



Aluminio

Caracterización y análisis de mercado internacional de minerales en el corto, mediano, y largo plazo con vigencia al año 2035

Final 4 de diciembre de 2018

CRU Consulting



Contrato # C-378359-003-2018

Este informe se ha proporcionado de manera privada y confidencial al cliente. No debe divulgarse por completo o por partes, directa o indirectamente o en cualquier otro formato a ninguna otra compañía, organización o individuo sin el permiso previo por escrito de CRU International Limited.

Se otorga permiso para la divulgación de este informe a las subsidiarias de propiedad mayoritaria de una compañía y su organización matriz. Sin embargo, cuando el informe se proporciona a un cliente en su calidad de administrador de una empresa conjunta o sociedad, no puede divulgarse a los demás participantes sin autorización adicional.

La responsabilidad de CRU International Limited es exclusiva con su cliente directo. Su responsabilidad se limita al monto de las tarifas efectivamente pagadas por los servicios profesionales involucrados en la preparación de este informe. No aceptamos responsabilidad hacia terceros, independientemente de cómo surja. Aunque este informe ha sido elaborado de forma diligente y cuidado razonable, no garantizamos la exactitud de ningún dato, supuesto, pronóstico u otra declaración prospectiva.

Copyright CRU International Limited 2018. Todos los derechos reservados.

Augusto Leguía Norte N° 100 Of. 506, Las Condes, Santiago, Chile
Tel: +56 2 2231 3900

Tabla de Contenidos

Resumen ejecutivo de la industria de aluminio.....	1
1. Mercado del aluminio	1
Introducción	2
1.1. Demanda de aluminio.....	2
1.1.1. Determinantes de la demanda de aluminio y usos finales	2
1.1.2. Intensidad de uso & el ciclo de desarrollo del aluminio.....	5
1.1.3. Sustitución y elasticidad de la demanda de aluminio	6
1.1.4. Demanda histórica de aluminio	8
1.1.5. Proyección de demanda de aluminio.....	10
1.2. Oferta de aluminio	16
1.2.1. Recursos y reservas de aluminio: evolución, tasas de descubrimiento, presupuesto de exploración	16
1.2.2. Métodos de extracción y procesamiento de aluminio.....	19
1.2.3. Cadena de valor del aluminio	21
1.2.4. Costo de Capital de aluminio.....	23
1.2.5. Comercialización del aluminio	23
1.2.6. Producción histórica de aluminio	26
1.2.7. Proyección de producción de aluminio	31
1.3. Balance del mercado y precio del aluminio.....	39
1.3.1. Descripción de la estructura y mecanismos de precio del aluminio	39
1.3.2. Balance de mercado y precio histórico del aluminio	40
1.3.3. Proyección de balance de mercado y precio del aluminio.....	41
1.4. Análisis de las cinco fuerzas de Porter para el mercado del aluminio.....	46
Anexo I. Glosario	48
Anexo II. Bibliografía	49

Índice de Tablas

Tabla 1 Análisis de la elasticidad de la demanda, Aluminio	8
Tabla 2 Consumo histórico de aluminio, 2008-2017 (Mt)	10
Tabla 3 Demanda en escenario Continuidad vs. Coexistencia para aluminio (Mt)	13
Tabla 4 Demanda en escenario Continuidad vs. Divergencia para aluminio (Mt)	15

Tabla 5 Reservas y recursos del aluminio, 2008-2017 (Mt)	17
Tabla 6 Costo de capital del aluminio	23
Tabla 7 Importaciones del aluminio (Mt)	25
Tabla 8 Exportaciones del aluminio (Mt)	26
Tabla 9 Producción histórica de bauxita, 2008-2017 (Mt)	27
Tabla 10 Producción histórica de la alúmina, 2008-2017 (Mt)	28
Tabla 11 Producción histórica del aluminio, 2008-2017 (Mt)	31
Tabla 12 Proyección de la producción de bauxita, 2018-2035 (Mt)	32
Tabla 13 Proyección de la producción de la alúmina, 2018-2035 (Mt)	34
Tabla 14 Proyección de la producción de aluminio, 2018-2035 (Mt)	36
Tabla 15 Oferta en escenario Continuidad vs. Coexistencia para aluminio (Mt)	37
Tabla 16 Oferta en escenario Continuidad vs. Divergencia para aluminio (Mt)	38
Tabla 17 Balance histórico del mercado de precios del aluminio, 2008-2017 (Mt)	41
Tabla 18 Proyección del balance del mercado del aluminio, 2018-2035 (Mt)	43
Tabla 19 Proyección del precio del aluminio, 2018-2035	43
Tabla 20 Precios en escenario Continuidad vs. Coexistencia para aluminio (2017 US\$/t)	45
Tabla 21 Precios en escenario Continuidad vs. Divergencia para aluminio (2017 US\$/t)	46

Índice de Figuras

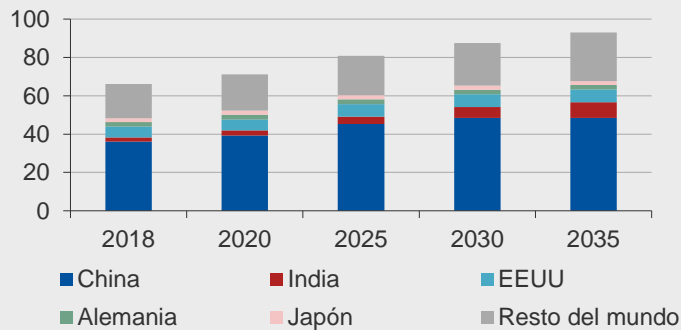
Figura 1 Productos semi-terminados de aluminio	3
Figura 2 Porcentaje de consumo de aluminio por productos semi-terminados por país, 2017	4
Figura 3 Porcentaje de consumo de aluminio por uso final, 2017	4
Figura 4 Porcentaje de consumo de aluminio primario por país, 2017	5
Figura 5 Intensidad de uso per cápita, 2017	6
Figura 6 Consumo histórico de aluminio, 2008-2017 (Mt)	9
Figura 7 Proyección de la demanda de aluminio, 2018-2035 (Mt)	11
Figura 8 Demanda en escenario Continuidad vs. Coexistencia para aluminio (Mt)	13
Figura 9 Demanda promedio 2018-2035 por sector para el aluminio – Caso Continuidad	14
Figura 10 Demanda promedio 2018-2035 por sector para el aluminio – Caso Coexistencia	14
Figura 11 Demanda en escenario Continuidad vs. Divergencia para aluminio (Mt)	15

Figura 12 Demanda promedio 2018-2035 por sector para el aluminio – Caso Continuidad	16
Figura 13 Demanda promedio 2018-2035 por sector para el aluminio – Caso Divergencia	16
Figura 14 Mapa de principales reservas de aluminio, 2017 (Mt)	17
Figura 15 Gasto en exploración de bauxita, 2008-2035 (MUS\$, real 2017)	18
Figura 16 Método de procesamiento de aluminio	19
Figura 17 Cadena de valor del aluminio	22
Figura 18 Importaciones de aluminio, 2017	24
Figura 19 Exportaciones de aluminio, 2017	24
Figura 20 Producción histórica de bauxita, 2008-2017 (Mt)	27
Figura 21 Producción histórica de alúmina, 2008-2017 (Mt)	28
Figura 22 Porcentaje de producción del aluminio por país, 2017	29
Figura 23 Producción de aluminio por principales productores, 2017	29
Figura 24 Producción histórica del aluminio, 2008-2017 (Mt)	30
Figura 25 Proyección de la producción de bauxita, 2018-2035 (Mt)	32
Figura 26 Proyección de la producción de la alúmina, 2018-2035 (Mt)	33
Figura 27 Proyección de la producción de aluminio, 2018-2035 (Mt)	35
Figura 28 Oferta en escenario Continuidad vs. Coexistencia para aluminio (Mt)	37
Figura 29 Oferta en escenario Continuidad vs. Divergencia para aluminio (Mt)	38
Figura 30 Balance histórico del mercado y precios del aluminio, 2008-2017	40
Figura 31 Proyección del balance del mercado y precios del aluminio, 2018-2035	42
Figura 32 Precios en escenario Continuidad vs. Coexistencia para aluminio (2017 US\$/t)	44
Figura 33 Precios en escenario Continuidad vs. Divergencia para aluminio (2017 US\$/t)	46
Figura 34 Modelo de las cinco fuerzas de Porter aluminio	47

1. Mercado del aluminio

Resumen ejecutivo de la industria de aluminio

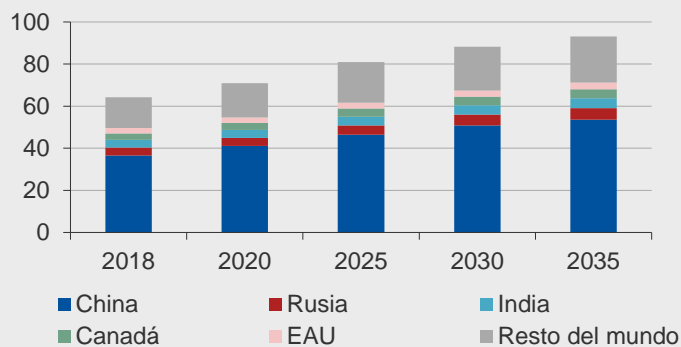
Proyección de la demanda del aluminio (Mt)



DEMANDA

1. Para el largo plazo se proyecta que la mayor demanda de aluminio sea impulsada principalmente por el crecimiento económico global.
2. Dentro de las industrias intensivas en aluminio, el mercado automotriz sería el principal determinante del mayor crecimiento.
3. El aumento del consumo de aluminio en el largo plazo se concentraría en China e India. Ambos países serían responsables del 60% del aumento en el consumo de este metal.

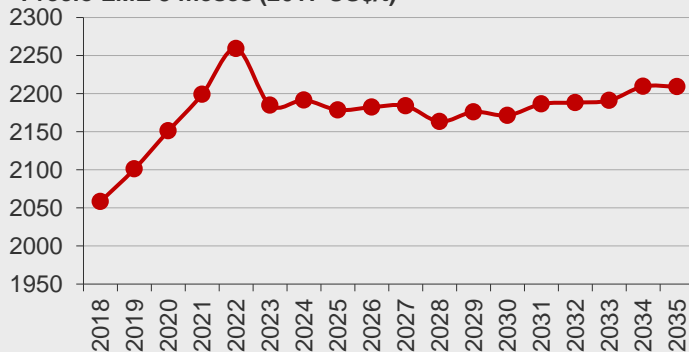
Proyección de la producción de aluminio (Mt)



OFERTA

1. En el largo plazo China se mantendría como el principal productor de aluminio a nivel mundial, sin embargo, sus tasas de crecimiento disminuirán en función de los nuevos lineamientos del gobierno chino. Entre estos, la disminución en la emisión de gases por parte de las fundiciones y el mayor control sobre nuevos proyectos.
2. Dado el escenario en China, se espera que los nuevos proyectos para funciones de aluminio sean dirigidos a otras regiones del mundo, especialmente aquellas con exceso de energía (principal costo en los procesos de fundición para la obtención de aluminio).
3. En el largo plazo se espera que las principales inversiones en materia de fundiciones provengan de empresas como US Rusal, Rio Tinto y Alcoa.

Precio LME 3 meses (2017 US\$/t)



PRECIO

1. En el mediano plazo se proyecta un déficit en el balance de mercado del aluminio, lo que llevaría sus precios al alza.
2. Se espera que el precio del aluminio llegue a su techo en 2022, lo cual gatillaría el mayor desarrollo de nuevos proyectos de producción, estabilizando los precios (valor real a dólares de 2017) para el resto del período.

Introducción

Este reporte es parte del estudio “Caracterización y análisis de mercado internacional de minerales en el corto, mediano, y largo plazo con vigencia al año 2035” preparado por CRU para la Unidad de Planeación Minero Energética. Como tal, debe ser leído teniendo en consideración la información y el contexto entregados en los documentos complementarios “Metodología y plan de trabajo detallado” y “Análisis de escenarios”:

- El documento “Metodología y plan de trabajo detallado” explica en detalle la metodología utilizada para obtener tanto los datos históricos como proyectados de demanda, oferta y precio.
- El documento “Análisis de escenarios” presenta los tres escenarios bajo los cuales se llevan a cabo las proyecciones de demanda, oferta y precio de cada *commodity* en el estudio. Explica las principales fuerzas detrás de cada escenario y cómo estas son llevadas a supuestos numéricos claros y específicos que permiten modelar los escenarios de manera consistente a través de todos los *commodities* cubiertos.

1.1. Demanda de aluminio

1.1.1. Determinantes de la demanda de aluminio y usos finales

El aluminio se usa en la elaboración de productos de aluminio semi-terminados, entre los que se encuentran las extrusiones (objetos con sección transversal definida y fija), cintas, productos multi-formas, alambre & cable, polvo, pastas & otros y forjas. Más del 60% del aluminio consumido a nivel mundial es utilizado en la producción de extrusiones y cintas.

En 2017, el mayor consumo de aluminio para la producción de productos semi-terminados provino de las extrusiones con un 34%. Estas estructuras pueden tener distintas formas y medidas, por lo cual su uso es transversal para casi todas las industrias que consumen aluminio. Las cintas de aluminio, por su parte, abarcaron el 30% del consumo total. Su principal uso es la producción de envases. Adicionalmente, un 24% del aluminio consumido se destinó a la producción de multi-formas. Dado que la forma final de estos productos depende del molde en el que éste se deje enfriar, su uso final es determinado por quien compra el producto. Otros usos como alambre & cable, polvo & pastas y las forjas representaron un porcentaje menor del consumo de aluminio: la suma para estos productos de menor demanda corresponde al 12% del consumo mundial de aluminio para producción de productos semi-terminados.

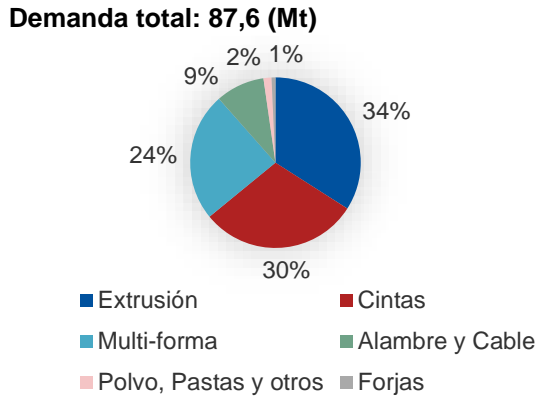
Figura 1 Productos semi-terminados de aluminio

		
<p>Extrusión</p>	<p>Alambres y cables</p>	<p>Multi-formas</p>

Fuente: CRU

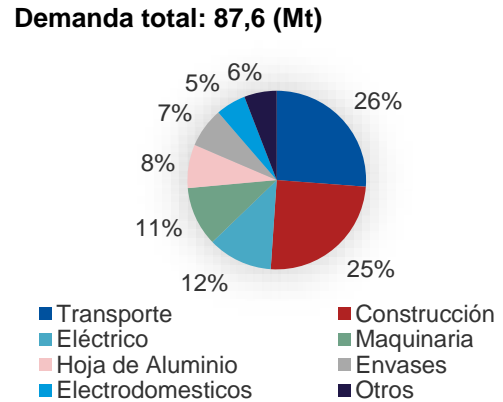
Los productos semi-terminados de aluminio tienen una variedad de usos en distintas industrias, dentro de las cuales destacan la industria del transporte (producción de automóviles, aeronaves, vagones de tren y medios de transporte marítimos) y la construcción (ventanas, puertas y fachadas entre otros). Otros usos incluyen la producción de cables y alambres usados en aparatos eléctricos, producción de envases como latas y papel de aluminio, bienes durables como refrigeradores y lavadoras y otros usos en la industria de la ingeniería en general. Los sectores de transporte y construcción consumieron el 51% de la demanda total de aluminio en 2017, y el restante 49% se dividió en distintos usos finales entre los que destacan el sector eléctrico y de maquinarias. Estos valores consideran consumo total de aluminio, sin importar si éste proviene de producción primaria (producción desde mina) o producción secundaria (reciclaje).

Figura 2 Porcentaje de consumo de aluminio por productos semi-terminados por país, 2017



Fuente: CRU

Figura 3 Porcentaje de consumo de aluminio por uso final, 2017



Fuente: CRU

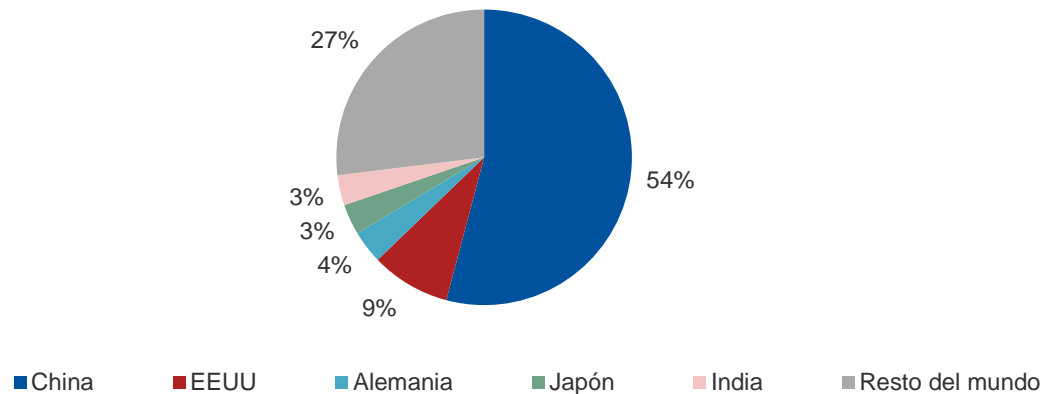
El aluminio total consumido proviene en su mayoría de fuentes primarias, aunque el porcentaje de material reciclado no deja de ser relevante. El consumo total de aluminio en 2017 fue de 87,6 millones de toneladas, de las cuales más de 24 millones de toneladas fueron de aluminio reciclado, equivalente a un 28% del consumo de aluminio mundial para ese año. De acuerdo con las estimaciones de CRU, se proyecta que en la siguiente década el consumo de aluminio reciclado sea aproximadamente 30% del consumo total.

