero a diferencia de los combustibles fósiles, estas energías son difusas, lo que implica que se necesita más espacio, materiales y energía para aprovecharlas. Kallis et al., (2018)³⁰⁸ utilizan el ejemplo de la lluvia frente a un lago. Aprovechar el potencial del lago es más simple (concentra millones de toneladas de agua) mientras que aprovechar el flujo de agua de la lluvia tiende a requerir mucho más esfuerzo, energía y espacio para capturar y luego poner a trabajar el potencial energético. En este sentido, la tasa de retorno de energía (EROI por sus siglas en inglés) renovable es de entre 10:1 y 20:1, comparada con tasas de hasta 50:1 en los primeros yacimientos de petróleo y carbón. Lo anterior quiere decir que la energía recuperada es menor con respecto a la que se invierte para obtenerla.³⁰⁹

Las economías alimentadas por los flujos energéticos difusos de estas tecnologías probablemente serán economías con menor energía neta y menor productividad que aquellas alimentadas con reservas concentradas como los combustibles fósiles. El carácter variable de estas energías implica también que para proveer un servicio ininterrumpido de energía será necesaria una combinación de:

³⁰⁸ Kallis et al. 2018: Research on Degrowth.

³⁰⁹ Ibid.

- a. El desarrollo de sistemas de almacenamiento masivos de energía;
- b. la construcción masiva de sistemas de generación y el aumento de las capacidades de transmisión y/o;
- c. aceptar servicios con mayores interrupciones o la reducción drástica del consumo en algunos sectores.

Con excepción del último punto, la economía basada en energías renovables implica un incremento significativo en el impacto material de las economías, así como sus posibles afectaciones y el desarrollo de conflictos ecológicos distributivos³¹⁰ (ver sección 4.3). Sin embargo, la forma en la que el discurso hegemónico de la transición energética presenta este problema suele atenderse con propuestas como la eficiencia energética, para ahorrar energía, o con tecnologías de emisiones negativas como la geoingeniería, que buscan compensar el continuo uso de energía proveniente de los combustibles fósiles, que será necesario extender por al menos las siguientes dos décadas para cumplir con las metas de crecimiento económico que se identifican en los ODS y en los escenarios futuros de transición energética de la AIE. En ninguno de estos escenarios se contempla la posibilidad de incluir la reducción drástica del consumo de energía en algunos sectores, la necesidad de diseñar sistemas energéticos a escala regional y local para desglozar las cadenas de producción, ni la redistribución radical para atender las desigualdades en el acceso y consumo de energía.³¹¹

En este sentido, identificar la enorme cantidad de minerales que serían necesarios para producir suficiente energía eólica y solar como para atender la demanda de energía en los escenarios de la AIE implicaría una extracción sin precedentes de minerales como litio, cobalto y níquel, así como de otros metales raros. Las “nuevas” energías renovables requieren de una enorme cantidad de procesos de extracción y de una cadena de valor a escala global que incluye la minería, manufactura, transporte y procesamiento de materiales crudos. Por ejemplo, un MW de energía solar requiere de entre 3 y 4 toneladas de cobre, mientras que un MW de energía eólica requiere de 3.6 toneladas. Asimismo, las turbinas eólicas requieren de hasta 150 toneladas métricas de concreto para su base, 250 toneladas métricas de acero para los sistemas de rotación y hasta 500 toneladas métricas para la construcción de las torres.³¹²

La instalación de una turbina eólica requiere crear caminos, despejar el paisaje y emplear toneladas de concreto y maquinaria pesada para su instalación, sin mencionar los combustibles necesarios en su construcción (a partir del acero), su ensamblaje y desensamblaje 25-35 años después de su vida útil. De la misma forma, producir un automóvil eléctrico implica la generación de

310 Martínez Aliet, J. (2021).

311 Hickel, et al, (2021); Millward-Hopkins, et al. (2020)

312 Smil (2019).

hasta 38% más emisiones que uno convencional, sin mencionar el aumento en la demanda de electricidad, de redes eléctricas que aún dependen de forma importante del uso de combustibles fósiles -a nivel global, los combustibles fósiles aún contribuyen a generar el 61% de la energía eléctrica y representan más del 80% del consumo final de energía-.³¹³

El economista y antropólogo Jason Hickel³¹⁴ estima que las materias primas para 7 teravatios de infraestructura eólica y solar en el año 2050 requerirán la extracción de 34 millones de toneladas métricas de cobre, 40 millones de toneladas de plomo, 50 millones de toneladas de zinc, 162 toneladas de aluminio y nada menos que 4,800 millones de toneladas de hierro. Similarmente, Sovacool et al.³¹⁵ estiman que turbinas de 3.1. MW generan entre 772 y 1807 toneladas de desechos. Sus estimaciones indican que la instalación de 100,000 nuevas turbinas eólicas para el 2050 resultarán en 730,000 toneladas de desechos tecnológicos con tasas de reciclaje tan bajas como del 20%. Lo mismo sucede con otros minerales, como el litio (que sufrirá los mayores incrementos de demanda por su capacidad de almacenamiento), que tienen tasas de reciclaje cercanas a apenas el 10%.³¹⁶

En este sentido, la enorme demanda de estos minerales también comienza a producir conflictos e impactos desiguales en los puntos de extracción local, y la contribución de emisiones de GEI por los sistemas de comercio y transporte necesarios para mover materias primas, ensamblar y comerciar estas tecnologías. Estas demandas están reconfigurando las estructuras geopolíticas del sector energético a nivel global, articulando nuevas agencias de poder en algunos actores (como las corporaciones internacionales productoras de energía renovable, las empresas mineras y los grupos de inversionistas, entre otros), y creando impactos distributivos desiguales para otros (por ejemplo, comunidades indígenas, comunidades campesinas en zonas rurales y formas de vida no humanas, entre otras).³¹⁷

313 Balch, O. (2020)

314 Hickel, J. (2019); Dunlap, A. (2021).

315 Sovacool et al. 2017; Sovacool (2021).

316 Belch, O. (2019).

317 Riofrancos, T. (2020).



Figura 32: Presencia de minerales estratégicos y posibles zonas de conflictividad.
Fuente: Church y Crawford, (2020).³¹⁸

La reconfiguración de las estructuras de poder en torno al sistema energético en transición supone entonces la creación de *ganadores* y *perdedores*, así como una reconfiguración de las zonas consideradas como “centros” y las que se consideran “periferias” a raíz de lo que puede denominarse extractivismo o colonialismo climático.³¹⁹ Por ejemplo, muchos de los minerales necesarios para desarrollar estos proyectos se encuentran en países como Baotou, Mongolia, China, Chile, Bolivia y el Congo³²⁰, en donde la extracción de estos minerales ya ha reportado impactos ecológicos y afectaciones a la salud asociadas a los procesos de extracción para satisfacer las crecientes demandas de minerales en el Norte y en ciudades afluentes en el Sur global.

318 Obtenido de Church y Crawford, (2020) Minerals and the Metals for the Energy Transition: Exploring the Conflict Implications for Mineral-Rich, Fragile States. Geopolitics and the Energy Transition, pp: 279–304. Las zonas sombreadas en el mapa indican índices de corrupción y debilidades de gobernanza, mientras que los círculos indican la presencia de minerales estratégicos. La metodología y la referencia del mapa está disponible en: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-39066-2_12

319 Kothari (2020); Zografos y Robbins (2020).

320 Church, C., & Crawford, A. (2018).

Adicionalmente, las cadenas de valor que se requieren para extraer, ensamblar, transportar, instalar y operar estas tecnologías están inscritas en un sistema internacional de intercambio y comercio³²¹ que requiere necesariamente de combustibles fósiles. En este sentido, la *periferialización* y la creación de zonas de sacrificio (ver Capítulo 4, sección 3), en algunos lugares del Norte junto con el Sur global³²² demuestran que las energías renovables y la descarbonización de algunas economías de los países ricos están propiciando una nueva forma de extractivismo que depende en gran medida de la existencia de combustibles fósiles baratos.

La tendencia de los proyectos de energías renovables de reproducir los patrones extractivos de la industria de los combustibles fósiles ha llevado a algunos investigadores a declarar que las energías renovables están *fosilizadas*.³²³ En este sentido, aunque las tecnologías como la solar y la eólica no extinguen las fuentes de energía que explotan (el sol o el viento), las estructuras económicas en las que se desarrollan estas tecnologías suponen una demanda constante de minerales, espacios y energía que necesariamente reproduce prácticas extractivas con altos costos asociados a la devastación ambiental, la ocupación superficial de territorios -casi siempre en zonas rurales y tradicionalmente indígenas-, así como de un sistema globalizado altamente dependiente de los hidrocarburos.

Lo anterior nos permite trazar un nexo entre las tendencias extractivistas que se han incrementado en México y América Latina³²⁴ con el despliegue de las energías renovables principalmente en países “sobredesarrollados”. Además de la dependencia en los combustibles fósiles “baratos” y en los flujos de minerales necesarios para su desarrollo, las energías renovables requieren de una importante cantidad de espacio para aprovechar los recursos eólicos y solares, lo que ha propiciado el avance del sector energético a patrones de ocupación superficial ya existentes y sistemas violentos para apropiarse del territorio.³²⁵

La minería para la extracción de minerales y la ocupación de territorio para la generación de energía renovable se han convertido en un tema recurrente de denuncia e investigación debido a sus impactos socioambientales, particularmente en términos de la pérdida de biodiversidad, la contaminación del agua y la devastación del paisaje, así como por las violaciones a los derechos humanos de grupos y comunidades. Las estrategias para la desposesión de

321 Véase capítulo 2.

322 Ver ejemplos en Portugal y Cataluña para la extracción de litio y para la instalación de molinos eólicos en el Norte. Balch, O. (2020). Mientras que los impactos en el sur global han sido extensamente documentados: Véase: Avila (2017), Dunlap (2018), Dunlap (2020).

323 Raman (2013).

324 Riofrancos, T. (2020); Gudynas (2021); Svampa (2018); Svampa (2015).

325 Dunlap y Jckobsen (2020).

tierras y territorios van desde aquellas que utilizan la violencia de forma explícita para desplazar comunidades (vía las fuerzas armadas o grupos paramilitares),³²⁶ hasta estrategias que buscan manipular la compra de tierras valiéndose de la falta de información, la manipulación de los contratos, el uso coercitivo del marco legal y el uso de instrumentos de consulta y participación como mecanismos de contrainsurgencia.³²⁷

Este último punto se puede analizar claramente en el uso de los instrumentos que rigen la aprobación de megaproyectos, los cuales normalmente se utilizan de forma superficial o como una fachada para legitimar -invocando el derecho a la consulta libre, previa e informada (CLPI)- decisiones ya tomadas, pero deliberadamente ignorando las inequidades históricas, la marginalización y el desequilibrio de poder que persiste y define la situación de muchas de las comunidades.³²⁸ En este sentido, no es una sorpresa que la mayoría de los conflictos socioecológicos resultantes de la expansión de estas tecnologías hayan sucedido en territorios con poblaciones indígenas y con altas concentraciones de biodiversidad.

Es importante recalcar que, debido al carácter horizontal de estas tecnologías, el uso de la tierra para producir energía solar o eólica también compite con el uso de la tierra para la producción de alimentos. Los conflictos se han exacerbado de forma importante en la última década, creando nuevas amenazas para estas zonas. De acuerdo con el índice de energías renovables y derechos humanos de la organización Business and Human Rights, desde el año 2010 se han registrado 197 denuncias asociadas con el desarrollo de proyectos de energía renovable, las cuales involucran a 127 empresas. De estas, el 61% (121 denuncias) se concentran en la región de América Latina.³²⁹ Estas tendencias demuestran un patrón más amplio, asociado con el despliegue de proyectos de energía a nivel global.

Los ejemplos del desarrollo de estos proyectos en países como México, Chile, Bolivia y Perú demuestran que instrumentos como la Consulta Libre, Previa e Informada (CLPI) no ofrecen la posibilidad de proponer rutas alternativas o incluso de negarse al desarrollo de megaproyectos, sino que se convierten en instrumentos de negociación en donde las comunidades que no están or-

326 Azamar (2020).

327 Dunlap (2018); Torrez-Manzuera et. al, (2020).

328 El mecanismo de la consulta libre previa e informada (CLPI) tipificado en el Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) garantiza el derecho a comunidades indígenas de ser consultadas con buena fe y antes de que incluso se diseñen o aprueben la construcción de proyectos o de políticas públicas. Una característica que se refiere al derecho más amplio que es la libre determinación y el cual ha sido sistemáticamente ignorado por gobiernos y corporaciones internacionales. Para un análisis sobre megaproyectos y el mecanismo de la Consulta Libre Previa e Informada, ver: Gutierrez-Rivas, R. (2020).

329 BAAH (2019).

ganizadas pueden ser absorbidas por procesos que las dividen internamente, rompiendo el tejido social y exacerbando aún más el desequilibrio de poder entre las comunidades, el Estado y las compañías desarrolladoras.³³⁰

Dicho de forma más simple, las tecnologías de energías renovables no son, por sí solas, adecuadas para abordar el verdadero problema que plantea la catástrofe ecológica y los niveles actuales de consumo de energía. Como cuestionamos en el apartado anterior, su lógica se inserta en un contexto de adición y no de transformación energética. Así, la transición energética para atender el cambio climático no busca cuestionar las bases del desarrollo capitalista y la industrialización, sino que utiliza el discurso de la urgencia y la descarbonización como estrategias discursivas para legitimar el avance de los mecanismos de desposesión y actuación.

Al mismo tiempo, el discurso ideológico o el potencial de acción política que acompaña a estas energías, suele presentar a las tecnologías como estructuras descentralizadas que permitirán irrumpir en el monopolio de la energía centralizada de algunos actores (sean grandes corporaciones o gobiernos), para poner al centro a pequeños productores de energía.³³¹ Los beneficios de las energías renovables son muchos y en efecto, éstas (principalmente la solar y la eólica) se han convertido en fuentes indudablemente necesarias para mitigar los enormes impactos ecológicos que han surgido a partir del uso de los combustibles fósiles. Sin embargo, estas energías no están libres de impactos adversos. Un reciente mapeo de los conflictos asociados al desarrollo de proyectos de energía renovable y los asociados a los combustibles fósiles ha demostrado que los proyectos de energías renovables suelen ocasionar los mismos niveles de conflictividad socioecológica que los proyectos de energías renovables.³³²

El Atlas de Justicia Ambiental (EJAtlas) cuenta con un registro de 649 casos de conflictos sociales documentados para el sector energético, de los cuales 278 pertenecen a conflictos de energías renovables o “energías bajas en carbono”.³³³ Estos patrones se han documentado extensamente en términos de asesinatos a defensoras y defensores ambientales, los cuales suceden principalmente en América Latina y están relacionados con el desarrollo de megaproyectos mineros, agroindustriales y energéticos, afectando principalmente a comunidades indígenas.³³⁴ Con frecuencia las mujeres son las más afectadas, debido a que en los territorios donde estos megaproyectos se llevan a cabo, los hombres han migrado para buscar mejores oportunidades de trabajo

330 Zaremborg, G. y Torrez-Wong, M. (2017); Le Billon y Middeldorp (2021).

331 Barney y Szeman (2019).

332 Temper et al. (2020).

333 EJATLAS (2021).

334 Global Witness, First in line of Defense (2020).

y son ellas las que se quedan al frente de la comunidad y son quienes definen sus espacios, conscientes de que la tierra les da comida, agua y la vida en sí misma.³³⁵

Hacer hincapié en el hecho de que las energías renovables no són en realidad renovables si se insertan en un modelo de crecimiento económico y desarrollo, revela que el atributo de “renovable” refleja discurso que busca *en-verdecer* la naturaleza extractiva, las estrategias violentas de desposesión y la acumulación de tierras, minerales y flujos de energía. Recientemente, investigadores como Dunlap y Jacobsen, al considerar estas implicaciones han propuesto el término “combustibles fósiles +”³³⁶ para referirse a estas tecnologías. Su argumento, el cual abordamos con más detalle en el siguiente apartado es que los términos como “*energías limpias*”, “*energías renovables*” y/o “*tecnologías respetuosas con el medio ambiente*”:

“[I]nvisibilizan los componentes de extracción, procesamiento, fabricación y transporte, así como los diversos regímenes laborales que subrayan los procedimientos de aceptación o consulta que legitiman las infraestructuras de extracción de energía. No sólo debemos considerar las energías renovables como tecnologías de combustibles fósiles +, sino que todo estudio de aceptación de las energías renovables debe dar cuenta de la aceptación de los regímenes mineros, laborales y de transporte necesarios para el llamado desarrollo de las energías renovables y la transición energética.”³³⁷

En pocas palabras, las energías renovables están fosilizadas y dependen de cadenas de valor que reproducen sistemas de extracción violentos y desiguales. Hablar de energías renovables en este contexto parece paradójico, particularmente si consideramos que estas tecnologías se insertan en un sistema económico basado en la acumulación y la extracción que, al priorizar el crecimiento económico, terminará por mantener los patrones de violencia, despojo y acumulación y crear nuevos. Este modelo, conocido como capitalismo verde, se presenta como una alternativa al capitalismo fósil, cuando en realidad es directamente su continuación.³³⁸

Cuando gobiernos, empresas y organizaciones celebran el despliegue de megaproyectos de energía renovable, sus bajos costos o sus “cobeneficios”, están celebrando, directa o indirectamente, el trasladar los impactos a otros territorios con el fin de cumplir con objetivos abstractos como el desarrollo sustentable. El gran despliegue de energía renovable que será necesario para cumplir con los escenarios de la AIE o para cumplir los compromisos de emi-

335 Azamar y Olivera (2021).

336 Dunlap y Jacobsen (2020).

337 Dunlap (2021).

338 Dunlap (2021); McCarthy (2015).

siones cero que anunciaron recientemente diversos gobiernos y empresas, tal vez prometa un futuro menos caliente, pero no uno más justo.

