



**UNIVERSIDAD ANDRÉS BELLO
FACULTAD DE INGENIERÍA**

INGENIERÍA CIVIL EN MINAS

**“CUANTIFICACIÓN Y GEORREFERENCIACIÓN DE RECURSOS Y
RESERVAS PRESENTES EN SUELO CHILENO”**

AUTOR

LUCÍA BELÉN VELASCO DÍAZ

PROFESOR GUÍA

FERNANDO ANDRÉS ACOSTA BARRIGA

COLABORADORES

CRISTIAN CIFUENTES GONZALEZ

CHRISTIAN SANHUEZA VÉLIZ

**MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL EN MINAS**

SANTIAGO – CHILE

FEBRERO, 2019



FACULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERÍA CIVIL EN MINAS

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD Y PROPIEDAD

Yo, **Lucía Belén Velasco Díaz**, declaro que este documento no incorpora material de otros autores sin identificar debidamente la fuente.

Santiago, 1 FEBRERO de 2019

Firma del alumno

RESUMEN

El presente trabajo investigativo tiene como finalidad evaluar el poder de mercado que tendrá Chile en los próximos años mediante la elaboración de una base de datos que exponga la cuantificación de recursos y reservas de minerales de interés económico presentes en suelo chileno. Además, busca exponer la importancia y el potencial existente en el desarrollo y explotación de otros minerales de interés monetario que ya han sido reportados en el país, pero a los que no se les ha dado gran relevancia comercial.

La cuantificación de recursos y reservas se realizó mediante la recopilación de información obtenida desde los reportes de las propias compañías exploradoras u operadoras de propiedades mineras, permitiendo observar que el territorio chileno posee un gran potencial tanto en la explotación de minerales que son ampliamente reconocidos (cobre y litio) como en otros que se consideran menos populares (cobalto, antimonio, platino y tierras raras).

El resultado es bastante favorable para Chile, ya que se posiciona en el primer lugar del ranking de reservas a nivel mundial con dos minerales: el litio que se adjudica un 50.2% y el cobre con 25.1% para los cuales se proyecta un aumento sostenido a partir de los inicios de la siguiente década gracias a la urbanización y el desarrollo de la electromovilidad. En ubicaciones menos relevantes se puede ver al molibdeno (3° lugar con 13% de reservas), el oro (5° posición con 4.3%) y el hierro (6° puesto con 0.9%)

El descubrimiento de una pequeña cantidad de propiedades con contenidos de cobalto, antimonio, tierras raras y platino da luces de que el suelo chileno posee otros minerales que son clasificados como críticos por la UE y Estados Unidos, lo que podría impulsar más aun la participación nacional en el mercado de los minerales, pero para ello se debe apresurar y fomentar las actividades de exploración destinadas a encontrar estas materias primas.

Finalmente, se recomienda incluir mayores exigencias a las empresas que adquieren concesiones de exploración, ya que en muchos casos mantienen pertenencias paralizadas por una cantidad de tiempo extremadamente prolongada o resulta complejo dar con reportes que incluyan el estado de actividad de la propiedad y los recursos y reservas cuantificados a partir de las campañas de sondajes. Además, se propone la creación de una bolsa de valores que fomente la inversión nacional para explorar aquellas propiedades que han sido castigadas por compañías extranjeras que buscan mayores rentabilidades.

A mi fallecida madre, por ser la persona que me ayudó a tomar la decisión de seguir esta carrera y guiarme durante el proceso universitario.

AGRADECIMIENTOS

Quisiera expresar mis mayores agradecimientos a mi profesor guía, Fernando Acosta, por la dedicación y comprensión entregada antes y durante el transcurso de este trabajo.

También deseo agradecer la enorme paciencia que tuvieron conmigo los profesores Freddy Rojas y Gabriel País ante las constantes dudas que surgieron a lo largo de este proceso.

Finalmente, agradezco a la Comisión Chilena del Cobre (Cochilco), especialmente a Jorge Cantallopts, Cristian Cifuentes y Christian Sanhueza por brindarme la oportunidad y las herramientas necesarias para desarrollar este estudio.

CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN	8
I.1.	JUSTIFICACIÓN	8
I.2.	CONTRIBUCIÓN DEL TRABAJO	10
I.3.	OBJETIVO GENERAL	10
I.3.1.	<i>Objetivos específicos</i>	10
I.4.	LIMITACIONES Y ALCANCES DEL PROYECTO	10
I.5.	ORGANIZACIÓN Y PRESENTACIÓN DE ESTE TRABAJO	11
II.	MARCO TEORICO	12
II.1.	RECURSOS Y RESERVAS MINERAS	12
II.1.1.	LEGISLACIÓN Y NORMATIVAS PARA CLASIFICACIÓN DE RECURSOS Y RESERVAS	12
II.1.1.1	TERMINOLOGÍA TÉCNICA	12
II.1.1.1.1	<i>Recurso mineral</i>	12
II.1.1.1.2	<i>Reserva minera</i>	13
II.1.1.1.3	<i>Persona Competente Calificada</i>	14
II.1.1.1.4	<i>Informe técnico</i>	14
II.1.1.1.5	<i>Reporte público</i>	14
II.2	MATERIAS PRIMAS CRÍTICAS	14
II.3	MERCADO DE MATERIAS PRIMAS CHILENAS	17
II.3.1	<i>Cobre</i>	17
II.3.2	<i>Oro</i>	18
II.3.3	<i>Plata</i>	19
II.3.4	<i>Hierro</i>	21
II.3.5	<i>Litio</i>	22
II.3.6	<i>Molibdeno</i>	24
II.3.7	<i>Manganeso</i>	25
II.3.8	<i>Plomo</i>	27
II.3.9	<i>Zinc</i>	28
II.3.10	<i>Yodo</i>	30
II.3.11	<i>Boro</i>	31
II.3.12	<i>Potasio</i>	32
II.4	FORMAS DE FINANCIAMIENTO DE EMPRESAS EXPLORADORAS Y COMERCIALIZACIÓN DE COMMODITIES	34
III.	METODOLOGÍA	36
III.1	PROSPECTOS DE EXPLORACIÓN	36
III.2	PROYECTOS MINEROS	37
III.3	OPERACIONES MINERAS	37
IV.	RESULTADOS.....	38

V.	PROYECCIONES DE MERCADO	46
	V.1 COBALTO	46
	V.2 ANTIMONIO	47
	V.3 PLATINO	48
	V.4 TIERRAS RARAS	49
	V.5 LITIO	50
	V.6 COBRE.....	50
VI.	CONCLUSIONES.....	51
VII.	RECOMENDACIONES.....	53
VIII.	BIBLIOGRAFÍA.....	54

TABLAS

TABLA 1	PRODUCCIÓN Y RESERVAS EN CHILE 2017.....	9
TABLA 2	RECURSOS Y RESERVAS MINERALES EN PROYECTOS Y OPERACIONES.....	39
TABLA 3	RECURSOS Y RESERVAS MINERALES EN PROPIEDADES EN EXPLORACIÓN.....	41
TABLA 4	RECURSOS Y RESERVAS MINERALES EN CHILE.....	41
TABLA 5	PROSPECTOS CHILENOS CON MATERIAS PRIMAS CRÍTICAS.....	43

FIGURAS

FIGURA 1 PRINCIPALES FUENTES DE SUMINISTRO DE MATERIAS PRIMAS PARA LA UE.....	15
FIGURA 2 ÍNDICE DE DEPENDENCIA DE LA UE A LAS IMPORTACIONES	16
FIGURA 3 PRODUCCIÓN DE COBRE AÑOS 2012 Y 2017	17
FIGURA 4 PRINCIPALES PAÍSES CON RESERVAS DE COBRE A 2017	18
FIGURA 5 PRODUCCIÓN DE ORO AÑOS 2012 Y 2017	19
FIGURA 6 PRINCIPALES PAÍSES CON RESERVAS DE ORO A 2017	19
FIGURA 7 PRODUCCIÓN DE PLATA AÑOS 2012 Y 2017.....	20
FIGURA 8 PRINCIPALES PAÍSES CON RESERVAS DE PLATA A 2017.....	20
FIGURA 9 PRODUCCIÓN DE HIERRO AÑOS 2012 Y 2017.....	21
FIGURA 10 PRINCIPALES PAÍSES CON RESERVAS DE HIERRO A 2017	22
FIGURA 11 PRODUCCIÓN DE LITIO AÑOS 2012 Y 2017	23
FIGURA 12 PRINCIPALES PAÍSES CON RESERVAS DE LITIO A 2017	23
FIGURA 13 PRODUCCIÓN DE MOLIBDENO AÑOS 2012 Y 2017	24
FIGURA 14 PRINCIPALES PAÍSES CON RESERVAS DE MOLIBDENO A 2017	25
FIGURA 15 PRODUCCIÓN DE MANGANESO AÑOS 2012 Y 2017	26
FIGURA 16 PRINCIPALES PAÍSES CON RESERVAS DE MANGANESO A 2017	26
FIGURA 17 PRODUCCIÓN DE PLOMO AÑOS 2012 Y 2017	27
FIGURA 18 PRINCIPALES PAÍSES CON RESERVAS DE PLOMO A 2017	28
FIGURA 19 PRODUCCIÓN DE ZINC AÑOS 2012 Y 2017	29
FIGURA 20 PRINCIPALES PAÍSES CON RESERVAS DE ZINC A 2017	29
FIGURA 21 PRODUCCIÓN DE YODO AÑOS 2012 Y 2017	30
FIGURA 22 PRINCIPALES PAÍSES CON RESERVAS DE YODO A 2017	30
FIGURA 23 PRODUCCIÓN DE BORO AÑOS 2012 Y 2017	31
FIGURA 24 PRINCIPALES PAÍSES CON RESERVAS DE BORO A 2017	32
FIGURA 25 PRODUCCIÓN DE POTASIO AÑOS 2012 Y 2017	33
FIGURA 26 PRINCIPALES PAÍSES CON RESERVAS DE POTASIO A 2017	33
FIGURA 27 PROPIEDADES SEGÚN TIPO Y ESTADO	39
FIGURA 28 ORIGEN DE EMPRESAS EXPLORADORAS SEGÚN SU TAMAÑO Y ESTADO DE PROPIEDAD	40
FIGURA 29 PROPIEDADES ACTIVAS Y PARALIZADAS SEGÚN MINERALES DE INTERÉS Y ETAPA DE EXPLORACIÓN	40
FIGURA 30 PARTICIPACIÓN MUNDIAL EN RESERVAS MINERALES	42
FIGURA 31 SIMULACIÓN DE RESERVAS MINERALES A PARTIR DE RECURSOS MEDIDOS E INDICADOS PARA MINERALES CON MAYOR PARTICIPACIÓN A NIVEL MUNDIAL.....	42
FIGURA 32 SIMULACIÓN DE RESERVAS MINERALES A PARTIR DE RECURSOS MEDIDOS E INDICADOS PARA MINERALES CON MENOR PARTICIPACIÓN A NIVEL MUNDIAL.....	43
FIGURA 33 RESERVAS DE COBALTO 2017	46
FIGURA 34 PRODUCTORES DE COBALTO 2017	46
FIGURA 35 PRODUCTORES DE ANTIMONIO 2017	47
FIGURA 36 RESERVAS DE ANTIMONIO 2017.....	47
FIGURA 37 PRODUCTORES DE PLATINO 2017	48
FIGURA 38 PRODUCTORES DE TIERRAS RARAS 2017	49
FIGURA 39 RESERVAS DE TIERRAS RARAS 2017	49

I. INTRODUCCIÓN

I.1. Justificación

La minería es considerada una de las industrias más relevantes en Chile, puesto que contribuye en gran medida al crecimiento de la economía nacional, lo que se ve reflejado en su aporte al Producto Interno Bruto (10,1% en 2017) y a los ingresos fiscales (4,6%) (Sociedad Nacional de Minería 2018). Pero al tratarse de una extracción de recursos no renovables, nace la necesidad de cuantificar los recursos y reservas presentes en suelo chileno, permitiendo tener una correcta estimación de la potencial oferta futura de minerales.

Compañías mineras y empresas dedicadas a la exploración están constantemente buscando nuevos depósitos con concentraciones importantes de diversos elementos de interés económico. No obstante, los resultados no están siendo adheridos a una base de datos nacional que contenga toda esta información, lo que dificulta la medición del inventario disponible para satisfacer la futura demanda de metales que son esenciales para el desarrollo. Por ejemplo, diversas fuentes exponen que Chile posee entre un 20 y 30% de las reservas de cobre a nivel mundial (Codelco; Consejo Minero 2018; Minería chilena; U.S. Department of the Interior y USGS), lo que hace difícil identificar la participación real del país frente a otras naciones productoras de este metal.

El que Chile sea conocido como un país minero no solo hace referencia a la producción del metal rojo, sino que también a la posesión y explotación de una variedad de recursos que tienen una importancia no menor en cuanto a demanda. Por ejemplo, durante 2017 ocupó los primeros lugares del ranking en la producción mundial de otros minerales: el segundo lugar en molibdeno, con 62.454 toneladas métricas, lo que corresponde al 21,1% de esa producción; lideró la producción de yodo, con 17.976 toneladas (64% de la producción mundial); y segundo lugar, con 15.114 toneladas de litio, correspondiente a un 34,4% de participación. (Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN)). A continuación, se muestran las cifras de producción para otros minerales durante el año 2017, incluyendo el lugar que ocupa el país en el ranking mundial:

Tabla 1 Producción y reservas en Chile 2017

Fuente: (Consejo Minero 2018)

	Producción en Chile	Participación en la producción mundial	Ranking en la producción mundial
<i>Cobre</i>	5,50 millones de TM	27%	1
<i>Oro</i>	35,83 TM	1%	14
<i>Plata</i>	1.260 TM	5%	6
<i>Hierro</i>	9,6 millones de TM	< 1%	13 - 15

Por otro lado, también es relevante conocer el gasto en exploración, ya que esto demuestra el interés existente en nuevas oportunidades de negocio, indicio de las condiciones económicas a las que se verá enfrentado el país en el largo plazo. Ello, además de prever los niveles de producción de los metales anteriormente mencionados para acondicionar lugares de procesamiento que sean capaces de satisfacer la demanda.

Gran parte de los depósitos que actualmente se encuentran en exploración, o que se han descubierto durante el último tiempo, clasifican para explotaciones de mediana envergadura, por lo que es muy probable que los productores trabajen directamente con la Empresa Nacional de Minería (ENAMI), quienes ubican sus cinco plantas de tratamiento en un área muy reducida que va desde Taltal a Ovalle.

Según el “Catastro de empresas exploradoras 2017” realizado por la Comisión Chilena del Cobre, la mayoría de los prospectos mineros se encuentran en la región de Antofagasta, desde la cual existe gran distancia hasta el punto de procesamiento más cercano, la Planta José Antonio Moreno situada en Taltal. Es por esta razón que es de suma importancia georreferenciar la totalidad de los yacimientos con prontitud, para identificar zonas de interés en las que podría existir potencial para instalar y/o desarrollar actividades que posiblemente sean inexistentes en el lugar.

I.2. Contribución del trabajo

Se espera que este trabajo investigativo y exploratorio sirva para generar una base de datos dinámica que contenga información clara y precisa de cada reserva minera reportada en nuestro país y su respectivo estado, es decir, si se trata de un prospecto, de una operación vigente, si fue abandonada o si se trata de futuros proyectos.

También se busca exponer la importancia que tiene el desarrollo y la explotación de otros minerales de interés económico que se encuentran disponibles en Chile, haciendo referencia a los usos de cada uno de ellos y su respectiva demanda, de tal manera que exista una idea más clara sobre el potencial de cada negocio.

Finalmente, este trabajo pretende ser el inicio para la generación de diversas estrategias que potencien la mediana minería polimetálica, dentro de las cuales se podrá impulsar un mercado quizás inexistente en las regiones de interés, lo que pudiese verse reflejado en el aporte de la industria al PIB.

I.3. Objetivo general

Cuantificar los recursos y reservas de los minerales de interés económico presentes en territorio nacional, con la finalidad de evaluar el poder de mercado que tendrá Chile en esta materia durante los próximos años.

I.3.1. Objetivos específicos

- Analizar el interés de inversión en el país.
- Georreferenciar prospectos, proyectos y operaciones mineras.
- Exponer la existencia de polimetales distintos a los mencionados con mayor frecuencia.

I.4. Limitaciones y alcances del proyecto

Este estudio cuantifica y georreferencia los recursos y reservas en Chile utilizando información entregada por la empresa operadora de cada una de las propiedades hasta diciembre de 2018, ya sea que se encuentre publicada en su memoria anual o en información confidencial obtenida desde la plataforma SNL Metal & Mining.

No es responsabilidad del autor de este documento cualquier error de cálculo en la cuantificación de recursos y reservas, ya que la información recolectada no ha sido manipulada.

I.5. Organización y presentación de este trabajo

El capítulo II detalla el marco teórico bajo el cual se desarrolla el catastro y georreferenciación de recursos y reservas mineras presentes en Chile, incluyendo: definiciones básicas según la legislación que regula la clasificación de recursos y reservas mineras; materias primas críticas para Estados Unidos y la Unión Europea; análisis de mercado de minerales que son explotados en el país; y las formas de financiamiento de las empresas que tienen como objetivo la exploración minera.

El capítulo III expone la metodología y fuentes de información utilizadas para la elaboración de las bases de datos correspondientes a prospectos, proyectos y operaciones, con las que se cuantificará y georreferenciará los recursos y reservas minerales.

El capítulo IV presenta los resultados obtenidos a partir de la recopilación de información reunida según las exigencias que detalla el capítulo anterior. Aquí se analiza la cantidad de empresas que se encuentra operando en Chile y su país de origen, la participación que tiene cada tipo de propiedad dentro del estudio, se identifican aquellos minerales que no poseen historial de explotación en Chile y se cuantifica los recursos y reservas de cobre, oro, plata y litio.

El capítulo V muestra un estudio de mercado a largo plazo para los minerales que fueron mencionados en la base de datos de exploraciones mineras, pero que aún no han sido explotados en Chile y que prometen aportar a la economía nacional. El estudio de mercado incluye variables como principales productores del mineral, las reservas que se adjudica cada país y las proyecciones de oferta/demanda para los próximos 10 años.

El capítulo VI exhibe las conclusiones generadas a partir de los resultados obtenidos en el capítulo IV y las proyecciones de mercado estudiadas en el capítulo V, entregando el resultado final del potencial que presenta cada uno de los minerales encontrados en suelo chileno.

El capítulo VII expone recomendaciones y observaciones respecto a la problemática que existe en las exigencias impuestas a las empresas que adquieren concesiones de exploración.

II. MARCO TEORICO

II.1. Recursos y reservas mineras

Todo proyecto minero tiene sus inicios en a la etapa de exploración, la cual corresponde a un “conjunto de acciones y trabajos que permiten identificar, mediante la aplicación de una o más técnicas de reconocimiento geológico, zonas de características favorables para la presencia de acumulación de minerales y yacimientos” (Ministerio de Minería). Cuando esta fase arroja resultados positivos, la concentración de minerales debe ser categorizado según el nivel de confianza de la información para posteriormente ser reportado en las distintas bolsas de valores, labor que se encuentra a cargo de una o más Personas Competentes¹.

II.1.1. Legislación y normativas para clasificación de recursos y reservas

Debido a que los proyectos mineros requieren de financiamientos importantes, obtenidos principalmente a través del mercado de valores, en 2007 se creó la Comisión Calificadora de Competencias en Recursos y Reservas Mineras con el objetivo de administrar el Registro de Personas Competentes, la que promueve el desarrollo minero mediante la estimulación de informes públicos transparentes y sólidamente fundamentados. La clasificación de recursos y reservas debe realizarse acorde a lo exigido por la Comisión en el Código para Informar sobre los Resultados de Exploración, Recursos Minerales y Reservas Minerales, el cual se basa en criterios internacionales adoptados por mercados de capitales y de financiamiento de relevancia mundial.

II.1.1.1 Terminología técnica

II.1.1.1.1 Recurso mineral

Concentración de material sólido de interés económico presente en la corteza terrestre, cuya disposición y cantidad de ocurrencia hagan potencialmente razonable una eventual extracción económica, es decir, un inventario realista de la mineralización que, bajo condiciones técnicas y económicas asumidas y justificables por una Persona Competente Calificada, podría llegar a ser económicamente explotable.