La producción de aluminio primario, por su parte, cubrió el 72% de la demanda mundial de en 2017. Este capítulo se concentra en la producción de aluminio primario, así como los productos intermedios que surgen durante el proceso productivo: bauxita y alúmina.

La demanda de aluminio primario por país es liderada por China y EEUU. La alta demanda de aluminio primario en China se debe al proceso de industrialización que este país atravesó durante los últimos 15 años. Por su parte EEUU, Alemania y Japón tienen altos consumos de aluminio primario destinado principalmente al sector transporte.

Figura 4 Porcentaje de consumo de aluminio primario por país, 2017

Demanda total: 63,5 (Mt)



Fuente: CRU

Durante la última década, China al igual que con otros metales, generó una demanda importante en materia de construcción y electrificación, por lo cual se situó como el principal consumidor de aluminio a nivel mundial. Otro país que ha aumentado sus niveles de demanda debido a un importante proceso de industrialización y urbanización es India. En los próximos años se espera que este proceso de intensifique.

1.1.2. Intensidad de uso & el ciclo de desarrollo del aluminio

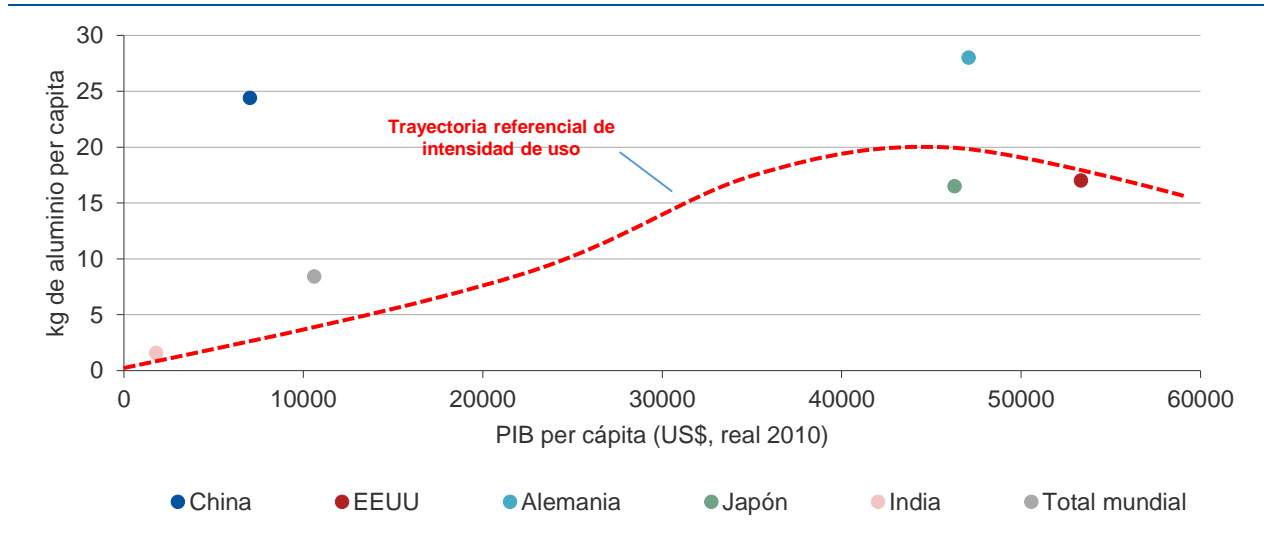
Dado que el aluminio es un metal altamente ligado a la actividad industrial, su intensidad de uso, medida como consumo per cápita, va de la mano con el crecimiento y el desarrollo de cada región. Al ver distintas regiones en distintas etapas de desarrollo, se esperaría ver un aumento en el consumo de aluminio a medida que las regiones entran a una etapa de industrialización donde la construcción y la manufactura son claves para el crecimiento.

La tasa de aumento en la intensidad de uso disminuye cuando una economía entra en la fase postindustrial, ya que esas economías, basadas en servicios y ya con un PIB per cápita relativamente alto, tienden a importar bienes manufacturados de países con economías menos desarrolladas y con mano de obra más económica.

Si observamos la intensidad de uso de los mayores consumidores de aluminio en 2017, vemos que Alemania tiene el mayor consumo per cápita con 27,9 kg/per cápita. Este consumo se relaciona en gran medida al uso de aluminio en el sector transporte. Le sigue China con 24,3 kg/per cápita, explicado principalmente por el uso de aluminio en construcción.

India tiene la menor intensidad de uso dentro de los cinco países de mayor consumo de aluminio a nivel mundial. Se espera que en el largo plazo esto cambie rápidamente e India aumente su intensidad de uso de aluminio de la mano de un crecimiento económico acelerado y enfocado en construcción y producción de medios de transporte. Por su parte, EEUU y Japón tienen un alto PIB per cápita y consumos de aluminio de entre 15 y 20 kg per cápita. Como países postindustriales, se espera que el consumo de aluminio per cápita se mantenga relativamente estable en los próximos años, disminuyendo levemente y para luego presentar algo de crecimiento a medida que se requiera reemplazar infraestructura antigua.

Figura 5 Intensidad de uso per cápita, 2017



Fuente: CRU

1.1.3. Sustitución y elasticidad de la demanda de aluminio

Sustitución

Los elementos que pueden sustituir al aluminio varían según el uso final que se le esté dando. Para el caso de envases, el plástico y el vidrio representan una fuerte competencia. Los niveles de sustitución de aluminio por estos materiales, dependerá de sus precios relativos al aluminio. En el caso de la electrificación el principal competidor del aluminio es el cobre. Si bien el cobre tiene mejores conductividad y durabilidad, su alto precio en comparación con el aluminio ha permitido que el aluminio entre a este mercado, especialmente en cables de bajo voltaje y cables subterráneos que requieren mayor diámetro y, por lo tanto, mayor cantidad de material. Sin embargo, para construcción de infraestructura de generación de energía se requieren cables de alta conductividad, los cuales difícilmente puedan ser reemplazados por cables de aluminio.

Elasticidad de la demanda

CRU considera que la elasticidad precio de la demanda para la mayoría de los minerales bajo análisis es cero o casi cero en el corto plazo y, en muchos casos, también en el largo plazo.

La razón crucial para esta afirmación es que dichos minerales (*commodities*) no son consumidos como bienes finales sino que sirven como insumos para la producción de bienes finales o en bienes de capital. Como tal, debemos tener en cuenta que la demanda de estos *commodities* es una demanda derivada.

De esta manera, los argumentos esgrimidos por Lord Alfred Marshall en el libro de texto de economía "Principios de la economía" (donde se presentó por primera vez el concepto de elasticidad precio de la demanda) continúan aplicándose. Sus argumentos implicaban que la elasticidad precio de la demanda de un insumo (es decir, la elasticidad precio de la demanda derivada) sería menor si se cumple alguno de los siguientes puntos:

1. Si ese insumo o un producto intermedio derivada de él se utiliza como complemento (y no como sustituto) para producir el bien final (baja sustituibilidad)
2. La participación del insumo en el bien o servicio final es pequeña (participación de bajo valor)
3. En caso de tener sustitutos, si esos sustitutos tienen una oferta fija/rígida (baja elasticidad de la oferta de sustitutos)
4. Si la elasticidad de la demanda del bien o servicio final es baja (baja elasticidad precio final)

Para la mayoría de los 27 minerales bajo estudio, aplican una o más de estas situaciones. Por lo tanto, siguiendo los argumentos de Lord Marshall es posible concluir que la elasticidad precio de la demanda de estos productos es baja (típicamente, cercana a cero).

En la práctica, la implicancia es que para observar una destrucción significativa de la demanda de un mineral (10% o más) se necesitaría un diferencial de precios muy alto (al menos del doble del valor promedio) sobre el valor de el/los sustituto/s y que ese diferencial se mantenga durante diez o más años. En otras palabras, CRU opina que la elasticidad precio de la demanda a largo plazo no debe ser más del 10%. Asimismo, una elasticidad <10% generaría diferencias insignificantes con cualquier cálculo basado en una elasticidad precio de la demanda igual a cero.

En el caso específico del aluminio, los cuatro factores de análisis de la teoría marshalliana se comportan de la siguiente manera:

Tabla 1 Análisis de la elasticidad de la demanda, Aluminio

Factor de análisis	Características específicas del Aluminio
Usos principales	Transporte, construcción, envases, cables de energía
Baja sustituibilidad	Sí. Sólo puede ser sustituido por plástico en algunas aplicaciones de bajo peso, por cobre en cables y por acero en estructuras de vehículos. Sin embargo, esto requeriría un diferencial de precios amplio y permanente.
Participación de bajo valor	Sí
Baja elasticidad de la oferta de sustitutos	Sí
Baja elasticidad precio final	Sí

Fuente: CRU

1.1.4. Demanda histórica de aluminio

Principales consumidores por actividad económica en los últimos diez años

Tal como se plantea en la sección “Determinantes de la demanda de aluminio y usos finales” de este reporte, los principales sectores económicos ligados al consumo de aluminio son el transporte y la construcción, seguido por su uso para en transmisión eléctrica y en la construcción de maquinaria. Dado que el aluminio es un metal que se viene utilizando desde hace muchos años en industrias que llevan varias décadas de desarrollo, estos usos finales se han mantenido relativamente estables.

Principales países y/o regiones consumidoras de aluminio

En esta sección se presentan los principales países y/o regiones consumidoras de aluminio primario en los últimos 10 años. Dada la naturaleza global del consumo de *commodities*, se analizan los países y/o regiones que son efectivamente relevantes para el estudio y entendimiento del mercado a analizar, con un enfoque en distinguir y separar países y/o regiones cuyo comportamiento futuro pueda impactar el mercado.

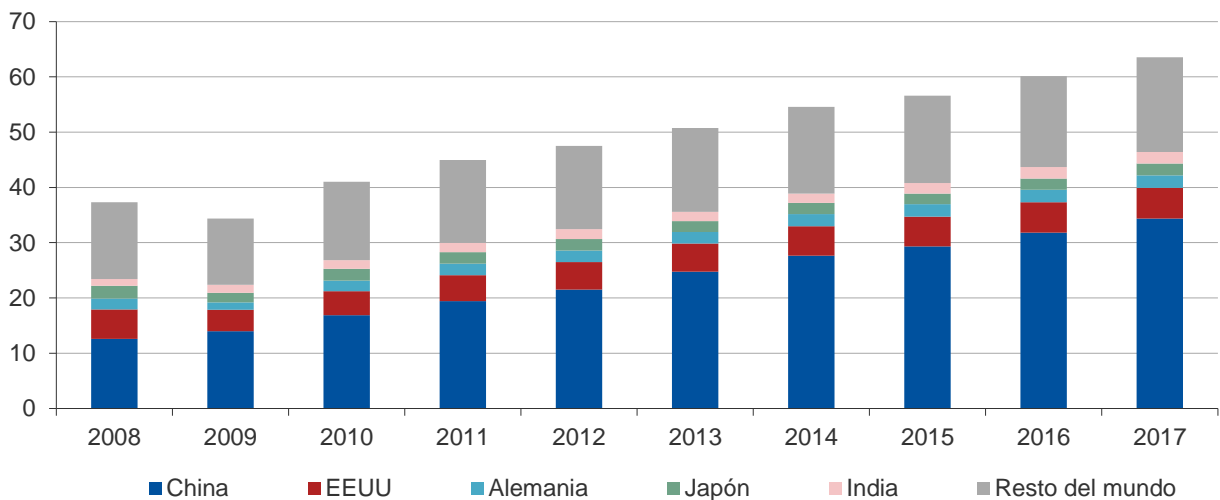
La demanda de aluminio primario (desde aquí en adelante “aluminio” a menos que se especifique lo contrario) a nivel mundial tuvo un importante crecimiento entre 2008 y 2017, a excepción del año 2009 donde tuvo una disminución equivalente a un 8% respecto de 2008. Posterior a 2009, el crecimiento aumentó rápidamente desde los 34,3 millones de toneladas de aluminio consumido en 2009 a 63,5 millones de toneladas a finales de 2017.

A nivel país, China es el principal consumidor de aluminio, y al mismo tiempo el principal impulsor del crecimiento de la demanda por este metal. China aumentó su consumo de aluminio desde los 12,6 millones de toneladas en 2008 a un total de 34,4 millones de toneladas en 2017, con una tasa de crecimiento anual compuesta (TCAC) de 12%. Este aumento de 21,8 millones de toneladas es equivalente a un 83% del aumento del consumo global entre 2008 y 2017, que fue de 26,2 millones de toneladas.

EEUU ocupa el segundo lugar como mayor consumidor a nivel mundial. La demanda de EEUU fue de 5,3 millones de toneladas de aluminio en 2008, sin embargo, ésta cayó drásticamente en 2009, disminuyendo su consumo en 1,5 millones de toneladas respecto de 2008. Esta disminución explicó casi el 50% de la disminución de consumo global para ese año. A partir de 2010, la demanda para EEUU se ha recuperado paulatinamente, llegando a los 5,5 millones de toneladas de aluminio consumido en 2017.

En general, la demanda de aluminio de los principales consumidores tuvo un crecimiento positivo para el período 2008-2017.

Figura 6 Consumo histórico de aluminio, 2008-2017 (Mt)



Fuente: CRU

Tabla 2 Consumo histórico de aluminio, 2008-2017 (Mt)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2008-17
China	12,6	14,0	16,9	19,4	21,5	24,7	27,6	29,3	31,8	34,4	11,8%
EEUU	5,3	3,8	4,3	4,7	5,0	5,1	5,3	5,4	5,5	5,5	0,4%
Alemania	1,9	1,4	1,9	2,1	2,1	2,1	2,2	2,2	2,3	2,3	2,0%
Japón	2,3	1,7	2,2	2,1	2,1	2,0	2,1	2,0	2,0	2,1	-1,0%
India	1,2	1,4	1,6	1,7	1,8	1,7	1,7	1,9	2,1	2,1	6,1%
Resto del mundo	13,9	12,0	14,2	15,0	15,0	15,2	15,7	15,8	16,4	17,1	2,3%
Total mundial	37,3	34,3	41,0	45,0	47,5	50,8	54,6	56,6	60,1	63,5	6,1%
<i>% cambio anual</i>		-8,0%	19,5%	9,6%	5,7%	6,9%	7,5%	3,8%	6,2%	5,7%	

Fuente: CRU

1.1.5. Proyección de demanda de aluminio

Escenario 1 – Continuidad

Se estima que la demanda de aluminio seguirá creciendo en el mediano y largo plazo. Para el período 2018-2022, se espera un crecimiento sostenido del consumo con una demanda pronosticada de 66,1 millones de toneladas para 2018, aumentando hasta 75,9 millones de toneladas de aluminio para 2022. En largo plazo (2023-2035), se pronostica que el consumo mundial de aluminio siga creciendo de manera moderada de acuerdo con la demanda de los países, pasando de las 78,3 millones toneladas de aluminio en 2023 a 93,5 millones de toneladas en 2035. La TCAC global se estima en un 2% para el largo plazo.

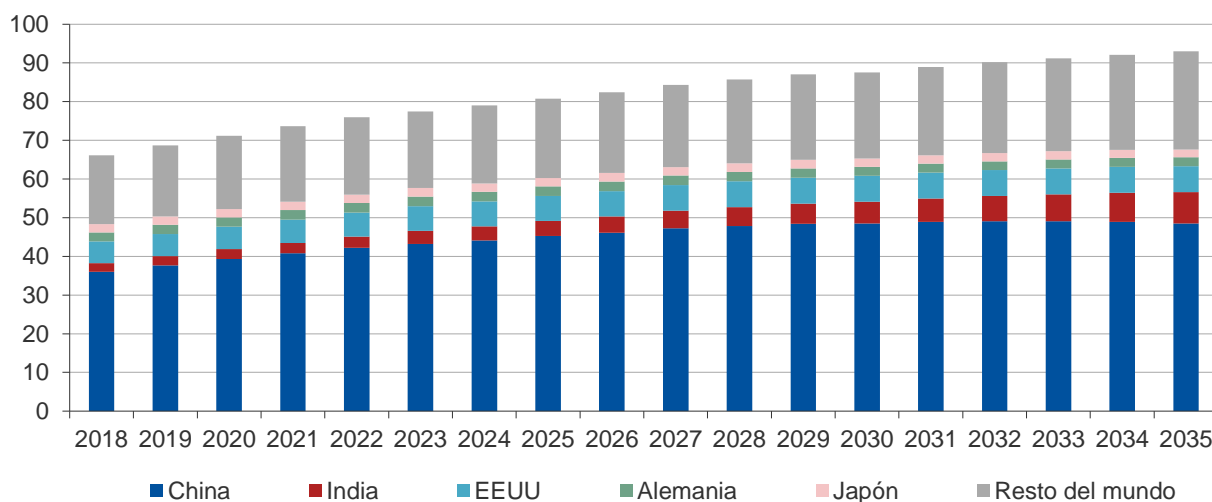
China mantendría su posición de líder en el consumo de aluminio, aumentando su consumo en 6,2 millones de toneladas entre 2018 y 2022. Con un consumo estimado de 32 millones de toneladas de aluminio para 2018, llegando a 42,2 millones de toneladas a 2022. Para el largo plazo, se espera que la demanda de aluminio por parte de China alcance los 48,5 millones de toneladas de aluminio para 2035.