Disipar el mito de la energía renovable (Tabla 14) es quizá el primer y más importante paso para transformar nuestra forma de entender y relacionarnos con la energía. No podemos mantener sociedades que se construyeron gracias a la vasta disponibilidad energética que aportaron los combustibles fósiles, sin combustibles fósiles. El reto que enfrenta la transición energética no es encontrar o innovar tecnologías para sustituir el uso de combustibles fósiles, sino repensar seriamente para qué y para quién se produce y cómo se consume la energía. Así, patrones de conducta como la auto-movilidad tendrán que ser repensados y sustituidos por opciones no motorizadas; las distancias, las velocidades y los medios tendrán que cambiar.

NO.	MITOS	CONTRAARGUMENTOS
1	Las energías renovables son fuentes inagotables de energía.	Es necesario entender que, aunque el viento sople o el sol brille, no estamos capturando estos flujos en su totalidad, sino de forma parcial. Esto implica que necesitamos importantes cantidades de materiales, energía y espacio para transformar estos “recursos” en energía, cuestiones que tienen importantes impactos socioecológicos.
2	Las energías renovables tienen menos impactos socioecológicos que los combustibles fósiles.	De acuerdo con los estudios referidos en este apartado, los proyectos de energías renovables tienen los mismos índices de conflictividad socioecológica que los de combustibles fósiles debido a que se diseñan bajo un modelo de crecimiento económico exponencial, que requiere de la creación de zonas de sacrificio para extraer minerales y energía u ocupar espacio con impactos distributivos desiguales.
3	Las energías renovables nos permitirían seguir creciendo de forma <i>limpia</i> y <i>sustentable</i> .	A fin de cuentas, un sistema que continúe abogando por el crecimiento económico infinito, necesariamente incurrirá en una degradación socioecológica que se distribuirá de forma desigual y tendrá impactos socioecológicos diferenciados.
4	Las energías renovables son una forma de combatir el cambio climático.	Aunque sus impactos en términos de aprovechar el sol y el viento no producen emisiones, las energías renovables sí tienen importantes impactos ecológicos que deben ser diferenciados por tecnología. Reducir emisiones no depende solamente del despliegue masivo de estas tecnologías, sino de la reformulación de los patrones de generación y uso de la energía.

5	Las energías renovables son una solución justa y democrática al cambio climático	Las tecnologías renovables como la solar y la eólica no son por sí mismas ecológicamente o socialmente más justas. La transición implica cambios en las fuentes de ingreso y patrones de trabajo, también lleva a nuevas afectaciones superficiales, al ambiente y a la salud de grupos humanos y no humanos. Hacer la transición a un proceso ecológicamente justo y democrático implica reconsiderar el sistema económico, político y social en el que se desarrollarán estos proyectos.
---	--	--

Tabla 14. Principales mitos de las “energías renovables” y sus contraargumentos.
Fuente: Elaboración propia.

4.4 Extractivismo verde o nuevo colonialismo climático

La idea de dejar buena parte de los combustibles fósiles en el subsuelo o, en su caso, generar energía renovable lo suficientemente rápido como para satisfacer la creciente demanda y mantener al mismo tiempo los límites de temperatura establecidos en el Acuerdo de París, revela la dimensión y el tamaño del componente extractivo de la transición que se puede esperar durante las siguientes décadas. Al mismo tiempo, pasar de un régimen *vertical* de extracción, como el de los combustibles fósiles, a uno de generación de energía *horizontal* implica una reconfiguración importante de las formas en las que opera el sistema energético.

Como se ha establecido por economistas ecológicos, el carácter de la economía industrializada es lineal, por lo que la mayor parte de los minerales y los flujos de energía que la alimentan no se pueden reciclar. De acuerdo con Joan Martínez-Alier, apenas el 6% de los materiales se reciclan, esto debido a que al menos el 44% de estos flujos son energía, la cual se pierden en calor mientras que el resto se utiliza para el desarrollo de materiales de construcción, como concreto, el cual tampoco se puede reutilizar. Por lo tanto, y dada la constante necesidad de suministrar más flujos de materiales y energía, la economía industrializada demanda cada vez más de las fronteras extractivas, mientras produce cada vez más desechos y desperdicios que también son enviados a dichas fronteras.³³⁹

En este sentido, el carácter entrópico de la economía propicia el incremento de conflictos ecológicos distributivos (CED), los cuales se pueden encontrar en las fronteras de la extracción y de los que surgen la mayoría de las demandas de justicia ambiental, climática y energética. El aumento de estos conflictos está estrechamente vinculado a la enorme demanda de minerales necesi-

339 Martínez-Alier, J. (2021).

rios para la producción de energía bajo este nuevo régimen horizontal, el cual también implica la ocupación de una mayor cantidad de espacios y territorios que anteriormente podrían haberse destinado a otra cosa. Para el sistema capitalista, entender estos espacios como nuevas fronteras con potenciales desaprovechados implica crear espacios de *terra nullius*, a través de procesos que eliminan la existencia de lo que ya existe o se encuentra en estos territorios (culturas, biodiversidad, formas tradicionales de producción, etcétera).³⁴⁰

La lógica del extractivismo o el neoextractivismo, cuyo pensamiento se ha articulado principalmente en países de América Latina, se define como los patrones de acumulación de plusvalía basados en la explotación de recursos, generalmente no naturales, así como en la expansión de las fronteras del capital hacia territorios que anteriormente se consideraban como no productivos. La socióloga argentina Maristella Svampa denomina a este fenómeno como “el consenso de los *commodities*”, el cual se caracteriza por la extracción de materias primas y el incremento de las rentas que estas producen, en su mayor parte, capturadas por los Estados.³⁴¹

Este fenómeno es clave al comprender la forma en que el capitalismo reinventa las estructuras de acumulación. Siguiendo el argumento de David Harvey, el nuevo imperialismo se manifiesta como una forma de acumulación por desposesión. Partir de lo que Marx había denominado “acumulación primitiva”; es decir, los procesos a través de los cuales el sistema capitalista podía subsumir poblaciones enteras a la dependencia del salario, eliminando sus capacidades de subsistencia y autonomía,³⁴² para Harvey y una serie de diversos pensadores este proceso no sucede una sola vez, sino que se manifiesta de forma cíclica, expandiéndose a nuevas fronteras de acumulación con el fin de resolver las crisis internas de sobreproducción impuestas por las mismas contradicciones del capitalismo.³⁴³

Siguiendo la lógica de Harvey, varios autores han demostrado que las estructuras capitalistas no dependen del funcionamiento efectivo del mercado para producir plusvalía, sino que requieren de la explotación de otras esferas que habilitan su funcionamiento. Estas esferas operan de manera simultánea a las estructuras de mercado para proveer al capitalismo de trabajo que esencialmente no es remunerado o reconocido. Los ejemplos más claros son el trabajo de la esfera del cuidado –tradicionalmente asociado con las mujeres–, el trabajo de la naturaleza como fuente y como tiradero y la racialización y organización jerárquica de sujetos y clases que abaratan vidas y formas de trabajo para mantener sistemas de acumulación de plusvalía.³⁴⁴

340 Franqueza (2018); Blaser y De la Cadena, 2018; Allan (2020).

341 Svampa (2015); Svampa (2018).

342 Azamar (2017).

343 Harvey, D. (2017) 17 Contradicciones del Capitalismo.

344 Moore (2015); Barca (2021); Fraser (2014); Fraser (2021); Malm (2016); Arboleda (2020).

Esta estrategia se profundiza con las estructuras del capitalismo contemporáneo, gracias al avance de tecnologías que han permitido que los sistemas del extractivismo se convierten en una condición ontológica; es decir, que penetran cada vez más en todos los ámbitos de la vida social.³⁴⁵ Por ejemplo, el surgimiento de sistemas de operación y organización logística y la financiación que permite articular cadenas de valor a una escala global, así como la enorme demanda de minerales y energía que se incrementa gracias al modelo de desarrollo capitalista han producido una lógica de extracción masiva, precarización del trabajo y despojo asociado a la incesante demanda de estos flujos para mantener el crecimiento económico globalizado.³⁴⁶

De acuerdo con Ye, et. al (2020), el extractivismo contemporáneo no puede ser reducido simplemente a la extracción de minerales, sino que debe entenderse como un sistema económico que manifiesta las siguientes 10 características: 1) La creación de un monopolio de recursos con costos externalizados; 2) la interrelación entre los grupos de capital estatal y privado; 3) el desarrollo de infraestructura masiva; 4) la extracción es controlada por un *centro operativo* desde el cual se articulan las cadenas productivas; 5) posee la capacidad de acumular el valor producido por la extracción; 6) el extractivismo crea y profundiza desigualdades; 7) la renta obtenida puede ser capturada por políticas de remediación a través de políticas redistributivas de los Estados; 8) estas políticas representan un sistema de producción sin reproducción; es decir, promueven la destrucción; 9) lo anterior a través de un aumento acelerado de los precios; 10) este necesariamente resulta en una degradación de sociedades, biodiversidad y paisajes a escalas significativas.³⁴⁷

Para Dunlap y Jakobsen (2020), las características de este sistema económico ya no pueden ser reducidas a una característica del sistema capitalista, sino que deben entenderse como una visión ontológica de la realidad. Para ellos, el extractivismo es total, en el sentido de que el imperativo que empuja la economía global capitalista centrada en el despliegue de tecnologías violentas de extracción dirigidas a la integración y reconfiguración de la tierra, absorben a sus habitantes mientras que normalizan las lógicas, aparatos y subjetividades. Además, coloniza y domestica varias naturalezas. La lógica de la totalización, aunque nunca completa, se ha convertido en la forma en la que se entiende el capitalismo en el siglo XXI, en gran medida por el desarrollo tecnológico y la enorme compresión del tiempo y el espacio por el avance del capitalismo, así como el uso de combustibles fósiles.

Pensar en nuevas formas de extracción, como el extractivismo de datos y el surgimiento de lo que se denomina “el Capitalismo de las plataformas” o “el

345 Azamar y Téllez (2021).

346 Ver; Mezzdra y Nielson (2019); Arboleda (2020).

347 Ye. et.al. (2020).

capitalismo de la vigilancia de la información”, se ha convertido en una nueva frontera de acumulación. Este proceso esencialmente transfiere las características de operación de la minería a las plataformas electrónicas, que a través de la extracción de datos se convierten en la materia prima que puede ser extraída, comercializada, refinada, procesada y transformada en otros bienes con valor agregado. Las plataformas, por su parte, constituyen la vasta infraestructura necesaria para detectar, grabar y analizar estos datos, mientras que los usuarios aparecen como la fuente natural de esta materia prima.³⁴⁸

En países de América Latina y en México, el extractivismo se ha manifestado no sólo a través del avance de las fronteras extractivas, sino a través del desarrollo de megaproyectos. Estos proyectos, que suelen ser obras *colosales* en tamaño y alcance, *cautivadoras* por los retos ingenieriles que suponen, *costosas*, generalmente con costos superiores a los proyectados, *controversiales*, *complejas* y con problemas de *control*, establecen lo que Frick (2008) denomina las “seis C” de los megaproyectos.³⁴⁹

Para Rodrigo Gutierrez-Rivas, siguiendo la lógica de acumulación por desposesión de Harvey, los megaproyectos fungen como una forma de resolver las crisis de sobreproducción del capital. Esta crisis, que normalmente se identifica como la primera contradicción, se refiere al afán de incrementar la plusvalía mediante el aumento de la tasa de explotación, para lo cual son fundamentales la apropiación del trabajo, la energía y los minerales “baratos”. Una vez que el proceso de acumulación llega a un límite, el sistema busca nuevas fronteras de extracción. Los megaproyectos suelen resolver este problema ofreciendo una solución espaciotemporal, a través del desarrollo de obras de gran escala y temporalidad, las cuales permiten desahogar enormes excedentes de inversiones de capital y trabajo.³⁵⁰ Gutierrez-Rivas argumenta que estos procesos que necesariamente requieren de la producción del espacio implican incurrir en alguna forma de violencia asociada con el impacto de la expansión territorial y temporal, así como del desplazamiento de personas y animales, en muchas ocasiones de forma violenta.

Las mayores tasas de explotación tienden, a su vez, a generar problemas de sobreacumulación y demanda. Por ejemplo, las crisis económicas resultan de la ruptura de estos circuitos del capital en donde la productividad tiende a aumentar más rápidamente que la demanda de productos, lo que paraliza la

348 Ver: Zuboff, 2018; Sternik (2018). Según Sternik dada la “prolongada caída de la rentabilidad de la manufactura, el capitalismo se volcó hacia los datos como un modo de mantener el crecimiento económico y la vitalidad de cara al inerte sector de la producción.” Las grandes plataformas de internet (Google, Facebook, Amazon, Uber, AirBnB, etc.) deben por lo tanto ser comprendidas como parte “de una historia económica más amplia”, como “medios para generar rentabilidad” en este contexto de la caída de la tasa de ganancia del capitalismo industrial.

349 Frick (2008).

350 Gutierrez-Rivas (2020): 244.

acumulación.³⁵¹ Esta “crisis de sobreacumulación” refleja la forma en la que la inversión en capital fijo (por ejemplo la infraestructura) *se come* los excedentes de inversión, impidiendo la acumulación. Lo anterior implica que el capitalismo siempre debe estar en búsqueda de *nuevas fronteras* desde las cuales sea posible reducir los costos de producción al abaratar materias primas, energía y también mano de obra.

La crisis de la sobreacumulación se encuentra dialécticamente vinculada a la segunda contradicción del capitalismo, la cual surge del afán de superar los límites de la productividad de la naturaleza: al envolverla en la lógica del valor de intercambio se niegan sus propiedades biofísicas y se tiende a degradar, agotar o contaminar las condiciones que son necesarias para la producción. Lo anterior refleja la afirmación de Marx de que las condiciones materiales de producción (el trabajo, la tierra -entendida como Naturaleza- y el capital) son fundamentales para la producción de valor, así como la idea de Karl Polanyi de que estas constituyen lo que él denomina como las mercancías ficticias: aspectos de la vida socioecológica que no pueden producirse como mercancías, pero que deben tratarse como si lo fueran.³⁵² Esta ficción genera una tensión fundamental: las condiciones de producción sustentan el crecimiento económico y la vida socioecológica, pero cuando se tratan como mercancías se degradan y agotan cada vez más.³⁵³

Lo anterior sucede a escala local, pero también se expande a escala planetaria, como en el caso de la crisis climática. Sin embargo, las contradicciones del capitalismo que dan origen al cambio climático no lo experimentan como una crisis existencial -es decir, como algo que amenaza las formas de acumulación-, sino que encuentran en los esfuerzos de mitigación nuevas oportunidades de acumulación. La estrategia de gestión que se ha utilizado hasta ahora es lo que nosotros hemos denominado como el *capitalismo verde*, es decir, el intento de transicionar hacia la “sostenibilidad” a través del despliegue de energías renovables, los mercados de carbono, la conservación privatizada, el capital natural, el consumismo verde, la captura y el almacenamiento de carbono, etcétera.³⁵⁴ Estas propuestas abren un abanico de opciones de inversión

351 O'Connor (1998): 182.

352 Polanyi, K. (1944)[1994] *The Great Transformation*. Referencia obtenida de Surprise, 2019.

353 Años más adelante, algunos desarrollaron el concepto de “el que contamina paga”, esto ha sido un inconveniente sobre todo para la Naturaleza porque muchas empresas han optado por no cuidar sus procesos, ni el ambiente, entre otras cosas y por preferir pagar por los daños en los territorios, aunque algunas también los eluden. Para un análisis del proceso de abaratamiento ver: Pattel y Moore (2017).