Propiedades como localización, tonelajes, calidad (leyes), características geológicas y grado de continuidad son conocidas, estimadas o interpretadas gracias a evidencia y conocimientos geológicos específicos, permitiendo su clasificación según orden de confianza de la información. Los recursos se clasifican en:

¹ Profesionales calificados para informar en materia de recursos y reservas minerales. (Comisión Calificadora de Competencias en Recursos y Reservas Mineras).

- **Recurso inferido:** fracción de un recurso mineral que tiene cantidad y ley estimada en base a muy pocos datos de muestreo, permitiendo suponer, pero no verificar leyes (calidad) y continuidad geológica. Este tipo de recursos no tiene enlace directo con ninguna categoría de reserva minera, debido a que no permite la aplicación de parámetros técnicos y económicos utilizados en los estudios de prefactibilidad o factibilidad, por lo que se espera una exploración continuada antes de poder categorizarlo a recurso indicado (Comisión Calificadora de Competencias en Recursos y Reservas Mineras).
- **Recurso indicado:** porción del recurso que posee naturaleza, calidad, cantidad de datos y distribución que permiten una interpretación confiable para la aplicación de los factores modificantes dentro de un estudio técnico y económico, respaldando la planificación minera y viabilidad económica del yacimiento. La estimación debe permitir sustentar escenarios productivos alternativos preliminares que sirvan para tomar decisiones acerca del escenario más promisorio desde el punto de vista técnico-económico. Debido a que posee un nivel de confianza menor al recurso medido, solo puede ser convertido a reserva probable (Comisión Calificadora de Competencias en Recursos y Reservas Mineras).
- **Recurso medido:** parte del recurso mineral cuya evidencia geológica deriva de una exploración y muestreo con suficiente detalle y confiabilidad, permitiendo calcular tonelajes y leyes dentro de estrechos límites de aceptabilidad o con variaciones potenciales que no afecten significativamente la viabilidad económica del recurso (Comisión Calificadora de Competencias en Recursos y Reservas Mineras).

II.1.1.1.2 Reserva minera

Parte de un recurso mineral medido o indicado que resulta económicamente explotable al considerar componentes productivos, medioambientales, económicos y financieros en base a un plan minero. Su evaluación proviene de estudios de prefactibilidad o factibilidad, incluyendo las pérdidas, diluciones producto de la extracción minera y todos los factores modificantes al momento de ser reportadas (Comisión Calificadora de Competencias en Recursos y Reservas Mineras).

- **Reserva probable:** Fracción económicamente minable de un recurso indicado, y en algunas ocasiones, de un recurso medido debido a incertidumbres relacionadas con los factores modificantes. La perspectiva de explotación se establece con un nivel de confianza moderado debido a incertidumbres existentes en los factores

modificantes (Comisión Calificadora de Competencias en Recursos y Reservas Mineras).

- **Reserva probada:** Porción económicamente extraíble de un recurso medido. Implica un alto grado de seguridad en los factores modificantes (Comisión Calificadora de Competencias en Recursos y Reservas Mineras).

II.1.1.1.3 Persona Competente Calificada

Profesional titulado de alguna carrera relacionada con las ciencias vinculadas a la industria minera, inscrito en el Registro Público de Personas Competentes en Recursos y Reservas Mineras que tiene como labor suscribir o emitir los reportes oficiales con información transparente y no ambigua, que son presentados ante una oferta pública de valores de sociedades de exploración y/o explotación minera (Comisión Calificadora de Competencias en Recursos y Reservas Mineras).

II.1.1.1.4 Informe técnico

Documento elaborado por una o más Personas Competentes para proveer información científica o técnica concerniente a actividades de exploración, desarrollo y producción de una concesión minera (Comisión Calificadora de Competencias en Recursos y Reservas Mineras).

II.1.1.1.5 Reporte público

Declaración realizada por una o más Personas Competentes destinada a una entidad reguladora, inversionista o público general para informar sobre los resultados de exploraciones en los yacimientos (Comisión Calificadora de Competencias en Recursos y Reservas Mineras).

II.2 Materias Primas Críticas

La Unión Europea es altamente dependiente de las importaciones de algunas materias primas que poseen cierto nivel de riesgo asociado a su oferta (en su mayoría se obtienen como subproductos de otros minerales y la producción está en manos de un número reducido de países), ya que son la base para su industria manufacturera, razón por la cual ha creado un listado de 27 elementos que consideran críticos para mantener la producción de bienes que consideran importantes para su economía. Dentro del reporte entregado en septiembre de 2017, destacan diez elementos que son clave para estos países y para los que no poseen capacidad para su producción: antimonio, bismuto, borato, magnesio, caucho natural, niobio, fósforo, escandio, tantalio, y las tierras raras (European Commission).

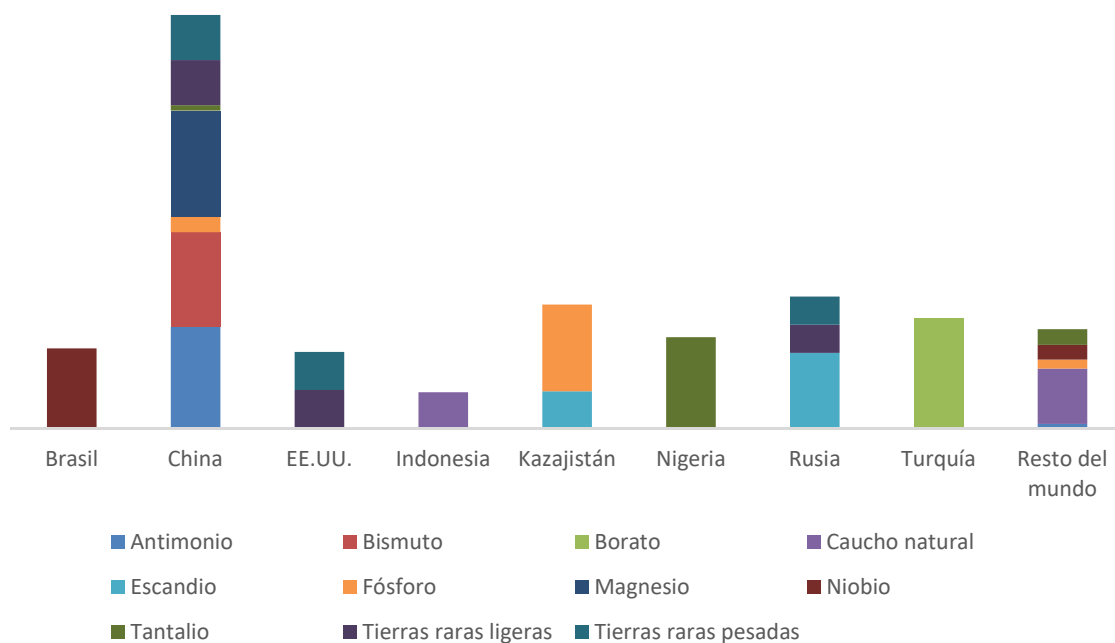


Figura 1 Principales fuentes de suministro de materias primas para la UE
Fuente: Elaboración propia a partir de datos entregados por Comisión Europea

En el gráfico se observa la participación de los países más importantes en el suministro de materias primas, dentro de los que China muestra una amplia ventaja tanto en cantidad como en diversidad. Esto le otorga gran poder sobre el desarrollo industrial y, por consiguiente, en la economía de los países que componen la UE.

Luego, con un menor nivel de dependencia a importaciones se encuentran: metales del grupo del platino (99,6%); grafito (99%), helio (96%), rocas fosfatadas (88%), vanadio (84%), barita (80%), entre otros (European Commission).

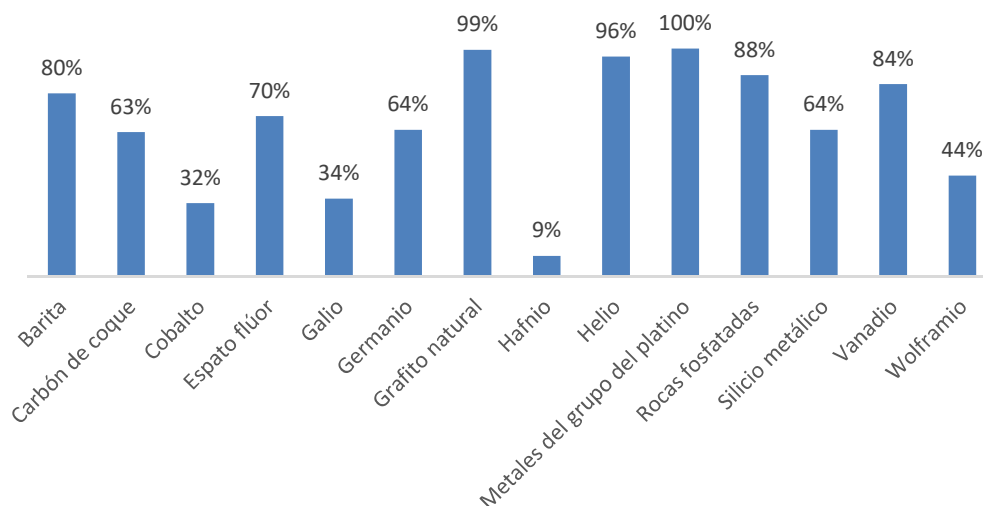


Figura 2 Índice de dependencia de la UE a las importaciones

Fuente: Elaboración propia a partir de datos entregados por Comisión Europea

Asimismo, el Servicio Geológico de Estados Unidos, en conjunto con el Ministerio del Interior del mismo país, crearon un reporte de elementos considerados vitales para el desarrollo de una amplia gama de tecnologías existentes y emergentes, energías renovables y de seguridad nacional, ya que cada vez dependen más de las importaciones. El nivel de criticidad de estas materias primas se ha estimado en base a su escasez en la corteza terrestre, dificultad de explotación como mineral primario (hasta hace poco no se extraían ni comercializaban en grandes cantidades), concentración geográfica de sus yacimientos en un reducido número de países (algunos de ellos con situaciones políticas inestables). El listado elaborado contiene las siguientes categorías (USGS 2018a):

- Energía: Hafnio, renio, tantalio y uranio.
- Tecnología: Germanio, indio, galio y las tierras raras.
- Industrial: Berilio, zirconio, tungsteno, aluminio, grupo del platino, bario, fluorita, arsénico, escandio, estroncio, titanio y potasio.
- Acero: Magnesio, cromo, estaño, telurio, magnesio, vanadio y niobio.
- Baterías: Litio, cobalto, antimonio y grafito.
- Investigación: Helio, rubidio, cesio y bismuto.

II.3 Mercado de materias primas chilenas

La riqueza minera chilena incluye, además de cobre, importantes productos, algunos ya en explotación y otros que recién comienzan a ser de interés económico por su utilización en el desarrollo de nuevas tecnologías. Entre los elementos que Chile produce existe:

II.3.1 Cobre

Es uno de los metales clave para los desarrollos tecnológicos más importantes, entre los que destacan equipos avanzados de investigación científica como los vehículos híbridos y eléctricos, computadores, teléfonos móviles y tecnologías relacionadas con energías renovables. Entre sus propiedades principales destacan la conducción eléctrica y térmica, resistencia a la corrosión y como agente antimicrobiano. No obstante, ha comenzado a ser reemplazado en algunas aplicaciones de telecomunicaciones (mayor utilización de fibra óptica), equipos eléctricos (sustituido por el aluminio) y plomería (reemplazado por plástico²) (Minerals Education Coalition; USGS)

Su productor principal a nivel mundial es Chile, seguido por Estados Unidos y Perú, cuyos valores de producción se muestran a continuación:

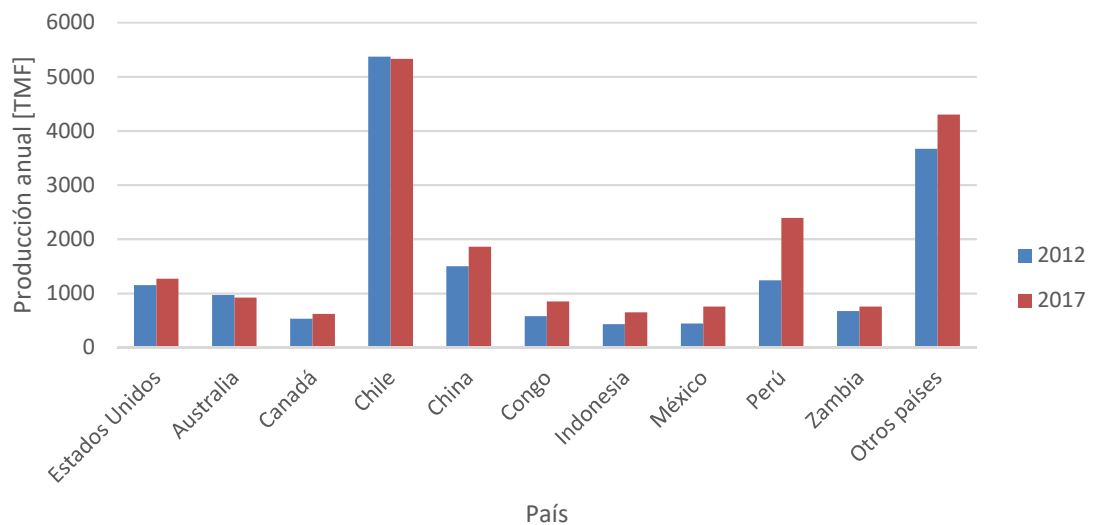


Figura 3 Producción de cobre años 2012 y 2017
Fuente: Elaboración propia a partir de datos entregados por USGS

² Probablemente el uso de plástico no sea muy sostenible en el largo plazo, pues el incremento en el uso de este material ha puesto al mundo en una situación crítica, ya que la contaminación en los océanos está marcando niveles preocupantes. Estudios recientes demuestran que los animales marinos están ingiriendo microplásticos, los cuales se transfieren a lo largo de la cadena alimentaria y llegan a ser consumidos por el ser humano. (Greenpeace.)

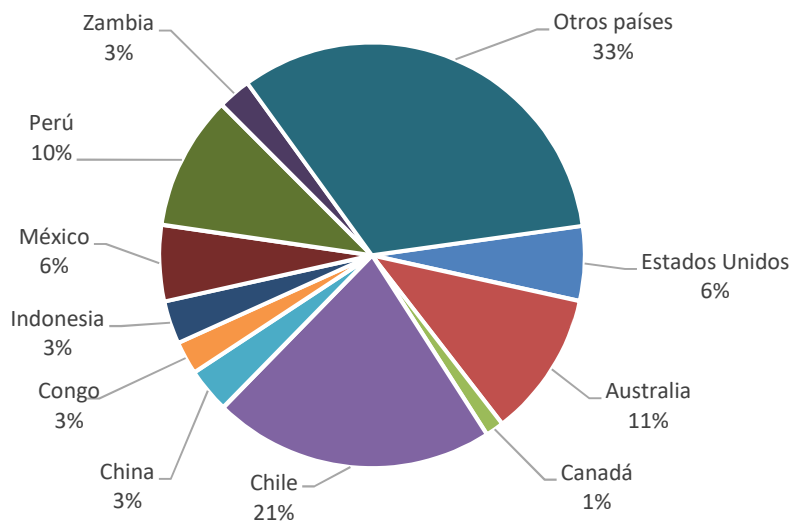


Figura 4 Principales países con reservas de cobre a 2017

Fuente: Elaboración propia a partir de datos entregados por USGS

II.3.2 Oro

Metal utilizado y valorado por los humanos desde hace más de 4.500 años, debido a que posee gran capacidad de conducción del calor y la electricidad. Sus propiedades lo hacen ideal para la utilización en joyería, monedas, lingotes, arte, conexiones eléctricas, recubrimiento de naves espaciales, fotografía y medicina.

Varios metales base son revestidos con aleaciones de oro para ser utilizados en productos eléctricos y joyería con la finalidad de reducir costos. Generalmente, el paladio, la plata y el platino sustituyen al oro en diversas aplicaciones (Minerals Education Coalition; USGS).

Durante el año 2017, Chile produjo 35,8 toneladas de oro, de las cuales un 56% se obtuvo de faenas auríferas y el resto como subproducto de la minería del cobre (Sociedad Nacional de Minería). Países que lideran su producción son China, Sudáfrica, Estados Unidos, Rusia y Australia.

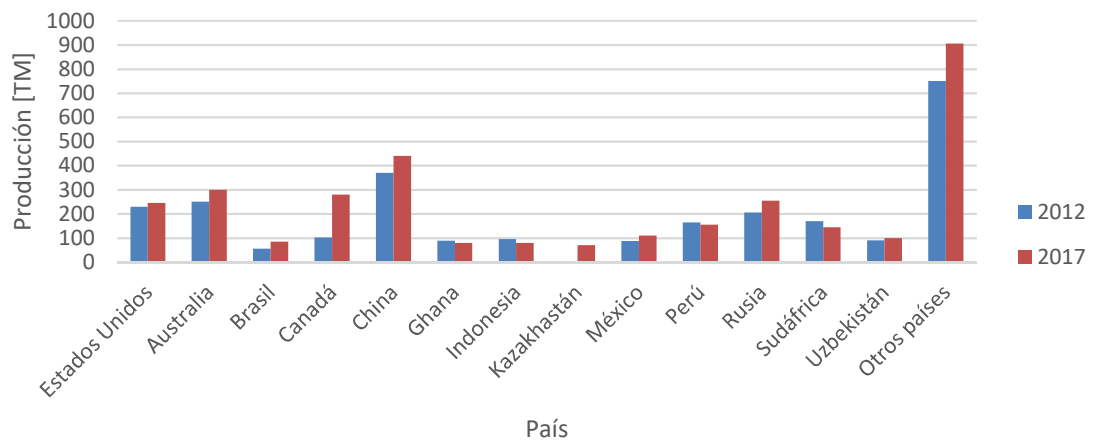


Figura 5 Producción de oro años 2012 y 2017
Fuente: Elaboración propia a partir de datos entregados por USGS

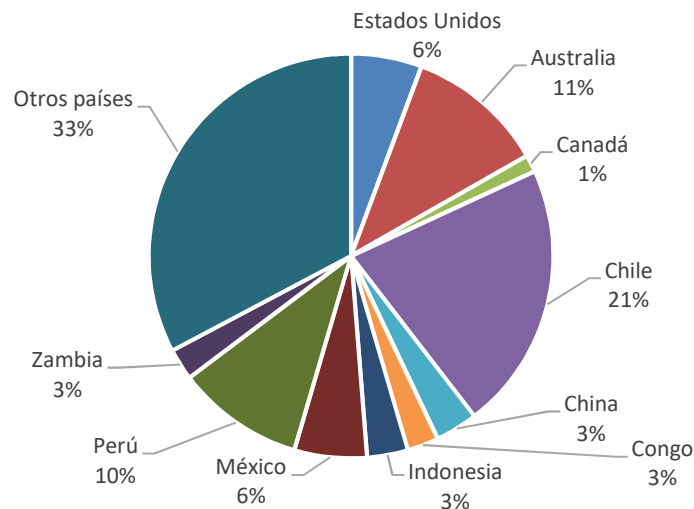


Figura 6 Principales países con reservas de oro a 2017
Fuente: Elaboración propia a partir de datos entregados por USGS

II.3.3 Plata

Ha sido manipulada durante miles de años para la creación de joyas, artículos decorativos, cubiertos y - dada su capacidad para reflejar la luz -, se utiliza en la fabricación de espejos y revelado de fotografías. Puesto que es un material muy maleable, la creación de joyas debe realizarse con plata esterlina (también conocida como plata 925, aleación que contiene un 92,5% de plata y un remanente mayoritariamente de cobre), para lograr los complejos diseños que se acostumbra a ver en dicha industria.

Dentro de los sustitutos se puede mencionar el acero inoxidable, (cubiertos e implementos médicos) y el aluminio (espejos y otras superficies reflectantes) (Minerals Education Coalition; USGS).

Suele encontrarse en muchos países, pero la oferta mayoritaria proviene de Estados Unidos, Canadá, México, Perú y Bolivia.