En segundo lugar, se encuentra EEUU con un consumo estimado de 5,6 millones de toneladas de aluminio en 2018. En el mediano plazo, se pronostica que EEUU alcance un consumo de 6,2 millones de toneladas de aluminio para 2022. El crecimiento de la demanda de EEUU entre 2023 y 2035 será menor comparado con el mediano plazo, con un aumento promedio por año de 46 mil toneladas de aluminio versus 150 mil toneladas promedio por año entre 2018 y 2022.

Se estima que India aumente su consumo desde 2,2 millones de toneladas de aluminio hasta 2,9 millones de toneladas en 2022. A partir de 2019, se espera que India se posicione en el tercer lugar, superando a Alemania y Japón en el consumo de aluminio. La TCAC proyectada entre 2018 y 2035 para India alcanzaría un valor de 7,8%. Para 2033 se proyecta que India supere en

consumo de aluminio a EEUU, posicionándose como el segundo mayor consumidor del metal a nivel mundial después de China. Finalmente, se estima que India llegue a un consumo de 8 millones de toneladas para 2035.

Figura 7 Proyección de la demanda de aluminio, 2018-2035 (Mt)



Fuente: CRU

Tabla 2 Proyección de la demanda de aluminio, 2018-2035 (Mt)

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
China	36,0	37,7	39,3	40,8	42,2	43,2	44,2	45,3	46,1	47,2
India	2,2	2,4	2,5	2,7	2,9	3,3	3,6	3,9	4,2	4,5
EEUU	5,6	5,7	5,8	6,0	6,2	6,4	6,4	6,5	6,6	6,6
Alemania	2,3	2,4	2,4	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Japón	2,1	2,1	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
Resto del mundo	17,8	18,4	19,0	19,5	20,0	19,8	20,1	20,5	20,9	21,3
Total mundial	66,1	68,7	71,2	73,6	75,9	77,4	79,0	80,8	82,4	84,3
<i>% cambio anual</i>		3,9%	3,7%	3,4%	3,1%	1,9%	2,0%	2,3%	2,0%	2,3%

	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	TCAC 2018-35
China	47,9	48,4	48,5	48,9	49,1	49,1	48,9	48,5	1,8%
India	4,9	5,3	5,6	6,1	6,5	7,0	7,5	8,0	7,8%
EEUU	6,6	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	1,1%
Alemania	2,5	2,4	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	-0,2%
Japón	2,2	2,2	2,2	2,1	2,1	2,1	2,1	2,0	-0,2%
Resto del mundo	21,7	22,1	22,3	22,8	23,4	24,1	24,6	25,3	2,1%
Total mundial	85,7	87,0	87,6	89,0	90,2	91,2	92,1	93,0	2,0%
<i>% cambio anual</i>	1,7%	1,5%	0,6%	1,6%	1,4%	1,2%	1,0%	0,9%	

Fuente: CRU

El principal impulsor de la mayor demanda de aluminio primario en el mediano y largo plazo vendría dado por el crecimiento económico global. Dentro de las industrias intensivas en este metal, el mercado automotriz será el principal determinante de este crecimiento. Vehículos hechos con material de aluminio son más livianos comparativamente que vehículos construidos con otros materiales. Al ser más livianos consumen una menor cantidad de combustible y por ende son menos contaminantes. Esto es un factor determinante en las proyecciones de CRU, dado que las empresas productoras de vehículos buscan alcanzar las nuevas y más exigentes políticas medioambientales a nivel mundial, de manera de reducir la contaminación producida por el uso de vehículos convencionales. Se espera que la producción de vehículos convencionales alcance sus niveles máximos en 2026, y por ende impulse una alta demanda de aluminio durante ese período.

Para el período 2026-2035, se espera que la disminución en la demanda de vehículos convencionales sea compensada por el crecimiento de vehículos eléctricos (VEs). A nivel de intensidad de uso de aluminio, los vehículos eléctricos consumirían cifras similares a las de un vehículo convencional en materia de carrocería y chasis, sin embargo, las baterías de VEs son más intensivas en uso de aluminio (27% más que un vehículo convencional). Esto daría un impulso adicional al consumo de aluminio. El principal riesgo que presenta el mercado de VEs respecto al consumo de aluminio es el desarrollo de mejores baterías que pueda dar mayor rendimiento a VEs, y por ende no se necesiten carrocerías y chasis más livianos.

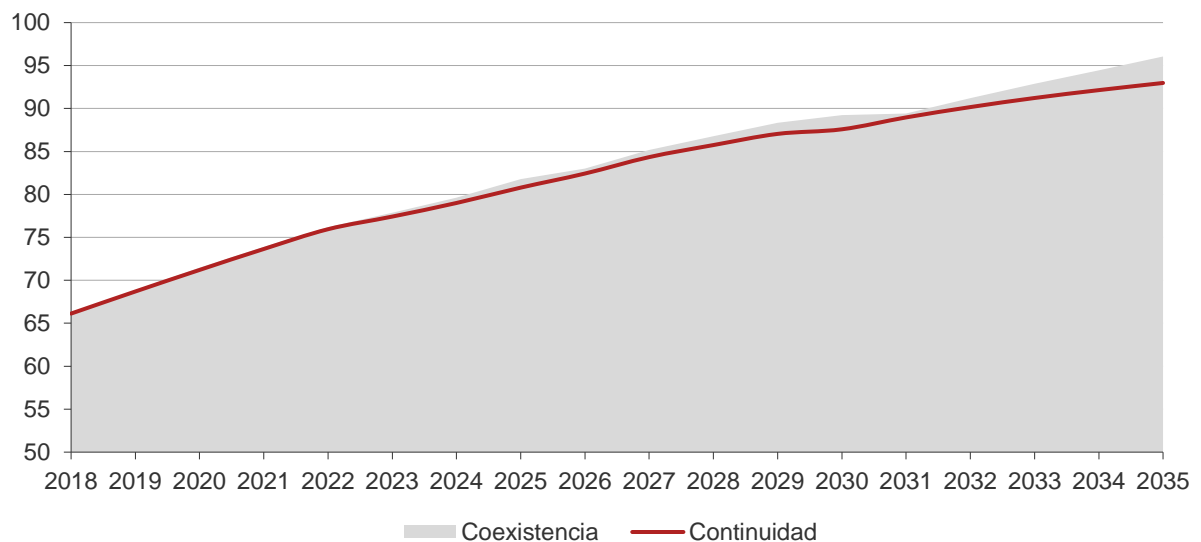
Dentro de los principales países impulsores de la demanda de aluminio en el mediano y largo plazo se encuentran China e India, se estima que el 60% del crecimiento de la demanda de aluminio en el mediano y largo plazo provenga de estos dos países. A nivel país, China ha dado un vuelco en sus objetivos de crecimiento económico, focalizado en un crecimiento económico de “calidad sobre cantidad”. Bajo este nuevo lineamiento, el gobierno de este país ha introducido políticas como la disminución de grandes proyectos de infraestructura y mayores tasas de interés en créditos hipotecarios para desincentivar la construcción y compra excesiva de viviendas, entre otros. Todas estas nuevas políticas implican una desaceleración en el sector industrial y por ende en la demanda de aluminio para este sector. Sin embargo, esta baja demanda se vería compensada por el mayor crecimiento de otros sectores, entre estos el de envasado y transporte. Específicamente, se espera que el sector de transporte impulse fuertemente el aumento de la demanda de aluminio en China. Sin embargo, a diferencia del resto del mundo, este mayor impulso del sector de transporte provendría principalmente de los vehículos eléctricos por sobre los convencionales: CRU estima que un 20% de la producción de vehículos en China para 2025 serán VEs.

India, por su parte, es la región con mayor potencial de crecimiento porcentual en el consumo de aluminio a nivel global. El principal impulsor de las tasas de crecimiento de consumo de aluminio es el gasto en infraestructura, comandado por el sector eléctrico.

Escenario 2 – Coexistencia

Al comparar el escenario de Coexistencia con el de Continuidad, vemos que la demanda de aluminio se mantiene levemente mayor en el escenario Coexistencia en el periodo 2018-2032. Desde 2032 en adelante, el escenario Coexistencia presenta un crecimiento más acelerado de la demanda en comparación con el escenario Continuidad, llegando a presentar hasta 3.1 Mt de demanda adicional en 2035.

Figura 8 Demanda en escenario Continuidad vs. Coexistencia para aluminio (Mt)



Fuente: CRU

Tabla 3 Demanda en escenario Continuidad vs. Coexistencia para aluminio (Mt)

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Continuidad	66,1	68,7	71,2	73,6	75,9	77,4	79,0	80,8	82,4	84,3
Coexistencia	66,1	68,9	71,5	73,9	76,2	77,9	79,6	81,8	83,0	85,2
Diferencia*	-	0,2	0,3	0,2	0,2	0,4	0,6	1,0	0,6	0,8

	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	TCAC 2018-35
Continuidad	85,7	87,0	87,6	89,0	90,2	91,2	92,1	93,0	2,0%
Coexistencia	86,8	88,3	89,2	89,4	91,2	92,9	94,5	96,1	2,2%
Diferencia*	1,0	1,3	1,7	0,5	1,0	1,7	2,3	3,1	

* Diferencia calculada como Coexistencia menos Continuidad

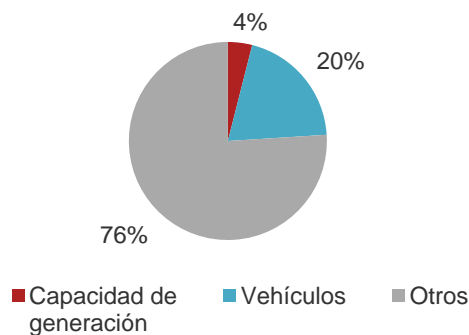
Fuente: CRU

Entre 2018 y 2035, la demanda anual promedio de aluminio en el caso Continuidad proviene en aproximadamente un 4% de consumo según capacidad de generación, 20% de vehículos y 76% de otros sectores, los que son influenciados por el crecimiento esperado del PIB. En el caso Coexistencia, se espera que este crecimiento se mantenga por debajo del caso Continuidad en línea con los supuestos planteados en el documento “Análisis de escenarios” de este estudio. Esto explica que gran parte del aumento en consumo de aluminio en el caso Coexistencia con respecto al caso Continuidad se dé después del año 2030, cuando se espera que el crecimiento del PIB sea superior.

Por otro lado, el caso Coexistencia también presenta un cambio hacia una matriz energética más limpia. Dentro de las distintas tecnologías disponibles, el uso de paneles solares es especialmente intensivo en el uso de aluminio, siendo esta tecnología la principal responsable por el aumento en el consumo de aluminio de generación energética del escenario Coexistencia.

Figura 9 Demanda promedio 2018-2035 por sector para el aluminio – Caso Continuidad

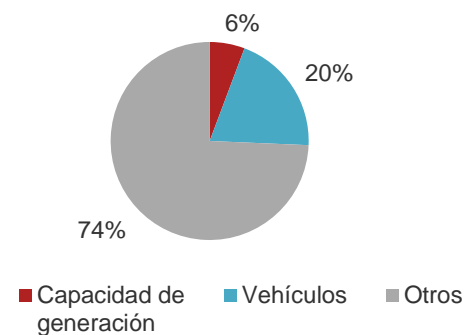
Demanda promedio anual: 82,0 Mt



Fuente: CRU

Figura 10 Demanda promedio 2018-2035 por sector para el aluminio – Caso Coexistencia

Demanda promedio anual: 82,9 Mt

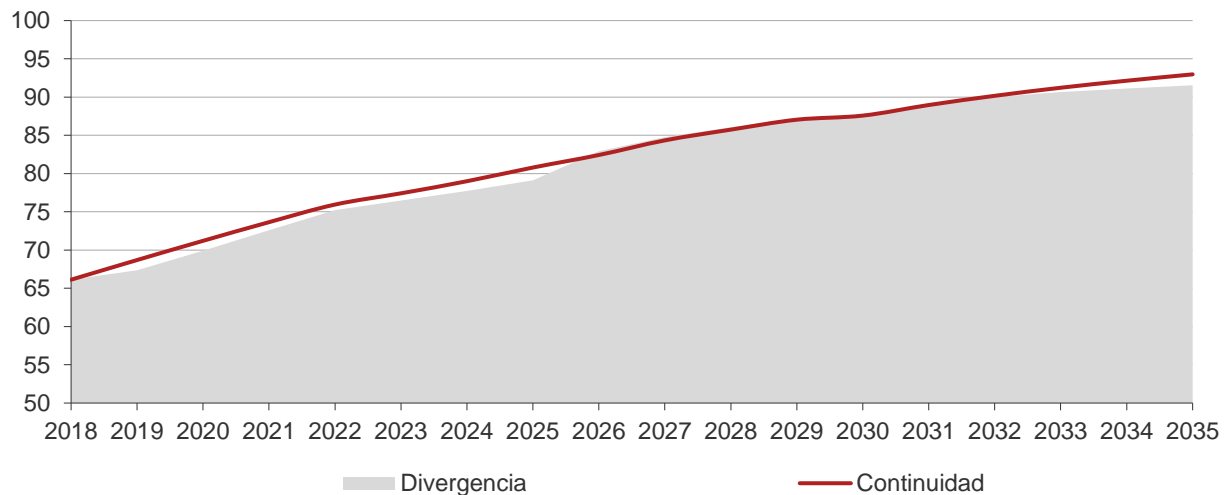


Fuente: CRU

Escenario 3 – Divergencia

Al comparar el escenario de Divergencia con el de Continuidad, vemos que la demanda de aluminio en el escenario Divergencia supera la del escenario Continuidad en 2021. Durante el periodo 2021-2035, la diferencia en demanda entre ambos escenarios varía entre las 1.7 y 9.8 Mt, alcanzando su máximo el año 2028.

Figura 11 Demanda en escenario Continuidad vs. Divergencia para aluminio (Mt)



Fuente: CRU

Tabla 4 Demanda en escenario Continuidad vs. Divergencia para aluminio (Mt)

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Continuidad	66,1	68,7	71,2	73,6	75,9	77,4	79,0	80,8	82,4	84,3
Divergencia	66,1	67,4	69,9	72,6	75,2	76,5	77,7	79,1	82,9	84,7
Diferencia*	-	-1,3	-1,3	-1,1	-0,7	-0,9	-1,3	-1,7	0,5	0,4

	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	TCAC 2018-35
Continuidad	85,7	87,0	87,6	89,0	90,2	91,2	92,1	93,0	2,0%
Divergencia	86,1	87,3	87,6	89,2	90,0	90,6	91,1	91,5	1,9%
Diferencia*	0,3	0,2	0,0	0,2	-0,2	-0,6	-1,0	-1,4	

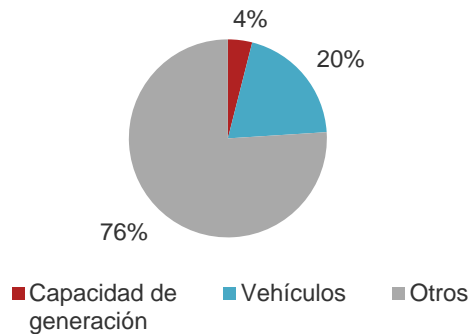
* Diferencia calculada como Divergencia menos Continuidad

Fuente: CRU

Tal como en el caso anterior, la diferencia en demanda entre ambos escenarios se explica por la conformación de la demanda en el escenario Continuidad, y cómo se espera que estos sectores evolucionen en los años siguientes. La mayor parte del consumo se moverá en base a los cambios en el PIB global, que en el caso del escenario Divergencia son mayores que en el escenario Continuidad durante todo el periodo (ver documento “Análisis de escenarios” de este estudio). A pesar de esto, el escenario divergente considera una matriz energética en la cual el aporte de los paneles solares es prácticamente nulo. Esto afecta negativamente el escenario de demanda de aluminio, hasta el punto en el que durante prácticamente todo el periodo proyectado se observa una demanda menor a la del escenario Continuidad.