354 Dichas propuestas nacieron como una reacción contra-hegemónica a la publicación del Informe del Club de Roma en 1973 sobre “Los límites del crecimiento”, ya que, al verse afectadas las ganancias de las grandes empresas, así como los acuerdos con algunos gobiernos -sobre todo los del Norte Global- las ideas hegemónicas dominantes decidieron que no se podía dejar de producir y consumir para que estas no sostuvieran pérdidas económicas. Estos son, consecuentemente, los orígenes del término desarrollo sostenible.

y potenciales de acumulación que pretenden solucionar –al menos temporalmente– las crisis de sobreacumulación y potencialmente reducir la devastación ecológica de la naturaleza al mercantilizar nuevos ámbitos naturales como el sol, el viento e incluso el CO₂.³⁵⁵ Sin embargo, como lo describe Jappe, “mientras perdure la sociedad mercantil, el aumento de la productividad hará que una masa cada vez mayor de objetos materiales –cuya producción consume recursos reales– represente una masa cada vez menor de valor, que es la expresión del lado abstracto del trabajo, y solo la producción de valor cuenta en la lógica del capital”.³⁵⁶

El ejemplo más claro de esta contradicción puede observarse en la conexión entre las medidas de descarbonización a través de programas gubernamentales en algunos países del Norte global, como el *Green New Deal* (GND) en Estados Unidos y Europa, los compromisos de reducción de emisiones y la enorme demanda de minerales de China, así como los propios planes de descarbonización de varios países en América Latina, que intensifican la demanda de minerales en estos países, lo que podría crear nuevas zonas de sacrificio.³⁵⁷

El argumento base del GND implica una gran inversión pública para el desarrollo de la infraestructura necesaria para transicionar hacia economías bajas en carbono. Las propuestas por parte de Estados Unidos planteaban una inversión de \$18 billones de dólares anuales al 2050,³⁵⁸ cuya inversión implicaría recursos monetarios para reconfigurar la infraestructura eléctrica y de movilidad, así como invertir en el desarrollo de nuevas industrias “verdes” e impulsar el desarrollo de programas públicos que reduzcan radicalmente las emisiones de CO₂. A pesar de su posible impacto positivo en descarbonizar buena parte de las economías en el norte, estas políticas han sido cuestionadas por un importante número de comunidades locales y pensadores, por los posibles impactos que podrían tener para otros lugares.

Siguiendo el principio de los conflictos ecológicos distributivos (CED) de Martínez-Alier, el incremento de la demanda de minerales y energía, implica que los costos se transferirán a las “fronteras” de la extracción. Para varios autores lo anterior supone la creación de una nueva forma de colonialismo climático, que implica la profundización de los parámetros extractivos que ya existen en países donde se concentran estos recursos, generando una

355 Surprise (2019): 1232–33. Ver también: McCarthy (2015); Thatcher y McCarthy (2019).

356 Ansel Jappe lleva el análisis aún más lejos argumentado que incluso apostando a un esquema más allá del capitalismo verde y el desarrollo sustentable como el decrecimiento, no cuestionar la lógica productivista y la organización mercantil de la sociedad llevaría inevitablemente a mantener una degradación ecológica, es decir “el capitalismo es, pues, esencialmente, inevitablemente, productivista y está dirigido a la producción por la producción. Ver: Jappe, A. (2017) *La sociedad Autófaga*. p.113.

357 Arboleda (2020).

358 <https://www.factcheck.org/2019/03/how-much-will-the-green-new-deal-cost/>

nueva forma de dependencia entre naciones desarrolladas y países pobres. Este proceso implica la reproducción de nuevas zonas de sacrificio, las cuales pueden resultar de la economía política de la transición energética a través del incremento de presión en zonas donde habitan poblaciones indígenas y/o comunidades ya marginalizadas, pero “ricas en recursos” necesarios para la transición.³⁵⁹

Al centro de la discusión sobre el colonialismo climático existen dos cuestiones importantes a considerar. La primera tiene que ver con la transferencia de costos, mientras que la segunda se enfoca en la posibilidad de reconocer el patrón de la colonialidad que se mantiene asociado con el proceso extractivo. La transferencia de costos se refiere simplemente a la transferencia de flujos materiales y energéticos de las zonas extractivas, dejando atrás: devastación ecológica, violaciones a los derechos humanos. Esta es una característica generalizada de los procesos extractivos que suele referirse a una “relación metabólica”; es decir, el intercambio de energía, trabajo y materia prima que implica una degradación de la naturaleza.³⁶⁰ Zografos y Robbins distinguen entre las externalidades y la transferencia de costos, identificando a la primera categoría como una condición aparentemente inadvertida de la extracción, mientras que la segunda es una característica sistemática y esencial del régimen extractivo.³⁶¹

Un ejemplo claro es la enorme demanda de cobalto y litio asociada con el avance de la electromovilidad en el Norte y los costos que esto implica para el Sur global y las periferias. Generar 100% de la energía y un sistema de transporte eléctrico al año 2050 en Estados Unidos, implicaría un enorme impacto en la extracción de estos minerales en otros países. La demanda de vehículos eléctricos espera incrementarse a 130 millones en 2030, por lo que la demanda de cobalto y litio se incrementará de forma exponencial. Mientras que es posible hacer más eficiente el proceso, este avance también implica una reducción de costos, que a su vez puede incrementar la demanda (lo que se conoce como el efecto rebote o la paradoja de Jevons).³⁶² A continuación se enumeran algunos de los impactos ya documentados en distintas regiones del Sur global:

- El 50% de las reservas de cobalto se encuentran en la República Democrática del Congo (RDC). La guerra civil en la RDC, que se ha vinculado con la extracción de estos minerales, ha cobrado la vida de millones de personas. Las mismas tendencias pueden extenderse a otras zonas conflictivas en África, Asia Central y América Latina.³⁶³

359 Zografos y Robbins (2020).

360 Foster, et al. (2011).

361 Zografos y Robbins (2020).

362 https://en.wikipedia.org/wiki/Jevons_paradox

363 Ross, M.L. (2004). How do natural resources influence civil war? Evidence from thirteen

- El avance de la extracción de litio en la zona que se conoce como el “Triángulo de Litio” que se constituye por Argentina, Bolivia y Chile, han incrementado exponencialmente su producción del mineral, la cual alcanzará hasta 199% de incremento al año 2025, incluso sin un GND en las economías subdesarrolladas.³⁶⁴
- Las reservas de minerales raros, las cuales principalmente se encuentran en China, requieren de una enorme cantidad de energía para ser procesadas³⁶⁵, además de que su producción puede producir materiales radioactivos. Se espera que algunos minerales, como el disprosio, experimenten un incremento de hasta 2,500% al 2035.³⁶⁶

Estas tendencias y ejemplos no son excepciones, sino que se están convirtiendo en las normas. Los procesos extractivos continúan siendo utilizados y encubiertos como “extractivismo positivos”, es decir, como cadenas de producción esenciales para la transición energética, para descarbonizar las economías y para acelerar el combate al cambio climático.

El segundo ámbito de la creación de zonas de sacrificio “verde” se relaciona con la colonialidad asociada a la transición energética y a programas como el GND. La colonialidad se entiende como “las formas de conocimiento y prácticas heredadas del orden colonial europeo y basada en un orden mental que privilegia tanto los derechos materiales como los elementos culturales asociados a la “blancura”, que se sitúa en la cima de la jerarquía”.³⁶⁷ Propuestas como el GND corren el riesgo de reproducir las categorías impuestas por estas jerarquías, eliminando otras formas de conocimiento, de existencia y de relacionarse a través del discurso que se promueve por la transición energética, lo que se ha movilizado por gobiernos y corporaciones internacionales. Este discurso suele estar asociado con la idea del progreso y el desarrollo, propuestas unidireccionales que suelen descartar, abaratar o invisibilizar otras formas de ser, existir y conocer a través de distintas formas de violencia.³⁶⁸

El GND, así como los esfuerzos de descarbonización codificados en las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (CND) y los compromisos de reducción de emisiones cero deben contemplar el carácter colonial, así como la transferencia de costos de un lugar a otro. Como hemos detallado en este capítulo, el cambio climático y la degradación ecológica no son consecuencias no intencionadas del sistema económico capitalista, sino que son resultados

cases. Int. Organ. 58, 35–67.

364 Responsible minerals sourcing for renewable energy - Earthworks .

365 Para mayor información ver capítulo 2.

366 Ver: Rare Earth Elements: A Resource Constraint of the Energy Transition.

367 Quijano (2000).

368 Ver: Nixon, R. (2011); Santos, 2018.

de sus características más esenciales. El capitalismo verde, además de propiciar la creación de más zonas de sacrificio, ofrece una solución espaciotemporal al capitalismo fósil, convirtiéndose entonces, no en su sustituto, sino en una forma de perpetuar las estrategias de acumulación a través de una vuelta extractiva “verde”.

4.5 De la petrocultura a la transformación energética

Entender las transiciones energéticas como procesos de históricos y sociales, implica comprender que las sociedades modernas y occidentales son el resultado de la gran disponibilidad energética de los combustibles fósiles, lo que ha permitido comprimir drásticamente las distancias el tiempo para acelerar los procesos de producción y consumo de forma ininterrumpida a una escala planetaria. De esta forma, los combustibles fósiles se han convertido en una parte esencial del capitalismo, produciendo las bases de un trabajo no remunerado que no habría sido posible sin la abundancia energética de estos combustibles.

Las tensiones entre el colapso climático y la creciente dependencia en los combustibles fósiles nos ponen en el interregno y demuestran los síntomas mórbidos que caracterizan nuestros tiempos.³⁶⁹ Sin embargo, a diferencia de otras ocasiones en las que la humanidad ha transformado su relación con las fuentes de energía que utiliza -al incrementar la demanda de energía asociada con la demanda creciente de energía de imperios y facilitada por avances tecnológicos-³⁷⁰ esta es la primera vez que las nuevas fuentes de energía tienen una menor densidad que las que pretenden sustituir. El geógrafo Vaclav Smil³⁷¹ utiliza el concepto de *densidad de poder* para trasladar esta problemática a una cuestión espacial. A diferencia del concepto de la densidad energética, la cual se entiende como la cantidad de energía entre el peso o el volumen de la energía, el concepto de la densidad de poder se refiere a la medida de watts entre metros cuadrados (W/m²).

Mientras que la densidad energética permite explicar los procesos de transición energética desde una perspectiva histórica, por ejemplo, “las fuentes de energía más concentradas ofrecen grandes ventajas en cuanto a su extracción, portabilidad, costes de transporte y almacenamiento y opciones de conversión”,³⁷² la densidad de poder permite identificar la forma en la que la generación de energía se transmuta en una demanda de espacio de forma horizontal. Dicho de otra forma, la relación entre energía y territorio está cambiando rápidamente. Así, las limitaciones en el uso de combustibles fósiles que surgen a raíz del rápido avance del colapso climático, al igual que el des-

369 Ver: Gramsci, A. (1944) (1979).

370 Moore, J.W. (2015).

371 Smil (2011; 2019).

372 Smil (2013).

pliegue de energía solar y eólica, están limitados por la posibilidad tecnológica de transformar esta energía en trabajo, así como por la posibilidad de capturarlas en su naturaleza difusa. Para capturar un flujo de energía difuso se necesita más energía y más espacio.³⁷³

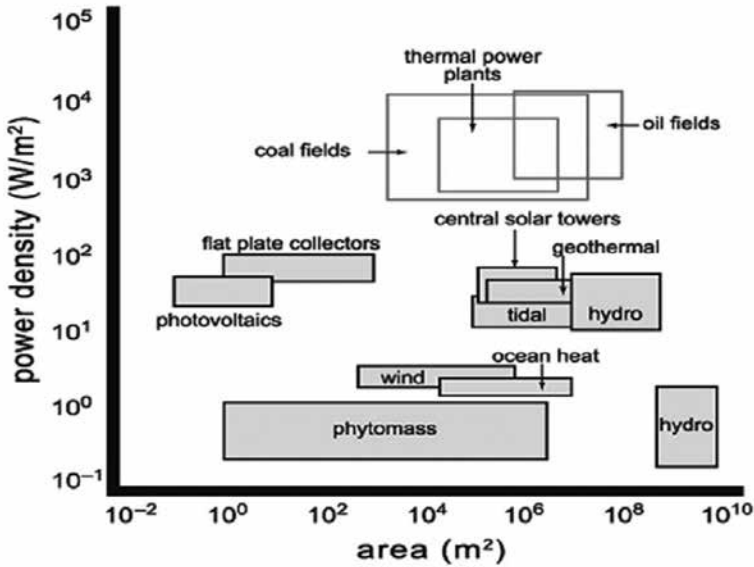


Figura 33. Densidad de poder de las energías renovables y las energías fósiles. Fuente: Smil, 2010.

Pensar en la transición energética como la hemos descrito en este capítulo; es decir, como una cuestión puramente tecnológica y financiera en donde las sociedades que consumen y demandan enormes cantidades de energía de forma desigual pueden continuar con fuentes con menor densidad de energía, supone evitar cuestionar las relaciones metabólicas y las implicaciones de justicia subyacentes en esta discusión.

Como hemos mencionado a lo largo de este capítulo, términos como la transición energética en su versión “justa”, “sustentable”, “responsable”, “baja en carbono”, etcétera, se han convertido en conceptos vacíos o cooptados como estrategias discursivas para lavar las reputaciones de compañías extractivas y gobiernos que buscan aplazar las acciones climáticas necesarias para propiciar una verdadera transformación energética. Hemos repasado las estrategias discursivas, pero también los impactos materiales asociados con la transición y su distribución desigual, la cual se incrementará de forma sus-

373 Georgescu Roegen (1971); Mulvaney (2019); Huber (2013); Cederlöf (2019); Hornborg (2021).

tancial con el avance del capitalismo verde y la subsecuente organización espaciotemporal a nivel global.

Lo anterior nos permite establecer un marco de referencia crítico para analizar las estrategias de “aceptación” de proyectos de energía renovable o la adopción de metas de transición o reducción de emisiones, por lo que es necesario que consideremos todas estas aristas de la transición antes de celebrar estos compromisos como “ambiciosos”, o siquiera adecuados, para atender el cambio climático. Sin embargo, lo anterior también implica una reconfiguración de la forma en que entendemos el papel de la energía en las sociedades modernas. Algo que abordamos desde el concepto de la *petrocultura*.³⁷⁴

La petrocultura argumenta que la energía juega un papel crítico en la determinación de la forma y el carácter de nuestra vida cotidiana. Es decir, las fuentes dominantes de energía como los combustibles fósiles moldean e influyen de distintas formas nuestras sociedades, desde su organización espacial (a través de megaciudades con kilómetros de suburbios que dependen de enormes cantidades de combustibles fósiles), hasta las formas de organización política, identidades, valores, prácticas, creencia y hasta sentimientos (p.e. democracia, libertad, movilidad, masculinidad, orgullo nacional, etc.). Estas relaciones a veces aparecen de forma abstracta como “libertades”, las cuales, al menos a primera vista, no dependen de la disponibilidad de combustibles fósiles.³⁷⁵

Sin embargo, las estructuras políticas y sociales, e incluso algunos de los derechos humanos, están marcados por la enorme disponibilidad energética de los combustibles fósiles. Por ejemplo, la economía del carbón permitió democratizar las fuentes de producción de energía al articular sindicatos de trabajadores a lo largo de la cadena de producción.³⁷⁶ Al mismo tiempo, la sustitución de tecnologías basadas en la potencia de los ríos por el carbón permitió relocalizar fábricas enteras a zonas urbanas, teniendo acceso a mano de obra más barata y contribuyendo para que la burguesía disciplinara a la clase obrera en el siglo XIX.³⁷⁷

En este sentido, el petróleo está inmiscuido en las condiciones materiales de la vida cotidiana, desde los plásticos que embotellan agua y comida, hasta los espacios y los medios que utilizamos para movernos. Estos transforman o distorsionan las bases de los valores que consideramos esenciales para el funcionamiento de la democracia, como la libertad, el acceso a energía eléctrica ininterrumpida, el derecho a la movilidad, el acceso al agua y un ho-

374 After Oil (2015). Ver también: Szeman (2019); Daggett (2019).

375 Chakrabarty (2009); Szeman y Boyer (2016).

376 Mitchell (2011).

377 Malm (2016).

gar digno, entre otras condiciones que dependen en gran medida de la vasta disponibilidad energética de estos combustibles. Transicionar de una fuente de energía con tanta abundancia como los combustibles fósiles a otras fuentes con menor disponibilidad implica que las sociedades modernas tendrán que elegir entre dos alternativas: a) mantener la extracción de combustibles fósiles junto con el despliegue de tecnologías a gran escala y con grandes impactos secundarios para limitar sus impactos como la geoingeniería,³⁷⁸ o b) reconfigurar drásticamente sus relaciones con la energía, principalmente en relación con el consumo y la enorme desigualdad del mismo.