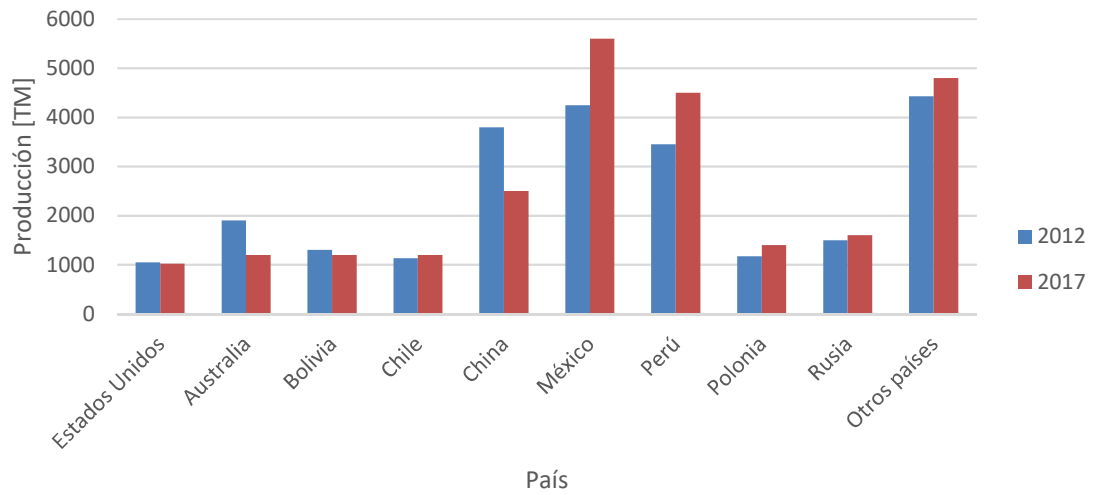


Figura 7 Producción de plata años 2012 y 2017

Fuente: Elaboración propia a partir de datos entregados por USGS

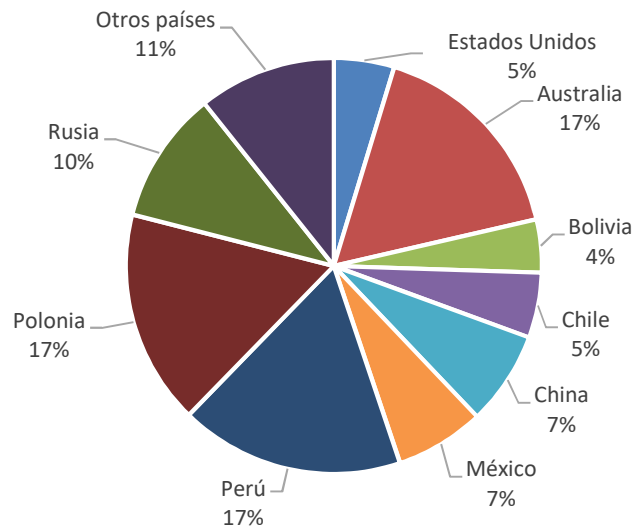


Figura 8 Principales países con reservas de plata a 2017

Fuente: Elaboración propia a partir de datos entregados por USGS

II.3.4 Hierro

Se trata del cuarto elemento más abundante en la corteza terrestre, después del oxígeno, silicio y aluminio. Se destina principalmente para la fabricación de acero -aleación compuesta principalmente de hierro y una pequeña parte de carbono y otros elementos-, que posteriormente se utiliza en la construcción y medios de transporte. Otras modalidades en las que se ha estado utilizando son en formato polvo (metalurgia, imanes, piezas de automóviles y catalizadores); radioactivo (medicina, investigación bioquímica y metalurgia); hierro azul (pinturas, tintas de impresión, plásticos, cosméticos, fertilizantes, esmalte para automóviles y electrodomésticos); y óxido de hierro negro (compuestos de pulido, metalurgia, medicina, tintas magnéticas y pigmentos).

Debido a sus características y abundancia no presenta un sustituto directo, pero sí los hay para el acero (su producto principal), siendo algunos el aluminio anodizado (puertas, marcos, ventanas, estructuras de techos y sustitución de vigas de acero); el concreto; la madera; y el polietileno de alta densidad (Minerals Education Coalition; USGS).

La producción nacional de este mineral alcanzó los 15,4 millones de toneladas durante el año 2017 (Sociedad Nacional de Minería) y en el mundo los principales productores fue China, seguido por Perú e India, que tuvieron una participación mundial equivalente a 13,5% y 10%, respectivamente.

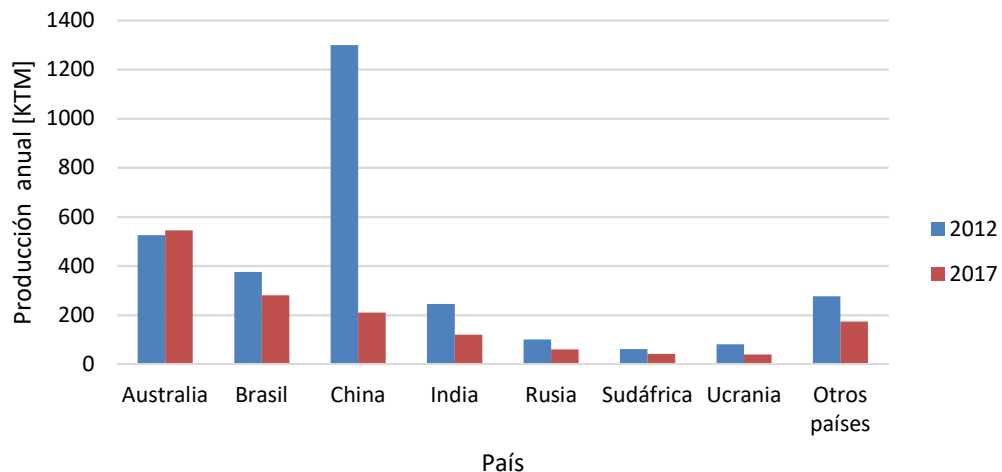


Figura 9 Producción de hierro años 2012 y 2017
Fuente: Elaboración propia a partir de datos entregados por USGS

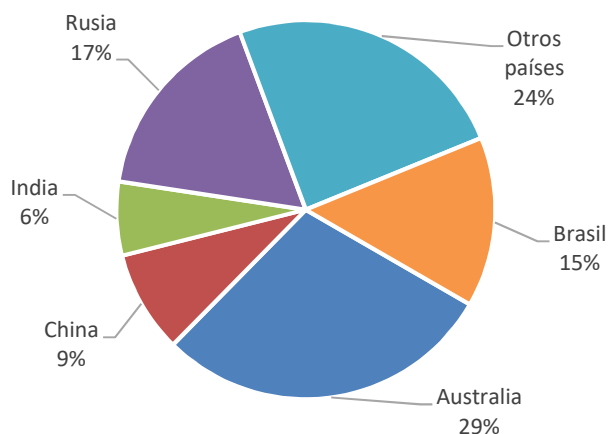


Figura 10 Principales países con reservas de hierro a 2017

Fuente: Elaboración propia a partir de datos entregados por USGS

II.3.5 Litio

La obtención de carbonato de litio es considerablemente lenta, ya que se realiza por concentración de salmueras (o aguas ricas en carbonato de litio), cuyo proceso de evaporación va desde los 12 hasta los 18 meses. Entre sus usos destacan las baterías recargables (teléfonos móviles, computadores portátiles, cámaras digitales y vehículos eléctricos); baterías no recargables (marcapasos, juguetes y relojes); blindaje; medicina (medicamento para tratar la gota y algunos tipos de depresión); fabricación de caucho sintético, grasas y otros lubricantes y producción de aluminio primario, cerámica y vidrio. Presenta sustitutos como el calcio, magnesio, mercurio y zinc (baterías) y calcio y aluminio (grasas) (Minerals Education Coalition; USGS).

Chile y Australia son los productores más grandes del mundo, con una producción combinada que bordea el 75% de la producción mundial durante los años 2016 y 2017. Además, junto a Argentina y China suman el 99% de las reservas totales³.

³ Este número podría cambiar drásticamente dentro del próximo año, ya que existen nuevos yacimientos en: Perú, la canadiense Macusani Yellowcake confirmó el descubrimiento Falchani, del cual solo se ha perforado un 15% y ya se le ha podido reportar recursos comprobados por 2.5 Mton de litio (cantidad suficiente para electrificar 12 veces todos los automóviles que existen en la actualidad), postulándola como la mina más grande del mundo (La Tercera 2018; El Mercurio 2018); Nevada por la empresa Lithium Americas quienes declaran que el estudio de viabilidad de su proyecto Thacker Pass posee reservas probadas y comprobables de 3,1 millones de toneladas, convirtiéndose en el mayor depósito conocido en Estados Unidos (Lithium Americas 2018); y Portugal, la empresa minera australiana Savannah Resources informa que estudios en la Mina Do Barroso indican que esta contendría un estimado de 209.000 toneladas de óxido de litio, siendo el mayor descubrimiento mineral de Europa occidental. (Savannah Resources 2018.)

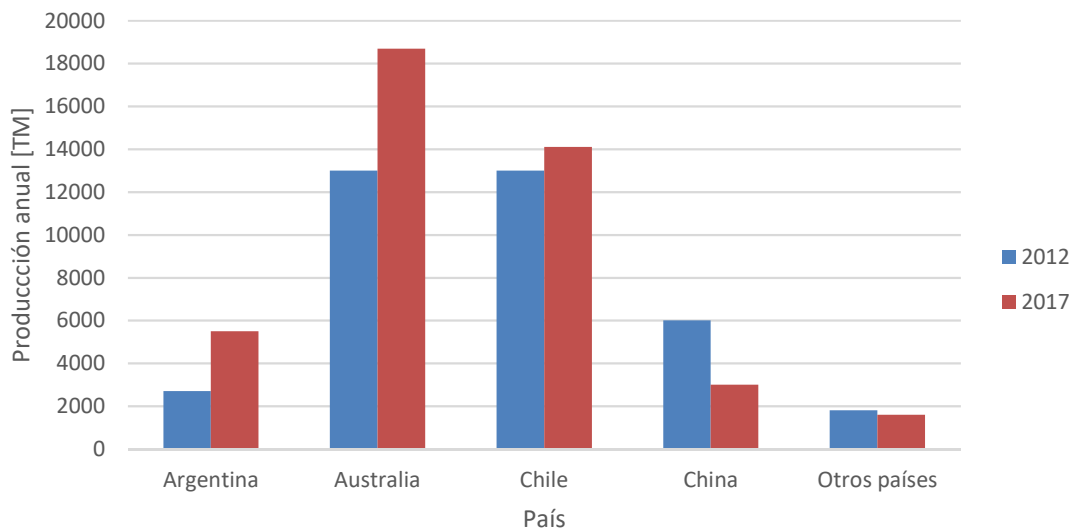


Figura 11 Producción de litio años 2012 y 2017
Fuente: Elaboración propia a partir de datos entregados por USGS

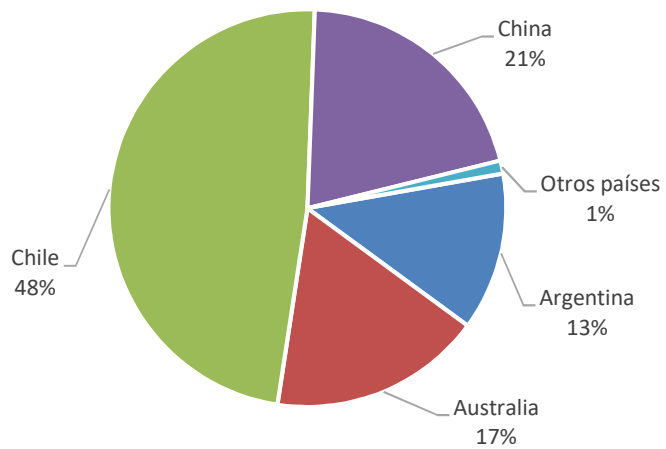


Figura 12 Principales países con reservas de litio a 2017
Fuente: Elaboración propia a partir de datos entregados por USGS

II.3.6 Molibdeno

Es utilizado principalmente en la industria petrolera (16%); química-petroquímica (17%); ingeniería mecánica (14%); automotriz (13%); generación de energía (8%) y construcción (6%). Debido a su gran disponibilidad y versatilidad, existen pocos sustitutos, dentro de los que se puede mencionar el boro, cromo, niobio y vanadio para aceros aleados; tungsteno en aceros para herramientas; y grafito, tántalo y tungsteno para materiales refractarios (Minerals Education Coalition; USGS).

Según lo reportado, 62,7 miles de toneladas fueron producidas durante 2017, recuperadas de las operaciones de concentración de cobre sulfurado (Sociedad Nacional de Minería). Sus principales productores a nivel mundial son China, Chile, Estados Unidos y Perú, tal como sigue:

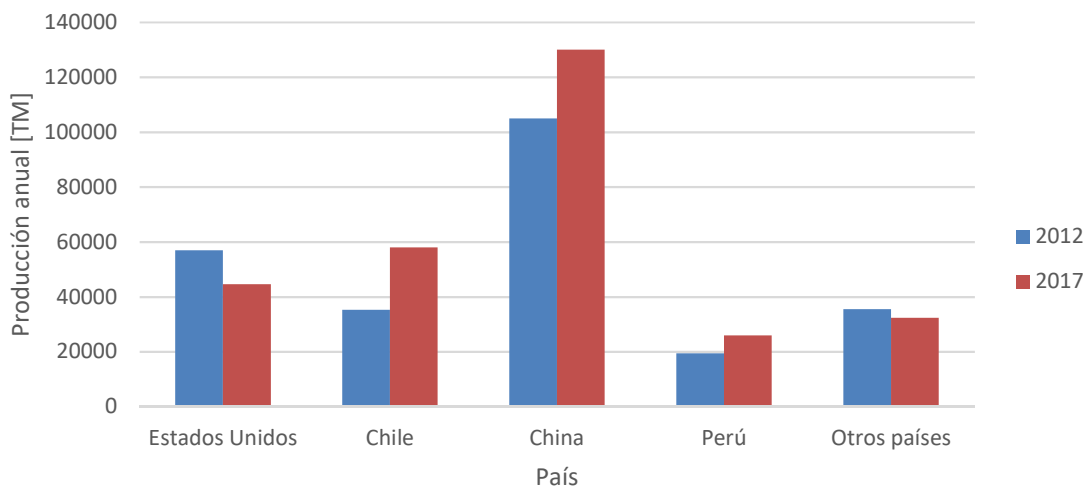


Figura 13 Producción de molibdeno años 2012 y 2017
Fuente: Elaboración propia a partir de datos entregados por USGS

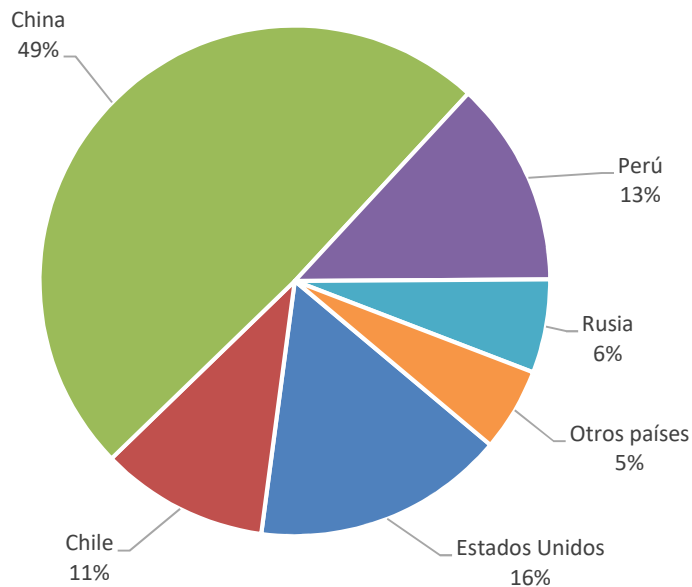


Figura 14 Principales países con reservas de molibdeno a 2017
 Fuente: Elaboración propia a partir de datos entregados por USGS

II.3.7 Manganeso

Metal frágil y duro utilizado en aleaciones con aluminio, cobre y antimonio (compuestos altamente ferromagnéticos) y hierro (elaboración de acero destinado a la fabricación de materiales de construcción, maquinaria y transporte). Por su parte, el dióxido de manganeso sirve para fabricar ferroaleaciones, pilas secas y secar pinturas negras; el sulfato de manganeso se aplica como micronutriente en alimentos para animales y fertilizantes de plantas; el manganeso metálico se usa como colorante de ladrillo y cerámica; el permanganato de potasio es aplicado como bactericida y alguicida en el tratamiento de aguas (Minerals Education Coalition; USGS).

Sudáfrica, Ucrania y Brasil poseen casi un 70% de las reservas mundiales de este metal.

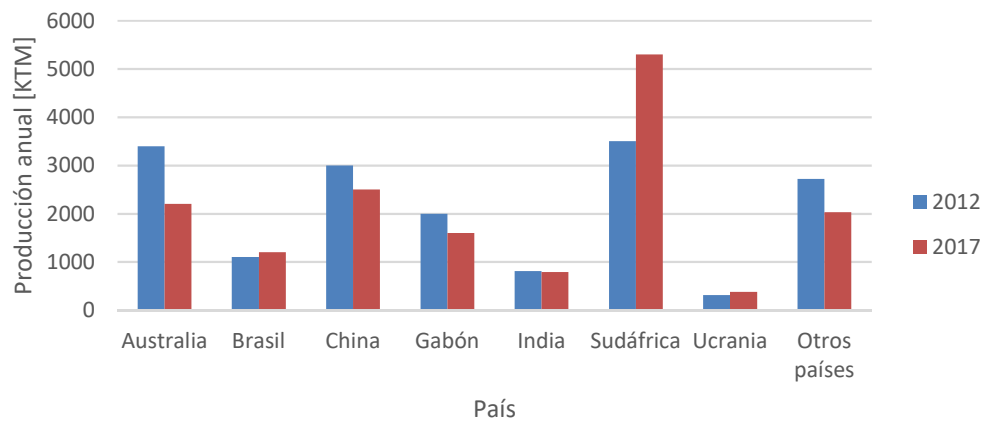


Figura 15 Producción de manganeso años 2012 y 2017
Fuente: Elaboración propia a partir de datos entregados por USGS

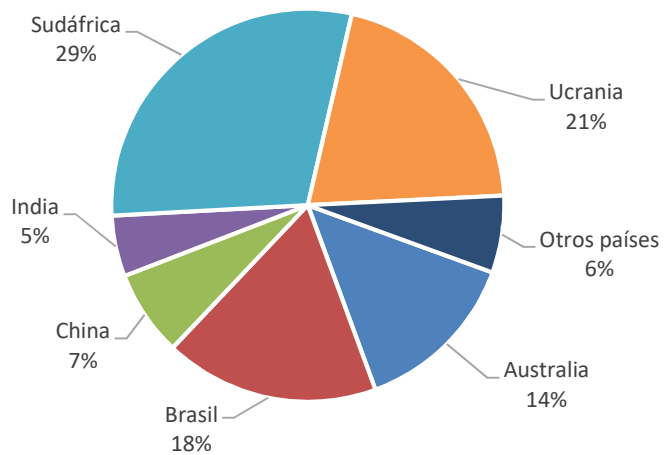


Figura 16 Principales países con reservas de manganeso a 2017
Fuente: Elaboración propia a partir de datos entregados por USGS

II.3.8 Plomo

Elemento metálico que se obtiene principalmente de la galena⁴. Se utiliza para la fabricación de baterías de automóviles; electrónica y comunicaciones; construcción y revestimientos protectores; y medicina (delantales para protección de pacientes que se exponen a rayos X). También se utilizó en tuberías de desagüe, pinturas y gasolina, pero estas aplicaciones se han ido eliminando gradualmente por sus altos niveles de toxicidad.

La demanda se ha visto reducida producto de la entrada de algunos sustitutos como el plástico, estaño, acero, zinc y soldaduras que no requieren plomo (Minerals Education Coalition; USGS).

A pesar de que China posee menos del 20% de las reservas mundiales, muestra una amplia brecha respecto a los otros países productores y se posiciona como líder en la extracción de este elemento.