Figura 12 Demanda promedio 2018-2035 por sector para el aluminio – Caso Continuidad

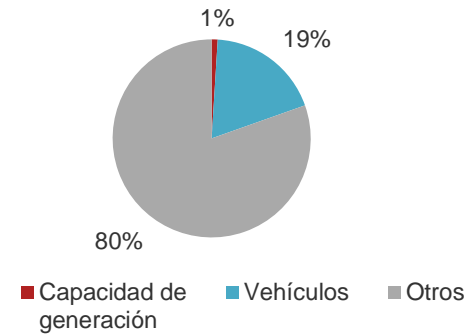
Demanda promedio anual: 82,0 Mt



Fuente: CRU

Figura 13 Demanda promedio 2018-2035 por sector para el aluminio – Caso Divergencia

Demanda promedio anual: 87,7 Mt



Fuente: CRU

1.2. Oferta de aluminio

1.2.1. Recursos y reservas de aluminio: evolución, tasas de descubrimiento, presupuesto de exploración

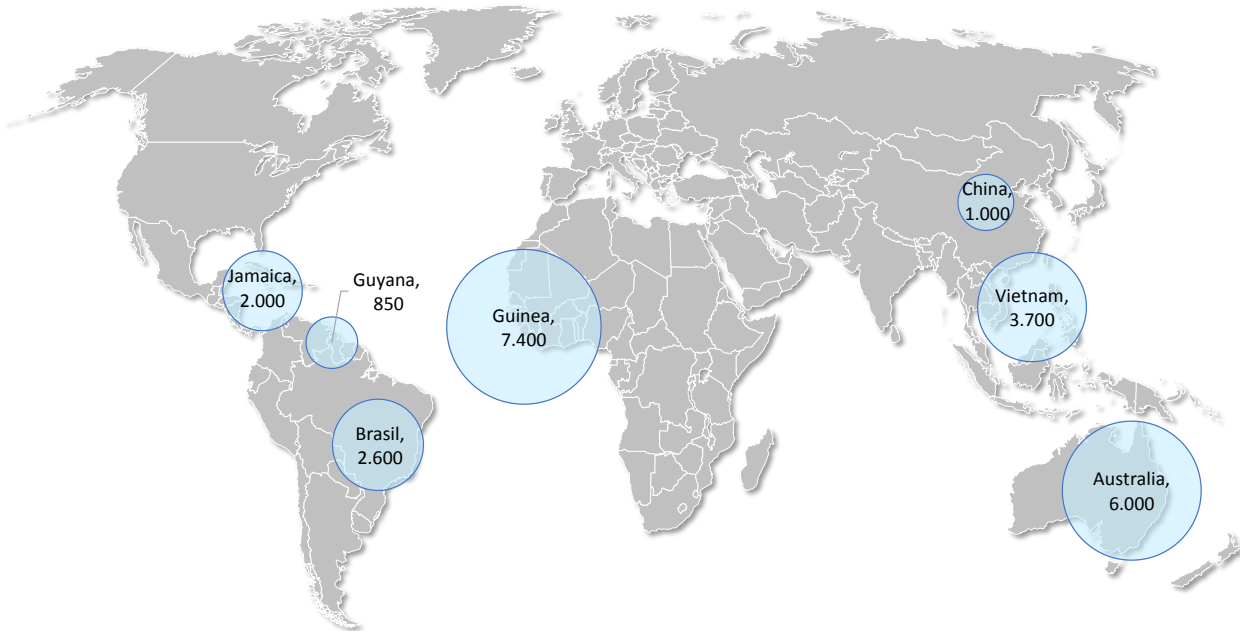
La bauxita, materia prima para producir aluminio, es uno de los minerales más abundantes de la corteza terrestre. De acuerdo con las estimaciones del USGS, la mayor cantidad de reservas se encuentra en Guinea, con un total de 7.400 millones de toneladas de bauxita. Australia, Vietnam y Brasil también se encuentran entre los países con mayor nivel de reservas a nivel mundial. Globalmente la cantidad de reservas de bauxita se estiman en un total de 30.000 millones de toneladas. En el caso de los recursos, el USGS estima que existen entre 55.000 millones de toneladas y 75.000 millones de toneladas de bauxita. Un 32% de estos recursos se encontraría en África, 23% en Oceanía y 21% en América del Sur & Central. Asia, por su parte, cuenta con un 18% de las reservas a nivel global.

Tabla 5 Reservas y recursos del aluminio, 2008-2017 (Mt)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2008-17
Reservas											
Guinea	7.400	7.400	7.400	7.400	7.400	7.400	7.400	7.400	7.400	7.400	0,0%
Australia	5.800	6.200	5.400	6.200	6.000	6.000	6.500	6.200	6.200	6.000	0,4%
Vietnam	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	3.700	6,5%
Brasil	1.900	1.900	3.400	3.600	2.600	2.600	2.600	2.600	2.600	2.600	3,5%
Jamaica	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	0,0%
China	700	750	750	830	830	830	830	830	980	1.000	4,0%
Guyana	700	700	850	850	850	850	850	850	850	850	2,2%
India	770	770	900	900	900	540	540	590	590	830	0,8%
Rusia	200	200	200	200	200	200	200	200	200	500	10,7%
Grecia	600	600	600	600	600	600	600	250	130	250	-9,3%
Kazajstán	360	360	360	160	160	160	160	160	160	160	-8,6%
Resto del mundo	4.470	4.020	4.040	4.160	4.360	4.720	4.220	4.820	4.790	4.710	0,6%
Total mundial	27.000	27.000	28.000	29.000	28.000	28.000	28.000	28.000	28.000	30.000	1,2%
<i>% cambio anual</i>		0%	4%	4%	-3%	0%	0%	0%	0%	7%	
Recursos*											
	65.000	65.000	65.000	65.000	65.000	65.000	65.000	65.000	65.000	65.000	0,0%
<i>% cambio anual</i>		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	

Fuente: USGS / *Promedio estimado

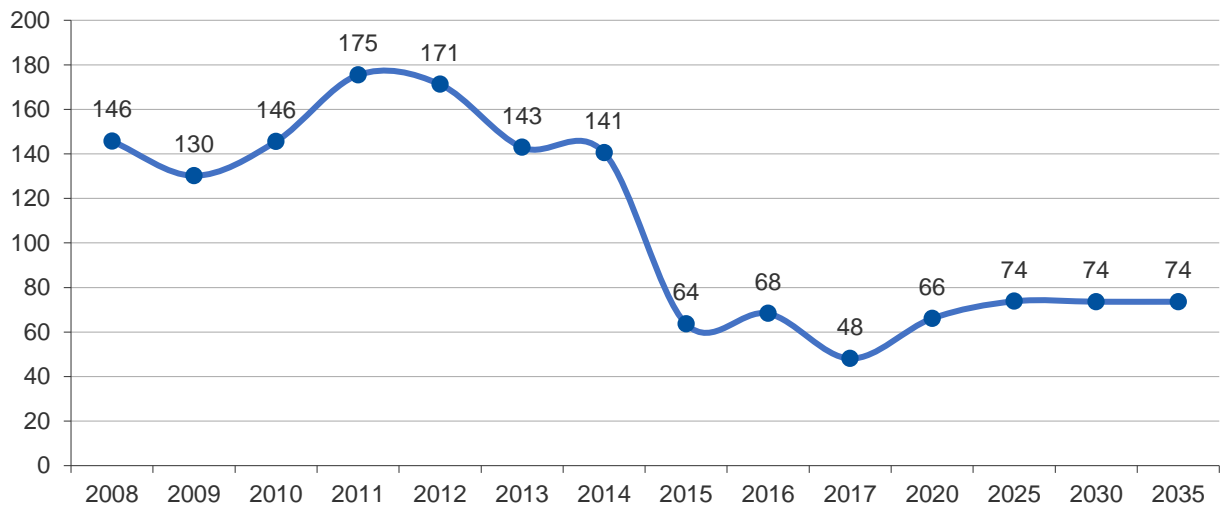
Figura 14 Mapa de principales reservas de aluminio, 2017 (Mt)



Fuente: USGS

Dado que la bauxita es bastante abundante en la corteza terrestre, la inversión en exploración de bauxita se encuentra entre las más bajas comparativamente con otros *commodities* como el oro y el cobre.

Figura 15 Gasto en exploración de bauxita, 2008-2035 (MUS\$, real 2017)



Fuente: MinEx Consulting, CRU

Para el período 2008 a 2017 los gastos en exploración de bauxita tuvieron una tendencia a la baja, con variaciones intermedias. La disminución de 2009 podría explicarse en función de una menor demanda de aluminio y por ende de bauxita (principal mineral para la producción de aluminio). La recuperación posterior en gasto de exploración a contar de 2010 se sostuvo sólo por un par de años y alcanzó su valor máximo en 2011 con un total de MUS\$175 (real 2017).

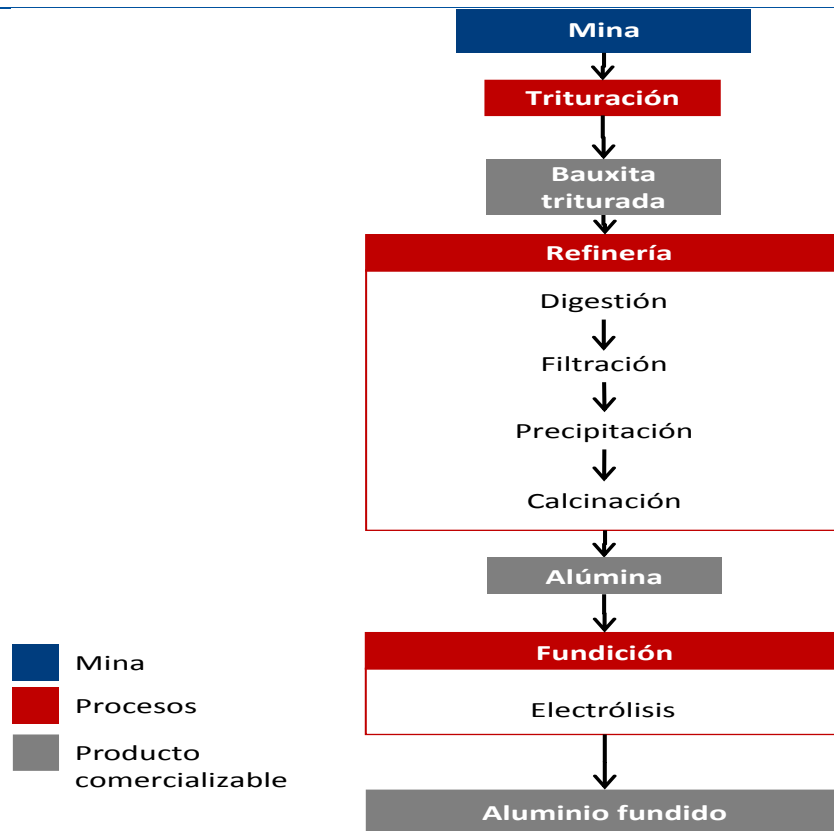
A contar de 2012 se produjo una caída en la inversión en exploración de bauxita. La mayor disminución fue entre 2014 y 2015, con una caída de la inversión de aproximadamente MUS\$77 (real 2017), para finalizar en su valor más bajo para el período en 2017 con sólo MUS\$48 (real 2017) para gastos en exploración. Gran parte de este comportamiento sigue de cerca los cambios y variaciones en el precio del aluminio.

En los años que vienen, se proyecta una recuperación en la inversión en exploración de bauxita de la mano con aumentos en el precio del aluminio. Sin embargo, la inversión no alcanzaría los niveles visto en el período 2008-2014.

1.2.2. Métodos de extracción y procesamiento de aluminio

El método de procesamiento de la bauxita para producir aluminio se divide en 3 etapas principales: extracción & trituración en mina, refinación y fundición.

Figura 16 Método de procesamiento de aluminio



Fuente: CRU

Extracción & trituración

Le extracción de la bauxita es un proceso de bajo costo y relativamente simple. La mayor cantidad de bauxita se encuentra en la corteza terrestre, por lo que ésta se extrae en su gran mayoría en minas de rajo abierto; minas de bauxita bajo tierra son típicamente de alto costo y no son económicamente viables en el largo plazo. La remoción de bauxita es realizada por excavadoras, raspadores y palas, perforación y voladura (opcional). La bauxita obtenida es cargada en camiones y/o cintas transportadoras hasta los chancadores para el proceso de trituración. De manera opcional, se puede cribar, lavar y secar. La bauxita es luego transportada a una refinería cercana o a un puerto para su envío a una refinería en el extranjero. Debido a su bajo valor por

volumen, sin embargo, la mayor parte de la bauxita producida es refinada en ubicaciones geográfica cercanas a los depósitos. CRU estima que la producción mundial de bauxita alcanzó los 317 millones de toneladas en 2017.

Refinación

La bauxita se procesa en alúmina (Al_2O_3) en una refinera de alúmina. La alúmina es un óxido de aluminio. Tiene forma de polvo blanco y una consistencia similar a la arena fina. Se requieren típicamente entre 2 y 3,5 toneladas de bauxita para producir 1 tonelada de alúmina. Existe más de un proceso para obtener alúmina a partir de bauxita. Sin embargo, el proceso más utilizado es el proceso de Bayer.

El proceso de Bayer consiste en cuatro etapas principales:

1. Primeramente, la bauxita molida se disuelve en una solución de soda cáustica bajo presión y a alta temperatura. Las bauxitas trihidratadas se procesan a temperaturas más bajas (140°C) que los monohidratos ($230\text{-}270^\circ\text{C}$). Esta etapa se llama etapa de digestión.
2. En segundo lugar, el líquido resultante pasa por el proceso de filtración, donde éste se filtra para separar las impurezas. Como resultado se obtiene dos sustancias: un líquido transparente que contiene la alúmina disuelta y "barro rojo", el cual es eliminado en estanques.
3. El líquido transparente con contenido de alúmina pasa a la etapa de precipitación. Aquí el líquido es enfriado, lo que provoca su cristalización y consecuente precipitación de la alúmina desde la solución. El resultado de esta etapa de precipitación es el hidrato de alúmina húmedo.
4. En la etapa final de calcinación, el hidrato de alúmina se calcina para eliminar la humedad y el agua combinada químicamente. Posterior a su enfriamiento, la alúmina calcinada se almacena en áreas cubiertas o silos para su transporte.

Las refineras son intensivas en capital de operación. Los principales costos de operación son: energía (combustible para calcinación), costo laborales y soda caustica. CRU estima que la producción total de alúmina para 2017 alcanzó los 131,5 millones de toneladas.

Fundición

Las fundiciones de aluminio realizan el proceso de transformación de alúmina a aluminio a través de un proceso de electrólisis.

La fundición está compuesta por una línea de estanques, que consisten en una serie de celdas de reducción revestidas de acero. La alúmina se deposita en cada celda, donde se disuelve en un baño de criolita fundida, sal doble de sodio y fluoruro de aluminio (el "electrolito"). Una vez realizado el proceso anterior, se pasa una corriente eléctrica a través de las celdas desde un ánodo de carbón suspendido al cátodo de carbono, que recubren las celdas. La alúmina se disocia en aluminio y oxígeno, el metal fundido (aluminio) es reunido en el fondo de la celda y se extrae a través de un sifón. Para la producción de una tonelada de aluminio, se estima el uso aproximado de 1,93 toneladas de alúmina.

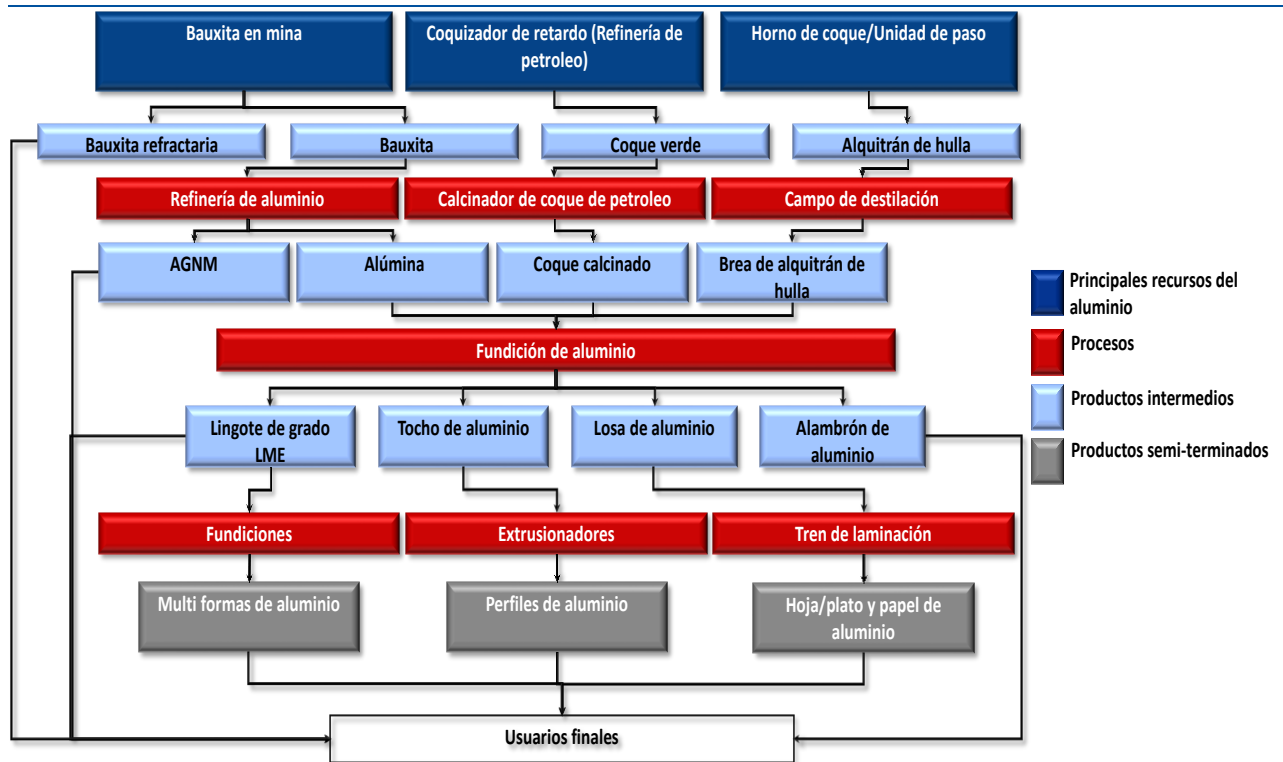
Finalmente, el metal fundido es transformado en las múltiples formas necesarias para su uso en las distintas industrias.

Para la conversión de alúmina en aluminio, los principales costos son electricidad, costos laborales y productos de carbón (coque y brea). La electricidad representa la mayor variación en los costos de producción entre las fundiciones y se constituye como la base principal de la ventaja competitiva entre fundiciones. Como se mencionó anteriormente, los costos de transporte tienden a favorecer el procesamiento de alúmina cerca de la fuente de minerales de bauxita. Para el procesamiento de aluminio, por otro lado, las fundiciones buscan zonas con fuentes de electricidad de bajo costo. En las últimas dos décadas, China fue en contra de estas normas de la industria al aumentar su capacidad interna de refinación y fundición, a pesar de no tener una ventaja sobre los costos de energía o de obtención de alúmina.