En el primer escenario, la transición sigue la misma receta que hemos descrito en los capítulos anteriores, se reduce a una mera sustitución tecnológica, usualmente asociada con el concepto del desarrollo -enfocado en el progreso lineal, unidireccional-, con una alta demanda de minerales y energía de las fronteras extractivas, que necesariamente profundizará el despliegue de CED y necesitará de un ejército de tecnócratas, la mercantilización de la naturaleza y la financiarización de las “soluciones” necesarias para mantener el capitalismo verde a flote.

La segunda alternativa implica comprender la transición energética como un proceso histórico, social y político. Desde esta perspectiva, la transformación energética nos invita a reflexionar sobre las formas en las que nuestras libertades, identidad y deseos están atados a los combustibles fósiles y a la forma en que estos vínculos con los combustibles se convierten en un impedimento del cambio. Por ejemplo, la construcción de infraestructura como refineries, autopistas o aeropuertos, implica que habrá una inversión, un incentivo y en algunos casos subsidios directos o indirectos³⁷⁹ para el uso de ciertos tipos de movilidad que son altamente contaminantes. Al atar nuestros comportamientos a patrones de consumo que mantienen su uso y circulación, estos usos y costumbres también son clave para atar el desarrollo de la infraestructura al poder político.

En este sentido, el caso de México es paradigmático. Los hidrocarburos están atados a la idea de independencia y soberanía de la nación. La identidad nacional, carreras políticas y la historia independiente, sin intervención extranjera se asocian directamente con la existencia de empresas como PEMEX, que han sido piedra angular del crecimiento económico, del manejo de la opulencia que proveen los hidrocarburos y del funcionamiento de buena parte de las instituciones que caracterizan al México del siglo XX.³⁸⁰ Al mismo tiempo, las enormes

378 Por geoingeniería nos referimos a una serie de prácticas diferencias que de forma natural o artificial buscan capturar emisiones de gases de efecto invernadero o reducir el avance del calentamiento en distintas regiones.

379 Newell y Johnstone (2017).

380 Breglia (2013).

apuestas en la extracción y uso de los hidrocarburos para alimentar el gasto público han sido clave para crear identidades en torno al uso de estos combustibles. Un ejemplo puede ser la idea de “la troca”, que implica una identidad creada en torno a la movilidad individual, que también está estrechamente asociada con una idea sobre la masculinidad y el emprendedurismo.³⁸¹



Figura 34. “¿Y la Cheyenne, Apá?” anuncio promocionando la identidad del emprendedurismo y la identidad masculina con relación al automóvil. Fuente: Cheyenne 2007.

Dejar los hidrocarburos en el subsuelo implica confrontar y desestabilizar estas características. El repolitizar el término *transición energética* implica reconsiderar estas dependencias, cuestionar los “derechos” y las identidades que han sido posibles debido a la disponibilidad de estos combustibles.³⁸² Una transformación energética implica cuestionar las dimensiones en las que a través de la energía podemos determinar nuestra relación con la naturaleza. Este proceso implica también repensar la escala de las economías y las formas en las que interactúan, así como la distribución de costos y beneficios, las formas en las que distintos actores y sectores pueden participar en el diseño y operación de los sistemas de generación, transmisión y distribución de

381 Daggett (2018).

382 Huber (2013).

energía, y las estructuras a través de las cuales es posible identificar ciertas injusticias que operan a lo largo de estas cadenas de producción energética.

Dicho de otra forma, la transformación de los sistemas energéticos implica repensar y poner en el centro de la discusión el concepto de justicia energética. Este concepto, aunque toma sus bases de la justicia ambiental y la climática, ha surgido como una corriente principalmente académica, la cual busca reconocer las injusticias que operan a lo largo de la cadena energética, identificar las formas en las que sería posible diseñar políticas públicas para solucionarlas y compensar a aquellos grupos que han sido afectados por el desarrollo desigual del sistema a lo largo de su cadena productiva.³⁸³

Consideramos que, a pesar de las buenas intenciones de este concepto y sus defensores y partidarios, a menos que este haga una crítica a las estructuras más amplias en las que opera el sistema energético desde su perspectiva espacial, colonial y capitalista, no será posible articular una propuesta de justicia energética efectiva.³⁸⁴ Retomando el carácter extractivo y colonial que hemos mencionado en este apartado, simplemente tratar de *corregir las injusticias* a través de medidas de políticas públicas, asume que los instrumentos que se utilizan para garantizar la participación, para reconocer los impactos negativos y distribuir de forma más equitativa los costos y beneficios operan bajo un supuesto universal de bienestar y desarrollo. Algo que, como hemos descrito aquí, suele perpetuar problemas del régimen incumbente y producir nuevas formas de injusticia a través de distintos tipos de violencia.³⁸⁵

En este sentido, las zonas de sacrificio no son una consecuencia inadvertida del capitalismo, sino que son necesarias para operativizar este sistema y responder a las crisis de sobreacumulación y degradación ambiental. Mientras que la proliferación de normas voluntarias del sistema de la Organización de Naciones Unidas (ONU), las iniciativas de responsabilidad social corporativa, el uso de las empresas y consultorías para transparentar las operación y medir los impactos sociales y/o ambientales de proyectos que desenlazan en los procedimientos, como la CLPI terminan por convertirse en “curitas” que, aunque bien intencionadas, se utilizan para legitimar los aspectos negativos del “desarrollo”, la “descarbonización” o la “transición energética justa”. Incluso se les puede considerar como técnicas o instrumentos de contrainsurgencia o “pacificación coercitiva”, al dar la apariencia del consentimiento, mientras que en última instancia terminan por encubrir los verdaderos impactos del extractivismo, especialmente para pueblos y comunidades indígenas o periféricas.³⁸⁶

383 Szeman y Barney (2021).

384 Ver: Lohmann (2020).

385 Para una revisión detallada ver Tornel, C. (2022). Lennon, M. (2017); Coulthard, GS. (2014); y Walsh, C. (2018).

386 Dunlap, 2021: 5; Le Billon y Middelorp (2021).

En este sentido, es importante esclarecer que la materialidad de las energías renovables como la solar y eólica permite una descentralización de la generación. Los atributos de la gestión colectiva no son inherentes a las tecnologías, es decir, descentralizar no implica solamente cambiar los medios de generación, sino instituir una discusión social, política y democrática sobre *¿cómo se genera la energía?, ¿para qué? y ¿para quién? y ¿cómo esta y sus impactos se distribuyen de forma desigual?* En este sentido, la gestión energética a nivel local o regional implica también reposicionar los impactos negativos de la generación (como la extracción de minerales, la falta de acceso o el consumo desigual) para redistribuir de forma más equitativa los recursos, creando mecanismos de participación y reconocimiento que emanen desde el territorio.

Hablar de una transformación energética implica replantear las relaciones entre sociedad y naturaleza, pensando en la energía como el principal mediador.³⁸⁷ Asimismo, implica identificar los instrumentos de participación y reconocimiento que emanen de los Estados y las estrategias de contrainsurgencia y pacificación del discurso corporativo. Hablar de justicia energética o de transición energética “justa” debe significar un instrumento que permita disociar la generación de energía de la centralización del Estado, el nacionalismo de los recursos y la operación del libre mercado en el sistema energético, al mismo tiempo que se ponen al centro las posibilidades de las políticas públicas de transformar (en vez de reafirmar) las estructuras existentes de operación de los sistemas energéticos en su estructura de propiedad, participación, escala y manejo. El propósito de la justicia energética debe ser emancipador, decolonial y basado en los principios del cuidado. Partiendo de esta definición, en el siguiente apartado establecemos una serie de propuestas que pueden conducir hacia una transformación energética de esta índole.

387 Calvert (2016).

CONCLUSIONES

COMENZAMOS ESTE INFORME TRATANDO DE COMPRENDER LAS PRINCIPALES limitaciones de la transición energética. Sin embargo, al escribir estas líneas nuestra visión sobre la posibilidad de limitar el incremento de la temperatura en 1.5 °C y al mismo tiempo producir suficiente energía a partir de fuentes renovables intermitentes como la solar y la eólica es pesimista, al menos dentro de la estructura del capitalismo verde contemporáneo.

El IPCC, en su sexto informe General (AR6),³⁸⁸ establece que el tiempo de acción es aún menor de lo esperado, con respecto al Reporte Espacial de 1.5°C que publicó en 2018.³⁸⁹ En este contexto, mantener el incremento de la temperatura en 1.5 °C esencialmente implicaría una reducción de emisiones casi absoluta antes del 2050, lo que produce una serie de posibles escenarios. Por un lado, en el escenario más ambicioso, los combustibles fósiles deberían quedarse en el subsuelo, sin la autorización de ningún nuevo proyecto de extracción a partir del año 2025.³⁹⁰ Lo anterior implicaría un despliegue masivo de tecnologías renovables. Pero, al mismo tiempo, implicaría una reconfiguración radical de la forma en la que se produce y se consume energía. Es esta última cuestión la que normalmente se deja de lado al plantear la transición energética.

Un ejemplo claro lo ofrece Hickel (2019), al argumentar que mantener el crecimiento como lo establecen los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) implicaría mantener una economía en crecimiento de al menos 3% anual promedio global (con ritmos de crecimiento de hasta 7% en países no industrializados), lo que supondría que la economía multiplicaría hasta 11 veces su tamaño en el 2050.³⁹¹ Al mismo tiempo, el impacto de la huella material, la cual

388 IPCC. AR6. Ver también: El IPCC considera que el decrecimiento es clave para mitigar el cambio climático | ctxt.es

389 IPCC (2018). SRI.5

390 AIE (2020).

391 Kallis (2019).

también se pretende reducir a través de argumentos como la transformación las economías de servicios, ya es un 60% más alto de lo que debería ser, por lo que el ritmo para reducirla sería insostenible, si se quiere seguir creciendo.³⁹²

Desde la demanda de materiales, esto implicaría que muchos de los recursos necesarios para la transición llegarían a un límite o superarían un umbral de producción antes de lo esperado. La demanda, a su vez, implicaría el incremento de las zonas de sacrificio, las cuales, como también hemos tratado de analizar aquí, no son una consecuencia indeseada del capitalismo contemporáneo, sino que son parte fundamental del mismo. Hablar de transición energética sustentable, justa o inclusiva, puede interpretarse como un oxímoron: no será posible realizar una transición energética sin cuestionar el carácter exponencial e industrializado de la economía globalizada. El metabolismo de estas sociedades y su relación con la naturaleza-energía no puede hacerse circular, ni reciclarse. Por lo tanto, no cuestionar la demanda y el consumo de energía cuando hablamos de transición continuará siendo un discurso vacío de contenido.

Esto es especialmente relevante cuando se revisa a detalle la importancia que tienen las tierras raras en la producción de tecnología fundamental para el desarrollo industrial moderno. Buena parte de los componentes que se emplean para almacenamiento de datos, creación de microchips y semiconductores utilizan este tipo de recursos. Y es que si bien actualmente lo que ha generado el desabasto de estos recursos es un conflicto comercial entre algunos de los países más importantes, tanto en la extracción como en la producción de estos minerales, también nos sugiere lo que podría pasar una vez que se alcance el umbral de escasez para dichos recursos.

Como lo señalan Valero y Valero³⁹³ esto podría ser mucho antes de lo que se podría esperar e incluso, como lo señala Azamar,³⁹⁴ podría darse en un marco de tiempo que imposibilite una transición energética ordenada hacia otras fuentes alternativas. Esto pondría en riesgo no solamente la capacidad productiva, la infraestructura económica y los procesos comerciales mundiales, también comprometería todos los esfuerzos en torno al desarrollo de soluciones colectivas que busquen una verdadera transformación energética internacional.

Como hemos establecido, la transición energética es un proceso metabólico que distribuye minerales y energía de forma desigual entre distintas geografías. Este proceso necesariamente incurre en la creación de fronteras extractivas, las cuales son a su vez necesarias para mantener un régimen de energía

³⁹² Hickel (2019).

³⁹³ Almazán (2021).

³⁹⁴ Azamar (2022)

barata, la cual pretende enrolar a la energía sea fósil, renovable, baja en carbono, humana o no humana para la producción de trabajo barato, algo que necesariamente tiene que suceder bajo la estructura del capitalismo contemporáneo. En otras palabras, es imposible sostener este modelo en el largo plazo, y tal vez con cada vez más evidencia, en el mediano y corto plazo.

La respuesta del capitalismo verde ante estas contradicciones suele venir asociada de tres componentes básicos:

- a) El despliegue masivo de tecnologías como la Captura y Secuestro de Carbono (CSC) (usualmente asociada con el desarrollo de Bioenergía, que en este caso sería BECCS, por sus siglas en inglés), así como el uso de otras tecnologías de geoingeniería como la Inyección Estratosférica de Aerosoles (SAI, por sus siglas en inglés), las cuales, a pesar de no estar probadas y de sólo existir en modelos de reducción de emisiones, suelen presentarse como soluciones hipotéticas necesarias para alcanzar la reducción de emisiones que permitiría limitar el incremento de la temperatura por debajo de 1.5°C.³⁹⁵
- b) Siguiendo este principio, el modelo del capitalismo verde suele asegurar que el crecimiento económico puede ser desacoplado o desvinculado de las emisiones y de la huella material de la economía. Cuestión que, como se ha demostrado en repetidas ocasiones, sólo puede suceder de manera temporal, por lo que el desacoplamiento siempre es relativo y no absoluto.³⁹⁶
- c) Finalmente, el capitalismo verde insiste en que la innovación tecnológica es en sí misma una solución, una cuestión que suele argumentar por un “reduccionismo de carbono”, lo que implica discutir sobre el qué hacer sobre las moléculas excedentes de carbono, pero no sobre las decisiones, políticas y actividades que las pusieron ahí. Términos como el de “emisiones netas cero” suelen apostar a este tipo de políticas, las cuales asumen el despliegue masivo de tecnologías aunado al desarrollo de sistemas de comercio de emisiones que permitan asegurar el intercambio de estas, con el fin de garantizar el desarrollo de proyectos de energía.³⁹⁷

Para nosotros, no cabe duda que la discusión de la transición energética no puede reducirse a una cuestión tecnológica, sino que debe formar parte de una discusión más amplia sobre la crisis civilizatoria. En este sentido, algunas y algunos investigadores y activistas han comenzado a identificar las for-

³⁹⁵ Para un análisis más detallado ver Hickel, J. et al, (2021).

³⁹⁶ Ver: Hickel y Kallis (2019) y European Environmental Bureau (2019).

³⁹⁷ Lohmann (2021).

mas en las que sería posible una transición a una vida plena con una menor demanda de energía.³⁹⁸ Por ejemplo, Millward-Hopkins, et al. establecen que, a pesar del incremento de la población durante las siguientes décadas, sería posible satisfacer las necesidades de una mayor parte de la población con un tercio de la energía que se consume en 2020.³⁹⁹ Lo anterior implica que la cuestión no es un problema de imposibilidad de generar suficiente energía para satisfacer la necesidad de la población, sino que la forma en la que se han diseñado estas “necesidades” tiene que ser cuestionada.⁴⁰⁰

En los estudios sobre la pobreza energética, por ejemplo, se asegura que las necesidades no cambian, sino que son los satisfactores los que se modifican.⁴⁰¹ Aunque reconocemos la importancia de este argumento, consideramos que el concepto de las necesidades tiene que ser cuestionado y abordado de forma crítica. Como nos recordó Ivan Illich en 1991, el discurso del desarrollo ha producido hombres (sic) necesitados o un *homo necessitas*, el cual requiere de estructuras y sistemas complejos altamente tecnocráticos para satisfacer estas necesidades. En este sentido, no queda ninguna agencia, ninguna capacidad de autonomía, sino una dependencia absoluta del sistema –en este caso, del sistema energético–.

Retomar estas ideas de Illich es un punto de partida esencial para pensar y diseñar sistemas energéticos distintos. Sistemas en los que sea posible tener esa autonomía, la capacidad de decidir colectiva y democráticamente el para qué y cómo se genera, gestiona y distribuye la energía, por lo que son claves no solo para *institucionalizar* la posibilidad de emancipación y autogestión en las comunidades energéticas, sino para resistir propuestas que apuestan al incrementalismo, ya sea por medio de la rectoría del Estado o del mercado.

Las propuestas que buscan localizar la gestión de la energía producen una suerte de *intimidad* con esta. Así, es posible no sólo revelar la intrínseca relación de las fuentes energéticas de las comunidades con su entorno, sino que la localización sería un avance significativo en el combate al manejo abstracto, centralizado, tecnocrático y apolítico que hoy rige los sistemas energéticos en la mayoría de los países. Finalmente, esta propuesta es también un componente esencial que permite resistir el avance y la imposición de discursos y prácticas que presentan el manejo de la energía como una cuestión técnica, abstracta y lejos de la discusión política.