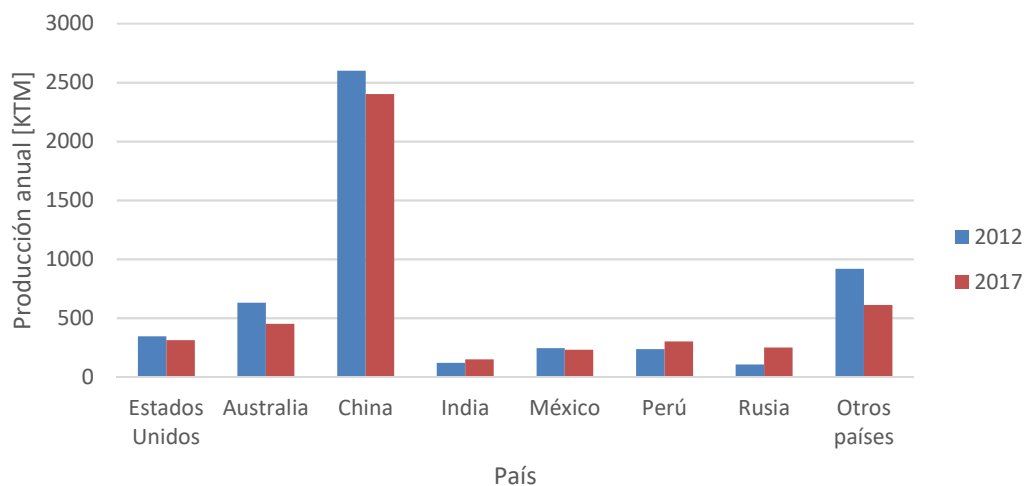


Figura 17 Producción de plomo años 2012 y 2017
Fuente: Elaboración propia a partir de datos entregados por USGS

⁴ Uno de los minerales de sulfuro más abundante en la Tierra que se extrae en grandes cantidades por su alto contenido de plomo y plata.

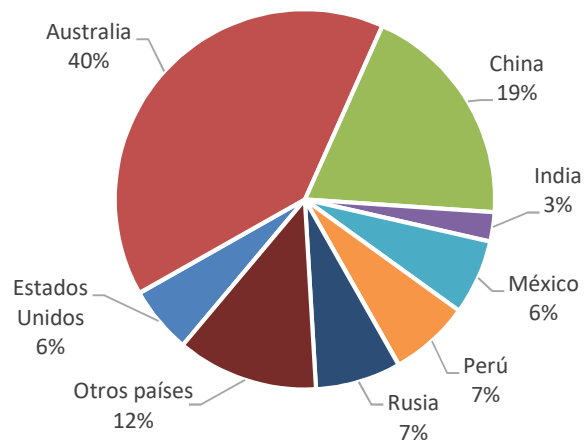


Figura 18 Principales países con reservas de plomo a 2017
Fuente: Elaboración propia a partir de datos entregados por USGS

II.3.9 Zinc

Es un metal con fuertes propiedades anticorrosivas y que se une bien con otros metales, razón por la que casi la mitad del zinc producido se utiliza para galvanizar -proceso de agregar capas delgadas de este elemento al hierro o acero para evitar su oxidación. También se le conocen otras tres aplicaciones principales: la primera, aleaciones con cobre y otros metales para la formación de materiales aplicados en automóviles y componentes eléctricos; la segunda, como óxido de zinc para la fabricación de caucho, pinturas, plásticos y productos farmacéuticos; y la tercera, como sulfuro de zinc para elaborar luces fluorescentes y pantallas de rayos X.

El aluminio y el plástico presentan una amenaza al ser capaces de sustituirlo en el galvanizado de automóviles; el cadmio lo reemplaza en revestimientos de otros elementos; y aleaciones en base a aluminio y magnesio son su principal competidor en la fundición a presión (Minerals Education Coalition; USGS).

Productores líderes a nivel mundial durante los años 2016 y 2017 fueron China, Perú y Australia (país que a pesar de tener el 27% de las reservas a nivel mundial, se ubica en el tercer y cuarto lugar en producción durante los años 2016 y 2017, respectivamente).

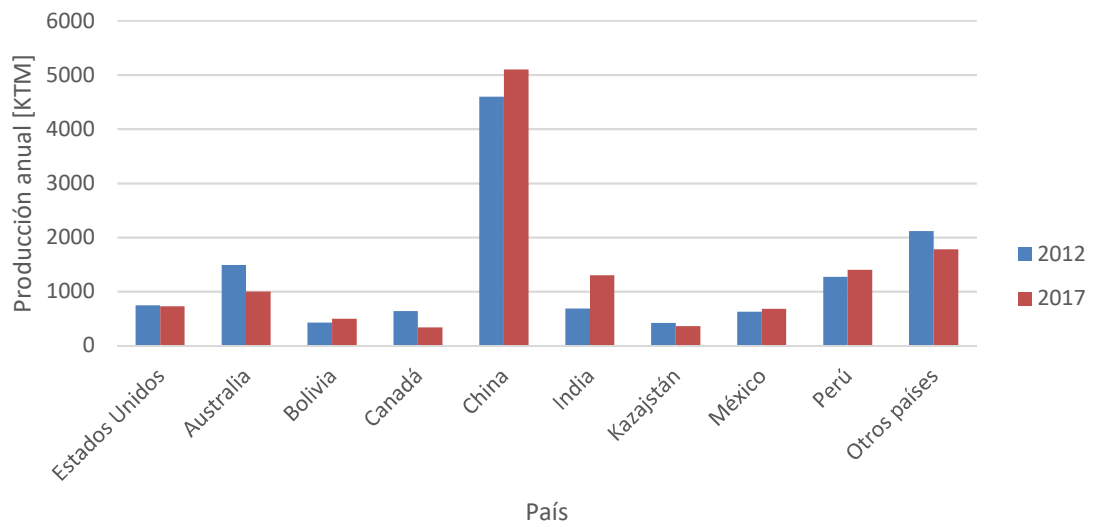


Figura 19 Producción de zinc años 2012 y 2017
Fuente: Elaboración propia a partir de datos entregados por USGS

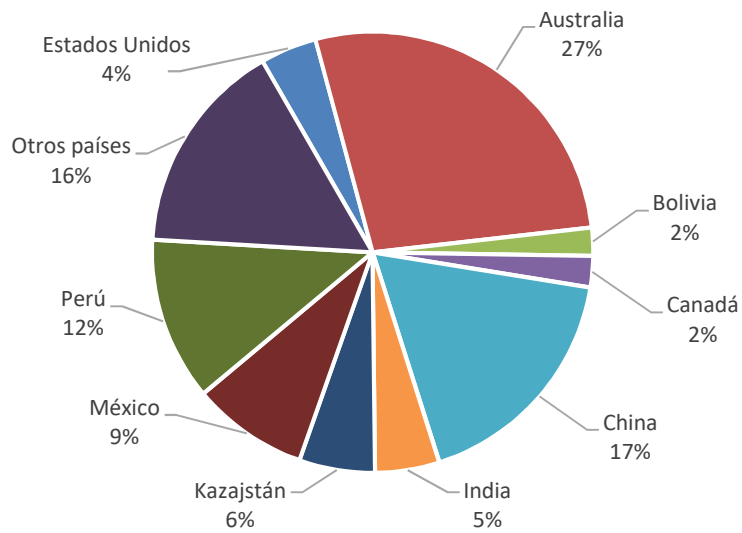


Figura 20 Principales países con reservas de zinc a 2017
Fuente: Elaboración propia a partir de datos entregados por USGS

II.3.10 Yodo

Se obtiene principalmente de salmueras subterráneas asociadas a depósitos de petróleo o gas natural, o como subproducto del caliche. Sus usos comerciales incluyen la química y aplicaciones biológicas; tintes y colorantes; fotografía y consumo humano (sal de mesa). El bromo y el cloro son los únicos elementos que presentan características que permiten sustituir al yodo en colorantes y tintas (Minerals Education Coalition; USGS).

Chile, con tan solo el 11% de las reservas a nivel mundial, es su mayor productor.

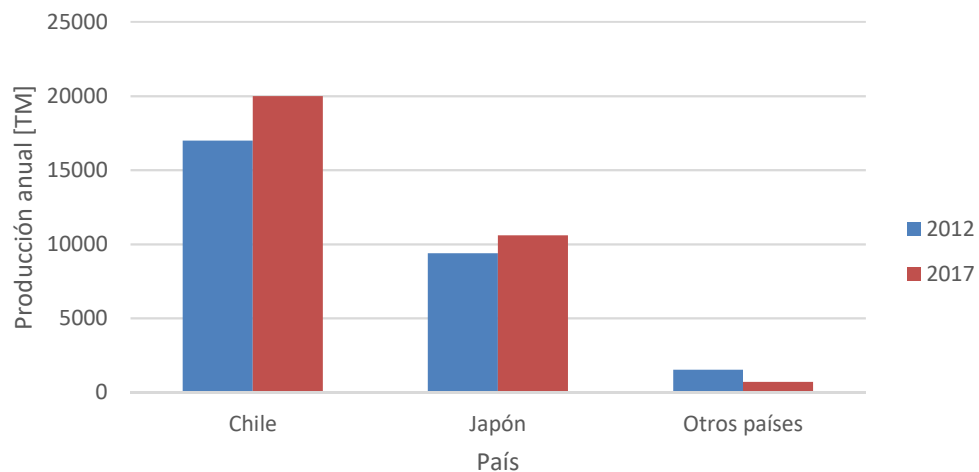


Figura 21 Producción de yodo años 2012 y 2017

Fuente: Elaboración propia a partir de datos entregados por USGS

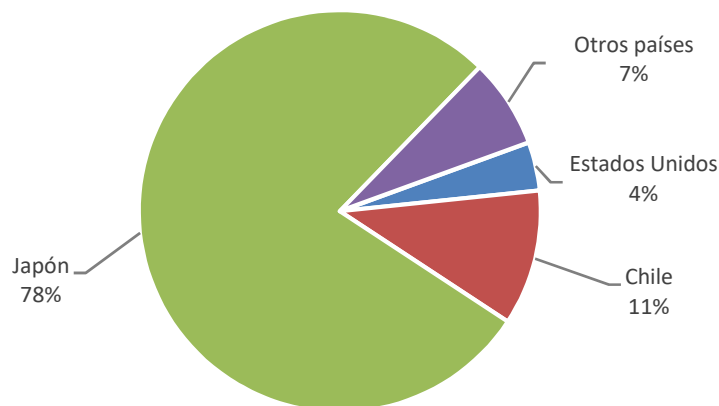


Figura 22 Principales países con reservas de yodo a 2017

Fuente: Elaboración propia a partir de datos entregados por USGS

II.3.11 Boro

Los compuestos de boro se utilizan en la construcción (vidrio, cerámica, esmaltes y fibra de vidrio para aislamiento); el hogar (limpiadores domésticos, agentes suavizantes de agua y detergentes); la agricultura (control de plagas); y la medicina.

Los materiales que presentan una amenaza son: percarbonato de sodio (detergentes); celulosa, espumas y lanas minerales (aislantes); sales de sodio y potasio (agentes de limpieza y emulsificantes); y fosfatos (esmaltado para cerámicas y vidrio) (Minerals Education Coalition; USGS).

Turquía posee el 86% de las reservas mundiales y fue el principal productor durante los años 2016 y 2017. Chile, Rusia y China poseen producción y reservas casi insignificantes si se les compara con los números turcos.

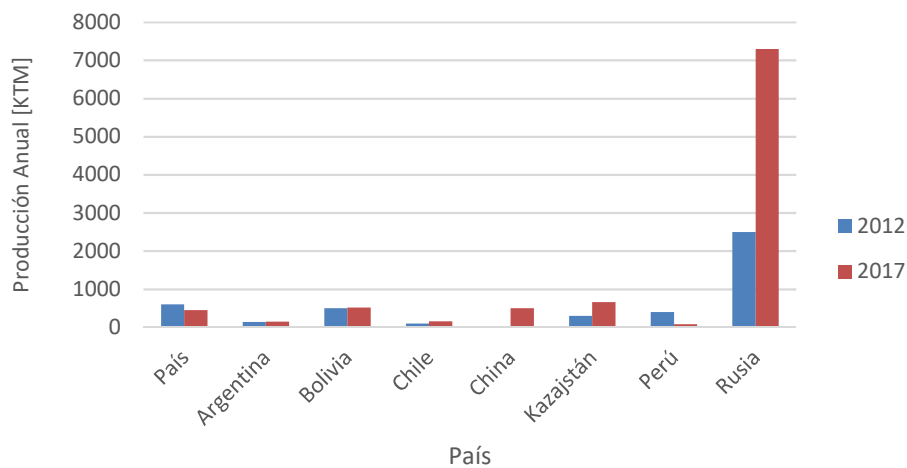


Figura 23 Producción de boro años 2012 y 2017

Fuente: Elaboración propia a partir de datos entregados por USGS

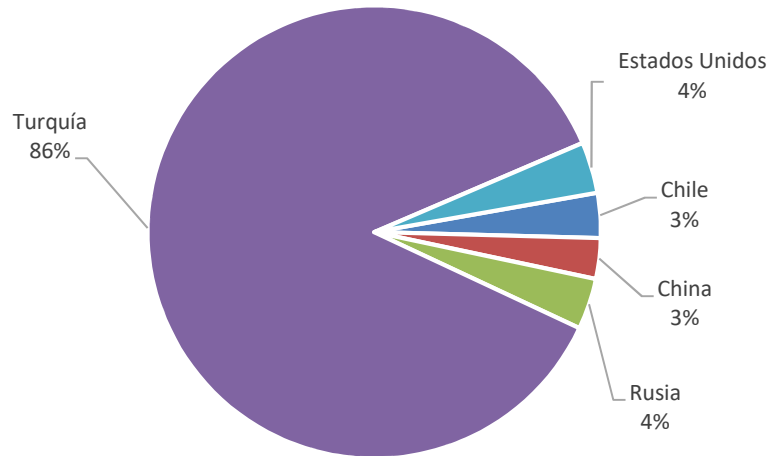


Figura 24 Principales países con reservas de boro a 2017
Fuente: Elaboración propia a partir de datos entregados por USGS

II.3.12 Potasio

Se usa principalmente como fertilizante; para la fabricación de detergentes, cerámica, productos farmacéuticos, acondicionadores de agua, y alternativas para descongelación. No existen amenazas que hagan disminuir la demanda de este elemento, ya que solo puede ser reemplazado por el estiércol y la glauconita (fuentes de bajo contenido potásico) en la fertilización de cultivos que se encuentren a cortas distancias para que resulte rentable (Minerals Education Coalition; USGS).

Naciones líderes en reservas y producción son Rusia, China, Bielorrusia y Canadá.

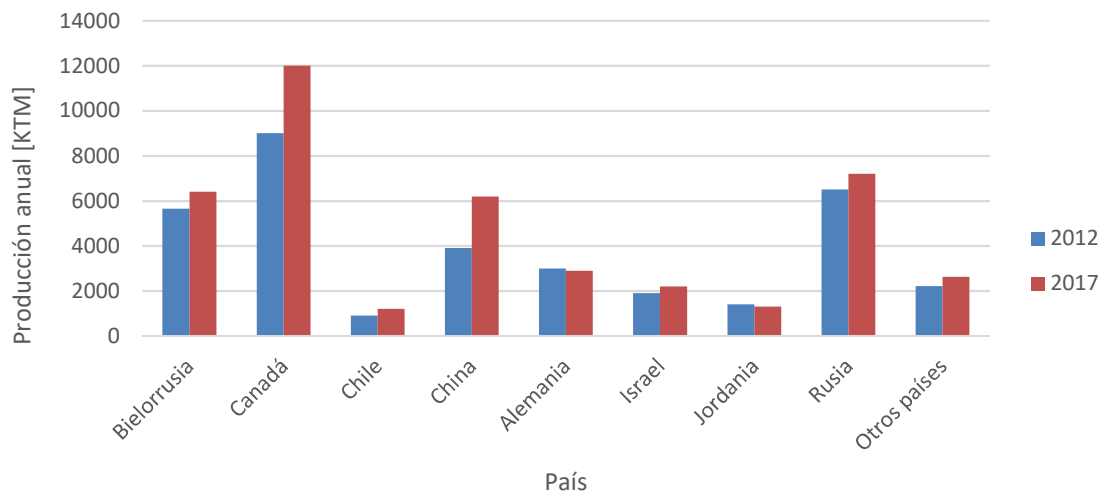


Figura 25 Producción de potasio años 2012 y 2017
Fuente: Elaboración propia a partir de datos entregados por USGS

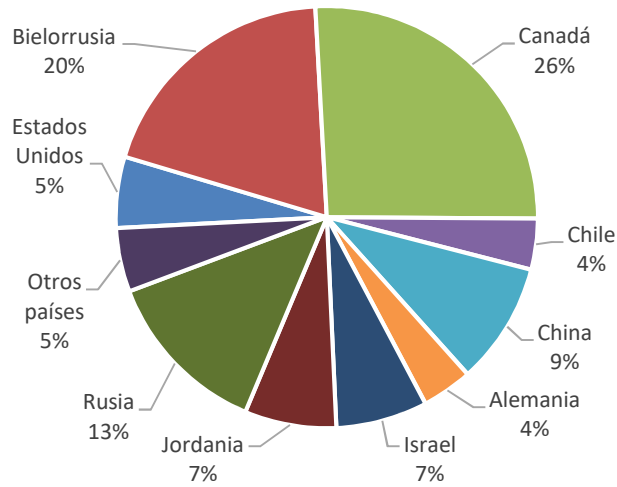


Figura 26 Principales países con reservas de potasio a 2017
Fuente: Elaboración propia a partir de datos entregados por USGS

II.4 Formas de financiamiento de empresas exploradoras y comercialización de commodities

El mercado de la minería se encuentra albergado en diversas bolsas de valores a lo largo del mundo. En ellas se pueden transar algunos minerales (aluminio, cobre, zinc, níquel, cobalto, oro y plomo); acciones de empresas privadas dedicadas a la extracción minera; y los proyectos de exploración de las junior. Las principales bolsas de metales del mundo son:

- Bolsas de Toronto
 - TSX: corresponde a la bolsa de valores más grande de Canadá y alberga a las compañías más importantes dedicadas a la producción de recursos naturales (minería, energía, gas y petróleo). Hasta el año 2014 listaba 291 empresas mineras, con una capitalización de 289.4 billones de dólares (Rojas Seguel et al. 2015).
 - TSX Venture (TSXV): está orientada a pequeñas empresas emergentes que posiblemente aun no cumplen con los requisitos para ser cotizantes de la TSX. Empresas dedicadas a la exploración minera son las que se encuentran principalmente listadas en esta bolsa, y las que poseen mayores montos de transacción (Rojas Seguel et al. 2015).
- Bolsas de Londres
 - London Metal Exchange (LME): es el mercado más importante para venta de metales industriales. Tiene como objetivo proporcionar instalaciones y posee una estructura administrativa que opera bajo el marco regulatorio de la Ley de Mercados y Servicios Financieros 2000. Los precios alcanzados en sus tres plataformas de negociación son utilizados como referencia mundial (London Metal Exchange 2018).
 - Alternative Investment Market (AIM): creada para las empresas emergentes que no cotizan en la Bolsa de Londres, facilitando el acceso de compañías pequeñas al financiamiento accionario público mediante la disminución de los requisitos de ingreso y regulatorios. A octubre del año 2015 se listaron 143 empresas de minería y metales industriales con una capitalización bursátil de US\$ 4.937 millones, de las cuales la mayoría correspondía a empresas junior (Rojas Seguel et al. 2015).

- Bolsas australianas
 - Australian Securities Exchanges (ASX): es la bolsa de valores más importante de Australia. La industria minera es el sector que tiene mayor número de empresas listadas en ella (700 compañías que se encuentran en distintas etapas del negocio minero), siendo las de mayor capitalización BHP Billiton y Rio Tinto (Rojas Seguel et al. 2015).

- Bolsas chinas
 - Shanghai Futures Exchanges (SHFE): mercado bajo la regulación de la Comisión Reguladora de Valores de China que organiza las ventas futuras de diversos elementos. Actualmente posee contratos para la negociación de cobre, aluminio, zinc, plomo, níquel, estaño, oro, plata, barras y alambrón de acero y caucho natural, entre otros (Shanghai Future Exchange).