1.2.3. Cadena de valor del aluminio

La cadena de valor de aluminio parte con la extracción de bauxita y termina con la producción de productos semi-terminados. Dentro de esta cadena existe una serie de productos que se utilizan para el procesamiento de la bauxita y alúmina, entre estos el coque calcinado y la brea de alquitrán de hulla.

Figura 17 Cadena de valor del aluminio



Fuente: CRU

La industria del aluminio posee diferentes modelos de negocios, los cuales pueden abarcar la cadena de valor completa, o bien diferentes etapas de ésta. Entre estos modelos se encuentran:

- Integración vertical completa del proceso de producción.
- Integración por parte, cubriendo procesos como extracción & refinación o refinación & fundición.

Por ejemplo, empresas como Chalco, Alcoa y South32 poseen integración vertical completa del proceso de producción, partiendo desde la extracción en mina hasta la producción de aluminio primario. Al mismo tiempo, estas empresas venden su exceso de producción de bauxita y alúmina a otras compañías.

En el caso de integración por parte, existen empresa que importan bauxita y/o alúmina. Para el caso de la bauxita, las principales importaciones se concentran en China. La compañía Shandog es un ejemplo de esto, dado que sus niveles de producción de alúmina dependen fuertemente de

la importación de bauxita. Compañías como EGA, Vedanta y Press Metal, por su parte, depende en gran medida de sus importaciones de alúmina.

1.2.4. Costo de Capital de aluminio

Los costos de capital invertido en la producción aluminio varían de forma importante entre las diferentes regiones. Los costos de capital más altos se encuentran en Latino América con un total de 105 dólares por tonelada de aluminio producida, versus los 52 dólares por tonelada producida en Asia Pacífico, región que se posiciona como la de menor costo de capital a nivel mundial.

La mayor inversión por su parte se concentra en China, a pesar de no tener los costos de capital más bajo. Esto se fundamenta principalmente por la alta demanda de aluminio por parte de China, sumado a sus políticas públicas de autoabastecer su demanda de aluminio. Otras regiones con altos niveles de inversión son Asia Pacífico y África & Oriente Medio, con más de 3 mil millones de inversión cada una.

Tabla 6 Costo de capital del aluminio

Región	US\$M	US\$/t de bauxita
África & Oriente Medio	2178	79,4
Asia Pacífico	3097	52,2
China	708	91,1
Latino América	530	104,9
Total mundial	6.586	71.4

Fuente: CRU

1.2.5. Comercialización del aluminio

Principales sectores importadores y usos de las importaciones de aluminio

Dada la naturaleza global del mercado del aluminio, los principales sectores importadores y los principales usos de las importaciones son los mismos sectores y usos de la oferta total disponible. Estos sectores y usos finales son los definidos en la sección “Determinantes de la demanda de aluminio y usos finales” de este reporte. Para el caso del aluminio, éstos corresponden a la fabricación de productos semi-terminados para ser usados principalmente en las industrias del transporte y de la construcción.

Importaciones y exportaciones por país

Teniendo en cuenta que la principal característica de los *commodities* es que el mercado trata a distintos productos como prácticamente equivalentes sin importar su precedencia, y que esta es la base para que se den dinámicas de mercado basadas en información global y no regional, esta

sección muestra los principales países importadores y exportadores de aluminio sin agruparlos por región. De esta manera se logran capturar los flujos de material más importantes a nivel global, entregando información relevante para el mercado de manera clara y transparente.

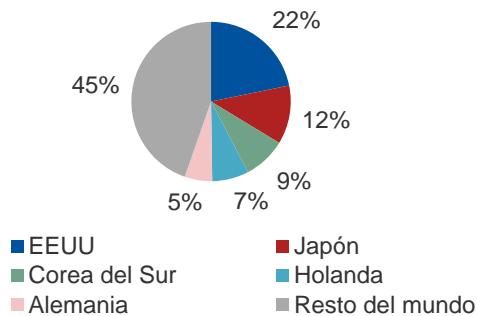
Las importaciones de aluminio para 2017 alcanzaron un total 13,2 millones de toneladas. EEUU, y Japón ocuparon los dos primeros lugares con un 22% y 12% respectivamente. Corea del Sur con un 9% y Alemania con un 5%, también se ubicaron dentro de los cinco principales importadores a nivel mundial. Holanda, por su parte, aparece como un importador importante debido a que su puerto es usado como puerto de entrada para otros países de Europa.

El total global de las exportaciones realizadas durante 2017 fue de 10,8 millones de toneladas de aluminio. Las exportaciones de aluminio se concentran en cinco países, los cuales acumulan el 65% de las exportaciones a nivel mundial. En primer lugar, se encuentra Rusia con un 17%, seguido por Canadá (16%) y Holanda, con un 11% del total de exportaciones de aluminio (nuevamente, Holanda aparece como puerto de conexión). Finalmente, India ocupa el cuarto lugar con un 11% versus Australia que se ubica quinto con un 10%.

Las exportaciones de 2017 representaron solo un 17% de la producción total de ese año. Este bajo porcentaje se debe principalmente a China: su producción se utiliza en consumo interno y hay impuestos a las exportaciones de aluminio primario. Considerando la producción mundial de aluminio primario sin China, que alcanzó los 27,2 millones de toneladas en 2017, un 42% se destinó a exportaciones.

Figura 18 Importaciones de aluminio, 2017

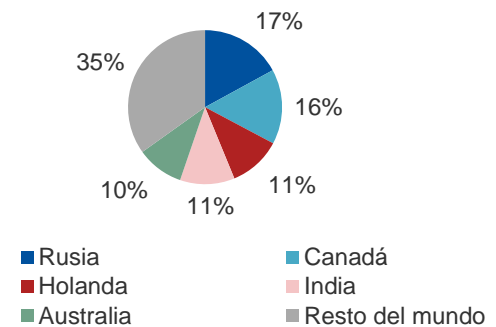
Importaciones totales: 13.2 (millones de toneladas)



Fuente: IHS Markit GTA, UN Comtrade, CRU

Figura 19 Exportaciones de aluminio, 2017

Exportaciones totales: 10.8 (millones de toneladas)



Fuente: IHS Markit GTA, UN Comtrade, CRU

Los porcentajes de exportaciones de bauxita, por otro lado son bastante más bajos dado su alto costo de transporte y bajo valor por tonelada. La mayor parte de su producción es, por lo tanto,

consumida en ubicaciones cercanas a su lugar de extracción. Para 2017 el total exportado fue de 42 millones de toneladas de acuerdo con GTIS, equivalente a 13,3% de la producción mundial para ese mismo año. El principal importador de este material es China con un 69% de las importaciones a nivel mundial, debido a la escasez y baja calidad de reservas de bauxita en el país.

Importaciones de aluminio

De un total de 13,2 millones de toneladas de aluminio importadas en 2017, EEUU importó la mayor cantidad de éstas con 2,9 millones de toneladas, ubicándose como el mayor importador de aluminio a nivel mundial. La TCAC para este país fue de 6,7% para el período 2008-2017. Japón ocupó el segundo lugar a nivel de importaciones, sin embargo, este ha presentado una disminución en su nivel de importaciones, desde 1,9 millones de toneladas de aluminio importadas en 2008 a 1,6 millones de toneladas para 2017.

En la última década, países como Corea del Sur y Holanda (equivalente al mercado europeo) tuvieron un importante aumento en el nivel de importaciones, llegando a los 1,1 millones de toneladas el primero y al millón de toneladas el segundo en 2017. En quinto lugar, se ubica Alemania con importaciones menores al millón de toneladas de aluminio.

El porcentaje acumulado de importaciones de los 5 países incluidos en la tabla siguiente corresponde al 55% de las importaciones a nivel mundial en 2017.

Tabla 7 Importaciones del aluminio (Mt)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2008-17
EEUU	1,6	2,1	1,6	1,3	1,3	1,4	1,3	1,4	2,3	2,9	6,7%
Japón	1,9	1,3	1,7	1,6	1,6	1,5	1,7	1,5	1,4	1,6	-2,1%
Corea del Sur	0,8	0,9	1,0	0,9	1,0	1,0	1,0	1,1	1,2	1,1	4,4%
Holanda	0,5	0,4	0,6	0,7	0,6	0,5	1,1	0,7	1,0	1,0	7,3%
Alemania	0,7	0,5	0,8	0,8	0,7	0,8	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7%
Resto del mundo	4,2	5,8	5,3	5,5	5,3	5,3	5,6	5,8	5,8	5,9	3,8%
Total mundial	9,7	11,0	11,0	10,7	10,6	10,3	11,5	11,2	12,6	13,2	3,5%
<i>% cambio anual</i>		13%	0%	-2%	-1%	-2%	12%	-3%	13%	5%	

Fuente: IHS Markit GTA, UN Comtrade, CRU

Exportaciones de aluminio

Entre 2008 y 2009 las exportaciones de aluminio presentaron un aumento de 700 mil toneladas, alcanzando 10,8 millones de toneladas de aluminio exportados, su segundo valor más alto en la última década. Posterior a esto, las exportaciones de aluminio cayeron llegando a su valor más bajo en 2014, con un total de 9 millones de toneladas de aluminio exportados. A partir de 2015,

las exportaciones de aluminio mostraron una recuperación, alcanzado su máximo valor para el período evaluado (2008-2017) en 2017. Este crecimiento fue impulsado principalmente por las mayores importaciones de EEUU.

A nivel país, Rusia se ha mantenido en el primer lugar como el mayor exportador de aluminio a nivel mundial. Sin embargo, sus exportaciones disminuyeron desde 2,8 millones de toneladas de aluminio en 2008, hasta 1,8 millones de toneladas en 2017. En segundo lugar, se encuentra Canadá quien alcanzó las 1,7 millones de toneladas exportadas en 2017. India, fue el país que incrementó sus exportaciones al mayor ritmo durante el periodo 2008-2017, mostrando un TCAC de 23,1% y alcanzando las 1,2 millones de toneladas en 2017.

Las exportaciones de los 5 países indicados en la siguiente tabla equivalen a un 65% de las exportaciones totales de 2017.

Tabla 8 Exportaciones del aluminio (Mt)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2008-17
Rusia	2,8	3,1	2,6	2,6	2,5	2,2	1,8	2,2	2,1	1,8	-4,4%
Canadá	1,5	1,7	1,4	1,4	1,3	1,5	1,2	1,2	1,6	1,7	1,1%
Holanda	0,5	0,5	0,7	0,6	0,6	0,6	0,9	0,9	1,2	1,2	9,7%
India	0,2	0,3	0,4	0,2	0,3	0,3	0,5	0,7	0,9	1,2	23,1%
Australia	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,1	1,2	1,2	1,1	-0,9%
Resto del mundo	4,0	4,3	4,0	3,8	3,8	3,7	3,5	3,3	3,8	3,8	-0,6%
Total mundial	10,1	11,1	10,3	9,8	9,5	9,6	9,0	9,5	10,7	10,8	0,7%
<i>% cambio anual</i>		10%	-8%	-5%	-2%	0%	-6%	6%	13%	0%	

Fuente: IHS Markit GTA, UN Comtrade, CRU

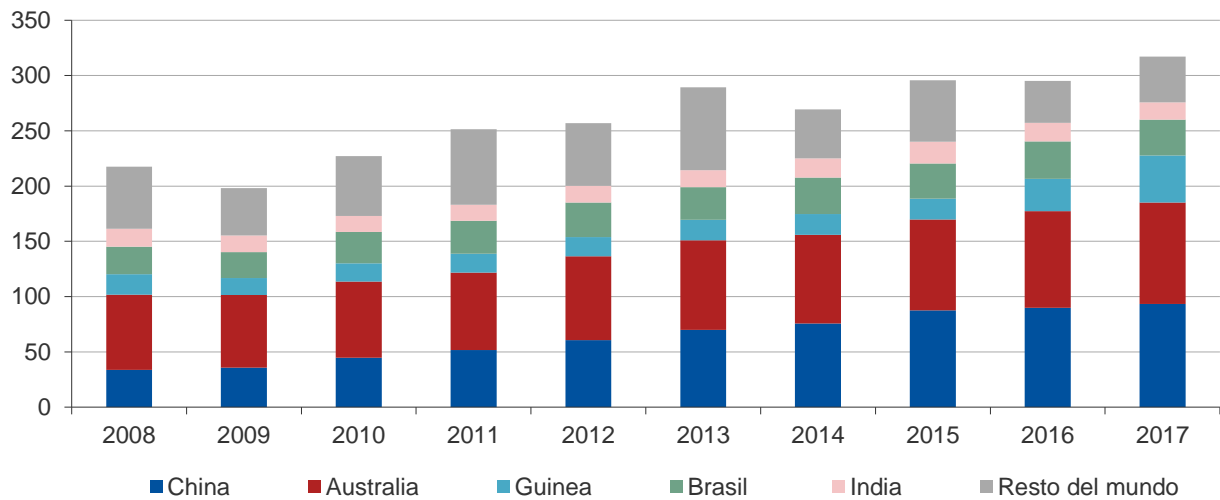
1.2.6. Producción histórica de aluminio

Para analizar la cadena de oferta del aluminio es necesario entender a grandes rasgos el mercado la producción de bauxita y alúmina, variables que determinan la oferta de materia prima para la producción de aluminio.

La oferta de la bauxita viene de la capacidad de producción determinada por las minas de bauxita que actualmente se encuentran en funcionamiento. Se estima que más del 90% de la bauxita producida es utilizada para la producción de alúmina, con el volumen restante dirigido a usos industriales. El mercado de alúmina, por su parte, es un mercado de transición donde la oferta máxima es determinada por la capacidad instalada de planta de refinería. Si bien existen usos químicos menores para la alúmina, se estima que ~95% de la producción de alúmina se destina a la producción de aluminio.

En valores aproximados, se necesitan 2 toneladas de bauxita para producir 1 tonelada de alúmina y se necesitan 2 toneladas de alúmina para producir una tonelada de aluminio. Estos valores varían de acuerdo con diferencias tecnológicas y de procesos.

Figura 20 Producción histórica de bauxita, 2008-2017 (Mt)



Fuente: CRU

Tabla 9 Producción histórica de bauxita, 2008-2017 (Mt)

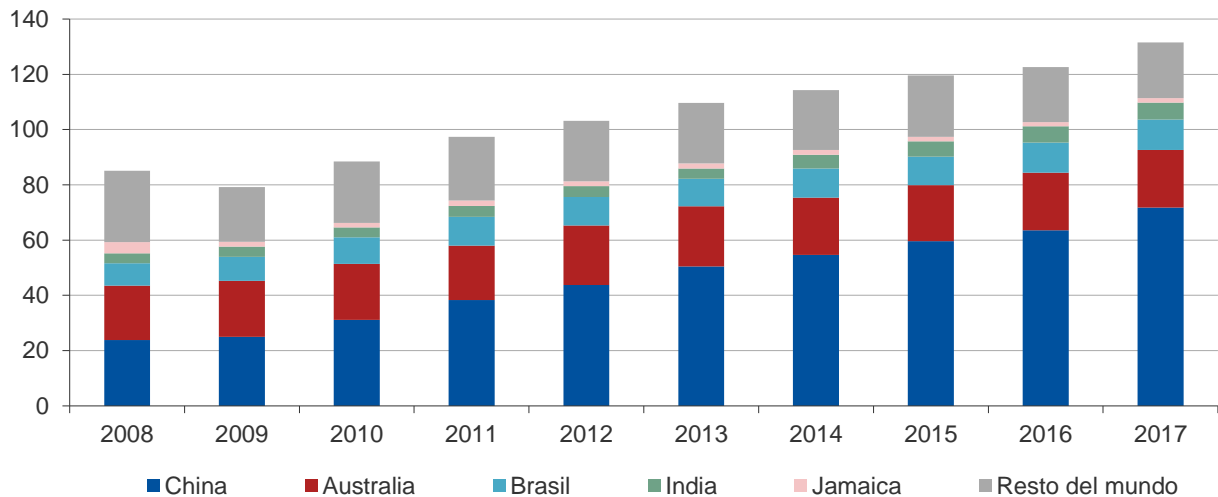
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2008-17
China	33,8	35,6	44,8	51,6	60,7	69,8	75,7	87,4	89,9	93,4	12,0%
Australia	67,8	65,9	68,7	70,1	75,6	81,0	80,1	82,2	87,4	91,7	3,4%
Guinea	18,6	15,3	16,7	17,1	17,5	18,5	18,9	18,9	29,1	42,5	9,6%
Brasil	25,0	23,6	28,2	29,7	31,2	29,6	32,8	32,0	34,0	32,6	3,0%
India	16,3	15,0	14,6	14,6	15,2	15,5	17,5	19,5	16,6	15,5	-0,6%
Resto del mundo	56,0	42,8	54,0	68,4	56,8	75,0	44,2	55,6	38,1	41,5	-3,3%
Total mundial	217,4	198,1	227,0	251,5	257,0	289,4	269,3	295,6	295,2	317,1	4,3%
% cambio anual		-8,9%	14,6%	10,8%	2,2%	12,6%	-6,9%	9,8%	-0,1%	7,4%	

Fuente: CRU

Analizando la producción histórica de bauxita, ésta se compone de cinco productores principales que actualmente son responsables de más del 85% de la producción mundial. La producción total de bauxita para 2017 fue de 317 millones de toneladas, de las cuales 294 millones de toneladas fueron destinada a la producción de alúmina. Australia ha sido el principal productor de esta materia prima a lo largo de la última década llegando a los 92 millones de toneladas de bauxita extraídas en 2017. Sin embargo, a partir de 2015 China superó la cantidad de bauxita extraída por Australia, manteniéndose como el mayor productor hasta 2017, con un total aproximado de

93 millones de toneladas. La producción china fue mayor a la australiana por aproximadamente 1 millón de toneladas en 2017.