Como hemos argumentado aquí, el concepto y el proceso de la *transición energética (justa)* han sido capturados por una serie de intereses que han al-

398 Macera y Ferrari (2020).

399 Millward-Hopkins, et.al. (2020.)

400 Illich, I. (1991) Needs. En el Diccionario del Desarrollo. Editado por Wolfgang Sachs.

401 García Ochoa y Graizbord (2016).

terado, cooptado y vaciado de contenido términos que surgieron para atender cuestiones de justicia social, para convertirlos en términos que puedan apoyar y ayudar a avanzar los intereses de la agenda cooperativa o el interés nacional de algunos gobiernos. Desde nuestra perspectiva, la recuperación o el desarrollo de nuevos términos es un ejercicio casi tan fundamental como dejar los combustibles fósiles en el subsuelo.

Por ello, retomando el trabajo de algunos académicos y sociedades en movimiento, utilizamos el término *transformación energética* como una forma de asegurar e instituir una propuesta autónoma, emancipatoria, radicalmente democrática y de autogestión. Este término supone repensar conceptos como la soberanía energética a partir de las caracterizaciones de las sociedades en movimiento.⁴⁰² Desde esta perspectiva, el término se refiere a proyectos de generación, distribución y control de las fuentes de energía por parte de comunidades, tanto urbanas como rurales, respetando los ciclos ecológicos de modo que no afecten negativamente a otras comunidades.⁴⁰³ La soberanía energética es, ante todo, el derecho a tomar decisiones sobre la energía, entendida como un bien común y como la base de una vida digna para las personas. Esta implica también una resistencia a grandes proyectos de “desarrollo”, regresando el control de la energía a las comunidades y reclamando la deuda histórica y futura de estos proyectos, así como sus implicaciones para humanos y no humanos.

La soberanía energética no sólo se replantea la forma de producción, sino que busca reconfigurar la escala, la propiedad, el uso y la gestión de la energía. Es decir, presenta a la energía como un bien común, no como uno público o privado. Al mismo tiempo, la soberanía cuestiona las escalas y las formas de gestión del sistema energético al evidenciar cómo el sistema actual ejerce un enorme control político y económico mediante el despliegue de la infraestructura energética fósil que ha “energizado” las estructuras políticas, económicas y sociales hegemónicas (desde la democracia y el libre comercio hasta escuelas y hospitales). La soberanía energética se presenta como un proyecto emancipador que promueve la autonomía en la toma de decisiones sobre la energía, a la vez que propone un modelo de generación y distribución más justo sobre el control, el uso y los efectos de dicha energía. A diferencia de la seguridad, en donde el único actor importante es el Estado y en donde no existe un espacio de desacuerdo sobre el uso, las formas y el propósito de la energía, la soberanía energética pone al centro a las comunidades y la lucha por la autonomía y la autogestión.

Además de las implicaciones políticas, hablar de soberanía energética tiene implicaciones materiales. Esta discusión nos obliga a seguir la pista de las es-

402 Ver por ejemplo; Del Bene et al. (2019).

403 Idem.

estructuras materiales de producción y de sus implicaciones en otros espacios geográficos, así como de las cadenas de valor que las sostienen. La producción, comercialización y distribución de paneles solares, baterías y otras tecnologías que se presentan como la solución a nuestra dependencia fósil está repleta de contradicciones, pues requiere de una economía fósil. Además, estas tecnologías producen impactos paisajísticos y territoriales asociados con su instalación en gran escala y con la minería necesaria para su producción, la cual usa compuestos que pueden causar riesgos a la salud al ser procesados y desechados.

Como ya establecimos, no podemos dejar de lado que la energía fósil ha jugado un papel determinante en las formas y el carácter de la modernidad occidental. Desde la idea de que el crecimiento económico puede ser infinito, hasta las promesas del progreso y el desarrollo, así como nuestros deseos, identidades, prácticas, ritmos, libertades e imaginarios, todo pasa por los combustibles fósiles: nuestras formas o estilos de vida, cómo nos movemos, qué comemos, etcétera, están inmiscuidos y entrettejidos con una petrocultura que, paradójicamente, no es parte de la discusión actual sobre la transición energética.

La soberanía energética y el modelo al que estamos llamando aquí la transformación energética, implican repolitizar la discusión sobre el sector energético, pues nos obligan a discutir la dependencia de los combustibles fósiles con los que se han institucionalizado nuestras ciudades, actividades, imaginarios y hasta identidades. Nos invitan a reflexionar sobre la forma en la que nuestras libertades, ideas y actividades están fosilizadas, y las formas en las que una transición implicaría una discusión mucho más amplia que la mera sustitución de una tecnología por otra.

Las historias que nos contamos sobre la energía son importantes, así como las identidades que emanan de estas historias. En el caso de México, probablemente ningún otro sector ha capturado tanto la “identidad nacional” como el sector energético y en particular el petróleo. Sin embargo, no podemos atarnos a un imaginario energético de seguridad nacional y de opulencia que ve a la energía como un mero sustrato de la vida social. La energía es algo que debemos discutir, politizar y problematizar. Lo anterior no sólo implica transitar de unas fuentes de energía a otras, sino repensar enteramente las formas en las que nuestras sociedades están organizadas. Desfosilizar un país implica desfosilizar nuestras identidades, nuestros imaginarios, nuestras vidas y nuestros futuros. Una verdadera transición energética no puede limitarse a ser una transformación tecnológica/financiera, sino que debe ser una transformación social, política y económica.

Finalmente, pensar en el papel que jugarán los minerales debe estar siempre asociado con el modelo de transición o transformación energética. Si

apostamos al modelo de transición, podemos asegurar, con un alto grado de confianza, que los conflictos socioecológicos se mantendrán en aumento. A fin de cuentas, ningún modelo incrementalista será adecuado para atender el enorme reto que implica la transformación de los sistemas energéticos. Solamente un modelo que considere la reducción drástica del consumo de energía en algunos sectores (principalmente en países industrializados y ricos), que replantee la relación de las sociedades con la naturaleza/energía y que al mismo tiempo, establezca las bases y los principios para una redistribución en el acceso a la misma, permitirá una visión de justicia para regir la transformación energética.

Recomendaciones

Siguiendo esta línea de discusión, presentamos aquí una serie de recomendaciones, a partir de un análisis por escalas (internacional, nacional y local), con el fin de evidenciar que el proceso de transición energética requiere ser abordado de múltiples formas y a través de la creación de alianzas en distintos niveles y con distintos actores.

A NIVEL INTERNACIONAL:

- El proceso de transición energética no puede dissociarse de la globalización capitalista y las estructuras metabólicas que la constituyen. Por lo tanto, nuestra intención debe ser la de desglobalizar, territorializar y democratizar los modelos de generación de energía. Sin embargo, empezar esta transición en un mundo ya globalizado implica crear alianzas y tejer redes de aprendizaje colectivo que permitan comprender distintas luchas, procesos y relaciones en distintos lugares.
- Alternativas como el Tapiz Global de Alternativas, el movimiento de aldeas de transición, los movimientos y cooperativas de autogestión y algunas experiencias de redes en distintos países como la Vía Campesina o las propuestas de transición energética popular han comenzado a proponer alternativas a las de dominación capitalista.⁴⁰⁴
- Finalmente, consideramos que mantener un debate crítico a nivel internacional sobre el proceso de transición energética es casi tan importante como crear y mantener las redes de apoyo internacional para el diseño de una transición energética menos globalizada y cada vez más localizada. Para ello, es importante demandar transparencia en la forma en la que se produce la energía, pero al mismo tiempo mantener activo el para qué y para quién se genera esa energía.

404 Algunos enlaces de interés para estas iniciativas y propuestas son los siguientes: a) Global Tapestry of Alternatives; b) Transition Network; c) Energy policies of the City Council; d) Renewable Energy Cooperatives as an instrument towards the energy transition in Spain | Medeas; e) Transición Energética

A NIVEL NACIONAL:

- Consideramos que el Estado juega un papel incómodo en la transición energética. Por un lado, consideramos que la rectoría del Estado frente al mercado es preferible. Sin embargo, el paradigma de seguridad energética que ha establecido el actual gobierno de México (2018-2024) ha priorizado la extracción de combustibles fósiles, con el fin de garantizar la participación de las empresas estatales como únicos actores del mercado, dejando de lado problemas tan cruciales como la pobreza energética, la reducción de GEI y de otros contaminantes del aire, el agua y el suelo que emanan de las industrias eléctrica y petrolera, sin ser capaz de reducir la dependencia de los hidrocarburos y atando de manos al país en la continua quema e inversión económica en este tipo de infraestructura y tecnologías.
- La transformación energética no puede estar regida por principios de seguridad, nacionalismo o desarrollistas, sino que debe establecer principios como la democratización, descentralización, regionalización y localización, así como la independencia, autonomía y autogestión de los sistemas energéticos.
- Lo anterior implica el desarrollo de mecanismos para fortalecer la gestión de comunidades, cooperativas, municipios, barrios y otras entidades autónomas como ejidos o pueblos y comunidades indígenas para gestionar las fuentes de energía. Esto incluye un sistema de planeación, interconexión, distribución efectiva y financiamiento para su desarrollo.
- En otras palabras, el Estado puede ser el rector de esta transición, pero no debe convertirse en el único gestor, sino en el facilitador de un modelo de cientos de miles de comunidades autónomas energéticamente rurales y urbanas.
- Algunos instrumentos que han sido tipificados en los estatutos y el marco legal a nivel nacional e internacional también pueden ser herramientas para alcanzar estos fines e impulsar el modelo que describimos aquí. Instrumentos como la CLPI, el derecho a la autodeterminación y el desarrollo, e inclusive algunos otros instrumentos de participación social o acceso a la información se han utilizado de forma innovadora, y a veces creativa, con el fin de defender algunos derechos y garantías que varias comunidades han luchado por obtener.⁴⁰⁵
- Sin embargo, en la mayoría de los casos en los que se utilizan estos instrumentos, estos suelen verse reducidos a espacios de negociación en donde los desequilibrios de poder entre los actores (estados, comunidades y empresas) suelen debilitar la capacidad del instrumento de conducir a un acuerdo. Las posibilidades de deliberación y participación terminan por convertirse en actos de simulación, estrategias de contrainsurgencia, e incluso en formas de represión y división comunitaria.⁴⁰⁶

405 Ver por ejemplo el caso de Unión Hidalgo en Oaxaca y el trabajo de la Organización PRODESC: <https://prodesc.org.mx/union-hidalgo/>

406 Dunlap (2018).

- Otros instrumentos, como el acceso a la información, la protección a personas defensoras ambientales o el Acuerdo de Escazú ofrecen también algunas salvaguardas con las que las comunidades pueden exigir al Estado cumplir con los mecanismos de derechos humanos. Sin embargo, estas son tan sólo herramientas reactivas que no terminan de abordar o solucionar el problema de raíz: la captura corporativa del Estado y el resurgimiento de un paradigma de seguridad energética. Ante tal situación, estos instrumentos pueden ser utilizados como estrategias de defensa, pero no pueden convertirse en estrategias viables para diseñar una transformación energética efectiva en el corto, mediano y largo plazo.

A NIVEL LOCAL:

- Esta es tal vez la dimensión más significativa para los procesos de una transformación energética, la cual requiere una vuelta hacia adentro, hacia el territorio y las formas de vida que determinan las relaciones sociedad-energía. Esta reflexión es clave para producir un paradigma distinto sobre nuestra relación con la energía, su gestión y distribución más equitativa.
- Un modelo de soberanía energética parte de la lógica de establecer el derecho a decidir qué fuente de energía utilizar, cuánto producir, cómo, por quién, dónde y para quién. Nótese que esto es algo distinto a demandar un derecho al acceso a la energía.
- Este proceso implica descolonizar la energía al cuestionar las creencias arraigadas acerca de la energía como algo abstracto, uniforme e intercambiable que sirve para mantener la producción de trabajo y la acumulación de capital.
- Implica territorializar los sistemas energéticos con la capacidad de adaptarse en el tiempo y el espacio a diferentes ecologías y geografías humanas.
- Este modelo “exige la descentralización, la relocalización y la diferenciación de la generación de energía, la tecnología y el conocimiento. Plantea el desafío epistémico de reconsiderar nuestro “territorio”, no como un mero depósito de recursos naturales, sino como un conjunto sociocultural donde se da sentido a la existencia y en el que se fundamentan y arraigan proyectos políticos de vida conscientes, responsables y alegres. O como dicen otras comunidades latinoamericanas, planes de permanencia en los territorios o proyectos de “buen vivir”.⁴⁰⁷
- Por lo tanto, un modelo de soberanía implicaría la descentralización, regionalización y localización de la generación de energía, la posibilidad de decidir sobre el qué, cómo, para qué y para quién de la energía, una reconfiguración de las relaciones de la sociedad-naturaleza-energía y una reconceptualización y confrontación con los “usos” de energía que terminan por instituir formas de explotación, acumulación y degradación a través de sistemas de dominación coloniales y capitalistas.

⁴⁰⁷ Del Bene, et al. (2019): 179.

REFERENCIAS

- Acuerdo de París, 2015. Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático. Disponible en: https://unfccc.int/files/meetings/paris_nov_2015/application/pdf/paris_agreement_spanish_.pdf
- Agencia Internacional de Energía (2017) World Energy Outlook (WEO), 2017. Disponible en: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2017>
- Agencia Internacional de Energía (AIE) (2019) Global Energy and Co2 Status Report: <https://www.iea.org/reports/global-energy-co2-status-report-2019>
- Agencia Internacional de Energía (AIE) (2020) The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions. World Energy Outlook Special Report. Disponible en: <https://www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions/executive-summary>
- Agencia Internacional de Energía (AIE) (2021) Net Zero by 2050. Disponible en: <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>. (Consultado el 15-10-21)
- Agiboo.com. (2021) Commodity Nickel - Everything you need to know about Nickel. Disponible en: <https://www.agiboo.com/nickel/> (Consultado el 12-01-22).
- Aguilar-Hinojosa et al., (2016) Mobility and Bioavailability of Metals in Stream Sediments Impacted by Mining Activities: the Jaralito and the Mexicana in Sonora, Mexico. *Water Air Soil Pollut* 227(9): 345.
- Allan, J. (2020) Decolonising Renewable Energy: Aeolian Aesthetics in the poetry of Fatma Galia Mohammed Salem and Limam Boisha. *Bulletin of Hispanic Studies*, 97 (4). pp. 421-437.
- Almazán, A. (2021). Thanatía. Los límites minerales del planeta. Entrevista a Antonio Valero Capilla y Alicia Valero Delgado. Madrid, España: Icaria.
- Álvarez, C. y Trujillo, P. (2020). Geopolítica de las tierras raras: un recurso natural estratégico para la seguridad multidimensional del Estado. *Rev. Cient. Gen. José María Córdova* vol.18 no.30 Bogotá Apr./June 2020 .

- Arboleda, M. (2020) *Planetary Mine. Territories of Extraction under Late Capitalism*. London and New York: Verso Books.
- Asociación de Energía Eólica de España (AEE), (2021) La fabricación de las palas de los aerogeneradores y el uso de la madera de balsa en su fabricación. Disponible en: <https://aeeolica.org/la-fabricacion-de-las-palas-de-los-aerogeneradores-y-el-uso-de-la-madera-de-balsa-en-su-fabricacion/>
- Avila-Calero, S. (2017). Contesting energy transitions: wind power and conflicts in the Isthmus of Tehuantepec. *Journal of Political Ecology* 24: 1, 992–1012.
- Azamar Alonso, A. (2017). Megaminería en México: explotación laboral y acumulación de ganancia. México: Editorial ITACA-Universidad Autónoma Metropolitana. https://www.researchgate.net/publication/338633775_Megamineria_en_Mexico_explotacion_laboral_y_acumulacion_de_ganancia
- Azamar Alonso, A. (2020). Extractivismo militarista en América Latina. En Meireles Monika y Günter Griselda (Coords). *Voces latinoamericanas: mercantilización de la naturaleza y resistencia social* (129–147). Universidad Autónoma Metropolitana. https://www.researchgate.net/publication/345316717_Extractivismo_militarista_en_America_Latina
- Azamar Alonso, A. (2022). Litio en México: verdades y mentiras. En A. Azamar Alonso y Téllez Ramírez, I. (Coords.) *Minería en México: Panorama social, ambiental y económico* (17–40). En prensa.
- Azamar Alonso, A. y García Beltrán, Y. (2021). Energía nuclear, ¿qué está en juego: beneficio económico o bienestar socioambiental? *Espiral, estudios sobre Estado y sociedad*, 28(82). DOI: 10.32870/ees.v28i.82.7166
- Azamar Alonso, A. y Olivera Villa, B. (2021). Extractivismo y desarrollo, dos caras de la misma moneda: amenaza para las mujeres en América Latina. En A. Azamar Alonso y C. Rodríguez Wallenius (Coords.) *Llover sobre mojado. Conflictos socioambientales frente al extractivismo y megaproyectos en tiempos de crisis múltiple* (76–101). México: Universidad Autónoma Metropolitana. https://www.researchgate.net/publication/357380882_Extractivismo_y_desarrollo_dos_caras_de_la_misma_moneda_amenaza_para_las_mujeres_en_America_Latina
- Azamar Alonso, A. y Téllez Ramírez, I. (2021). Efectos multidimensionales de la minería en San José del Progreso, Oaxaca. *Región y sociedad*, 33. DOI: 10.22198/rys2021/33/1471
- Bainton, N., Kemp, D., Lèbre, E., Owen, J.R., Mastron, G. (2020) The energy-extractives nexus and the just transition. *Sustainable Development*. 2021: 1–11.