- Bolsa de Estados Unidos
 - Commodity Exchange (COMEX): división de la Bolsa Mercantil de Nueva York (NYMEX), en la que se comercializan metales como oro, aluminio, plata y cobre (CME Group).

III. METODOLOGÍA

Para la cuantificación y georreferenciación de los recursos y reservas presentes en suelo chileno se procede a la creación de tres bases de datos que se detallan como sigue:

III.1 Prospectos de exploración

Son consideradas en este campo aquellas propiedades que no posean un historial de explotación, vale decir, se excluye las exploraciones que buscan incrementar la vida útil de faenas que se encuentran en operación.

Para la elaboración de esta base de datos se consideró información entregada por la SNL Metals & Mining y, en caso de no estar ésta actualizada, se recurre a informes publicados en las respectivas Bolsas de Valores o sitio web de la empresa junior correspondiente.

La información se tabuló en una planilla Excel que registra los siguientes aspectos:

- Empresa exploradora y su participación dentro de la propiedad estudiada.
- Minerales principales y secundarios informados dentro del terreno.
- Recursos inferidos e indicados reportados en base a la normativa JORC o NI43-101.
- Etapa de exploración, la que varía de acuerdo con el avance de esta actividad:
 - Generativa: corresponde a la primera fase de la exploración básica, en la cual se definen áreas y blancos de interés para el sondeo.
 - De seguimiento: en esta etapa se estudian las zonas de interés identificadas en la fase generativa para definir el tipo de yacimiento y los minerales principales. Con esta etapa se culmina la exploración básica.
 - Avanzada: utiliza la información obtenida en las dos etapas anteriores para definir aquella porción del recurso que resulta económicamente explotable.
- Estado actual de exploración:
 - Activo: se califica de esta manera aquellos proyectos para los cuales la empresa operadora ha hecho pública alguna inversión destinada a la exploración de la propiedad o bien, se ha anunciado el inicio o finalización de trabajos de exploración.
 - Paralizado: se considera en este estado aquellas propiedades en las que no se ha reportado trabajos o inversión destinada a exploración, pero que siguen siendo de interés de la empresa.
 - Desistido: corresponde a aquellos prospectos que han dejado de ser mencionados dentro de los activos de la empresa o que simplemente han sido abandonados producto de los malos resultados de exploración.

- Ubicación:
 - Exacta: corresponde al punto medio de las concesiones que se encuentran dentro de la propiedad. Este dato es entregado por la SNL Metals & Mining.
 - Aproximada: coordenadas cercanas al centro de las concesiones que componen la propiedad. Este dato es obtenido de la SNL Metal & Mining.
 - Estimada: ubicación que ha sido obtenida mediante imágenes publicadas en el sitio web de la empresa propietaria de las concesiones de exploración.

III.2 Proyectos mineros

Se incluyen en esta categoría las propiedades que ya pasaron las etapas iniciales de exploración y que, en la actualidad, se encuentran trabajando en estudios de factibilidad para poner en marcha nuevas operaciones mineras.

La fuente de información para la elaboración de esta base de datos fueron principalmente las memorias anuales de cada una de las empresas que se encuentran a cargo de estas propiedades y, en caso de ser necesario, se recurre a SNL Metal & Mining. Las variables que se consideran de interés para este estudio son las que se detallan a continuación:

- Empresa operadora
- Minerales principales y secundarios que se han reportado dentro del terreno.
- Recursos inferidos e indicados reportados en base a la normativa JORC o NI43-101.
- Ubicación (ver capítulo III.1)

III.3 Operaciones mineras

- Empresa operadora
- Recursos inferidos e indicados reportados en base a la normativa JORC o NI43-101.
- Estado actual:
 - Operativa: se considera en este estado a todas aquellas propiedades que se encuentren realizando el proceso de minado con normalidad
 - Mantenimiento: corresponde a aquellas propiedades que han paralizado sus operaciones cualquiera sea el motivo, pero que no ha iniciado su cierre.
 - Cerrada: califica para las operaciones que hayan cesado su producción y se encuentren ejecutando su plan de cierre.
- Ubicación (ver capítulo III.1)

IV. RESULTADOS

El estudio realizado reúne un total de 363 propiedades, de las cuales 63 corresponden a operaciones y 35 a proyectos mineros, representando entre ambas un 27% de las pertenencias mineras catastradas. Las propiedades se encuentran georreferenciadas entre las regiones de Tarapacá y O'Higgins (ver ilustraciones 1 y 2).

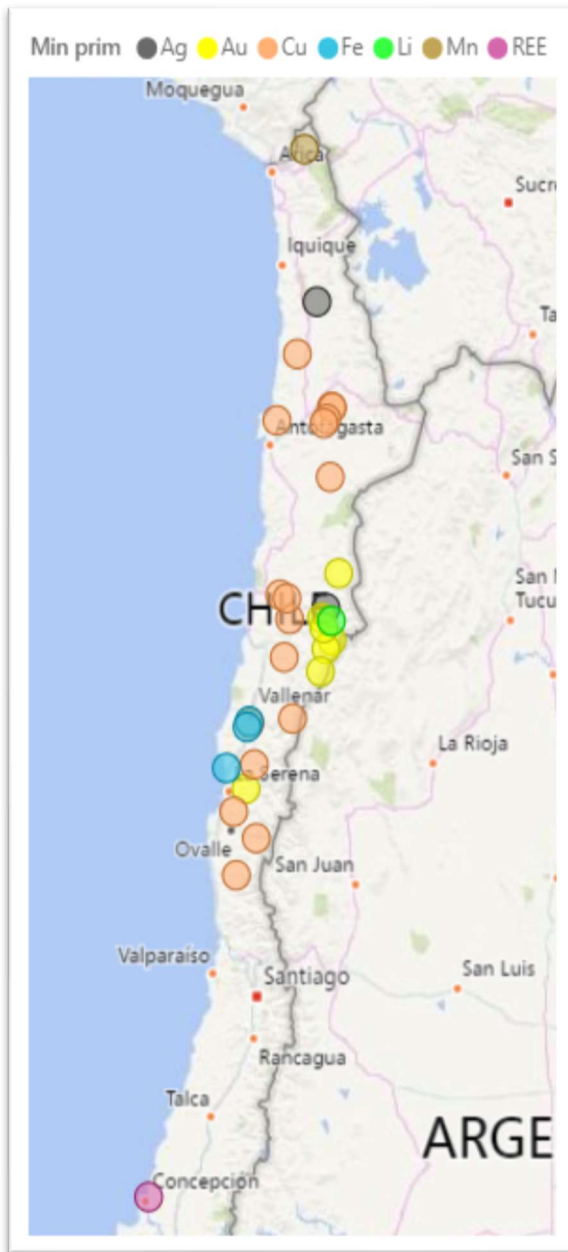


Ilustración 1 Proyectos mineros 2018



Ilustración 2 Operaciones mineras 2018

Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de SNL Metal & Mining y empresas mineras

Las imágenes anteriores confirman la importancia que posee la extracción de cobre dentro de la industria minera, siendo este mineral el que concentra la mayor cantidad de propiedades, seguido por el oro, hierro y plata, dejando más atrás al litio y otros elementos cruciales para el desarrollo de tecnologías emergentes.

De las pertenencias catastradas en esta categoría se identifican 81 con reportes de recursos y reservas, dando como resultado lo expuesto en la siguiente tabla:

Tabla 2 Recursos y reservas minerales en proyectos y operaciones

Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de SNL Metal & Mining y empresas mineras

<i>Mineral</i>	Recurso inferido	Recurso medido e indicado	Reserva
<i>Cu (Mton)</i>	221.73	219.02	204.56
<i>Au (kton)</i>	1.35	1.97	2.31
<i>Ag (kton)</i>	3.01	6.34	7.18
<i>Li (Mton)</i>	0.17	0.7	8.13
<i>Fe (Mton)</i>	615.37	1,556.97	782.71
<i>Mo (Mton)</i>	3.96	3.09	2.25
<i>Zn (Mton)</i>	0.1	0.09	0.05
<i>Mn (Mton)</i>	0.46	1.43	-
<i>Co (Mton)</i>	0.01	0.12	-

El 73% restante corresponde al tipo prospecto, lo que da cuenta del gran interés que existe por generar nuevos negocios en nuestro país. No obstante, al estudiar el estado de cada una de estas exploraciones se obtiene un escenario que no es muy alentador: tan solo 55 se encontraban activas o declaraban presupuesto destinado a exploraciones durante el año 2018, mientras que otras 110 seguían bajo concesiones de exploración, pero sin declaración de presupuesto, y otras 102 que han sido desistidas de manera definitiva por presentar resultados negativos o menores a los requeridos por la empresa operadora.



Figura 27 Propiedades según tipo y estado

Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de SNL Metal & Mining y empresas mineras

Al analizar el país de procedencia de las empresas que se encuentran realizando los trabajos de exploración se observa que la mayoría es de origen canadiense y australiano, seguido por Chile y Estados Unidos. Además, un gran número son del tipo junior y un porcentaje menor se distribuye entre medianas, estatales y otros (fondos de inversión privado o compañías no mineras de gran envergadura que invierten en exploración esperando hallar yacimientos importantes que sean capaces de suministrar materias primas necesarias para el negocio principal).

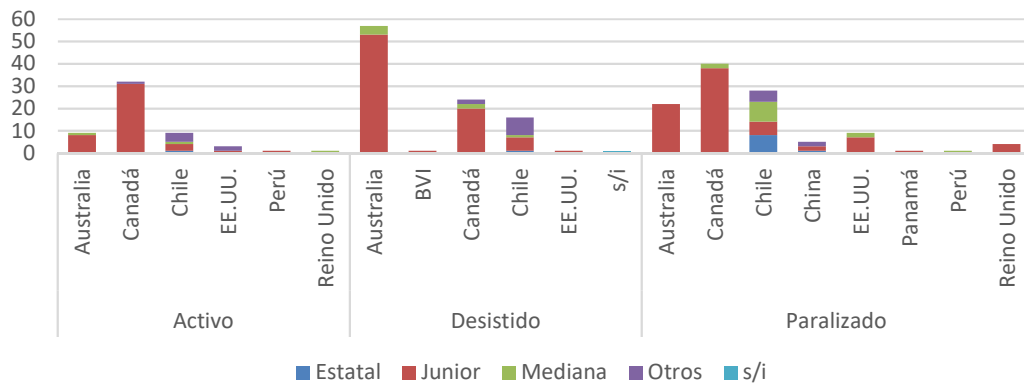


Figura 28 Origen de empresas exploradoras según su tamaño y estado de propiedad
Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de SNL Metal & Mining y empresas mineras

Por otra parte, se observa que del total de prospectos en estado activo y paralizado, un gran número se encuentra en las etapas iniciales de exploración, es decir, generativa y seguimiento y que el mineral de mayor interés sigue siendo el cobre con 80 propiedades, seguido por el oro, el litio y el cobalto con 45, 12 y 9 pertenencias respectivamente. Otros minerales que han sido objeto de exploración, pero con una menor participación son el hierro, la plata, el zinc, el carbón y el titanio.

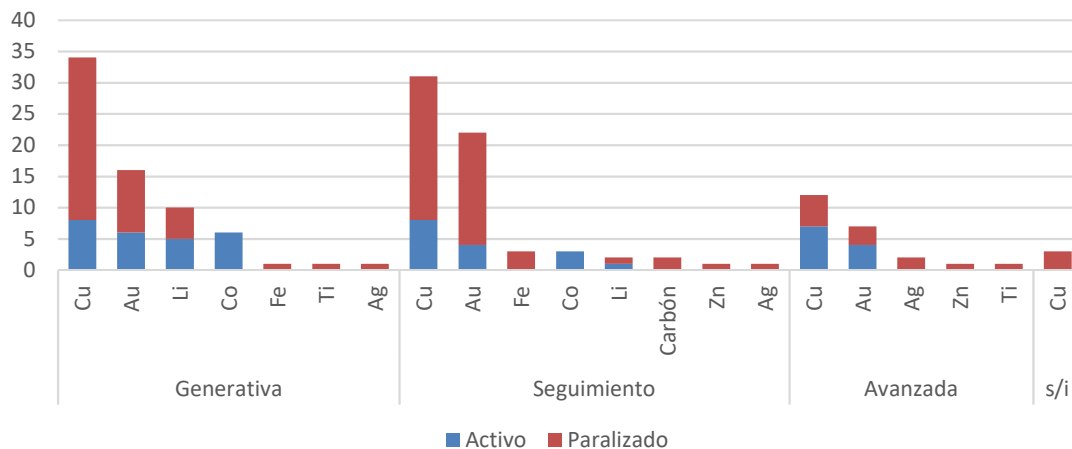


Figura 29 Propiedades activas y paralizadas según minerales de interés y etapa de exploración
Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de SNL Metal & Mining y empresas mineras

Varios minerales han sido mencionados en las propiedades de exploración, pero debido a que se encuentran en las etapas iniciales, solo ha sido posible encontrar cuantificación de recursos para 31 de ellas, dando como resultado total la tabla que se muestra a continuación:

Tabla 3 Recursos y reservas minerales en propiedades en exploración

Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de SNL Metal & Mining y empresas mineras

<i>Mineral</i>	Recurso inferido	Recurso medido e indicado	Reserva
<i>Cu (Mton)</i>	7.64	5.63	4.58
<i>Au (kton)</i>	0.44	0.1	0.1
<i>Ag (kton)</i>	2.77	1.28	1.46
<i>Li (Mton)</i>	0.21	1.4	-
<i>Fe (Mton)</i>	2,265.99	40.1	-
<i>Mo (Mton)</i>	0.08	0.15	-
<i>Zn (Mton)</i>	0.07	0.16	-
<i>Pb (Mton)</i>	0.02	0.05	-

Debido a que existen algunas propiedades que se encuentran tipificadas como prospectos, pero declaran tener reservas de algunos minerales, es necesario consolidar los resultados para evaluar el potencial que existe en Chile.

Tabla 4 Recursos y reservas minerales en Chile

Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de SNL Metal & Mining y empresas mineras

<i>Mineral</i>	Recurso inferido	Recurso medido e indicado	Reserva
<i>Cu (Mton)</i>	229.37	224.65	209.14
<i>Au (kton)</i>	1.8	2.07	2.41
<i>Ag (kton)</i>	5.78	7.62	8.64
<i>Li (Mton)</i>	0.38	2.1	8.13
<i>Fe (Mton)</i>	2,881.36	1,597.07	782.71
<i>Mo (Mton)</i>	4.04	3.24	2.25
<i>Zn (Mton)</i>	0.16	0.25	0.05
<i>Pb (Mton)</i>	0.02	0.05	-
<i>Co (Mton)</i>	0.01	0.12	-
<i>Mn (Mton)</i>	0.46	1.43	-

Comparando estos valores con las reservas mundiales informadas por el USGS, Chile lidera la posesión de litio con un 50.2%, seguido por el cobre con un 25.1% y con participaciones menores se encuentran el molibdeno (13%), el oro (4.3%), la plata (1.7%) y el hierro (0.9%). El reducido tonelaje de zinc reportado asigna una participación equivalente a 0%, razón por la cual no se realizarán mayores estudios.

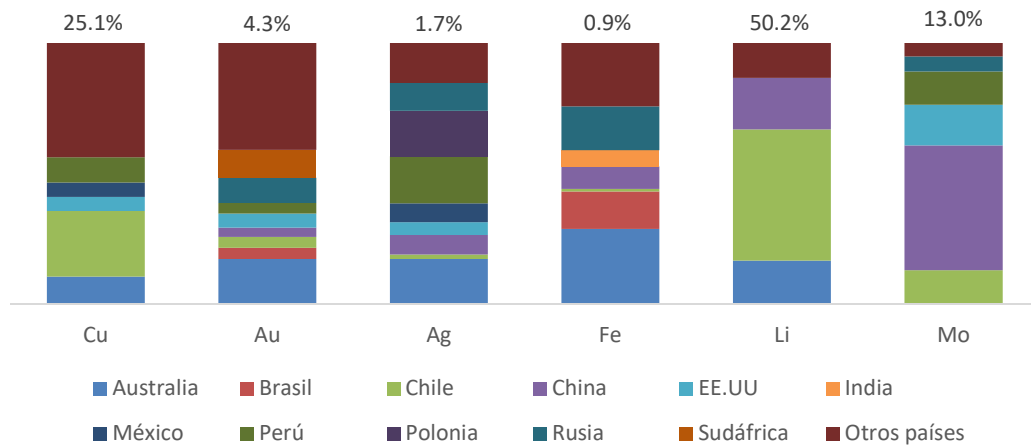


Figura 30 Participación mundial en reservas minerales

Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de SNL Metal & Mining y empresas mineras

Varias toneladas de mineral se encuentran categorizadas como recursos medidos o indicados por no resultar económicamente explotables en base a componentes productivos, medioambientales, sociales o económicos, pero este escenario podría cambiar, ya sea por un aumento sostenido en el precio del metal de interés, la implementación de tecnologías que permitan disminuir costos de extracción o el daño medioambiental, un cambio en la percepción de la comunidad respecto al compromiso que poseen las empresas mineras con el entorno, u otra alternativa que otorgue soluciones a las razones por las que la porción de mineral no ha podido ser categorizada como reserva minera. Es por esto que se simulará la participación chilena a diferentes razones de cambio para: a) minerales que resultaron tener mayor relevancia y b) minerales de menor contribución nacional.

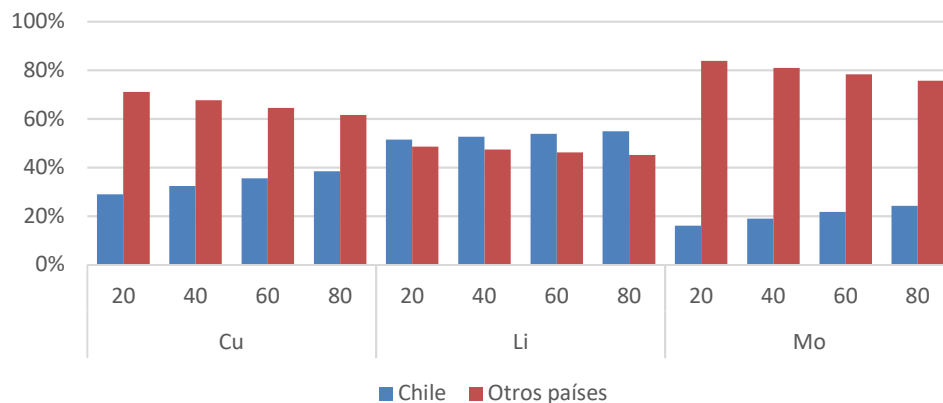


Figura 31 Simulación de reservas minerales a partir de recursos medidos e indicados para minerales con mayor participación a nivel mundial

Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de SNL Metal & Mining y empresas mineras

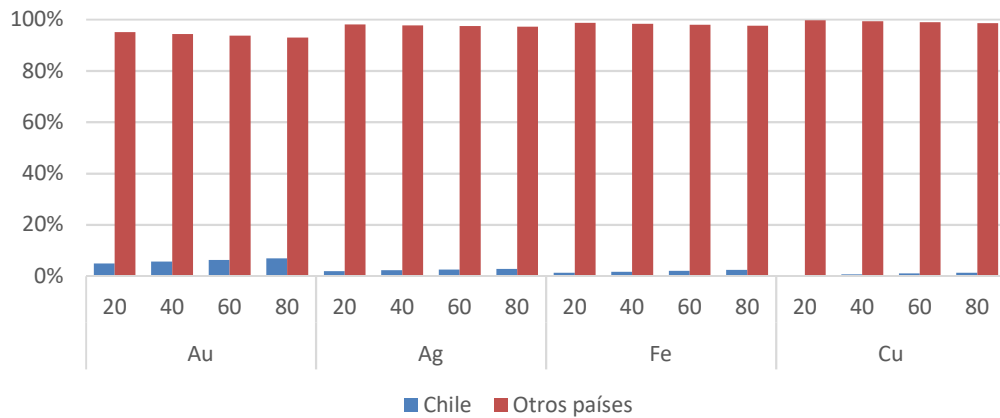


Figura 32 Simulación de reservas minerales a partir de recursos medidos e indicados para minerales con menor participación a nivel mundial

Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de SNL Metal & Mining y empresas mineras

Las figuras 31 y 32 demuestran que los recursos minerales reportados a la fecha no permitirían un aumento significativo de la participación chilena en la posesión de reservas a nivel mundial.