Figura 21 Producción histórica de alúmina, 2008-2017 (Mt)



Fuente: CRU

Tabla 10 Producción histórica de la alúmina, 2008-2017 (Mt)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2008-17
China	23,8	25,0	31,2	38,3	43,7	50,5	54,7	59,6	63,5	71,8	13,0%
Australia	19,7	20,3	20,3	19,6	21,6	21,7	20,7	20,3	20,9	20,8	0,6%
Brasil	8,0	8,7	9,6	10,5	10,3	10,0	10,5	10,3	10,9	11,0	3,6%
India	3,6	3,7	3,6	3,8	3,9	3,7	4,9	5,5	5,9	6,2	6,0%
Jamaica	4,0	1,7	1,6	2,0	1,7	1,8	1,7	1,6	1,5	1,6	-9,4%
Resto del mundo	25,9	19,8	22,2	23,0	21,9	22,0	21,6	22,2	19,9	20,2	-2,7%
Total mundial	85,1	58,0	88,5	97,3	103,2	109,7	114,2	119,6	122,6	131,6	5,0%
<i>% cambio anual</i>		<i>-31,9%</i>	<i>52,5%</i>	<i>10,0%</i>	<i>6,1%</i>	<i>6,3%</i>	<i>4,1%</i>	<i>4,7%</i>	<i>2,5%</i>	<i>7,4%</i>	

Fuente: CRU

Para el caso de la alúmina, cuatro de los cinco principales productores de bauxita también son los principales productores de alúmina, reforzando la idea de que el mercado de bauxita tiene un bajo nivel de exportación y que la mayor parte de la producción de alúmina se realiza cercana a los depósitos de mineral de bauxita. Sólo Guinea quedó fuera de los mayores productores de alúmina, dado que la mayor parte de su producción es exportada a China. La producción total de alúmina para 2017 fue de 132 millones de toneladas.

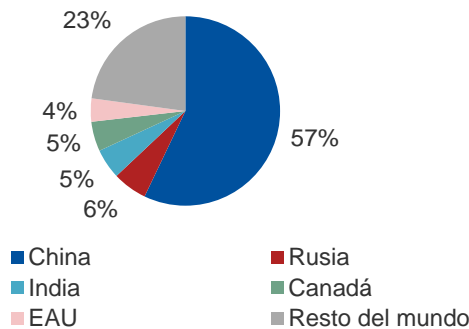
Respecto al aluminio, la composición de los principales productores incluye países que no se encuentran entre los principales productores de bauxita y/o alúmina. Como se puede ver en el gráfico siguiente, los principales productores de Aluminio para el año 2017 fueron China, Rusia, India, Canadá y Emiratos Árabes Unidos (EAU). La producción mundial para ese año fue de 63,4 millones de toneladas, de las cuales 36,2 millones de toneladas fueron producidas por China, clasificándolo como el líder mundial en producción con un 61% a nivel mundial. Rusia e India, se consolidaron en el segundo y tercer lugar respectivamente. Sin embargo, comparativamente con China sus niveles de producción de aluminio son bajos con tan sólo 3,7 y 3,3 millones de toneladas, entre 6% y 5% de la producción mundial respectivamente.

Canadá y EAU sumaron un 9% de la producción mundial para 2017. De manera individual, Canadá produjo 3,2 millones de toneladas y EAU 2,5 millones de toneladas.

A nivel empresarial, el Grupo China Hongqiao es el mayor productor de aluminio con ~7Mt de producción en 2017. Le siguen el UC Rusal, Grupo Xinfu y Río Tinto, los cuales produjeron entre 3,5 y 4 millones de toneladas el mismo año.

Figura 22 Porcentaje de producción del aluminio por país, 2017

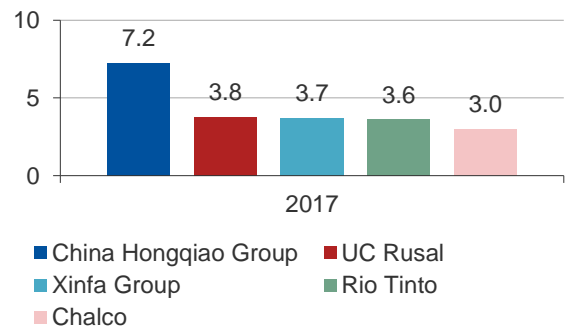
Producción total: 63 (millones de toneladas)



Fuente: CRU

Figura 23 Producción de aluminio por principales productores, 2017

Producción total: 63 (millones de toneladas)



Fuente: CRU

La producción anual de aluminio a nivel mundial ha aumentado en un 59% en la última década. En 2008 la producción de aluminio alcanzó los 39,8 millones de toneladas. Para 2017, este valor llegó a los 63,4 millones de toneladas producidas. Si bien la producción presentó un decrecimiento del 6% en 2009 debido a la crisis financiera, ésta se recuperó rápidamente y ha mantenido un crecimiento estable a partir de ese año.

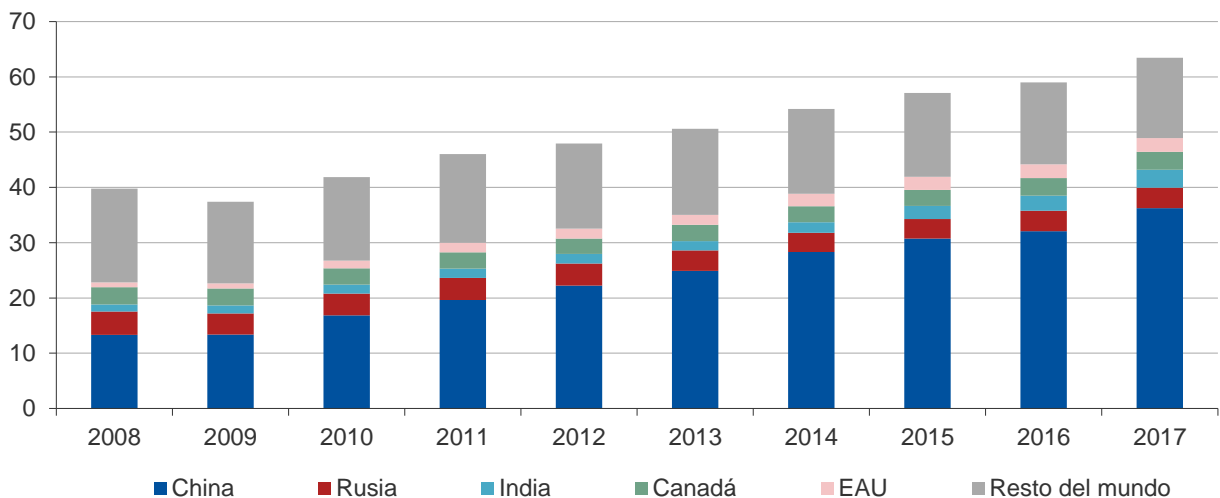
China se ha mantenido como el líder indiscutido de la última década, incrementando rápidamente sus niveles de producción con valores de 13,3 millones de toneladas (33% de la producción mundial) en 2008 y 36,2 millones de toneladas (57% de la producción mundial) para 2017. El aumento fue impulsado principalmente por la gran demanda de aluminio de este país y por políticas gubernamentales de incentivo a esta industria.

Rusia fue el segundo mayor productor de aluminio en el período 2008-2017. Sin embargo, sus niveles de producción disminuyeron desde los 4,2 millones de toneladas en 2008, hasta 3,7 millones de toneladas en 2017.

Si bien Canadá ha mantenido su producción de aluminio relativamente constante en torno a los 3 millones de toneladas de aluminio, India, que ha tenido un gran crecimiento en producción de procesamiento, superó a Canadá ubicándose en tercer lugar como mayor productor a partir de 2017. Este cambio se dio por el aumento de casi 530 mil toneladas más producidas por India en 2017 versus 2016, principalmente por el aumento de producción de las fundiciones de Vedanta e HINDALCO, llegando a un total de 3,3 millones de toneladas producidas para 2017. Si bien India ha presentado un crecimiento importante durante todo el período, el aumento entre 2016 y 2017 fue el mayor de la última década.

Al igual que India, EAU ha tenido un rápido crecimiento, aumentando su producción de 1,6 millones de toneladas entre 2008 y 2017.

Figura 24 Producción histórica del aluminio, 2008-2017 (Mt)



Fuente: CRU

Tabla 11 Producción histórica del aluminio, 2008-2017 (Mt)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2008-17
China	13,3	13,4	16,8	19,6	22,2	24,9	28,3	30,8	32,1	36,2	11,7%
Rusia	4,2	3,8	4,0	4,0	4,0	3,7	3,5	3,5	3,7	3,7	-1,3%
India	1,3	1,5	1,6	1,7	1,7	1,7	1,9	2,4	2,7	3,3	11,0%
Canadá	3,1	3,0	3,0	3,0	2,8	3,0	2,9	2,9	3,2	3,2	0,3%
EAU	0,9	1,0	1,4	1,8	1,8	1,8	2,3	2,4	2,4	2,5	12,1%
Resto del mundo	17,0	14,7	15,1	16,0	15,4	15,6	15,3	15,1	14,9	14,5	-1,7%
Total mundial	39,8	37,4	41,8	46,0	48,0	50,6	54,2	57,1	59,0	63,4	5,3%
<i>% cambio anual</i>		-6%	12%	10%	4%	6%	7%	5%	3%	8%	

Fuentes: CRU

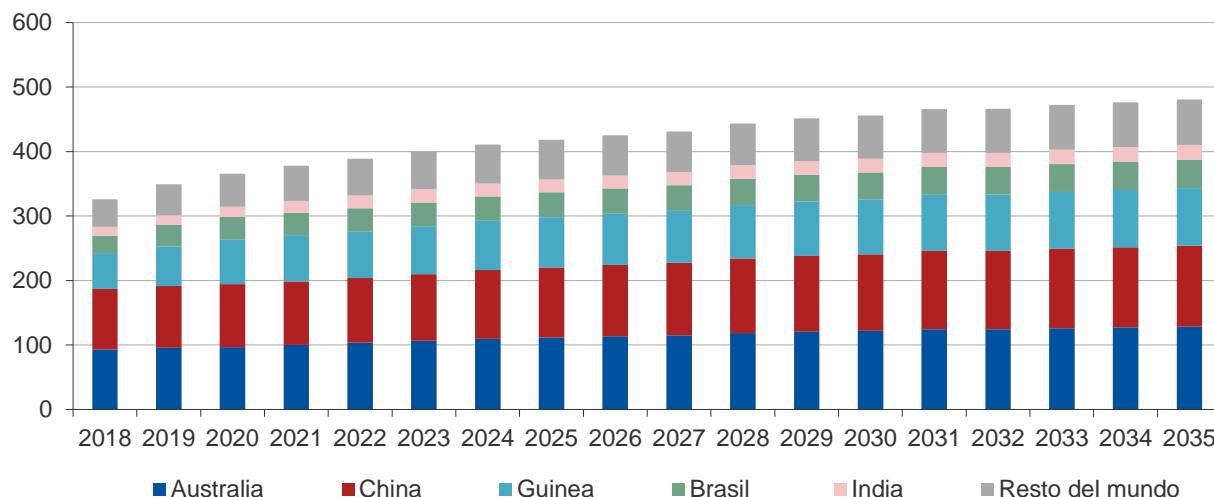
1.2.7. Proyección de producción de aluminio

Escenario 1 – Continuidad

Al igual que con la oferta histórica, en esta sección se presenta un análisis sobre la producción de bauxita y alúmina asociada a la producción final de aluminio.

En el mediano plazo, se pronostica que los cinco principales productores de bauxita se mantendrán, aunque con algunos cambios dentro de este ranking. Australia recuperaría el liderazgo en la producción mundial de aluminio a partir de 2020, con una diferencia de aproximadamente 3 millones de toneladas sobre la producción China para 2022. Por su parte Guinea seguirá aumentando sus niveles de producción dada la mayor demanda de importación de bauxita por parte de China. Los principales proyectos estimados en el mediano y largo plazo en este país son AMR Boke (el cual ya se encuentra operando desde diciembre de 2017, pero se espera que alcance su capacidad máxima a contar de 2019), EGA Sangaredi y Koumbia, que comenzarán a producir en 2019 y 2022 respectivamente. En general, se estima que el mercado de bauxita se encuentre bien abastecido en el mediano y largo plazo. En los últimos años, el mercado de la bauxita ha presentado buenos retornos, haciéndolo atractivo e impulsando y atrayendo nuevas inversiones. Empresas dedicadas a la fundición de alúmina podrían interesarse en invertir en este mercado, principalmente para asegurar la materia prima para la producción y abastecimiento de alúmina, pero también por los altos retornos del mercado de la bauxita y la alúmina en sí. A modo de ejemplo, empresas como Alcoa, South32 y Norsk Hydro obtuvieron mayores retornos sobre su negocio de bauxita y alúmina que por su negocio de aluminio primario en 2017.

Figura 25 Proyección de la producción de bauxita, 2018-2035 (Mt)



Fuente: CRU

Tabla 12 Proyección de la producción de bauxita, 2018-2035 (Mt)

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Australia	93,2	95,5	96,8	99,9	103,6	106,7	109,5	111,6	113,6	115,2
China	93,6	95,7	97,7	98,3	100,2	103,0	106,6	108,7	110,7	112,5
Guinea	55,8	61,9	69,4	71,9	72,3	74,5	76,4	77,9	79,3	80,4
Brasil	26,7	33,4	34,7	35,2	35,7	36,7	37,7	38,4	39,1	39,7
India	14,1	14,7	16,1	17,9	20,0	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2
Resto del mundo	42,8	48,1	50,7	55,0	56,9	58,6	60,1	61,3	62,4	63,3
Total mundial	326,1	349,3	365,4	378,2	388,7	399,7	410,6	418,2	425,2	431,3
<i>% cambio anual</i>		7,1%	4,6%	3,5%	2,8%	2,8%	2,7%	1,9%	1,7%	1,4%

	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	TCAC 2018-35
Australia	118,5	120,6	121,8	124,5	124,6	126,1	127,3	128,4	1,9%
China	115,7	117,7	118,9	121,6	121,6	123,2	124,3	125,4	1,7%
Guinea	82,7	84,2	85,0	86,9	87,0	88,0	88,9	89,7	2,8%
Brasil	40,8	41,5	41,9	42,9	42,9	43,4	43,8	44,2	3,0%
India	20,8	21,1	21,4	21,8	21,8	22,1	22,3	22,5	2,8%
Resto del mundo	65,1	66,2	66,9	68,4	68,4	69,3	69,9	70,5	3,0%
Total mundial	443,7	451,3	455,9	466,1	466,4	472,1	476,5	480,8	2,3%
<i>% cambio anual</i>		2,9%	1,7%	1,0%	2,2%	0,1%	1,2%	0,9%	0,9%

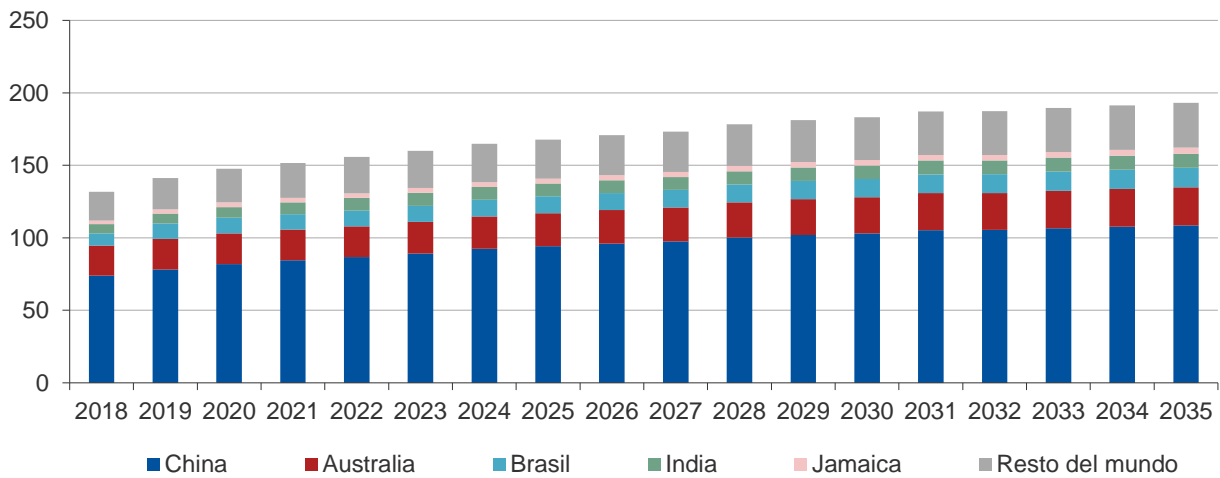
Fuente: CRU

Al igual que la bauxita, el mercado de la alúmina presenta tasas positivas de crecimiento en el largo plazo. China continuará siendo el principal productor de alúmina a nivel mundial, aunque su crecimiento en producción será considerablemente menor que en los últimos diez años – si bien

el país presentó una TCAC de 13,3% para el período 2008-2017, ésta disminuirá a 1,7% entre 2018 y 2035.

La producción de alúmina se verá impulsada por extensiones de proyectos existentes, la construcción de nuevas refinerías principalmente en Asia y mayores tasas de utilización en refinerías en América del Sur & Central y África. Los proyectos claves en el desarrollo de este mercado se localizan en Asia, de los cuales la mayoría son refinerías ubicadas en China (Zhanhua y Guangxi Fangchenggang, que se espera que comiencen a operar en 2019 y 2020) y en menor medida en India (Utkal, que comenzará a operar en 2020) e Indonesia (Kendawangan, 2020).