- Balch, O. (2020) "The curse of 'white oil': electric vehicles' dirty secret"
Disponible en: <https://www.theguardian.com/news/2020/dec/08/the-curse-of-white-oil-electric-vehicles-dirty-secret-lithium>
- Banco Mundial (2020). Minerals for climate action: The mineral intensity of the clean energy transition. Disponible en : <https://www.worldbank.org/en/topic/extractiveindustries/brief/climate-smart-mining-minerals-for-climate-action>
- Barbosa, A. (2018). Minerales de conflicto en África, ¿Qué significa para las mujeres?
- Barca, S (2021) Forces of Reproduction. Notes for a Counter-Hegemonic Anthropocene. Cambridge: Cambridge University Press. Elements Series.
- Barney, D, and Szeman, I. (2021). "Introduction." Special Issue on "Solarity." South Atlantic Quarterly 120.1,
- Barrera, R., Suárez, Ll. y Ospina, L. (2021). La balanza comercial de América Latina con China y Estados Unidos en el contexto de la guerra comercial entre Trump y Xi Jinping. Cuadernos Latinoamericanos de Administración, 17(33), pp.1-24.
- BBC (29 de mayo de 2019). Guerra comercial China vs EE.UU.: ¿pueden las tierras raras convertirse en la carta más valiosa de China? BBC, Disponible en: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-48443287> (14/12/2021).
- Becker, S. y Neumann, M. (2017) Energy democracy: Mapping the debate on energy alternatives. Geography Compass, 11:e12321.
- Benson, P. y Kirch, S. (2010). Corporate oxymorons.
Disponible en <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.473.1911&rep=rep1&type=pdf>
- Blaser, M. y De la Cadena, M. (Eds.) (2018) A World of Many Worlds. Durham, N.C.: Duke University Press.
- Blondeel, M., Bradshaw, M., Bridge, G., Kuzemko, C. (2021) The geopolitics of energy system transformation: A review. Geography Compass, e12580.
- Bloomberg NEF, (2018) El crecimiento de las baterías permitirá que para 2050 el mundo obtenga la mitad de la electricidad de energía eólica y solar. Disponible en: <https://www.bloomberg.com/latam/blog/el-crecimiento-de-las-baterias-permitira-que-para-2050-el-mundo-obtenga-la-mitad-de-la-electricidad-de-energia-eolica-y-solar/>

- Brand, U. Muraca, B., Pineault, É.; Sahakian, M.; Schaffartzik, A; Andreas Novy, Christoph Streissler, Helmut Haberl, Viviana Asara, Kristina Dietz, Miriam Lang, Ashish Kothari, Tone Smith, Clive Spash, Alina Brad, Melanie Pichler, Christina Plank, Giorgos Velegarakis, Thomas Jahn, Angela Carter, Qingzhi Huan, Giorgos Kallis, Joan Martínez Alier, Gabriel Riva, Vishwas Satgar, Emiliano Teran Mantovani, Michelle Williams, Markus Wissen & Christoph Görg (2020). From planetary to societal boundaries: an argument for collectively defined self-limitation. *From planetary to societal boundaries: an argument for collectively defined self-limitation, Sustainability: Science, Practice and Policy*, 17(1): 265–292.
- Breglia, L. (2013). *Living with Oil. promises, Peaks, and Declines on Mexico's Gulf Coast*. University of Texas Press, Austin.
- Bridge, G. (2018) Teh Map is Not the Territory. A sympathetic critique of energy research's spatial turn. *Energy Research & Social Science* (36): 11–20.
- Buchholz, P., Brandenburg, T. (2018). Demand, Supply, and Price Trends for Mineral Raw Materials Relevant to the Renewable Energy Transition Wind Energy, Solar Photovoltaic Energy, and Energy Storage. *Chemie Ingenieur Technik*, 90: 141–153.
- Burke, M.J. & Stephens, J.C. (2017) Energy democracy: Goals and policy instruments for socio technical transitions. *Energy Research and Social Science*, 33: 35–48.
- Business and Human Rights (BAHH), (2019). Índice de Energías renovables y Derechos Humanos. Disponible en: <https://www.business-humanrights.org/es/de-nosotros/informes/%C3%ADndice-de-energ%C3%ADa-renovable-y-derechos-humanos/> (Consultado el 05-12-21).
- Bustos-Gallardo, B.; Bridge, G.; Prieto, M. (2021) Harvesting Lithium: water, brine and the industrial dynamics of production in the Salar de Atacama. *Geoforum* (119): 177–189.
- Calvert K.E. (2015) From 'energy geography' to 'energy geographies': Perspectives on a fertile academic borderland. *Progress in Human Geography* 40: 105–125.
- Canals, C. (2014). El curioso caso de las tierras raras: la crisis que no será. CaixaBank. Disponible en: <https://www.caixabankresearch.com/es/economia-y-mercados/materias-primas/curioso-caso-tierras-raras-tesis-no-sera> (29/11/2021).
- Cano, M. (2021) Guatemala: el conflicto irresuelto que enfrenta a la comunidad de El Estor con una minera. France24 Disponible en: <https://www.france24.com/es/am%C3%A9rica-latina/20211027-comunidad-el-estor-protesta-minera-guatemala-n%C3%ADquel-co> (Consultado el 12/12/21).

- Capellán-Pérez, I.; Castro, C. y González, L. (2019) Dynamic Energy Return on Energy Investment (EROI) and material requirements in scenarios of global transition to renewable energies. *Energy Strategy Reviews* (26): 100399.
- Carballo-Cruz & Cerejeira (2020) The Barroso Mine Project - Economic Impacts and Development. Final report. Braga: University of Minho. Disponible en: https://www.savannahresources.com/cms/wp-content/uploads/2020/08/The-Mina-do-Barroso-Project-Economic-Development-Impacts_UniversityofMinho_English_Final.pdf
- Castán Broto, V., Baptista, I., Kirshner, J., Smith, S., Neves Alves, S. (2018) Energy justice and sustainability transitions in Mozambique. *Applied Energy* 228: 245-655.
- Caterpillar. (2021) Minerales de conflicto. Disponible en: <https://www.caterpillar.com/es/company/sustainability/conflict-minerals.html> (12-12-21).
- Cederlöf, G. (2021) Out of steam: Energy, materiality, and political ecology. *Progress in Human Geography*. 45(1): 70-87.
- Centro de Derechos Humanos y Ambiente (CEDHA) (2012) Litio: El Nuevo Horizonte Minero Dimensiones Sociales, Económicas y Ambientales. Disponible en: <https://center-hre.org/wp-content/uploads/2012/06/INFORME-LITIO-FINAL...pdf>
- Chakrabarty, Dipesh, 2009. The climate of history: four theses. *Critical inquiry*, 35 (Winter): 197-222.
- Chávez, J., G. Ceballos, R. A. Medellín, and H. Zarza. (2011). First National Jaguar Survey. In G. Ceballos, C. Chávez, R. List, H. Zarza, and R. Medellín, eds. *Jaguar conservation and management in Mexico: Case studies and perspectives*, pp. 135-144.
- Chávez, J., G. Ceballos, R. A. Medellín, and H. Zarza. Ecology and conservation of jaguars in Mexico: state of knowledge and future challenges. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/307985045_Ecology_and_conservation_of_jaguars_in_Mexico_state_of_knowledge_and_future_challenges [Consultado Enero, 19 2022].
- Church, C., & Crawford, A. (2018). Green conflict minerals: The fuels of conflict in the transition to a low-carbon economy. Manitoba, Canada: International Institute for Sustainable Development.
- Church y Crawford, (2020) Minerals and the Metals for the Energy Transition: Exploring the Conflict Implications for Mineral-Rich, Fragile States. *Geopolitics and the Energy Transition*, pp: 279-304.
- Claro, S. (2003). 25 años de reformas económicas en China: 1978-2003. *Estudios Públicos*, (91), pp. 261-292.
- Claudio, G. (2009). China, 30 años de crecimiento económico. *Anuario Jurídico y Económico Escurialense*, 42, pp.463-480.
- Cochilco, (2009). Antecedentes para una Política Pública en Minerales Estratégicos: litio (DE/12/09). Disponible en https://ciperchile.cl/pdfs/litio/estudio_cochilco.PDF

- Comisión Española de Ayuda al Refugiado (CEAR), (2018). Refugio por causas medioambientales: África en el olvido, Estudio de caso. CEAR y Universidad Autónoma de Madrid.
- Condorchem (2021). Soluciones para recuperación de litio. Disponible en <https://condorchem.com/es/soluciones-recuperacion-litio/>
- Copper Development Association (2019). Renewables. Disponible en: <https://www.copper.org/environment/sustainable-energy/renewables/> (consultado el 21-01-22)
- Copper Development Association, (2012). Copper's Role in Grid Energy Storage Applications. Disponible en https://www.copper.org/publications/pub_list/pdf/a6178-Energy-Storage-Infographic.pdf. (Consultado el 21-12-22)
- CORDIS. Rare Earth Magnet Recovery for Environmental and Resource Protection. Disponible en: <https://cordis.europa.eu/project/id/310240/it> (29/11/2021).
- Coronado, E. (2021) "El Estor: La consulta comunitaria apunta a la reactivación de la mina Fénix." Plaza Pública. Disponible en: <https://www.plazapublica.com.gt/content/el-estor-la-consulta-comunitaria-apunta-la-reactivacion-de-la-mina-fenix> (Consultado el 19-01-22).
- Coronado, E (2021) Conflicto Minero del Estor. Plazapublica.com. Disponible en <https://www.plazapublica.com.gt/content/el-conflicto-minero-en-el-estor-opaca-la-peticion-qeqchi-que-se-les-reconozcan-sus-tierras> (12/12/2021).
- Coulthard, G.S. (2014) Red Skin, White Masks: Rejecting the Colonial Politics of Recognition. Minnesota: Minnesota University Press.
- Daggett, C. (2018). Petro-masculinity: Fossil Fuels and Authoritarian Desire. *Millennium: Journal of International Studies*. 47(1):25-44.
- Daggett, C. (2019) The Birth of Energy: Fossil Fuels, Thermodynamics, and the Politics of Work. Durham and London: Duke University Press.
- Dasgupta, P. (2021). Final Report - The Economics of Biodiversity: The Dasgupta Review. Disponible en: <https://www.gov.uk/government/publications/final-report-the-economics-of-biodiversity-the-dasgupta-review>
- Dávila, F. (2011) ¿Hegemonía o dominio norteamericanos en los inicios del siglo XXI? *Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales* 56(211), pp. 27-46.
- Del Bene, D., Soler, J.P.; Roa, T. (2019) Energy Sovereignty. In Kothar, A., Salleh, A., Escobar, A. Demaria, F., Acosta, A. (Eds.) *Pluriverse: A Post Development Dictionary*. New Delhi: Tulika Books, Authors Up-Front. pp:178-181.
- Deniau, Y., Velázquez Quesada, S.I., Pérez Macías, L.F., Flores Rangel, J.A. (2021) Alumbrar las contradicciones del Sistema Eléctrico Mexicano y de la transición energética. Preguntas clave para entenderlos y construir otros modelos energéticos. México: Geocomunes. http://geocomunes.org/Analisis_PDF/GC_SistemaElectrico_2020.pdf

- Diario oficial de la Unión Europea. (2017). Reglamento (UE) 2017/821 del Parlamento Europeo y del Consejo de 17 de mayo de 2017 por el que se establecen obligaciones en materia de diligencia debida en la cadena de suministro por lo que respecta a los importadores de la Unión de estaño, tantalio y wolframio, sus minerales y oro originarios de zonas de conflicto o de alto riesgo. Disponible en <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX:32017R0821&from=LT>
- Dominish, Florin y Teske (2019) Responsible minerals sourcing for renewable energy. Earthworks. Disponible en: https://earthworks.org/assets/uploads/2019/04/MCEC_UTS_Report_lowres-1.pdf
- Dufey, A. (2020). Iniciativas para transparentar los aspectos ambientales y sociales en las cadenas de abastecimiento de la minería. Tendencias internacionales y desafíos para los países andinos. Medio Ambiente y Desarrollo, CEPAL, (169). Disponible en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45604/1/S2000305_es.pdf (1/12/2021).
- Dunlap, A., Jakobsen, J. (2021) The violent technologies of extraction. Political ecology, critical agrarian studies and the capitalist worldeater. Switzerland: Palgrave.
- Dunlap, A. (2018) A Bureaucratic Trap: Free, Prior and Informed Consent (FPIC) and Wind Energy Development in Juchitán, Mexico. Climate, Nature and Socialism 29(4): 88-108.
- Dunlap, A. (2021) Does Renewable Energy Exist? Fossil Fuel+ Technologies and the Search for Renewable Energy. In Batel, S. and Rudolph, D. (Eds.) A critical approach to the social acceptance of renewable energy infrastructures: Going beyond green growth and sustainability. London: Palgrave Macmillan. Pp: 83-102.
- EFE (2020). Alertan sobre impacto en el medioambiente de la extracción de litio en México. Nota del 3 de marzo de 2020. Disponible en <https://www.efecom/efe/america/mexico/alertan-sobre-impacto-en-el-medioambiente-de-la-extraccion-litio-mexico/50000545-4187073> (Consultado el 21-01-2022).
- Environmental Justice Atlas (EJATLAS), 2021. Disponible en: <https://ejatlas.org/>. (Consultado el 18-01-2022).
- European Environmental Bureau (EEB) (2019) Europe's strategy for critical raw materials "a double-edged sword". Disponible en: <https://eeb.org/europes-strategy-for-critical-raw-materials-a-double-edged-sword/>
- Forbes (16 de febrero de 2021). China analiza limitar exportación de tierras raras para mermar defensa de EU. Forbes, México. Disponible en: <https://www.forbes.com.mx/china-analiza-limitar-las-exportaciones-de-tierras-raras-para-atacar-industria-de-defensa-de-eu/> (14/12/2021).
- Foster, J.B. Clark, B. y York, R. (2011) The Ecological Rift: Capitalism's War on the Earth. Monthly Review Press.
- Franquesa, J. (2018) Power Struggles. Dignity, value, and the renewable energy frontier in Spain. Bloomington: Indiana University Press.

- Fraser, N. (2014) Behind Marx's Hidden Abode. For an Expanded Conception of Capitalism. *New Left Review* 86 (March-April): 55-72.
- Fraser, N. (2021) Climates of Capital For a Trans-Environmental Eco-Socialism. *Debating Green Strategy*. *New Left Review* (127) (Jan-Feb): 94-127.
- Frick, K. T., "The Cost of the Technological Sublime: Daring Ingenuity and the New San Francisco-Oakland Bay Bridge", en Priemus, H. et al. (eds.), *Decision-Making on Mega- Projects: Cost-Benefit Analysis, Planning and Innovation*, Cheltenham, Edward Elgar Publishing Limited, 2008, pp. 239-262.
- García, V. (2020). Los intrigantes elementos químicos conocidos como "Tierras Raras". *Historia e importancia*. *Boletín de la Sociedad Química de México*. 14(1), pp. 16-19.
- García-Ochoa, R., Graizbord, B. (2016) Caracterización espacial de la pobreza energética en México. Un análisis a escala subnacional. *Sociedad y Territorio*, vol. Economía, Sociedad y Territorio, XVI (51): 289-337.
- Garrido, D. Manrique, D. y Velázquez, L. (2018) Disponible en: Investigadores de la UNAM, revelan más de 500 conflictos ambientales en México y construye mapa que los georeferencia y categoriza – México Ambiental (12-01-22).
- Georgescu-Roegen, N. (1971) *The Entropy Law and the Economic Process*. Harvard University Press.
- Gerber, J.F.; Aknulut, B.; Demaria, F.; Martínez-Alier, J. (2021) Degrowth and environmental justice. An alliance between two movements. In Coolsaet, B. (Ed.) *Environmental Justice. Key Concepts*. New York and London: Routledge. (PP:101-2)
- Glencore. (2020). Furthering our commitment to the transition to a low-carbon economy. Media statement, 20 February 2019. Retrieved from <https://www.glencore.com/media-and-insights/news/Furthering-our-commitment-to-the-transition-to-a-low-carbon-economy>
- Global nickel mining industry - statistics & facts | Statista. Obtenido de: <https://www.statista.com/topics/1572/nickel/>
- Global Witness (2020) last Line of Defense: The industries causing the climate crisis and attacks against land and environmental defenders. Global Witness Report on Environmental and human rights defenders. Disponible en:
- Gobierno de Guatemala, 2021. Ver nota en: <https://prensa.gob.gt/comunicado/mem-inicia-proceso-de-pre-consulta-por-el-derecho-minero-fenix>
- Gorman, S. (2009) As hybrid cars gobble rare metals, shortage looms. Reuters.com. Disponible en: <https://www.reuters.com/article/us-mining-toyota-idUSTRE57U02B20090831> (12-12-21).
- Gramsci, A. (1985) *Selections from Cultural Writings*. Edited by D. Forgacs and G. Nowell-Smith. Translated by Boelhower, W. London: Lawrence and Wishart.