Anteriormente se señaló la presencia de propiedades con concentraciones importantes de elementos que al inicio de este reporte fueron catalogados como críticos para Estados Unidos y la Unión Europea, el cobalto y el titanio, pero estos no son las únicas materias primas críticas que podrían comenzar a explotarse en el país. Empresas exploradoras han mencionado contenidos de los siguientes minerales:

Tabla 5 Prospectos chilenos con materias primas críticas

Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de SNL Metal & Mining y empresas mineras

<i>Mineral</i>	Principal	Secundario
<i>Cobalto</i>	8	6
<i>Titanio</i>	3	1
<i>Uranio</i>	0	6
<i>Platino</i>	0	2
<i>Antimonio</i>	0	1
<i>Tierras raras</i>	0	1

Como se ha mencionado a lo largo de este estudio, uno de los objetivos es georreferenciar prospectos, proyectos y operaciones mineras para establecer relaciones existentes entre los diferentes tipos de geología y la presencia de cada uno de los minerales que se han identificado dentro de los resultados del presente informe.

A la fecha, dos de estos elementos ya pueden ser consultados en la plataforma minería abierta (ver ilustraciones 3 y 4).

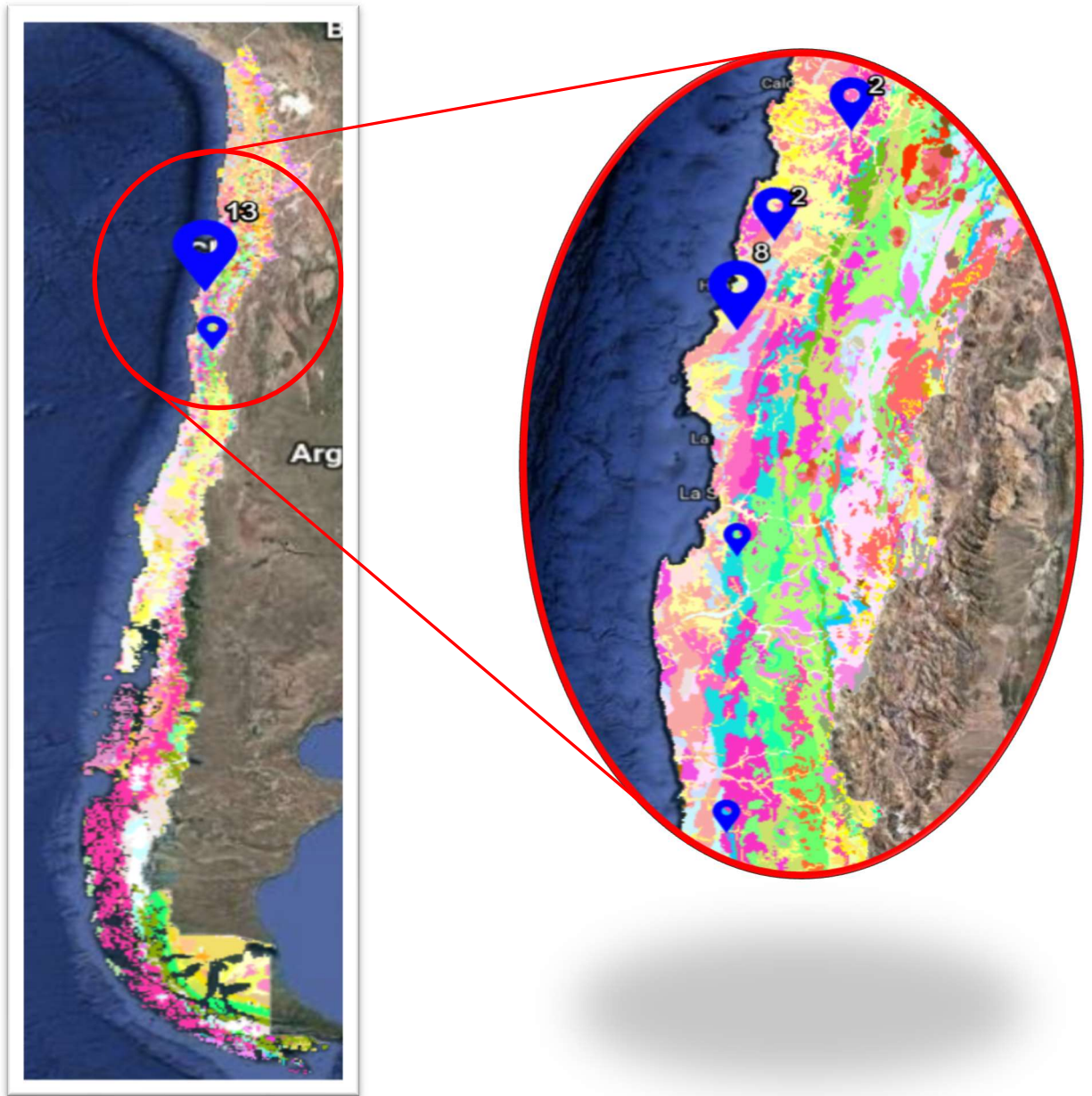


Ilustración 3 Prospectos de uranio georreferenciados

Fuente: Minería Abierta, 2019

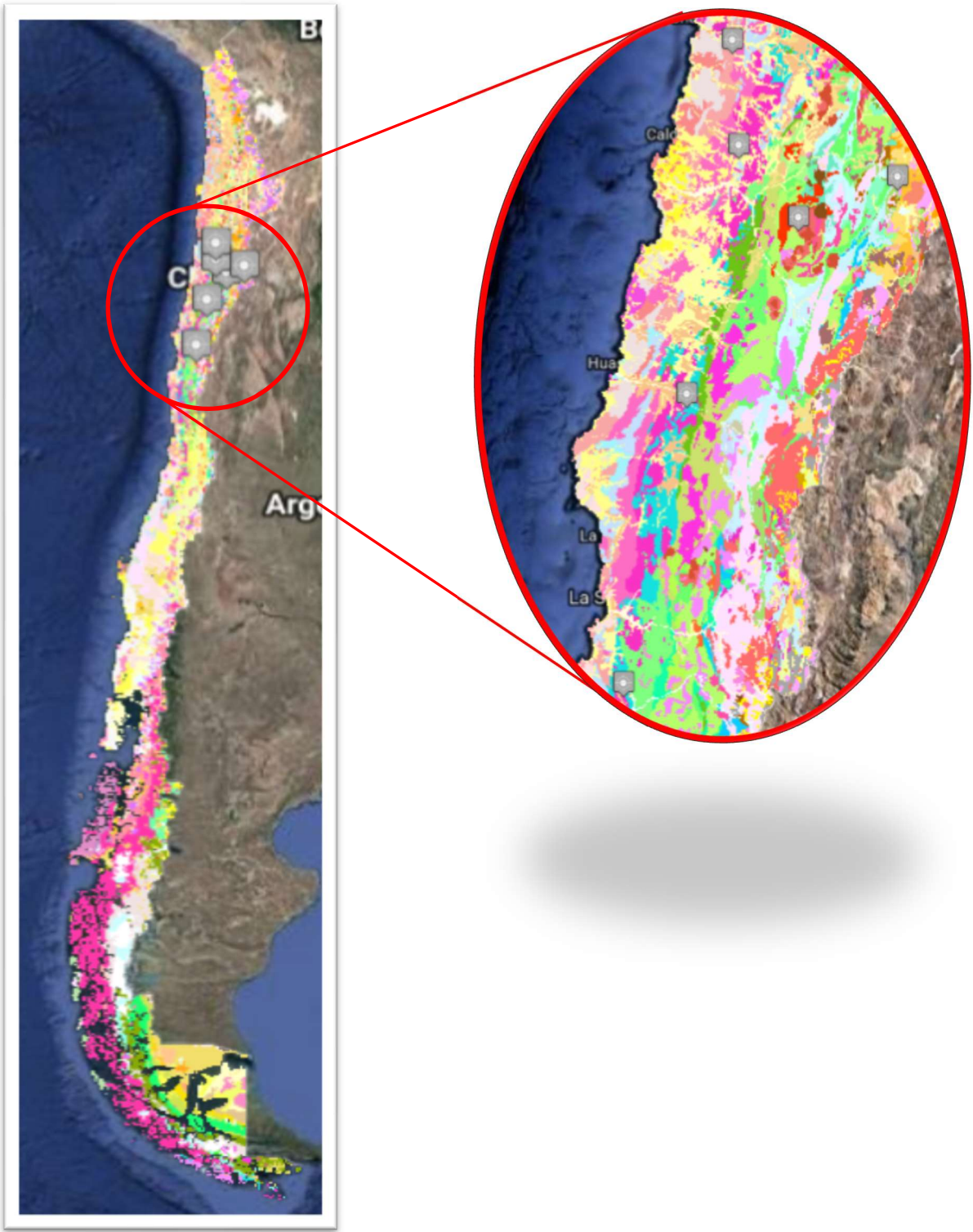


Ilustración 4 Prospectos de uranio georreferenciados
Fuente: Minería Abierta, 2019

V. PROYECCIONES DE MERCADO

V.1 Cobalto

El cobalto ha sido uno de los minerales más mencionados durante los últimos años, ya que es uno de los principales componentes en las baterías utilizadas por vehículos eléctricos y equipos tecnológicos como computadores portátiles y teléfonos inteligentes (Global Energy Metals Corp 2017).

Según proyecciones realizadas por los analistas de Bloomberg New Energy Finance, la escasez de cobalto se podría dar en los próximos años, ya que la industria de automóviles eléctricos se ha expandido con mayor rapidez que la apertura de nuevas minas que produzcan este mineral (Bloomberg 2018b). En el corto plazo, se espera que para el año 2020, un 20% de la demanda se destine a vehículos eléctricos y que un 75% de las baterías de litio contengan cobalto (Global Energy Metals Corp 2017).

En cuanto al largo plazo, se prevé que para el año 2027 la electrificación del sector automotriz y el aumento del uso de aleaciones de níquel destinadas a la industria aeroespacial hagan que el mercado supere las 310 kton, lo que corresponde a un 262% de lo demandado en 2017 (Cision 2018).

La situación se torna más crítica si pensamos que la RDC ocupa la primera posición a nivel mundial en cuanto a producción (59%) y posesión de reservas (50%). Considerando que este país ha sido ligado a la minería ilegal y uso de mano de obra infantil, empresas como Apple, el mayor comprador de cobalto a nivel mundial, han optado por negociar contratos con el objetivo de obtener suministro directo que provenga de empresas mineras que se apeguen a los estándares sociales (Forbes 2018). Una participación mucho menor recae en manos de Australia, Rusia, Filipinas y Canadá (ver gráficos 1 y 2).

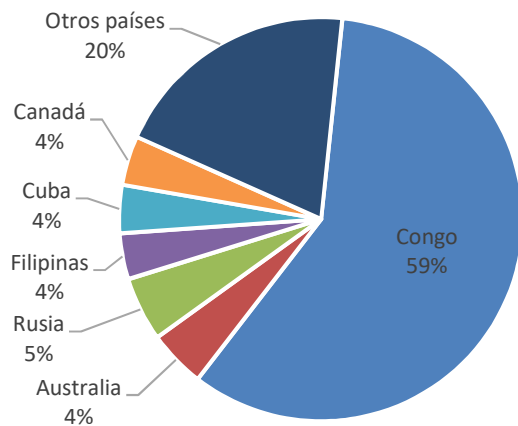


Figura 34 Productores de cobalto 2017

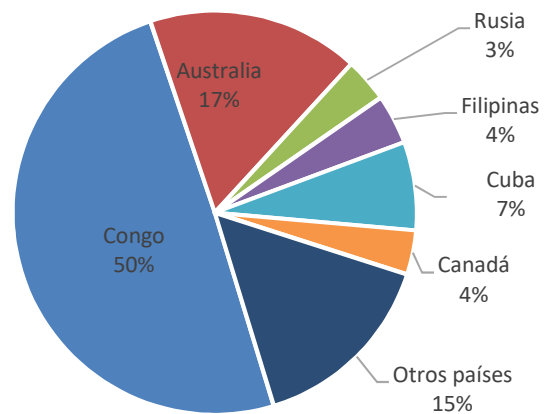


Figura 33 Reservas de cobalto 2017

Fuente: Elaboración propia sobre datos USGS 2017

V.2 Antimonio

El antimonio es un mineral utilizado principalmente por la industria moderna para el desarrollo de baterías plomo-ácido, equipos ignífugos, productos químicos, cerámicas, vidrio y, en el caso de Estados Unidos, para aplicaciones militares (USGS 2017).

La producción mina de antimonio durante el año 2017 alcanzó un total mundial de 146.235 toneladas métricas, provenientes principalmente de China (75%), seguido por Tayikistán (10%), y Rusia (5%).

Las reservas minerales totalizan 1.535.000 toneladas métricas, de las cuales un 31% se encuentra en el país asiático, 23% en Rusia, 20% en poder de Bolivia, 9% en territorio australiano, un 7% en Turquía y el 10% restante está distribuido en otros cuatro países (Estados Unidos, México, Sudáfrica y Tayikistán).

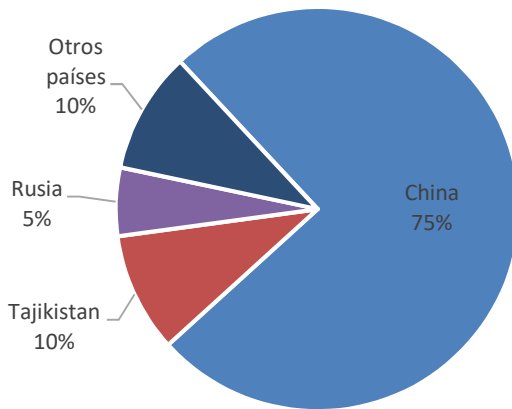


Figura 35 Productores de antimonio 2017

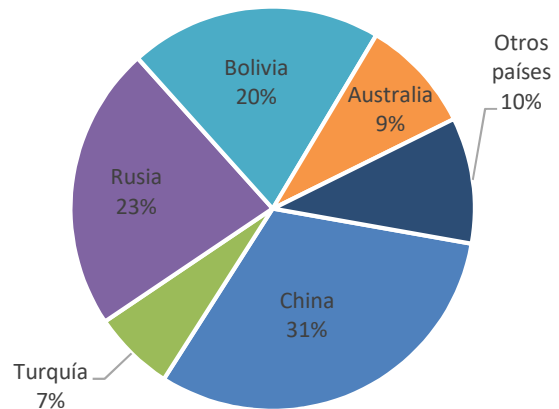


Figura 36 Reservas de antimonio 2017

Fuente: Elaboración propia sobre datos USGS 2017

A la problemática que presenta esta especie de monopolio que posee China se le suma la proyección que realiza la consultora Roskill, en la cual se prevé que en el largo plazo se requerirá del suministro de nuevos productores, ya que se espera un aumento en la demanda y una disminución en la oferta china debido a la caída de las leyes y el cierre de varias de sus faenas por problemas ambientales, lo que no quiere decir que deje de ser el productor que domine el mercado de antimonio (Roskill 2018a).

V.3 Platino

El platino es considerado un mineral crítico, ya que gran parte de su producción es controlada por Sudáfrica (76%), seguido por Rusia que posee una participación del 12% y Zimbabue con un 8% (USGS 2018b). Un problema político con su principal productor podría traer consigo restricciones de suministro para la fabricación de: convertidores catalíticos para automóviles diésel; óxido nítrico como materia prima de explosivos y fertilizantes; catalizadores para la refinación de petróleo crudo y producción de gasolina de alto octanaje; y joyería e inversiones (USGS 2017).

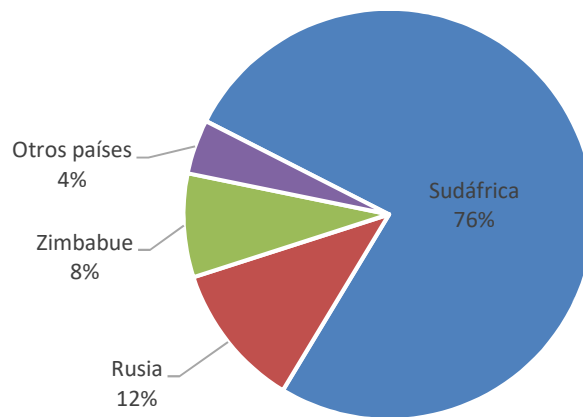


Figura 37 Productores de platino 2017

Fuente: Elaboración propia sobre datos USGS 2017

El World Platinum Investment Council (WPIC) informó que durante el año 2018 hubo un exceso de oferta equivalente a 505.000 onzas debido a la disminución de un 7% en la demanda de los fabricantes de automóviles. Se espera que para el presente año, la disminución en la demanda de los fabricantes de automóviles sufra una desaceleración y que el consumo en joyería e inversiones crezca fuertemente, permitiendo un aumento global de un 2% y una reducción ligera del excedente a 455.000 onzas (Reuters 2018).

Otras fuentes esperan que el consumo de platino para uso en vehículos híbridos aumente significativamente durante los próximos años, ya que la aplicación de economías de escala al aumentar la producción desde 1.000 sistemas a 500.000 por año permitiría disminuir en un 75% el costo de celdas de combustible destinadas a este tipo de transporte (Johnson Matthey 2018). Un aumento de un 500% en la producción pareciera ser un número inalcanzable, pero lo cierto es que las proyecciones presentadas en el Green Car Congress estiman que para el año 2025 la demanda de vehículos híbridos (HEV) alcanzará los 18.9 millones de unidades y que la entrada de los vehículos completamente eléctricos no le quitará mayor parte del mercado, permitiéndole a los HEV alcanzar cifras cercanas a los 18.5 millones en 2027 (Green car congress 2017).

V.4 Tierras Raras

Los elementos de tierras raras son utilizados como componentes en una amplia gama de dispositivos tecnológicos tales como baterías para automóviles híbridos y eléctricos, teléfonos inteligentes, televisores de pantalla plana, luces LED, cámaras digitales y discos duros para computadores (USGS 2014). China y Australia poseen una participación conjunta equivalente a un 94% de la producción mundial, mientras que las reservas se encuentran distribuidas de manera más equitativa con China ocupando el primer lugar del ranking, seguido por Brasil y Vietnam que igualan la participación china (USGS 2018b).

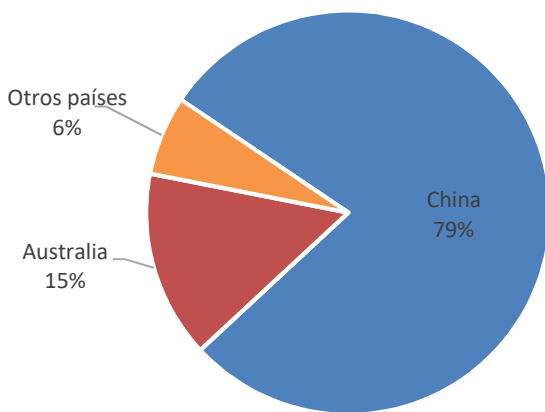


Figura 38 Productores de tierras raras 2017

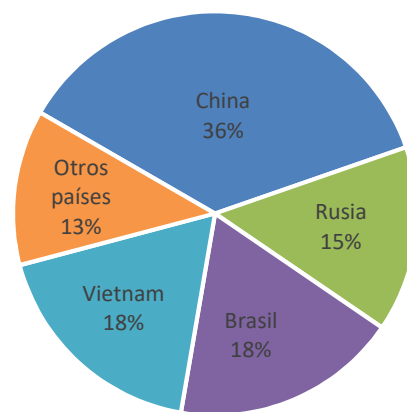


Figura 39 Reservas de tierras raras 2017

Fuente: Elaboración propia sobre datos USGS 2017

Roskill pronostica que la participación de China en la producción mundial se verá afectada producto del aumento significativo de proyectos que ya se han puesto en marcha en Australia, Rusia y parte de América y África. Por otro lado, se espera que la demanda muestre un fuerte crecimiento de aquí hasta el año 2028 por los desarrollos en el uso de imanes utilizados para la generación de energías renovables y la industria automotriz (Roskill 2018c).