Figura 26 Proyección de la producción de la alúmina, 2018-2035 (Mt)



Fuente: CRU

Tabla 13 Proyección de la producción de la alúmina, 2018-2035 (Mt)

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
China	36,6	39,5	41,1	42,0	42,8	44,1	45,6	46,5	47,4	48,1
Rusia	3,7	3,7	3,8	3,8	3,9	4,0	4,3	4,3	4,6	4,9
India	3,7	3,7	3,8	4,0	4,1	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2
Canadá	3,0	3,3	3,4	3,4	3,5	3,7	3,8	3,9	3,9	3,9
EAU	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,7	2,8	2,8	2,8	2,8
Resto del mundo	14,7	15,4	16,3	17,2	18,2	18,8	18,8	19,3	19,5	19,7
Total mundial	64,2	68,2	71,0	72,9	75,1	77,3	79,4	80,9	82,3	83,5
<i>% cambio anual</i>		6,1%	4,1%	2,8%	3,0%	3,0%	2,6%	2,0%	1,7%	1,5%

	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	TCAC 2018-35
China	49,5	50,4	50,9	52,0	52,0	52,7	53,2	53,6	2,3%
Rusia	5,0	5,1	5,2	5,3	5,3	5,4	5,4	5,5	2,2%
India	4,3	4,4	4,4	4,5	4,5	4,6	4,6	4,6	1,3%
Canadá	4,0	4,0	4,1	4,2	4,2	4,2	4,3	4,3	2,2%
EAU	2,9	3,0	3,0	3,0	3,0	3,1	3,1	3,1	1,2%
Resto del mundo	20,3	20,6	20,8	21,3	21,3	21,5	21,8	21,9	2,4%
Total mundial	85,9	87,4	88,3	90,3	90,3	91,4	92,3	93,1	2,2%
<i>% cambio anual</i>	2,9%	1,7%	1,0%	2,2%	0,1%	1,2%	0,9%	0,9%	

Fuente: CRU

Se estima que la oferta de aluminio en el largo plazo aumentará desde los 64 millones de toneladas de aluminio, llegando a los 93 millones de toneladas de aluminio a 2035. Esto implica una TCAC de 2,2% a nivel mundial para el período 2018-2035, en línea con la producción de alúmina y bauxita.

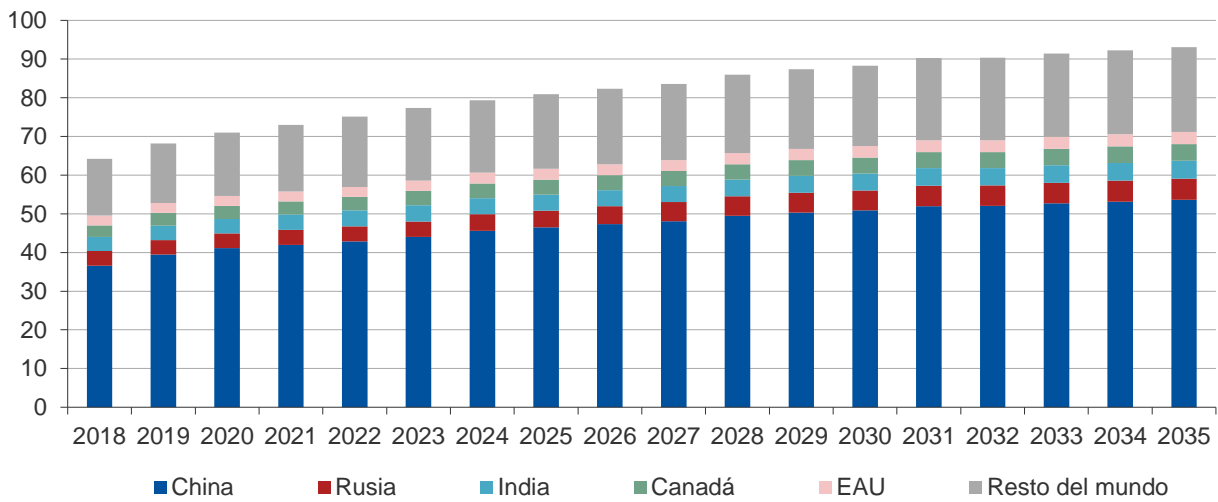
China se mantendrá como líder en la producción de aluminio al igual que en la última década. Con una producción de 36,6 millones de toneladas en 2018, se estima que aumentará su producción en 6 millones de toneladas en el mediano plazo, llegando a los 42,8 millones de toneladas de aluminio en 2022. Entre 2023 a 2035, se estima que las tasas de crecimiento de producción China disminuirá comparativamente con el mediano plazo. Entre 2023 y 2035, se espera que el aumento promedio anual en producción para este período sea de 700 mil toneladas de aluminio, versus 1,6 millones de toneladas anuales entre 2018 y 2022.

A nivel de producción y nuevos proyectos, las tasas de crecimiento de China debiesen disminuir considerablemente debido a los nuevos lineamientos económicos y medioambientales adoptados por el gobierno chino. Entre estos, la reducción de emisiones por parte de las fundiciones, sumado a un mayor control por parte del gobierno chino en la apertura de nuevas fundiciones controladas por empresas extranjeras, restringiría la oferta de aluminio con el objetivo final de mantener la producción en línea con la demanda interna. Dado este escenario, se espera que los nuevos

proyectos de fundiciones se ubiquen fuera de China, en áreas con exceso de energía. Entre las principales regiones para el desarrollo de mayor capacidad de fundición se encuentran Rusia, Medio Oriente, Canadá, Indonesia y Malasia. Las principales inversiones en materia de fundiciones, se espera provengan de empresas como US Rusal, Rio Tinto y Alcoa.

Rusia e India se mantendrán como los productores de aluminio más relevantes después de China. La producción rusa se estima en 3,7 millones de toneladas en 2018 y llegaría a los 5,5 millones de toneladas de aluminio primario producido en 2035. India, por su parte, aumentará su producción de 3,7 a 4,3 millones de toneladas entre 2018 y 2035.

Figura 27 Proyección de la producción de aluminio, 2018-2035 (Mt)



Fuente: CRU

Tabla 14 Proyección de la producción de aluminio, 2018-2035 (Mt)

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
China	36,6	39,5	41,1	42,0	42,8	44,1	45,6	46,5	47,4	48,1
Rusia	3,7	3,7	3,8	3,8	3,9	4,0	4,3	4,3	4,6	4,9
India	3,7	3,7	3,8	4,0	4,1	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2
Canadá	3,0	3,3	3,4	3,4	3,5	3,7	3,8	3,9	3,9	3,9
EAU	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,7	2,8	2,8	2,8	2,8
Resto del mundo	14,7	15,4	16,3	17,2	18,2	18,8	18,8	19,3	19,5	19,7
Total mundial	64,2	68,2	71,0	72,9	75,1	77,3	79,4	80,9	82,3	83,5
<i>% cambio anual</i>		6%	4%	3%	3%	3%	3%	2%	2%	1%

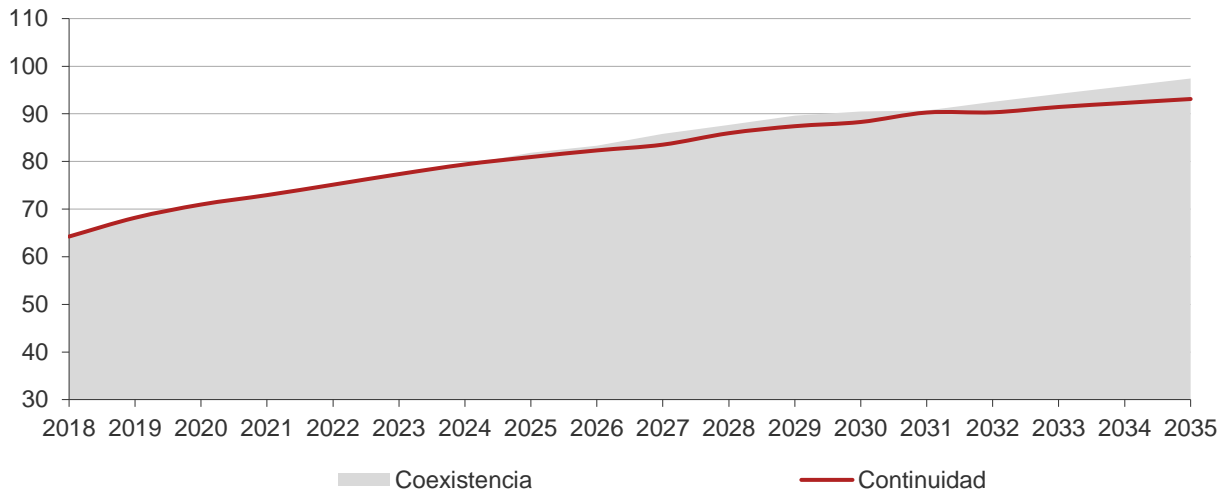
	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	TCAC 2018-35
China	49,5	50,4	50,9	52,0	52,0	52,7	53,2	53,6	2,3%
Rusia	5,0	5,1	5,2	5,3	5,3	5,4	5,4	5,5	2,2%
India	4,3	4,4	4,4	4,5	4,5	4,6	4,6	4,6	1,3%
Canadá	4,0	4,0	4,1	4,2	4,2	4,2	4,3	4,3	2,2%
EAU	2,9	3,0	3,0	3,0	3,0	3,1	3,1	3,1	1,2%
Resto del mundo	20,3	20,6	20,8	21,3	21,3	21,5	21,8	21,9	2,4%
Total mundial	85,9	87,4	88,3	90,3	90,3	91,4	92,3	93,1	2,2%
<i>% cambio anual</i>	3%	2%	1%	2%	0%	1%	1%	1%	

Fuente: CRU

Escenario 2 – Coexistencia

Para el mediano plazo, se asume que la oferta no tendrá la capacidad de ajustarse a posibles cambios en la demanda gatillados por las diferencias entre el escenario Continuidad y Coexistencia. En el largo plazo, sin embargo, la oferta tendría la capacidad de reaccionar a estos cambios. Como consecuencia, en el escenario de Coexistencia vemos que la oferta se mueve de la misma manera que la demanda: manteniéndose relativamente cercana al caso Continuidad hasta 2031, para luego crecer a un mayor ritmo hasta 2035.

Figura 28 Oferta en escenario Continuidad vs. Coexistencia para aluminio (Mt)



Fuente: CRU

Tabla 15 Oferta en escenario Continuidad vs. Coexistencia para aluminio (Mt)

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Continuidad	64,2	68,2	71,0	72,9	75,1	77,3	79,4	80,9	82,3	83,5
Coexistencia	64,2	68,2	71,0	72,9	75,1	77,3	79,4	81,8	83,3	85,8
Diferencia*	-	-	-	-	-	-	-0,0	0,9	1,0	2,3

	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	TCAC 2018-35
Continuidad	85,9	87,4	88,3	90,3	90,3	91,4	92,3	93,1	2,2%
Coexistencia	87,7	89,6	90,5	90,7	92,5	94,2	95,8	97,4	2,5%
Diferencia*	1,8	2,2	2,2	0,4	2,2	2,8	3,5	4,3	

* Diferencia calculada como Coexistencia menos Continuidad

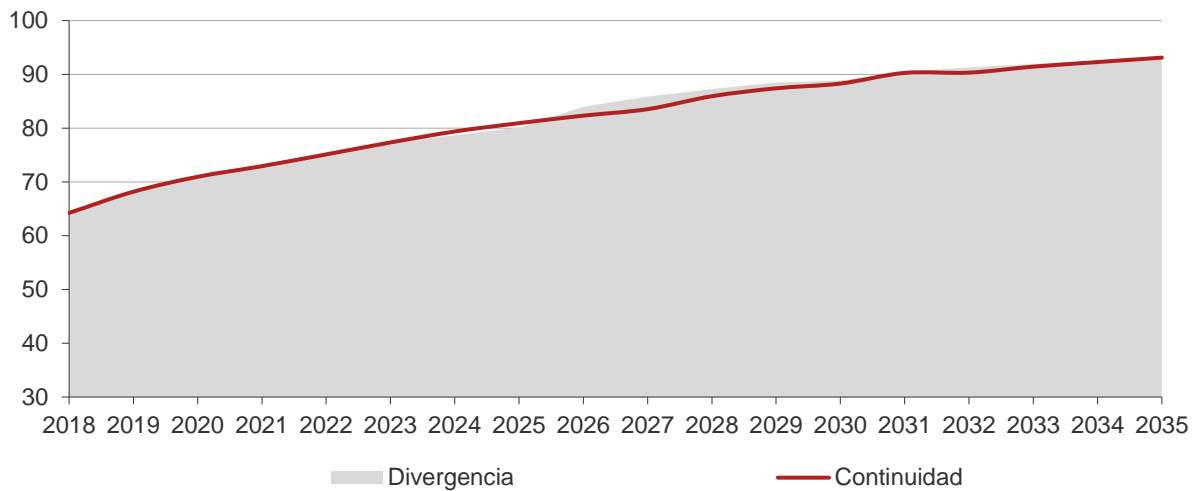
Fuente: CRU

Escenario 3 – Divergencia

Tal como para el escenario Coexistencia, en el escenario Divergencia se asume que la oferta no tendrá la capacidad de ajustarse a cambios en la demanda en el mediano plazo. Como consecuencia, la oferta en el escenario Divergencia se mantiene igual a la oferta en el escenario Convergencia entre los años 2018-2023.

En el largo plazo, sin embargo, la oferta tendría la capacidad de reaccionar a cambios en la demanda. Para el escenario Divergencia, esto significa que la oferta crece a menor tasa que en el escenario Continuidad desde 2024 en adelante.

Figura 29 Oferta en escenario Continuidad vs. Divergencia para aluminio (Mt)



Fuente: CRU

Tabla 16 Oferta en escenario Continuidad vs. Divergencia para aluminio (Mt)

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Continuidad	64,2	68,2	71,0	72,9	75,1	77,3	79,4	80,9	82,3	83,5
Divergencia	64,2	68,2	71,0	72,9	75,1	77,3	78,7	80,1	84,0	85,9
Diferencia*	-	-	-	-	-	-	-0,7	-0,8	1,6	2,3

	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	TCAC 2018-35
Continuidad	85,9	87,4	88,3	90,3	90,3	91,4	92,3	93,1	2,2%
Divergencia	87,2	88,5	88,9	90,5	91,3	91,9	92,4	92,9	2,2%
Diferencia*	1,3	1,1	0,6	0,2	1,0	0,5	0,1	-0,3	

* Diferencia calculada como Divergencia menos Continuidad

Fuente: CRU

1.3. Balance del mercado y precio del aluminio

1.3.1. Descripción de la estructura y mecanismos de precio del aluminio

A finales de la década de los 70, el comercio de futuros de aluminio comenzó a realizarse a través de la Bolsa de Metales de Londres (LME). A partir de mediados de los ochenta, el precio de aluminio de la LME se estableció como el principal precio de referencia, debido a que la mayor cantidad de aluminio comercializado siguió precios relativamente cercanos al precio de la LME.

El precio del aluminio exhibe un comportamiento cíclico. El principal conductor de los ciclos que atraviesa el precio de este metal es la actividad económica. Periodos de precios altos, están asociados con fases tardías de los auges económicos. Por su parte, precios bajos están asociados principalmente con recesiones. A pesar de que los ciclos económicos son el principal causante en la variación de los precios del aluminio, esta ciclicidad puede ser exacerbada por ciertas características de la producción y el consumo de aluminio. Por el lado de la oferta, la producción de aluminio es precio-inelástico a medida que la capacidad de producción se aproxima a tasas máximas de utilización, producción extra sería posible sólo a través de capacidad adicional, la cual tarda entre 2 a 3 años para su funcionamiento. En consecuencia, un auge en el consumo de este metal generaría el agotamiento de los inventarios, implicando una rápida alza en los precios del aluminio dada la restringida capacidad, la cual debiese regularse cuando la nueva capacidad de producción entre en funcionamiento.

Por otra parte, la producción también puede ser precio-inelástica en el corto plazo si los precios caen (esto esencialmente por los altos costos fijos de producción). A medida que la actividad económica disminuye, en orden de disminuir o realizar recortes en la producción mundial, los precios debiesen bajar hasta niveles de costos no evitables por parte de los productores. En el intertanto que los costos lleguen a esos niveles, el exceso de producción se acumularía como inventarios. El consumo de aluminio en la mayoría de sus usos finales también puede ser precio-inelástico en el corto plazo. A medida que los productores, sobre producen y acumulan inventarios, la consecuente caída de precios no induce a los consumidores a comprar mayor cantidad de aluminio.