- Gudynas, E. (2021) *Extractivisms. Politics, Economy and Ecology*. New York: Columbia University Press.
- Gutierrez Rivas, R (2020) El derecho a la consulta previa para obtener el consentimiento libre e informado frente a los megaproyectos de inversión y la industria extractiva. En: Gutierrez Rivas, R.; Burgos Matamoros, M. (Eds.) *Globalización, neoliberalismo y derechos de los pueblos indígenas en México*. México: UNAM, Instituto de Investigaciones Jurídicas, pp: 239–260.
- Haque, N., Hughes, A., Lim, S., Vernon, C. (2014) Rare Earth Elements: Overview of Mining, Mineralogy, Uses, Sustainability and Environmental Impact. *Resources* (3): 614–635.
- Harajanne y Korhonen, (2019). Abandoning the concept of renewable energy. *Energy Policy* (127): 330–340.
- Harp, F. (2020) Depósitos de Litio en México. Servicio Geológico Mexicano/ Secretaría de Economía. Presentación disponible en: http://www.geomin.com.mx/pdf/panel/litio/PRESENTA_LITIO_MEXICO_AIMMGNov2020_Corregida.pdf (12-12-21).
- Harvey, D. (2003) *The New Imperialism: Accumulation by dispossession*. Socialist Register.
- Harvey, D. (2017) *Seventeen Contradictions and the End of Capitalism*. London: Profile Books.
- Hernández, M. (7 de febrero de 2019). Estados Unidos vs. China: el comercio es lo de menos. *France 24, economía y tecnología*. Disponible en: <https://www.france24.com/es/20190205-huawei-china-eeuu-competencia-geopolitica> (12/12/2021).
- Hernandez, D. (proyecto PLANEAS). Disponible en: <https://energia.conacyt.mx/planeas/> (12/12/2021).
- Hess, D.J. (2018) Energy democracy and social movements: A multi-coalition perspective on the politics of sustainability transitions. *Energy Research and Social Science*, 40: 177–189.
- Hickel, J.; Brockway, P.; Kallis, G.; Keyßer, L.; Lenzen, M.; Slameršak, A.; Steinberger, J. and Ürge-Vorsatz, D. (2021) Urgent need for post-growth climate mitigation scenarios. *Nature Energy*, Commentary.
- Hickel, J.(2019) The contradiction of the sustainable development goals: Growth versus ecology on a finite planet. *SustainableDevelopment*, 27: 873–884.
- Hickel, J. (2021); *Less is more: How Degrowth will save the world*. London: Windmill Books.
- Hickel, J. y Kallis, G. (2019) Is Green Growth Possible? *New Political Economy*, 25(4): 469–468.
- Hornborg, A. (2021) *nature, Society and Justice in the Anthropocene. Unraveling the Money-Energy-Technology Complex*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Huber, M.T. (2013) *Lifeblood. Oil, Freedom, and the Forces of Capital*. Minneapolis: Minnesota University Press.

- HYPROMAG, Magnet Recycling. Disponible en: <https://hypromag.com/about/> (27/11/2021)
- Iberdrola (2021) Almacenamiento de energía eficiente. Disponible en: <https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/almacenamiento-de-energia-eficiente>. (12-12-21).
- ICMM, (2021). Diligencia debida en zonas de alto riesgo y afectadas por conflictos. Disponible en: <https://www.icmm.com/es/desempeno-social/derechos-humanos/diligencia-debida> (21-12-22)
- Illich, I. (1992) “Necesidades” en El diccionario de Desarrollo. Una guía de poder y conocimiento. Editado por Wolfgang Sachs. PRATEC, Perú (1996, edición en español).
- IPBES (2019): Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. E. S. Brondizio, J. Settele, S. Díaz, and H. T. Ngo (editors). IPBES secretariat, Bonn, Germany.
- IRENA, (2021) Energy Transition. Disponible en: <https://www.irena.org/energytransition>. (13/12/21).
- IRENA (2018). Renewable energy power generation costs in 2018. Disponible en: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/May/IRENA_Renewable-Power-Generations-Costs-in-2018.pdf (13/12/21).
- IRENA (2019). Renewable energy Capacity Statistics 2019. Disponible en: <https://www.irena.org/publications/2019/Mar/Renewable-Capacity-Statistics-2019> (13/12/21).
- Jappe, A. (2017) La Sociedad Autófaga. Capitalismo, desmesurado y autodestrucción. España: Pepitas.
- Kallis, 2019. Interview – Giorgos Kallis. Disponible en: <https://www.e-ir.info/2019/12/13/interview-giorgos-kallis/>. (10-01-22).
- Kallis, G. Kostakis, V., Lange, S., Muraca, B., Paulson, S., Schmelzer, M. (2018) Research on Degrowth. Annual Review of Environment and resources. 43:291-316.
- Kirsch, S. (2009). Sustainable mining. *Dialectical Anthropology*, 34(1), 87–93.
- Komatsu Mining Corp (2021) Declaración de Minerales de conflicto. Disponible en: <https://mining.komatsu/es/compa%C3%B1%C3%ADa/nuestra-compa%C3%B1%C3%ADa/how-we-do-business/declaraci%C3%B3n-de-minerales-de-conflicto>
- Lamm, V. (s.f). Tierras raras: elevados daños ambientales ocasionados por la fabricación tecnológica. Fundación vida sostenible. Disponible en: <http://www.vidasostenible.org/informes/tierras-raras-elevados-danos-ambientales-ocasionados-por-la-fabricacion-tecnologica/> (01/12/2021).
- Lander, E. (2019). Crisis civilizatoria. Experiencias de los gobiernos progresistas y debates en la izquierda latinoamericana. Zapopan, Jalisco: CALAS.

- Le Billon, P. and Middelorp, J. (2021) Empowerment or Imposition? Extractive Violence, Indigenous Peoples, and the Paradox of Prior Consultation. Judith Shapiro, John-Andrew McNeish (Eds.) Our Extractive age. Expressions of Violence and Resistance, Routledge, pp: 71-93.
- Lennon, M. (2017) Decolonizing energy: Black Lives Matter and technoscientific expertise amid solar transitions. *Energy Research & Social Science* 30: 18-27.
- Li, T.M. (2014) What is land? Assembling a resource for global investment. *Transactions of the Institute of British Geographers* Volume 39 (4): 589-602.
- Lohmann, L. (2013) *Energy Alternatives: Surveying the Territory*, The Corner House, UK.
- Lohmann, L. (2015) Questioning the energy transition. ECOS, December. www.thecornerhouse.org.uk
- Lohmann, L. (2021) Heat, Colonialism and the Geography of Artificial Intelligence. August. www.thecornerhouse.org.uk
- López, K. y Mora, R. (2019). La guerra comercial entre Estados Unidos y China: un enfrentamiento más allá de los aranceles. *InterSedes*, 20(42), pp. 238-247.
- Macera, O. y Ferrari, L (2020) ¿Qué implica una transición energética sustentable? *Revista de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales*. México.
- Macías, J., Chiatchoua, C. y Lozano, C. (2019). Análisis de la guerra comercial Estados Unidos-China. Un modelo difuso. *Relais*, 2(3), pp. 16-34.
- Malm, A. (2016) *Fossil Capital. The Rise of Steam Power and the Roots of Global Warming*. London: Verso.
- Malm, A. (2020) Planning the Planet: Geoengineering Our Way Out of and Back into a Planned Economy. En: *Has it Come To This? The Promises and Perils of Geoengineering on the Brink* 163-179.
- Martínez, C. (2020) Las diferentes iniciativas sobre diligencia debida en la cadena de suministro de minerales de zonas de conflicto y de alto riesgo: **¿existen alternativas viables más eficaces?**. Vol. 52. Núm. 197. Septiembre-diciembre. <https://revistaei.uchile.cl/index.php/REI/article/view/57814>
- Martínez, J. y del Valle, A. (2014). Las Tierras raras: un sector estratégico para el desarrollo tecnológico de China. *Cuadernos de trabajo del CECIMEX*, México, (6).
- Martínez Alier, J (2021). Mapping ecological distribution conflicts: The EJAtlas. *The Extractive Industries and Society*, 8(4): 100883.
- Marx, K. (1867) [1975] *El Capital Tomo I: Crítica a la Economía Política*. México: Siglo XXI.
- McCarthy, J. (2015). A socioecological fix to capitalist crisis and climate change? The possibilities and limits of renewable energy. *Environment and planning A*, 47 (12), 2485-2502.

- McNeish, J. y Shapiro, J. (2021) (Eds.) Introduction. En Shapiro, J. y McNeish, J. (Eds.). *Our Extractive age. Expressions of Violence and Resistance*. Routledge, pp: 1-14.
- Mezzadra, S. y Nielson, B. (2019) *The politics of operations: excavating contemporary capitalism*. Durham: Duke University Press.
- Millward-Hopkins, et al. (2021) Providing decent living with minimum energy: A global scenario. *Global Environmental Change* 65: 102168.
- Mignaquí, V. (2020). Impactos ambientales por extracción del litio en salmuera en la Puna Argentina: Un llamado a la investigación. *Ambiencs*, 2(4). <https://doi.org/10.22395/ambiencs.v2n4a4>
- Ministerio de desarrollo productivo de la nación, (2021). Informe Litio. Secretaría de minería. Argentina. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/informe_litio_2021_final.pdf
- Ministerio de Minería (2015). Litio: Una fuente de energía, una oportunidad para Chile. Disponible en https://ciperchile.cl/pdfs/2015/06/sqm/INFORME_COMISION_LITIO_FINAL.pdf.
- Mitchell, T. (2011) *Carbon Democracy: Political Power in the Age of Oil*. London: Verso.
- Moore, J.W. (2011) Transcending the metabolic rift: a theory of crisis in the capitalist world-ecology. *Journal of Peasant Studies* 38(1): 1-46.
- Moore, J.W. (2015) *Capitalism in the Web of Life: ecology and the accumulation of capital*, London: Verso.
- Moore, J.W. (2021). *Climate, Class & the Great Frontier. From Primitive Accumulation to the Great Implosion*. Unpublished paper, World-Ecology Research Group, Binghamton University.
- Morandé, J (2005). Estados Unidos y la Unión Europea en el siglo XXI. Fundamentos y alcances de una unidad y diversidad. *Estudios Internacionales*, 38(149), pp. 51-66.
- Mulvaney, D. (2019) *Solar Power: Innovation, Sustainability, and Environmental Justice*. California: University of California Press.
- Newell, P., Mulvaney, D. (2013) The Political Economy of the 'Just Transition' *The Geographical Journal* 179 (2): 132-140.
- Newell, P and Simms, A. (2021) How Did We Do That? Histories and Political Economies of Rapid and Just Transitions. *New Political Economy*, 26(6): 907-922.
- Newell, Peter, 2019. *Trasformismo or transformation? The global political economy of energy transitions*. *Review of international political economy*, 26 (1), 25-48.
- Newell, Peter and Johnstone, Phil, 2018. The political economy of incumbency. In: J. Skovgaard and H.v. Asselt, eds. *The politics of fossil fuel subsidies and their reform*. Cambridge: Cambridge University Press: 66-80.
- Nixon, R. (2011) *Slow Violence and the Environmentalism of the Poor*. Massachusetts: Harvard University Press.

- Objetivo de Desarrollo Sostenible 7: Energía Asequible y no contaminante. (ODS 7). Disponible en: <https://www1.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/goal-7-affordable-and-clean-energy.html> (12-01-22).
- Objetivo de Desarrollo Sostenible 8: Trabajo decente y crecimiento económico. (ODS 8). Disponible en: <https://www1.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/goal-8-decent-work-and-economic-growth.html> (12-01-22).
- Ocmal, s.f. Proyecto Fénix. https://mapa.conflictosmineros.net/ocmal_db-v2/proyecto/view/231
- OIT, (2014) Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) sobre Pueblos Indígenas y Tribales. Disponible en: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/documents/publication/wcms_345065.pdf
- Olvera, D. (2020). “La explotación del litio acabó el agua de Bolivia. Le sigue México: compañías exploran ya 4 estados”, Biodiversidad en América Latina, Buenos Aires, Argentina, 03 de marzo de 2020.
- Operación Jaguar (2021) Disponible en: <https://operacionjaguar.org/new/es/la-operacion/> (12-01-22).
- Ortiz, J. y Emery, X (2004) Categorización de recursos y reservas mineras. Presentación en Conferencia, MININ 2004. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/311828465_Categorizacion_de_recursos_y_reservas_mineras
- Our World in Data. (2020) Energy. Disponible en: <https://ourworldindata.org/energy> (12-11-21).
- O'Connor, J., (1981). The meaning of crisis. *International journal of urban and regional research*, 5 (3): 301–329.
- Palumbo, D. (7 de julio de 2018). China vs. Estados Unidos: 6 gráficos que explican la dimensión de la “mayor guerra comercial en la historia”. BBC. Disponible en: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-44747895> (12/12/2021).
- Panel Interbugernamental de Cambio Climático (IPCC), (2018). Reporte Especial sobre el calentamiento global en 1.5°C. Disponible en: <https://www.ipcc.ch/sr15/>
- Panel Intergubernamental de Cambio Climático IPCC (2021) AR6. Ver también: <https://ctxt.es/es/20210801/Politica/36900/IPCC-cambio-climatico-colapso-medioambiental-decrecimiento.htm>
- Patel R.; Moore, J. (2018) *A History of the World in Seven Cheap Things*, Verso, London.
- Perrotti, D. (2015). La República Popular China y América Latina: impacto del crecimiento económico chino en las exportaciones latinoamericanas. *Revista CEPAL* (116), pp. 47–60
- Petrocultures Research Group (2015). *After Oil*. Petrocultures Research Group. www.petrocultures.com

- Polanyi, K. (1944)[1994] *The Great Transformation*. Referencia obtenida de Surprise, 2019.
- Poor People's Energy Outlook 2019 (PPEO, 2019). Disponible en: <https://practicalaction.org/poor-peoples-energy-outlook/> (12/12/2021).
- PRODESC (2021) Unión Hidalgo. Disponible en: <https://prodesc.org.mx/union-hidalgo/> (12/12/2021).
- Qujano, A. (2000). Colonialidad del poder, eurocentrismo y América Latina. En: *Cuestiones y horizontes : De la dependencia histórico-estructural a la colonialidad/descolonialidad del poder*. Buenos Aires : CLACSO.
- Raman, S. (2013). Fossilizing Renewable Energies. *Science as Culture* 22(2):172-180
- Regueiro, M. (2014) Minerales críticos en Europa: metodología para la evaluación de la criticidad de los minerales. *Revista de la sociedad española de mineralogía macla* (19).
- Regueiro, M (2019) ¿Qué son las tierras raras? *Ilustre Colegio Oficial de Geólogos, Tierra y Tecnología*, (53) Disponible en: <https://www.icog.es/TyT/index.php/2019/05/que-son-las-tierras-raras/> (25/11/2021).
- Republica.gt (2019). Corte de Constitucionalidad ordena cierre temporal de minera Fénix. Disponible en: <https://republica.gt/noticias/2019-7-19-15-46-25-corte-de-constitucionalidad-ordena-cierre-temporal-de-minera-fenix> (25/11/2021).
- República de Guatemala (2020). Apelación de sentencia de amparo. <https://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2021/07/Sentencia-697-2019.pdf>
- Riofrancos, T. (2020) *Resource Radicals. From Petro-Nationalism to Post-Extractivism in Ecuador*. Durham N.C.: Duke Univeristy Press.
- Rio Tinto. (2018). Our approach to climate change 2018. Recuperado de: <https://www.riotinto.com/invest/reports>
- Rodríguez, I. (2021) Latin American decolonial environmental justice. In Coolsaet, B. (Ed.) *Environmental Justice, Key Issues*. London and New York: Routledge. PP: 78-93.
- Romero, s.f. Energía solar termoelectrica. CIEMAT. http://facultatciencias.uib.cat/prof/victor.martinez/recerca/jornadesI/ManuelRomero/CSP_Termoelectrica.pdf
- Rosales, O. (2019). El conflicto US-China: nueva fase de la globalización. *Estudios Internacionales*, Universidad de Chile, (192), pp. 97-126.
- Ross, M.L. (2004). How do natural resources influence civil war? Evidence from thirteen cases. *Int. Organ.* 58, 35-67.
- RTVE, (5 de julio de 2011). Localizan un importante yacimiento de tierras raras en el fondo del Pacífico. Disponible en: <https://www.rtve.es/noticias/20110705/localizan-importantes-yacimientos-tierras-raras-fondo-del-pacifico/445640.shtml> (10/12/2021)
- Santos, (2018) *The End of the Cognitive Empire: The Coming of Age of Epistemologies of the South*. Durham, N.C: Duke University Press.