V.5 Litio

Uno de los usos que ha permitido el rápido desarrollo de la industria del litio son las baterías recargables para automóviles eléctricos, computadores portátiles y smartphones, los que representaron un 43% de la demanda mundial del mineral durante el año 2017.

Los automóviles eléctricos requirieron de 34 kton en el año 2017, la cual se espera se duplique cerca del 2020 y que mantenga la tendencia de crecimiento hasta el 2027 producto de los precios más competitivos que tendrán los estos vehículos frente a modelos tradicionales que funcionan en base a gasolina o diésel. Además, se espera que los sistemas de almacenamiento de energías renovables como la eólica y solar crezcan a un ritmo similar al ver una disminución en los costos de producción (Roskill 2018b).

Para más información sobre usos, productores y reservas de litio, revisar el capítulo II.3.5.

V.6 Cobre

Al igual que en el caso del litio, el creciente mercado de vehículos eléctricos ha generado un impacto en la demanda de cobre. El estudio titulado *Copper Intensity in the Electrification of Transport and the Integration of Energy Storage* predice que para el año 2027, cerca de 27 millones de vehículos eléctricos de todo tipo (híbrido, híbrido enchufable y eléctricos) circularán por las carreteras del mundo, frente a los 3 millones que existía en 2017. Esto aumentaría la demanda de cobre destinada a este uso desde 185 kton en 2017 a 1.74 Mton en 2027 (Copper Alliance 2017).

Por otra parte, Bloomberg informa que una escasez de suministro se avecina producto de la urbanización y el aumento de energías renovables y vehículos eléctricos, permitiendo que el precio del cobre alcance los 340 cUSD/lb en 2023 y 405 cUSD/lb en 2027 (Bloomberg 2018a).

Para más información sobre usos, productores y reservas de cobre, revisar el capítulo II.3.1.

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos, es posible aseverar que Chile posee un gran potencial de recursos y reservas de cobre, litio, molibdeno y cobalto, pero que no existe mayor incentivo para el desarrollo de este, ya que gran parte de las propiedades de exploración se encuentran en estado desistido o paralizado y solo un 20.75% están activos. Además, de los pocos prospectos que se encuentran activos, muchos están en las etapas generativa o de seguimiento, lo que indica que en caso de llegar a materializarse como operación, sería en el largo plazo.

En cuanto a la procedencia de inversión para trabajos de exploración en el país, resulta que Chile se encuentra en el tercer lugar, luego de Australia y Canadá. Esto se debe a que Australia y Canadá poseen bolsas de valores que listan un gran número de empresas exploradoras en las que personas naturales tienen la oportunidad de invertir, mientras que nuestro país carece de este campo del mercado y las opciones de financiamiento se reducen a fondos de inversión privados o a reinversiones de empresas estatales como Codelco y Enami.

Al analizar el potencial que aportaría cada uno de los minerales, el resultado es bastante favorable para Chile, ya que se posiciona en el primer lugar del ranking de reservas a nivel mundial con dos minerales: el litio que se adjudica un 50.2% y el cobre con 25.1%. Dos posiciones más abajo es posible ubicar al molibdeno con un 13% de las reservas y en puestos que podrían resultar menos llamativos encontramos el oro (5° lugar con 4.3%) y el hierro (6° puesto con 0.9%).

Los valores mencionados anteriormente no cambiarían en gran medida al considerar que parte de los recursos medidos e indicados que se han reportado hasta la fecha pasaran a ser catalogados como reservas mineras, lo que hace necesario crear estrategias que incentiven los trabajos de exploración si se desea que la participación nacional siga aumentando.

Perspectivas a mediano y largo plazo permiten afirmar que la industria del cobre y litio verán un aumento en la demanda a partir de los inicios de la siguiente década, la que se mantendría por lo menos durante unos 7 años producto de la urbanización y la mayor utilización de automóviles eléctricos. Chile, al ser el mayor productor de cobre y el segundo de litio sería quien domine el mercado de materias primas cruciales para el desarrollo de las tecnologías emergentes.

Otros minerales que se han encontrado son clave para ayudar en la diversificación de la industria extractiva en Chile, siendo el cobalto el más llamativo, puesto que a la fecha existen 14 propiedades en exploración, pero debido a la inminente escasez mundial del mineral es necesario apresurar la evaluación de los recursos existentes para seleccionar aquellos que sean económicamente explotables e iniciar los trabajos de puesta en marcha para las operaciones de extracción, lo que le permitiría a Chile ingresar al mercado del cobalto y quitar participación a la RDC que es el principal productor.

El antimonio también presentará escasez en el largo plazo, pero lamentablemente en Chile solo se ha encontrado un prospecto, lo que no permitiría una participación significativa a nivel mundial, ya que China se adjudica grandes reservas y el primer lugar en producción.

En el campo del platino y las tierras raras se observa menos posibilidades para que Chile sea un productor competitivo en el corto plazo, ya que para el primero existe un exceso de oferta y para el segundo se dieron a conocer algunos países que trabajan para poner en marcha sus operaciones, razón por la que la entrada de Chile no tendría gran relevancia a nivel mundial. No obstante, considerando que estos prospectos recién están en etapa de exploración y que la puesta en marcha de operaciones mineras lleva un período no menor a 10 años, nuevos descubrimientos de estas materias primas podrían abrir oportunidades de negocio destinados a satisfacer el aumento de la demanda que se espera para el largo plazo.

Finalmente, es importante destacar que el descubrimiento de una pequeña cantidad de propiedades con minerales como las tierras raras, el antimonio y el platino dan luces de que el territorio chileno es capaz de ofrecer una gama de minerales mucho más amplia de lo que se piensa y que un aumento en los trabajos de exploración son cruciales para seguir ingresando de manera competitiva a nuevos mercados y ayudar a disminuir la dependencia que poseemos ante el metal rojo.

VII. RECOMENDACIONES

Se observa que muchas veces los prospectos son castigados por los objetivos que posee la empresa exploradora, ya que ésta al tener pocos recursos económicos opta por desistir ciertas propiedades con menor proyección, pero que podrían ser de interés para otras compañías que son menos ambiciosas o que están dispuestas a dedicar más tiempo en sondeos para obtener resultados positivos. Una solución a esta problemática podría ser la creación de una bolsa de valores nacional que fomente la inversión nacional en campañas de exploración dentro de propiedades que han dejado de ser de interés para compañías extranjeras.

Otro aspecto que puede jugar un papel importante en la baja competencia y posible relajamiento en el descubrimiento de nuevos yacimientos radica en que las concesiones solo exigen el pago de patentes, razón por la que muchas empresas mantienen los terrenos a su nombre mediante el pago de éstas, pero no las exploran, ya que destinan sus recursos según el atractivo económico de la propiedad o a aquellas que se ubican en países que si poseen como requisito la realización de trabajos para conservar los prospectos.

Por último, es necesario mencionar que se observan vacíos respecto al estado actual de los prospectos, ya que en muchos casos no es posible identificar si estos fueron desistidos o vendidos a otra compañía. En esta materia sería necesario que las concesiones de exploración exijan que las empresas entreguen informes anuales con el estado de la propiedad y los resultados que vayan obteniendo de las campañas de sondeo.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Admiralty Resources (2018): Quarterly activities report for the quarter ended 30 september 2018. Disponible en línea en <https://www.asx.com.au/asxpdf/20181031/pdf/43zvw9kzw493ns.pdf>.

Aethon Minerals Corp (2018a): Aethon Minerals Announces Drill Results from the Llanos Project in Chile. Disponible en línea en <http://www.aethonminerals.com/news/122495>.

Aethon Minerals Corp (2018b): Aethon Minerals Announces Option to Acquire the Llanos De Llahuin Project in Chile. Disponible en línea en <http://www.aethonminerals.com/news/122491>.

Aethon Minerals Corp (2018c): Condensed interim consolidated financial statements for the three and nine months ended august 31, 2018. Disponible en línea en <https://www.sedar.com/GetFile.do?lang=EN&docClass=5&issuerNo=00032779&issuerType=03&projectNo=02833393&docId=4404835>.

Aethon Minerals Corp (2018d): Exciting Copper Exploration & Development Company Uniquely Positioned for Growth. Disponible en línea en <http://aethonminerals.com/storage/coming-soon/aethon-minerals-corporate-presentation-march-2018.pdf>.

Aftermath Silver LTD. (2018a): Execution of definitive agreement to purchase the advanced cachinal silver – gold project, Chile. Disponible en línea en <https://aftermathsilver.com/news/execution-of-definitive-agreement-to-purchase-the-advanced-cachinal-silver-gold-project-chile/>.

Aftermath Silver LTD. (2018b): Execution of non-binding letter of intent to purchase the advanced challacollo silver - gold project, chile. Disponible en línea en <https://www.sedar.com/GetFile.do?lang=EN&docClass=8&issuerNo=00031873&issuerType=03&projectNo=02801502&docId=4361870>.

Amerigo Resources (2018): Annual information form for the year ended december 31, 2017. Disponible en línea en <https://www.sedar.com/GetFile.do?lang=EN&docClass=1&issuerNo=00005967&issuerType=03&projectNo=02749969&docId=4286144>.

Andes Iron (2018): Proyectos. Disponible en línea en <http://www.andesiron.com/proyectos/>.

Anglo American (2018): Ore reserves and mineral resources report 2017. Disponible en línea en <https://www.angloamerican.com/~media/Files/A/Anglo-American-PLC-V2/documents/annual-updates-2018/aa-ore-reserves-and-mineral-resources-2017.pdf>.

Antofagasta Minerals (2018): Annual report and financial statements 2017. Disponible en línea en http://www.aminerals.cl/media/5539/antofagasta-minerals_annual-report-aplc_2017.pdf.

Arena Minerals (2018): Arena Minerals announces closing of private placement financing. Disponible en línea en <http://arenaminerals.com/arena-minerals-announces-closing-of-private-placement-financing/>.

Atacama Pacific Gold Corporation (2018): Annual information form for fiscal year ended march 31, 2017. Disponible en línea en <https://www.sedar.com/GetFile.do?lang=EN&docClass=1&issuerNo=00030501&issuerType=03&projectNo=02769500&docId=4316068>.

Auryn Mining Corp (2018): Las Dos Marias Project Update – 2018-10-07. Disponible en línea en <https://aurynminingcorp.com/las-dos-marias-project-update-2018-10-07/>.

Austin Resources LTD. (2015): Management’s discussion and analysis for the three and nine months ended september 30, 2015. Disponible en línea en <https://www.sedar.com/GetFile.do?lang=EN&docClass=7&issuerNo=00029667&issuerType=03&projectNo=02422834&docId=3834540>.

Austin Resources LTD. (2018): Interim management’s discussion and analysis - quarterly highlights for the three and nine months ended september 30, 2018. Disponible en línea en <https://www.sedar.com/GetFile.do?lang=EN&docClass=7&issuerNo=00029667&issuerType=03&projectNo=02848550&docId=4427173>.

Austral Gold (2018): Austral gold reports Q3 2018 results. Disponible en línea en https://www.australgold.com/wp-content/uploads/2018/10/2018-10-31_AGD-Sept-2018-Quarterly-activity-report-and-media-release.pdf.

Banchile Inversiones (2018): Banchile fondo de inversión minero Asset Chile. Disponible en línea en http://www.banchileinversiones.cl/sist_banchile/pdf/fondos_mutuos/ficha_tecnica/bchftmin_a.pdf.

BHP (2018): Annual report. Disponible en línea en <https://www.bhp.com/-/media/documents/investors/annual-reports/2018/bhpannualreport2018.pdf?la=en>.

Biolantánidos (2018): Biolantánidos ingresa estudio de impacto ambiental de proyecto de tierras raras pionero en chile. Disponible en línea en <http://www.biolantanidos.com/biolantanidos-ingresa-estudio-de-impacto-ambiental-de-proyecto-de-tierras-raras-pionero-en-chile/?lang=es>.

Bloomberg (2018a): Copper prices are about to go on steroids, citi says. Disponible en línea en <https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-07-18/prepare-for-copper-on-steroids-as-trump-slump-belies-shortage>.

Bloomberg (2018b): Threat of cobalt shock is a top risk for electric vehicles. Disponible en línea en <https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-05-21/threat-of-cobalt-supply-shock-is-top-risk-for-electric-vehicles>.

Blue Moon Zinc (2018): Consolidated financial statements for the years ended december 31, 2017 and 2017. Disponible en línea en <https://www.sedar.com/GetFile.do?lang=EN&docClass=5&issuerNo=00025425&issuerType=03&projectNo=02760301&docId=4301636>.

CAP (2018): Memoria anual 2017. Disponible en línea en http://www.cap.cl/cap/site/artic/20180329/asocfile/20180329161409/mem_cap_sa_2017_espan_ol_final.pdf.

Capstone Mining (2018a): Capstone Mining 2017 production results and 2018 operating and capital guidance. Disponible en línea en <https://capstonemining.com/news/news-details/2018/Capstone-Mining-2017-Production-Results-and-2018-Operating-and-Capital-Guidance/default.aspx>.

Capstone Mining (2018b): Santo domingo mineral reserves & resources. Disponible en línea en <https://capstonemining.com/operations/santo-domingo/Santo-Domingo-Reserves--Resources/default.aspx>.

Caserones (2018): Memoria anual 2017. Disponible en línea en <http://www.svs.cl/institucional/mercados/entidad.php?mercado=O&rut=99531960&grupo=&tipoentidad=SARYT&row=AAAFuABRAAADMAAA&vig=VI&control=svs&pestanía=32>.

Castillo Copper Limited (2018): Castillo Copper Limited 30 June 2018 Annual Report. Disponible en línea en https://www.castillocopper.com/wp-content/uploads/2018/10/CCZ_Annual_Report_2018.pdf.

Cerro Grande Mining Corporation (2015): Corporate Presentation. Disponible en línea en <https://slideplayer.com/slide/4885394/>.

Cerro Grande Mining Corporation (2018): Management's discussion and analysis financial conditions and results of operations. Disponible en línea en <https://sedar.com/GetFile.do?lang=EN&docClass=7&issuerNo=00003013&issuerType=03&projectNo=02815623&docId=4379417>.

Cerro Mining Corp (2018): Consolidated financial statements years ended January 31, 2018 and 2017. Disponible en línea en <https://sedar.com/GetFile.do?lang=EN&docClass=5&issuerNo=00009085&issuerType=03&projectNo=02782134&docId=4334646>.

Chilean Metals Inc. (2015): Management discussion and analysis three and nine months ended September 30, 2015. Disponible en línea en <https://www.sedar.com/GetFile.do?lang=EN&docClass=7&issuerNo=00007586&issuerType=03&projectNo=02421945&docId=3834028>.

Chilean Metals Inc. (2018): Management's discussion and analysis - quarterly highlights three and nine months ended September 30, 2018. Disponible en línea en <https://www.sedar.com/GetFile.do?lang=EN&docClass=7&issuerNo=00007586&issuerType=03&projectNo=02849983&docId=4429142>.

Cision (2018): <https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-05-21/threat-of-cobalt-supply-shock-is-top-risk-for-electric-vehicles>. Disponible en línea en <https://www.prnewswire.com/news-releases/roskill-cobalt-demand-in-batteries-set-to-grow-at-145py-to-2027-685339081.html>.

CME Group. Disponible en línea en <https://www.cmegroup.com>.

Codelco: Presencia mundial. Disponible en línea en https://www.codelco.com/presencia-mundial/prontus_codelco/2011-02-25/155417.html.

Codelco (2018a): Exploración minera e internacionalización. Disponible en línea en https://www.codelco.com/memoria2017/site/artic/20180408/asocfile/20180408172820/mem_codelco_2017_exploracion_minera_e_internacionalizacion.pdf.

Codelco (2018b): Memoria anual 2017. Disponible en línea en https://www.codelco.com/memoria2017/site/artic/20180312/asocfile/20180312173849/memoria_anual_codelco_2017.pdf.

Comet Exploration (2018): Exploration Projects. Disponible en línea en <http://www.cometexploration.com/exploration-projects.aspx>.

Comisión Calificadora de Competencias en Recursos y Reservas Mineras: Código para Informar sobre los Resultados de Exploración, Recursos Minerales y Reservas Minerales.

Condor Resources INC (2012): Precious and base metals in south america. Disponible en línea en <http://www.condorresources.com/i/pdf/Condor-Nov-2012-Presentation.pdf>.

Condor Resources INC (2014): Management's discussion and analysis for the year ended February 28, 2014. Disponible en línea en <https://www.sedar.com/GetFile.do?lang=EN&docClass=7&issuerNo=00022871&issuerType=03&projectNo=02228977&docId=3568164>.

Consejo Minero (2018): Cifras actualizadas de la minería. Disponible en línea en <https://consejominero.cl/inicio/chile-pais-minero/mineria-en-cifras/>.

Copper Alliance (2017): The electric vehicle market and copper demand. Disponible en línea en <https://copperalliance.org/wordpress/wp-content/uploads/2017/06/2017.06-E-Mobility-Factsheet-1.pdf>.

Cornerstone Capital Resources Inc (2014): Investment highlights. Disponible en línea en http://www.cornerstoneresources.com/i/pdf/Presentations_0114_CRISummary.pdf.

Cornerstone Capital Resources Inc (2018): Management's discussion & analysis of financial conditions & results of operations for the three and six months ended june 30, 2018. Disponible en línea en http://www.cornerstoneresources.com/i/pdf/Financials_MD&A2Q18.pdf.

Coro Mining Corp (2018a): Annual information. Disponible en línea en <https://www.sedar.com/GetFile.do?lang=EN&docClass=1&issuerNo=00025132&issuerType=03&projectNo=02751380&docId=4287425>.

Coro Mining Corp (2018b): Management's discussion and analysis. Disponible en línea en <https://www.sedar.com/GetFile.do?lang=EN&docClass=7&issuerNo=00025132&issuerType=03&projectNo=02806811&docId=4370031>.

Coro Mining Corp (2018c): Management's discussion and analysis for the three and nine months ended september 30, 2018 and 2017. Disponible en línea en <https://sedar.com/GetFile.do?lang=EN&docClass=7&issuerNo=00025132&issuerType=03&projectNo=02841226&docId=4416764>.

Cougar Metals (2018): Field work commences at plateado cobalt project in Chile. Disponible en línea en <http://www.cgm.com.au/admin/archivos/files/2018/180403-Plateado-Cobalt-update.pdf>.

Darien Resources Development Corp. (2018): Darien announces option to purchase cristal copper project in chile. Disponible en línea en <https://www.newenergymetals.ca/wp-content/uploads/2018/04/March-1st-News-Release.pdf>.

El Mercurio (2018): Descubrimiento de litio en Perú.

Empresas Copec (2015): Memoria Anual 2014. Disponible en línea en https://www.empresascopec.cl/memoria2014/pdf/memoria_anual_2014.pdf.

Emu NL (2018): Activity report for the quarter ending 30 september 2018. Disponible en línea en https://docs.wixstatic.com/ugd/8d6671_dc2923cec6ab4e6dac15d86f44cec5f4.pdf.

Eqqus Mining Limited (2017): Quarterly activities report june 2017. Disponible en línea en http://www.eqqusmining.com/wp-content/uploads/2012/11/pjn9005-Quarterly-Activities-Report-June-2017_Final.pdf.

Eqqus Mining Limited (2018a): Annual Report. Disponible en línea en http://www.eqqusmining.com/wp-content/uploads/2018/10/EquusMiningLtd_AR_2018.pdf.

Eqqus Mining Limited (2018b): Quarterly activities report june 2018. Disponible en línea en <http://www.eqqusmining.com/wp-content/uploads/2018/10/quarter-act-report-jun18.pdf>.

Equinox Gold (2018): Management's discussion and analysis for the three and nine months ended september 30, 2018. Disponible en línea en https://www.equinoxgold.com/_resources/investors/financials/2018-Q3-EQX-MDA.pdf.

European Commission: Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions.

Filo Mining Corp (2018a): Filo del Sol Project. Disponible en línea en <https://filo-mining.com/assets/docs/maps/180427-Filo-Plan-map.pdf>.

Filo Mining Corp (2018b): Filo Mining drills 50 metres of 236.4 g/t silver, 0.56% copper, 0.50 g/t gold and 36 metres of 1.45% copper at Filo del Sol. Disponible en línea en <https://www.sedar.com/GetFile.do?lang=EN&docClass=8&issuerNo=00039553&issuerType=03&projectNo=02762122&docId=4304447>.