- SE (2018). Perfil de mercado del litio 2018. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/419275/Perfil_Litio_2018__T_.pdf
- SE (2021). Perfil de mercado del litio 2021. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/624816/15Perfil_Litio_2020__T_.pdf
- Sebag, G (2009). China acapara minerales estratégicos. BBC. Disponible en: https://www.bbc.com/mundo/economia/2009/09/090910_china_tierras_raras (1/12/2021)
- Semarnat, (2018). Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica. Subsecretaría de Planeación y Política Ambiental. Presentación.
- SENER (2020) Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN) 2020- 2034. Disponible en: <https://www.gob.mx/sener/articulos/prodesen-2020-2034> (12/12/2021).
- SENER (2021) Relación de Localidades con Necesidades de Electrificación 2021 Extensión de Red. Disponible en: https://base.energia.gob.mx/dgaic/DA/P/SubsecretariaElectricidad/RegionesSinElectricidad/SENER_07_Relación2021ExtRed.pdf
- Seoane, J. (2012). Neoliberalismo y ofensiva extractivista. Actualidad de la acumulación por despojo, desafíos de Nuestra América. Argentina: Theomai, núm. 26, julio-diciembre. <https://www.redalyc.org/pdf/124/12426097006.pdf>
- Servicio Geológico de los Estados Unidos-USGS (2018). Disponible en: <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2021/mcs2021-lithium.pdf> (Consultado el 13-12-21).
- Smil, V. (2019) Growth: From Microorganisms to Megacities. Massachusetts: MIT Press.
- Smil, Vaclav, 2010. Energy transitions: history, requirements, prospects. Santa Barbara: Praeger.
- Smil, V. (2013) Power Density Primer: Understanding the Spatial Dimension of the Unfolding Transition to Renewable Electricity Generation (Part I – Definitions). <http://vaclavsmil.com/wp-content/uploads/docs/smil-article-power-density-primer.pdf> (Consultado el 10-10-21)
- Smith, P. (2014). Soaring copper prices drive wind farm crime. Windpower monthly. <https://www.windpowermonthly.com/article/1281864/soaring-copper-prices-drive-wind-farm-crime>
- Sovacool, B.K., Burke, M., Baker, L., Kotikalapudi, C.K., Wlokas, H. (2017) New frontiers and conceptual frameworks for energy justice, Energy Policy 105 (2017)
- Sovacool, B.K. (2021) Who are the victims of low-carbon transitions? Towards a political ecology of climate change mitigation. Energy Research & Social Science 73: 101916.
- Spash, C.L. and Hache, F. (2021) The Dasgupta Review deconstructed: An exposé of biodiversity economics. Globalizations, 1:24.
- Spash, CL, (2016) This changes nothing: The Paris Agreement to ignore reality Globalizations 13(6): 928-933.

- Spash, CL, (2017) Social Ecological Economics. In Routledge Handbook of Ecological Economics: Nature and Society. Edited by Clive L. Spash. Abingdon and New York: Routledge, pp: 3-16.
- Stern, N. (2007), The Economics of Climate Change: The Stern Review. LSE. Disponible en: <https://www.lse.ac.uk/granthaminstitute/publication/the-economics-of-climate-change-the-stern-review/>
- Sternik, N. (2018) *Platform Capitalism*. Wiley.
- Surprise, K. (2019) "Preempting the Second Contradiction: Solar Geoengineering as Spatiotemporal Fix" *Annals of the American Association of Geographers*. 108(5), pp: 1228-1244.
- Svampa, M. (2015) Commodities Consensus: Neoextractivism and Enclosure of the Commons in Latin America. *The South Atlantic Quarterly* 114(1): 65-82.
- Svampa, M. (2018) Neo-extractivism in Latin America Socio-environmental Conflicts, the Territorial Turn, and New Political Narratives. Cambridge: Cambridge University Press, Elements Series.
- Swyngedouw, E. (2010) Apocalypse Forever? Post-political Populism and the Specter of Climate Change. *Theory, Culture & Society* 27(2-3): 213-232.
- Swyngedouw, E. (2019) "The Perverse Lure of Autocratic Postdemocracy" *South Atlantic Quarterly*, 118 (2): 267-286.
- Szeman, I. (2019) Energy Commons. *Minnesota Review* 93: 94-101.
- Szeman, I. y Boyer, D. 2016. "Introducción" En Szeman, I. y Boyer, D. *Energy Humanities*. An Anthology. Baltimore: John Hopkins University Press, pp: 1-14.
- Temper, L.; Avila, S.; Del Bene, D.; et al. (2020). Movements shaping climate futures: A systematic mapping of protests against fossil fuel and low carbon energy projects. *Environmental research letters*, 15: 123004.
- Thatcher, J. y McCarthy, J. (2019) Visualizing new political ecologies: A critical data studies analysis of the T World Bank's renewable energy resource mapping initiative. *Geoforum*, 102: 242-254.
- Tornel, C. (2020) Petro-populism and infrastructural energy landscapes: The case of Mexico's Dos Bocas Refinery. *Nordia Geographical Publications*, 49(5): NGP Yearbook 2020 Political Ecologies of Inertia.
- Tornel, C. (2022) "Energy justice from the ground up". *Progress in Human Geography*. Article under review.
- Tornel, C. (2020) The Many Misunderstandings of Degrowth. Disponible en: *Radical Ecological Democrac*: <https://radicalecologicaldemocracy.org/the-many-misunderstandings-of-degrowth-a-response-to-kelsey-pipers-can-we-save-the-planet-by-shrinking-the-economy/> (Consultado el 21-12-21)
- Torres-Mazuera, G., Yannick, D., Velazquez-Quesada, S.I., Flores Rangel, J.A. (2021) Extracting the (un) productive trait from communal lands in the 21st century: Point of departure for Yucatan Peninsula capitalist expansion. *Trace*, 80: 138-170.

- Torres-Mazuera, G. (2020) Tres décadas de privatización y despojo de la propiedad social en la Península de Yucatán. México, Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible .
- Toyota (2018). Toyota reducirá el uso de tierras raras críticas un 50% gracias a un nuevo imán para motores eléctricos. Disponible en: <https://prensa.toyota.es/toyota-reducira-el-uso-de-tierras-raras-criticas-un-50-gracias-a-un-nuevo-iman-para-motores-electricos/> (Consultado el: 18-12-21).
- Transparencia Internacional, 2017 Índice de Percepción de Corrupción. Disponible en: https://transparencia.org.es/wp-content/uploads/2018/02/tabla_sintetica_ipc-2017.pdf
- Treacy, M. (2020). El pasado puede ser discutido en el futuro: de la modernización de Deng Xiaoping a las tensiones que despierta China como potencial mundial. Izquierdas, (49), pp. 159-177.
- Valenzuela, I. (s.f.). ¿Qué son las tierras raras? VIX. Disponible en: <https://www.vix.com/es/btg/curiosidades/4694/que-son-las-tierras-raras> (27/11/2021)
- Walsh C. (2018) Decoloniality in/as Praxis. In WD, Mignolo, C, Walsh: On Decoloniality Concepts, Analytics, Praxis. Durham and London: Duke University Press. PP: 15-104.
- Wrana, J. (2012). La lucha por la hegemonía. Mediterráneo económico (22), pp. 27-28.
- Xylem España (2021): Declaración de la política sobre minerales de conflicto. Disponible en: <https://www.xylem.com/es-do/about-xylem/conflict-minerals-policy-statement/>
- Ye, Jingzhong; van der Ploeg, Jan; Schnider, S.; Shanin, T. (2020) The incursions of extractivism: moving from dispersed places to global capitalism. The Journal of Peasant Studies (47)1: 155-183.
- York, R y Bell, S.E. (2019). “Energy transitions or additions? T Why a transition from fossil fuels requires more than the growth of renewable energy”Energy Research & Social Science 51: 40-43
- Zaremberg, G.; Torres Wong, M. (2017) Participation on the Edge: Prior Consultation and Extractivism in Latin America. Journal of Politics in Latin America. 3: 29-58.
- Zimmerman, M. (2009). Metal mine regains luster. Los Angeles Times. <https://www.latimes.com/archives/la-xpm-2009-oct-14-fi-rare-earth14-story.html>
- Zografos, C y Robbins, P. (2020) “Green Sacrifice Zones, or Why a Green New Deal Cannot Ignore the Cost Shifts of Just Transitions” One Earth (3) Commentary. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2020.10.012>
- Zuboff, S.(2018) The age of Surveillance Capitalism. The fight for a human future at the frontiers of power. Public Affairs.

Enlaces y páginas de Internet:

- Agencia Internacional de Energía. Reporte sobre el Carbón en 2020. Disponible en: <https://www.iea.org/reports/coal-2020> (Consultado el 10-10-21)
- Alboan. Los minerales de conflicto en el Congo. Disponible en: <https://www.tecnologialibredeconflicto.org/minerales-congo/> (Consultado el 21-01-2022)
- Amazonia Socioambiental. La energía eólica impulsa el mercado negro de la madera balsa en Ecuador. Disponible en <https://www.amazoniasocioambiental.org/es/radar/la-energia-eolica-impulsa-el-mercado-negro-de-la-madera-de-balsa-en-ecuador/>. (Consultado el 21-01-2022)
- Bacanora Lithium. (2020). Manifestación de Impacto Ambiental. Planta de cogeneración Sonora Lithium. <https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgiraDocs/documentos/son/estudios/2020/26SO2020MD009.pdf>
- Baystreet. The \$20 billion Lithium Story No One Knows About. Disponible en: <https://www.baystreet.ca/articles/stockstowatch/37913/The-20-Billion-Lithium-Story-No-One-Knows-About>. (Consultado el 21-01-2022).
- Business and Human Rights. Derechos de la naturaleza en Ecuador. Disponible en: <https://www.business-humanrights.org/es/%C3%BAltimas-noticias/ecuador-juez-ordena-protger-derechos-de-la-naturaleza-en-demanda-de-ind%C3%ADgenas-y-afrodescendientes-contr-empresas-de-palma-pero-traslada-re-sponsabilidad-al-estado/> (Consultado el 21-12-21)
- Centro Mexicano de Derecho Ambiental (CEMDA). Informe sobre afectaciones a derechos humanos para defensoras y defensores ambientales en México (2021). Disponible en: <https://www.cemda.org.mx/continuatendencia-a-la-alza-de-agresiones-contr-personas-defensoras-del-medio-ambiente-durante-2020/> (Consultado el 21-12-21)
- Consejo de la Ciudad de Barcelona. Disposiciones en materia de energía. Disponible en: <https://www.energia.barcelona/en/energy-policies-city-council> (Consultado el 21-12-21)
- Democracy Now. Derechos de la naturaleza en Ecuador. Disponible en: https://www.democracynow.org/es/2021/12/8/titulares/ecuadorian_court_shuts_down_mining_plans_in_cloud_forest_citing_constitutional_rights_of_nature (Consultado el 21-12-21)
- Disposiciones de la Agencia Europea sobre vehículos eléctricos. Disponible en: <https://www.eea.europa.eu/ims/new-registrations-of-electric-vehicles> (Consultado el 21-12-21)
- Earthworks. Responsible mineral securing for renewable energy. Disponible en: <https://earthworks.org/publications/responsible-minerals-sourcing-for-renewable-energy/> (Consutlado el 21-12-21)

- Factcheck.org, How Much Will the ‘Green New Deal’ Cost?. Disponible en: <https://www.factcheck.org/2019/03/how-much-will-the-green-new-deal-cost/> (Consultado el 21-12-21)
- Frontiers. Unraveling the complexities of the Jevons Paradox. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fenrg.2018.00026/full> (Consultado el 21-12-21)
- Geoengineering Monitor. Disponible en: <https://es.geoengineeringmonitor.org/> (Consultado el 21-12-21)
- Global Tapestry of Alternatives. <https://globaltapestryofalternatives.org/> (Consultado el 21-12-21)
- Guía contra las Falsas Soluciones ante el cambio climático. Disponible en: <https://solucionesfalsas.org/capitulo-2-1-la-falacia-del-crecimiento-verde/> (Consultado el 21-12-21)
- Infinite Ore Corp. “Growing Lithium Resources.” Disponible en: <https://www.infiniteore.com/home> (Consultado el 21-12-21)
- Marketsandmarkets.com. Lithium-ion Battery recycling. Disponible en: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/lithium-ion-battery-recycling-market-153488928.html#:~:text=%5B146%20Pages%20Report%5D%20The%20lithium,8.2%25%20from%202025%20to%202030> (Consultado el 21-12-21)
- MEDEAS. Renewable Energy Cooperatives As An Instrument Towards The Energy Transition In Spain. Disponible en: <https://www.medeas.eu/publication/renewable-energy-cooperatives-instrument-towards-energy-transition-spain> (Consultado el 21-12-21)
- Minería en línea, (2020). OIG en conversaciones para comprar la mina de litio Greenbushes de Tianqui. Disponible en: <https://mineriaenlinea.com/2020/12/oig-en-conversaciones-para-comprar-la-mina-de-litio-greenbushes-de-tianqi/>. (Consultado el 21-01-2022)
- Politico.eu. Portugal to scrap lithium mining project. Disponible en: <https://www.politico.eu/article/portugal-lithium-mining-project-scrap> (Consultado el 21-12-21)
- Rare Earth Elements. Geology. <https://geology.com/articles/rare-earth-elements/> (Consultado el 21-12-21)
- Rare Earth Elements. Kleinman Energy. <https://kleinmanenergy.upenn.edu/research/publications/rare-earth-elements-a-resource-constraint-of-the-energy-transition/> (Consultado el 21-12-21)
- Reuters.com “Communities fail to buy into Portugal’s lithium dreams” Disponible en: <https://www.reutersevents.com/sustainability/communities-fail-buy-portugals-lithium-dreams> (Consultado el 21-12-21)
- Reuters.com “México no tiene el yacimiento más grande de litio del mundo: secretaria de Economía. Nota del 15 de octubre de 2020. Disponible en <https://www.reuters.com/article/mineria-mexico-litio-idARLIN2H628I> (Consultado el 21-01-22)

- SEC, 2012. ¿Qué es la Ley Dodd Frank, sección 1502? Disponible en <https://ecovadis.com/es/glossary/dodd-frank-act-section-1502/>. (Consultado el 21-12-22)
- Tierra.org Amigos de la Tierra. “La Gran Estafa.” Disponible en: <https://www.tierra.org/wp-content/uploads/2021/06/La-Gran-Estafa.pdf> (Consultado el 21-12-21)
- Transición energética Popular. Transnational Institute y Taller Ecologista. Disponible en: <https://transicion-energetica-popular.com/> (Consultado el 21-12-21)
- Transition Network. Disponible en: <https://transitionnetwork.org> (Consultado el 21-12-21)

LA RELACIÓN DE LAS SOCIEDADES CON LA ENERGÍA NECESariamente dicta la relación de estas con el medio ambiente, que es entendido como algo separado de la sociedad. Por lo tanto, la idea de una transición energética parte de la misma lógica separatista que define el funcionamiento moderno del capitalismo -la idea de que es posible separar una cosa de la otra-.

El discurso de la transición energética en instituciones gubernamentales, internacionales y civiles se ha convertido en una forma de tratar de justificar la enorme adicción de nuestras sociedades a los combustibles fósiles (paradójicamente, ¡sin combustibles fósiles!). Esta aparente contradicción persiste en casi todos los espacios de diálogo y negociación a nivel internacional, como es el caso de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y de sus Conferencias de las Partes (COP). Es a través de esta contradicción que este libro busca entender el papel que juegan los llamados “minerales críticos” en el proceso de esta transición. ¿Cuáles son las implicaciones de un modelo que pretende transitar de ciertas tecnologías a otras, sin cuestionar las formas de organización social, política y espacial de las relaciones sociedad-naturaleza y, por tanto, sociedades-energía?



HEINRICH BÖLL STIFTUNG
CIUDAD DE MÉXICO
México y El Caribe

UAM
Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
METROPOLITANA
Unidad Xochimilco