Filo Mining Corp (2018c): Management's discussion and analysis three and nine months ended september 30, 2018. Disponible en línea en <https://www.sedar.com/GetFile.do?lang=EN&docClass=7&issuerNo=00039553&issuerType=03&projectNo=02841020&docId=4416438>.

Fiore Gold LTD. (2017): Management's discussion and analysis of Fiore Gold LTD. for the years ended September 30, 2017 and 2016. Disponible en línea en <https://www.sedar.com/GetFile.do?lang=EN&docClass=7&issuerNo=00043553&issuerType=03&projectNo=02721201&docId=4247047>.

Fiore Gold LTD. (2018a): Fiore gold ltd. Identifies high-sulphidation epithermal gold target at its rio loa project, Chile (Figure 1). Disponible en línea en <https://fioregold.com/fiore-gold-ltd-identifies-high-sulphidation-epithermal-gold-target-at-its-rio-loa-project-chile/>.

Fiore Gold LTD. (2018b): Fiore gold provides an update on its chilean exploration projects. Disponible en línea en <http://fioregold.com/fiore-gold-provides-an-update-on-its-chilean-exploration-projects/>.

Forbes (2018): The World's Cobalt Supply Is In Jeopardy. Disponible en línea en <https://www.forbes.com/sites/greatspeculations/2018/02/27/the-worlds-cobalt-supply-is-in-jeopardy/#301f49861be5>.

Fundamental Research Corp. (2018): Chilean Metals Inc. (TSXV: CMX / OTCQB: CMETF / SSE: CMX / FRA: IW1) - Initiating Coverage – IOCG in Chile and Nova Scotia. Disponible en línea en https://www.baystreet.ca/articles/research_reports/fundamental_research/Chilean-Jan-2018-1.pdf.

Genlith (2018): Baltum minería, chilean cobalt corp. Subsidiary, signs memorandum of understanding with ENAMI. Disponible en línea en <https://www.genlith.com/news/c3enami>.

Glencore (2018): Resources and reserves as at 31 december 2017. Disponible en línea en <https://www.glencore.com/dam/jcr:a2823ab5-5715-463d-83d2-a14ab0c0e8e3/GLEN-2017-Resources-Reserves-Report.pdf>.

Global Energy Metals Corp (2017): Cobalt demand. Disponible en línea en <https://www.globalenergymetals.com/cobalt/cobalt-demand/>.

Gold Fields (2018): Salares norte, Chile. Disponible en línea en <http://www.goldfields.com/salares-norte-chile.php>.

Green car congress (2017): BCG forecasts electrified vehicles to take half of global auto market by 2030; hybrids to dominate. Disponible en línea en <https://www.greencarcongress.com/2017/11/20171103-bcg.html>.

Greenpeace: Plásticos. Disponible en línea en <https://es.greenpeace.org>.

Handa Mining Corp (2018): Mejillones phosphate project. Disponible en línea en <http://handamining.com/portfolio/mejillones>.

Helix Resources (2013): Copper and gold discoveries in infrastructure - Rich mineral provinces. Disponible en línea en <https://www.asx.com.au/asxpdf/20130913/pdf/42bjbm9wbx0wn7.pdf>.

Helix Resources (2018): Quarterly report. Quarterly activities and highlights. Disponible en línea en <https://www.asx.com.au/asxpdf/20181031/pdf/43zvrk82wz50nm.pdf>.

Hochschild Mining (2018): Presentations. Disponible en línea en <http://www.hochschildmining.com/es/inversores/presentaciones>.

Hot Chili (2016a): Hot chili delivers PFS and near doubles reserves at productora. Disponible en línea en <https://www.asx.com.au/asxpdf/20160302/pdf/435jrfkt4gj8n7.pdf>.

Hot Chili (2016b): Quarterly report. Disponible en línea en <https://www.asx.com.au/asxpdf/20160427/pdf/436s13dzqlf48y.pdf>.

Hot Chili (2018): Annual report. Disponible en línea en <https://www.asx.com.au/asxpdf/20180928/pdf/43ysh1k2r1bfpw.pdf>.

Inspiration Mining (2018): Condensed interim consolidated financial statements nine months ended June 30, 2018. Disponible en línea en <https://www.sedar.com/GetFile.do?lang=EN&docClass=5&issuerNo=00005581&issuerType=03&projectNo=02815451&docId=4379276>.

Johnson Matthey (2018): PGM Market Report. Disponible en línea en http://www.platinum.matthey.com/documents/new-item/pgm%20market%20reports/pgm_market_report_may_2018.pdf.

Kairos Metals Corp (2018): Management discussion and analysis. Disponible en línea en <https://www.sedar.com/GetFile.do?lang=EN&docClass=7&issuerNo=00045146&issuerType=03&projectNo=02849991&docId=4429192>.

Kingsgate Consolidated Limited (2018): Annual report. Disponible en línea en http://www.kingsgate.com.au/wp-content/uploads/2018/10/181018-KCN_AR2018.pdf.

Kinross (2018): 2017 Annual mineral reserve and resource statement. Disponible en línea en [https://s2.q4cdn.com/496390694/files/doc_financials/quarterly_reports/2017/q4/Reserves-and-Resources-FINAL-\(1\).pdf](https://s2.q4cdn.com/496390694/files/doc_financials/quarterly_reports/2017/q4/Reserves-and-Resources-FINAL-(1).pdf).

La Tercera (2018): Minera canadiense halla yacimiento de litio en Perú que podría ser el más grande del mundo. Disponible en línea en <https://www.latercera.com/pulso/noticia/minera-canadiense-halla-yacimiento-litio-uranio-los-andes-peruanos/246637/>.

Lachlan Star Limited (2018): Annual report 30 June 2018. Disponible en línea en <https://www.asx.com.au/asxpdf/20180928/pdf/43ytdskhw1n5x4.pdf>.

Lithium Americas (2018): Thacker Pass. Disponible en línea en <http://lithiumamericas.com/thacker-pass/>.

Lithium Chile (2018a): Lithium Chile identifies 58 Km2 High-priority target area at Coipasa, Chile. Disponible en línea en <https://www.lithiumchile.ca/news/lithium-chile-identifies-58km2-high-priority-target-area-at-coipasa-chile/>.

Lithium Chile (2018b): Lithium Chile property location map. Disponible en línea en <https://www.lithiumchile.ca/projects/attachment/lithium-chile-property-location-map-2/>.

London Metal Exchange (2018). Disponible en línea en www.lme.com.

Lundin Mining (2017): Admission to trading on nasdaq stockholm of common shares of lundin mining corporation. Disponible en línea en <https://www.lundinmining.com/site/assets/files/4566/2017-swe-prospectus.pdf>.

Lundin Mining (2018): Technical report for the candelaria copper mining complex, atacama region, region II, chile. Disponible en línea en <https://www.sedar.com/GetFile.do?lang=EN&docClass=24&issuerNo=00025806&issuerType=03&projectNo=02849657&docId=4428704>.

Mandalay Resources (2018): Annual information form. Disponible en línea en https://www.mandalayresources.com/wp-content/uploads/2015/02/MND_AIF_2018.pdf.

Mariana Resources Ltd. (2017): Annual report and consolidated annual financial statements for the year ended 31 december 2016. Disponible en línea en http://docs.wixstatic.com/ugd/24ee23_a1a5dbc1e15d40e489e711da2bad29f9.pdf.

Metminco (2012): Annual Report 2011. Disponible en línea en http://www.metminco.com.au/site/PDF/1661_0/AnnualReport2011.

Metminco (2016): Annual report for the tear ended 31 december 2015. Disponible en línea en http://www.metminco.com.au/site/PDF/2333_1/AnnualReport2015.

Minera IRL (2018): Management's discussion and analysis for the third quarter ended 30 september 2018. Disponible en línea en <http://minera-irl.com/files/2018-pdf/en/Q3%202018%20v.11%20Nov%20-%20consolidated%20-%20MDA%20-%20English.pdf>.

Minerals Education Coalition: Mineral Resources Database.

Mineria Activa (2018a): Exploradora - high grade copper.zinc.silver project. Disponible en línea en <http://www.mineriaactiva.com/wp-content/uploads/2018/03/Exploradora-Teaser-February-2018.pdf>.

Mineria Activa (2018b): IMAN iron ire-scandium underground project. Disponible en línea en <http://www.mineriaactiva.com/wp-content/uploads/2018/03/Iman-Teaser-March-2018.pdf>.

Minería Activa (2018c): Investments. Disponible en línea en http://www.mineriaactiva.com/?page_id=1945.

Minería chilena: Chile pierde participación en mercado del cobre por noveno año consecutivo. Disponible en línea en <http://www.mch.cl/2018/02/12/chile-pierde-participacion-mercado-del-cobre-noveno-ano-consecutivo/>.

Ministerio de Minería: Decreto Supremo N° 132.

Mirasol Resources (2017): Mirasol resources defines three porphyry copper targets at 100% owned rubi project, northern chile. Disponible en línea en <http://mirasolresources.com/mirasol-resources-defines-three-porphyry-copper-targets-100-owned-rubi-project-northern-chile/>.

Mirasol Resources (2018a): Altazor gold project update: mirasol receives option payment as newcrest exercises farm-in stage of the altazor agreement, and reports exploration results from first season exploration. Disponible en línea en <http://mirasolresources.com/altazor-gold-project-update-mirasol-receives-option-payment-as-newcrest-exercises-farm-in-stage-of-the-altazor-agreement-and-reports-exploration-results-from-first-season-exploration/>.

Mirasol Resources (2018b): Precious metals summit - beaver creek 2018. Disponible en línea en http://mirasolresources.com/wp-content/uploads/2018/09/MRZ_PMS_Presentation_Sept_2018.pdf.

Mirasol Resources (2018c): Termination of the gorbea joint venture. Disponible en línea en <http://mirasolresources.com/termination-of-the-gorbea-joint-venture/>.

New Energy Metals Corp (2018): New energy metals receives approval for cobalt acquisitions. Disponible en línea en https://www.newenergymetals.ca/wp-content/uploads/2018/06/NR18-11-TSXVAp-3Cobalt-Jun04_18.pdf.

New Process (2018): Prospección minera cutter cove. Disponible en línea en <https://www.newprocess.cl/ver-proyecto.php?id=2591&nombre=prospeccion-minera-cutter-cove-etapa-iv>.

NGEx Resources: Condensed interim consolidated statements of financial position. Disponible en línea en <https://www.sedar.com/GetFile.do?lang=EN&docClass=5&issuerNo=00002899&issuerType=03&projectNo=02838611&docId=4412974>.

NGEx Resources (2016): Assets. Disponible en línea en http://www.ngexresources.com/site/assets/files/3469/project-constellation-2016_page_1.jpg.

Oro Verde Limited (2013): Annual report 2013. Disponible en línea en http://fd.cdn.auroracms.com/resources/19/0000/8047/0108_ov_annual_report_web_aug13.pdf.

Oro Verde Limited (2018): Annual report 2018. Disponible en línea en http://oroverde.com.au/wp-content/uploads/2018/11/181016_Oro-Verde-Limited-Annual-Report-sm-compressed-1.pdf.

Orosur Mining Inc (2018a): Consolidated financial statements for the years ended may 31, 2018 and 2017. Disponible en línea en <https://www.sedar.com/GetFile.do?lang=EN&docClass=5&issuerNo=00004014&issuerType=03&projectNo=02818108&docId=4381778>.

Orosur Mining Inc (2018b): Termination of anillo option agreement. Disponible en línea en <https://www.businesswire.com/news/home/20180524006313/en/Orosur-Mining-%E2%80%93-Termination-Anillo-Option-Agreement>.

PanAust (2018): Inca de oro copper-gold project and carmen deposit sale process. Disponible en línea en https://panaust.com.au/sites/default/files/20180110_Inca%20de%20Oro%20Copper-Gold%20Project%20and%20Carmen%20deposit%20sale%20process.pdf.

Pucobre (2018a): Estados financieros intermedios por los periodos de nueve y tres meses terminados el 30 de septiembre del 2018 y 2017. Disponible en línea en <http://pucobre.cl/common/asp/pagAtachadorVisualizador.asp?argCryptedData=GP1TkTXdhRJAS2Wp3v88hIhcUnK2%2Bcq0q89cmzNMQGw%3D&argModo=&argOrigen=BD&argFlagYaGrabados=&argArchivoId=45985>.

Pucobre (2018b): Ficha técnica: proyecto tovaku. Disponible en línea en <http://pucobre.cl/common/asp/pagAtachadorVisualizador.asp?argCryptedData=GP1TkTXdhRJAS2Wp3v88hHNdxoix5noakml9EkwRPIU%3D&argModo=&argOrigen=BD&argFlagYaGrabados=&argArchivoId=45807>.

Pucobre (2018c): Memoria anual 2017. Disponible en línea en <http://pucobre.cl/common/asp/pagAtachadorVisualizador.asp?argCryptedData=GP1TkTXdhRJAS2Wp3v88hP%2FqAi%2BWtrcl77gDsF3EeV0%3D&argModo=&argOrigen=BD&argFlagYaGrabados=&argArchivoId=44091>.

Red Gum Resources (2015): Activities report & cash flow statement for the 3 months ending 30 september 2015. Disponible en línea en <https://www.asx.com.au/asxpdf/20151029/pdf/432jllkqc3xps7.pdf>.

Red Metal Resources (2018a): Quarterly report under section 13 or 15(d) of the securities exchange act of 1934 for the quarterly period ended: july 31, 2018. Disponible en línea en <https://www.sedar.com/GetFile.do?lang=EN&docClass=7&issuerNo=00028104&issuerType=03&projectNo=02822501&docId=4388497>.

Red Metal Resources (2018b): Red metal resources reviews cobalt potential of carrizal properties. Disponible en línea en <https://www.sedar.com/GetFile.do?lang=EN&docClass=8&issuerNo=00028104&issuerType=03&projectNo=02736781&docId=4268734>.

Regulus Resources Inc (2018): Management discussion and analysis for the nine months ended june 30, 2018. Disponible en línea en <https://www.sedar.com/GetFile.do?lang=EN&docClass=7&issuerNo=00036427&issuerType=03&projectNo=02817734&docId=4381388>.

Reuters (2018): Platinum market set for big surpluses in 2018 and 2019: WPIC. Disponible en línea en <https://www.reuters.com/article/us-platinum-wpic/platinum-market-set-for-big-surpluses-in-2018-and-2019-wpic-idUSKCN1NX002>.

Revelo Resources Corp. (2016): Revelo advances copper targets at its morros blancos project. Disponible en línea en http://www.reveloresources.com/content/639/RVL_NR12_2016-08-02_Final.pdf.

Revelo Resources Corp. (2018a): Advancing a prospective portfolio to discovery success. Disponible en línea en http://www.reveloresources.com/content/770/RVL_Gold-Silver_Portfolio_201807.pdf.

Revelo Resources Corp. (2018b): Condensed consolidated interim financial statements for the six months ended July 31, 2018 and 2017. Disponible en línea en <https://www.sedar.com/GetFile.do?lang=EN&docClass=5&issuerNo=00025070&issuerType=03&projectNo=02826707&docId=4396349>.

Revelo Resources Corp. (2018c): Projects. Disponible en línea en <http://www.reveloresources.com/projects>.

Revelo Resources Corp. (2018d): Revelo agrees terms for the sale of its San Valentino, T4 and Las Animas Projects with Atacama Copper Exploration Limited. Disponible en línea en <https://www.sedar.com/GetFile.do?lang=EN&docClass=8&issuerNo=00025070&issuerType=03&projectNo=02844743&docId=4422148>.

Rojas Seguel, Daniela; Cifuentes Gonzales, Cristian; Donoso Rojas, Francisco; Cantallopts Araya, Jorge (2015): Panorama actual de la exploración y su financiamiento.

Roskill (2018a): Antimony. Global industry, markets & outlook 2018. Disponible en línea en <https://roskill.com/market-report/antimony/>.

Roskill (2018b): Lithium. Global industry, markets & outlook 2018. Disponible en línea en <https://roskill.com/market-report/lithium/>.

Roskill (2018c): Rare Earths. Global Industry, Markets & Outlook 2018. Disponible en línea en <https://roskill.com/market-report/rare-earths/>.

Savannah Resources (2018): Mina do Barroso, Portugal. Disponible en línea en <http://www.savannahresources.com/assets/mina-do-barroso/>.

Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN): Anuario de la Minería de Chile.

Shanghai Future Exchange. Disponible en línea en <http://www.shfe.com.cn>.

Sinocop Resources (2018): Proyectos. Disponible en línea en http://www.sinocop.hk/html_span/projects/laplata.html.

Sociedad Nacional de Minería: Caracterización de la Minería. Minería Metálica. Disponible en línea en <http://www.sonami.cl/site/informacion-de-la-mineria/mineria-metalica/>.

Sociedad Nacional de Minería (2018): Memoria Anual 2017/2018 Descubriendo Nuevas Vetas.

Southern Hemisphere Mining Limited (2018a): Annual Report. Disponible en línea en http://www.shmining.com.au/images/reports/SUH_-_J18_Annual_Report_-_Signed.pdf.

Southern Hemisphere Mining Limited (2018b): Hudbay commences drilling at Ilahuin in Chile. Disponible en línea en http://www.shmining.com.au/images/announcements/181126_SUH_NR_Hudbat_Drilling.pdf.

Sprott Resources Holdings (2018): Minera tres valles copper project. Disponible en línea en <http://www.sprott.com/media/2210/mtv-technical-report-12-2018.pdf>.

SRK (2016): Mining project evaluation. Disponible en línea en http://www.srk.com/sites/default/files/SRKNews52_MiningProjectEvaluation_A4_0.pdf.

Teck (2018): Annual Information Form. Disponible en línea en <https://www.teck.com/media/2017-Annual-Information-Form.pdf>.

TriMetals Mining (2018): TriMetals Mining Inc. files third quarter 2018 financial statements, MD&A and arbitration update. Disponible en línea en <https://www.trimetalsmining.com/investors/news/2018/trimetals-mining-inc-files-third-quarter-2018-financial-statements-md-a-and-arbitration-update/>.

U.S. Department of the Interior; USGS: Mineral Commodity Summaries 2018.

USGS: Commodity Statistics and Information.

USGS (2014): The Rare-Earth Elements-Vital to Modern Technologies and Lifestyles. Disponible en línea en <https://pubs.usgs.gov/fs/2014/3078/pdf/fs2014-3078.pdf>.

USGS (2017): Critical Mineral Resources of the United States.

USGS (2018a): Interior releases 2018's final list of 35 minerals deemed critical to U.S. national security and the economy. Disponible en línea en <https://www.usgs.gov/news/interior-releases-2018-s-final-list-35-minerals-deemed-critical-us-national-security-and>.

USGS (2018b): Mineral commodity summaries 2018. Disponible en línea en <https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/2018/mcs2018.pdf>.

Wealth Minerals (2018a): Atacama project update. Disponible en línea en <https://sedar.com/GetFile.do?lang=EN&docClass=8&issuerNo=00005634&issuerType=03&projectNo=02798462&docId=4357593>.

Wealth Minerals (2018b): Condensed interim consolidated financial statements. Disponible en línea en <https://sedar.com/GetFile.do?lang=EN&docClass=5&issuerNo=00005634&issuerType=03&projectNo=02835873&docId=4408792>.

Wealth Minerals (2018c): Wealth announces Trinity project drill program. Disponible en línea en <https://wealthminerals.com/news/wealth-announces-trinity-project-drill-program/>.

Yamana Gold (2018a): Annual information form for the fiscal year ended december 31, 2017. Disponible en línea en [https://s22.q4cdn.com/899716706/files/doc_financials/corporate/2018/AIF-March-28-2018-FINAL-\(SEDAR\).pdf](https://s22.q4cdn.com/899716706/files/doc_financials/corporate/2018/AIF-March-28-2018-FINAL-(SEDAR).pdf).

Yamana Gold (2018b): Technical report on the el peñon mine, antofagasta region (II), chile. Disponible en línea en https://s22.q4cdn.com/899716706/files/doc_downloads/2018/04/2018-March-El-Pe%C3%B1%C3%B3n.pdf.