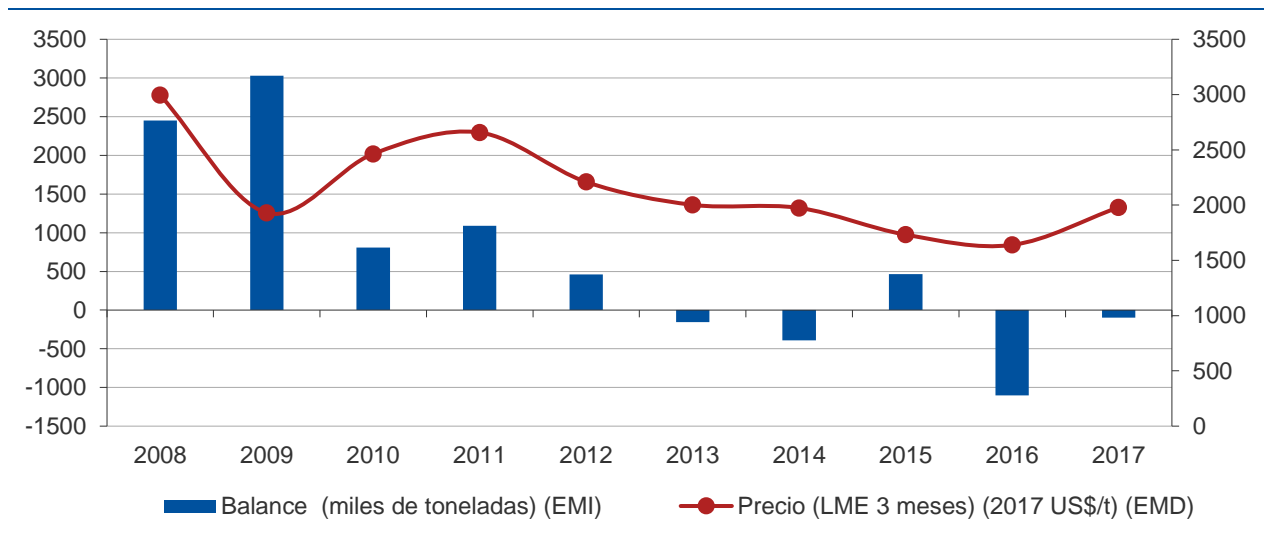
Estas características económicas ayudan a explicar los comportamientos observables del precio de aluminio. De estos se desprende que: los precios máximos de aluminio son cortos y pronunciados, mientras que los precios mínimos son de mayor duración, pero superficiales.

1.3.2. Balance de mercado y precio histórico del aluminio

El precio LME de aluminio tuvo una importante baja de 2008 a 2009 dada la caída de la demanda en 2009, esto principalmente por la crisis financiera de estos años. La disminución de la demanda y por ende el aumento de inventarios llevaron los precios desde US\$2.994 /t en 2008 hasta un precio promedio anual de US\$1.930 /t en 2009.

La estabilización de la economía global junto con el gran consumo de China, impulsaron nuevamente los precios entre 2010 y 2011, alcanzando éste los US\$2.656 /t en 2011. Luego de este año, los precios nuevamente volvieron a caer debido a la mayor producción en periodos anteriores y el superávit acumulado del mercado. En 2016 el precio del aluminio tocó un mínimo a los US\$1.639 /t. En 2017, el precio del aluminio bordeó los US\$1.900 /t durante los primeros meses, sin embargo, los cierres de fundiciones en China establecidos por el gobierno para bajar los niveles de contaminación durante el invierno llevaron los precios a un promedio anual de US\$1.980 /t, el mayor desde 2014. CRU estima que se cerró cerca del 30% de la capacidad de fundiciones cercanas a Beijing.

Figura 30 Balance histórico del mercado y precios del aluminio, 2008-2017



Fuente: CRU

Tabla 17 Balance histórico del mercado de precios del aluminio, 2008-2017 (Mt)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2008-17
Balance del mercado (miles de toneladas)											
Oferta	39.786	37.376	41.836	46.046	47.962	50.608	54.171	57.074	59.014	63.450	5,3%
Demanda	37.336	34.346	41.030	44.957	47.500	50.764	54.561	56.609	60.117	63.546	6,1%
Balance	2.450	3.031	806	1.090	462	-156	-390	464	-1.102	-97	
Precio del aluminio											
LME 3 meses (2017 US\$/t)	2.994	1.930	2.464	2.656	2.209	2.002	1.974	1.732	1.639	1.980	-4,5%
LME 3 meses (US\$/t)	2.620	1.702	2.199	2.420	2.050	1.887	1.894	1.680	1.610	1.980	-3,1%

Fuente: CRU

1.3.3. Proyección de balance de mercado y precio del aluminio

Escenario 1 – Continuidad

Siguiendo la metodología de CRU, el balance de mercado se calcula de manera detallada para el mediano plazo, cruzando oferta y demanda proyectadas. En el largo plazo, sin embargo, la oferta tiene la posibilidad de ajustarse a la demanda. Por lo tanto, **la diferencia entre oferta y demanda en el largo plazo no representa un déficit o superávit real, sino que el espacio que debe ser llenado por los productores para satisfacer la demanda global o la producción que debe dejar el mercado para que éste se estabilice.** Esta visión está alineada con la teoría tradicional de economía de minerales, la cual reconoce que en el largo plazo, si la demanda es mayor a la oferta, el precio debería subir lo suficiente como para lograr que el mercado se estabilice y viceversa. De esta forma, **no se espera que la diferencia entre oferta y demanda en el largo plazo se materialice, sino que se espera que incentive cambios en el precio** que aseguren un relativo balance.

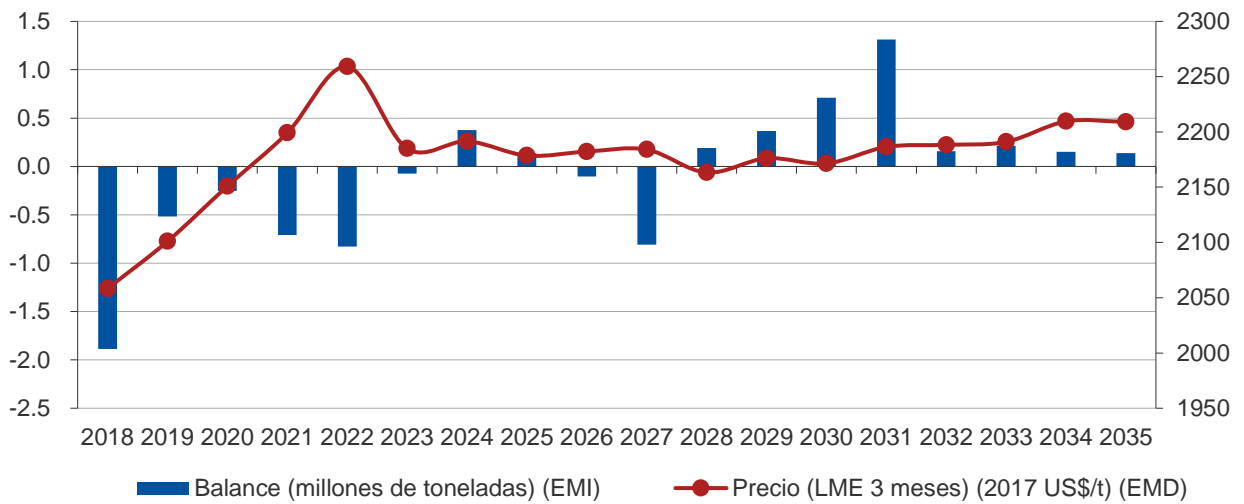
Es de vital importancia comprender que la diferencia entre oferta y demanda en el largo plazo no corresponde a un balance de mercado tradicional al momento de analizar la información entregada por CRU en el largo plazo, ya que los tonelajes observados en este “balance” plazo pueden parecer excesivos y lejos del comportamiento normal de los mercados. Tal como ya se ha explicado, esta diferencia buscar reflejar la tendencia que deben seguir los precios para lograr un mercado estable.

Descripción del precio en el mediano y largo plazo

Después de la sanción impuesta por EEUU a Rusal en abril de 2018, el precio del aluminio aumentó rápidamente. Sin embargo, la tensión entre EEUU y China ha presionado los precios a la baja debido a un sentimiento generalizado de mayor riesgo en el crecimiento global.

A pesar de estos acontecimientos, que representan un riesgo para la demanda de aluminio, CRU estima un escenario de déficit en el balance del mercado de aluminio en el mediano plazo, hasta 2022. El siguiente gráfico muestra el balance de mercado y precio esperado para los próximos años:

Figura 31 Proyección del balance del mercado y precios del aluminio, 2018-2035



Fuente: CRU

Tabla 18 Proyección del balance del mercado del aluminio, 2018-2035 (Mt)

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Oferta	64,2	68,2	71,0	72,9	75,1	77,3	79,4	80,9	82,3	83,5
Demanda	66,1	68,7	71,2	73,6	75,9	77,4	79,0	80,8	82,4	84,3
Balance	-1,9	-0,5	-0,3	-0,7	-0,8	-0,1	0,4	0,1	-0,1	-0,8
	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	TCAC 2018-35	
Oferta	85,9	87,4	88,3	90,3	90,3	91,4	92,3	93,1	2,2%	
Demanda	85,7	87,0	87,6	89,0	90,2	91,2	92,1	93,0	2,0%	
Balance	0,2	0,4	0,7	1,3	0,2	0,2	0,2	0		

Fuente: CRU

Tabla 19 Proyección del precio del aluminio, 2018-2035

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
LME 3 meses (2017 US\$/t)	2.058	2.101	2.151	2.199	2.259	2.185	2.192	2.179	2.182	2.184
LME 3 meses (US\$/t)	2.100	2.185	2.280	2.375	2.485	2.447	2.498	2.549	2.597	2.643
	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	TCAC 2018-35	
LME 3 meses 2017 US\$/t	2.163	2.176	2.171	2.186	2.188	2.191	2.209	2.209	0,4%	
LME 3 meses (US\$/t)	2.682	2.742	2.801	2.864	2.932	3.002	3.071	3.137	2,4%	

Fuente: CRU

El déficit global de aluminio anual proyectado hasta 2022 varía entre 0.3 y 2 millones de toneladas. Detrás de estas cifras globales se encuentran dos mercados distintos: por un lado China, y por otro el resto del mundo.

Por el lado de China, se espera que en los años siguientes exista un superávit en la producción de aluminio primario. Este superávit, sin embargo, no se traduciría en mayores exportaciones para compensar el déficit a nivel mundial fuera del país. Esto debido a que existe un claro desincentivo por parte del gobierno chino a la venta de aluminio primario al extranjero. El país cuenta con un impuesto del 15% sobre las exportaciones de aluminio primario, y a su vez un reembolso sobre el IVA a empresas que exporten productos de aluminio semi-terminados.

Por otro lado, el mundo ex-China presentará un déficit real mayor al presentado, dado que el total mundial se encuentra suavizado por el superávit chino. En función de este escenario, el déficit a nivel mundial ex-China sigue aumentando debido a la baja inversión en nuevos proyectos fuera de China, lo que impulsaría los precios del aluminio al alza en el mediano plazo. De esta manera, se espera que el precio del aluminio llegue a un máximo en 2022 a los US\$2.259 /t.

La tendencia creciente de los precios entre 2018 y 2022 debiese incentivar el desarrollo de nuevas fundiciones fuera de China para cubrir el déficit de aluminio en el mercado. Históricamente las inversiones fuera de China han sido más lentas de lo esperado debido a riesgos a los que se

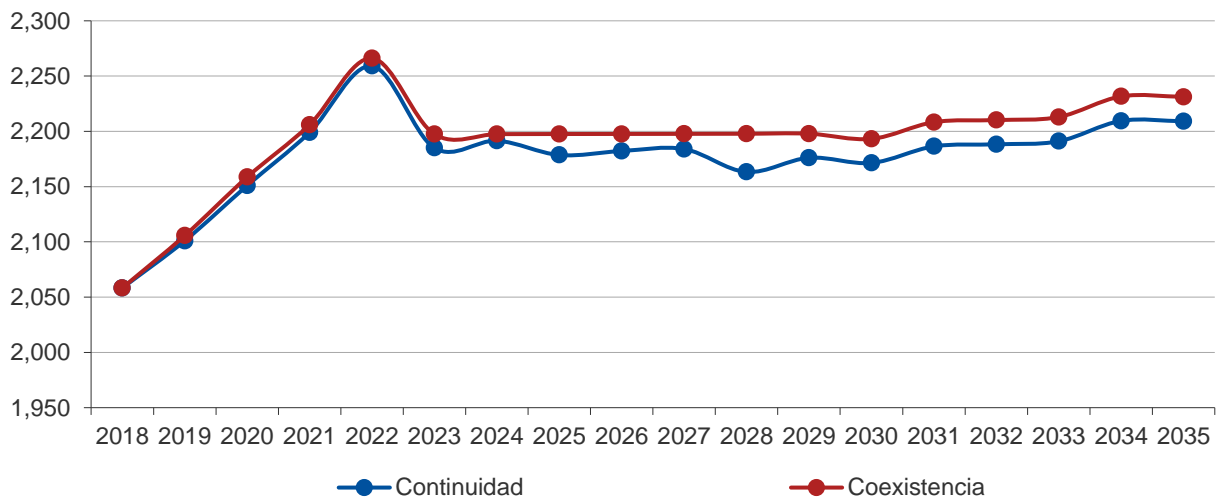
encuentra expuesto el precio del aluminio, principalmente la existencia de grandes volúmenes de producción “cautivos” en el mercado chino. A pesar de esto, se espera que entren nuevos proyectos fuera de China a partir de 2023, lo que gatillaría una disminución considerable del déficit proyectado. Esto llevaría a una baja en los precios, los que deberían mantenerse entre los US\$2.160 /t y los US\$2.209 /t en el período 2023-2035.

Escenario 2 – Coexistencia

En el mediano plazo, el escenario de Coexistencia tiene una demanda levemente mayor a la demanda del escenario Continuidad. La oferta se mantiene igual en ambos escenarios. Como consecuencia, el precio del aluminio en el escenario Coexistencia es levemente mayor que en el escenario Continuidad durante el periodo 2018-2022.

Siguiendo la metodología de estimación de precios propia de CRU, desde 2022 en adelante se espera que el precio tienda al CMLP. El CMLP del escenario Coexistencia es determinado en base al CMLP del escenario Continuidad, la diferencia de demanda entre ambos escenarios y la elasticidad de oferta de la industria del aluminio. Tomando estos elementos en consideración, el CMLP del escenario Coexistencia en 2029 es levemente superior al CMLP del escenario Continuidad, alcanzando los US\$2.198 /t en términos reales 2017. Se espera que el precio tienda a este valor a partir del año 2023 hasta 2029. Desde 2029 en adelante, se pronostica que el precio del aluminio bajo el escenario de Coexistencia seguiría la tendencia del precio en el escenario Continuidad.

Figura 32 Precios en escenario Continuidad vs. Coexistencia para aluminio (2017 US\$/t)



Fuente: CRU

Tabla 20 Precios en escenario Continuidad vs. Coexistencia para aluminio (2017 US\$/t)

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Continuidad	2.058	2.101	2.151	2.199	2.259	2.185	2.192	2.179	2.182	2.184
Coexistencia	2.058	2.106	2.159	2.206	2.266	2.197	2.198	2.198	2.198	2.198
Diferencia*	-	5	8	7	7	12	6	19	15	14

	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	TCAC 2018-35
Continuidad	2.163	2.176	2.171	2.186	2.188	2.191	2.209	2.209	0,4%
Coexistencia	2.198	2.198	2.193	2.208	2.210	2.213	2.232	2.231	0,5%
Diferencia*	35	22	22	22	22	22	22	22	

* Diferencia calculada como Coexistencia menos Continuidad

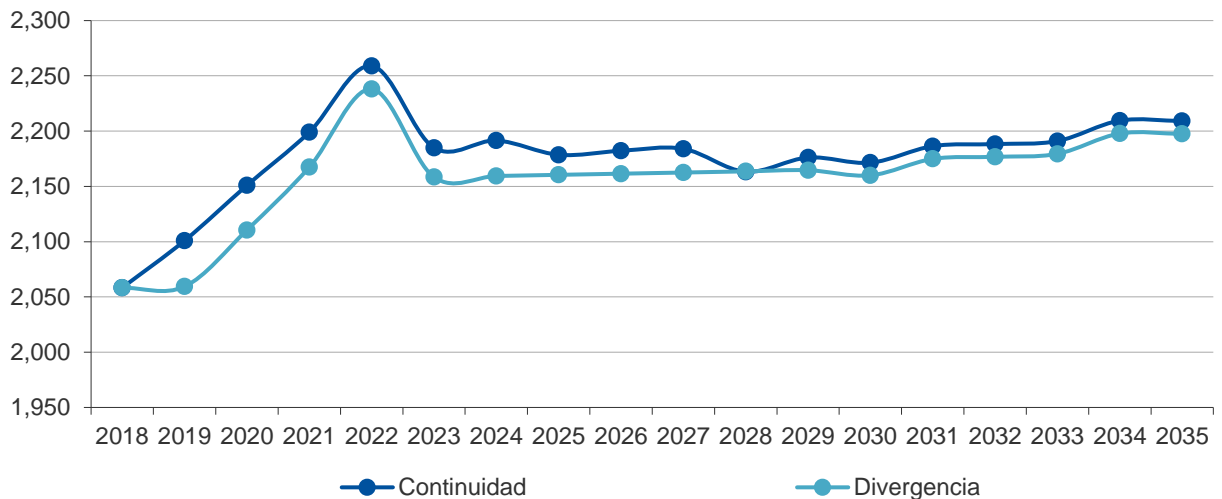
Fuente: CRU

Escenario 3 – Divergencia

En el mediano plazo, el escenario Divergencia tiene una menor demanda que el escenario Continuidad los años 2018-2022. Al mantenerse la oferta en ambos escenarios, estos cambios en demanda se traducen en que el escenario Divergencia muestra menores precios que el escenario Continuidad durante este periodo de tiempo.

Al igual que en el escenario Coexistencia, para el escenario Divergencia se calculó el CMLP para determinar la tendencia que seguirían los precios a partir de 2023. En base al CMLP del escenario Continuidad, la diferencia de demanda entre ambos escenarios y la elasticidad de oferta de la industria del aluminio, se determinó que el CMLP del escenario Divergencia alcanzaría los US\$2.165 /t el año 2029, en términos reales 2017.

Figura 33 Precios en escenario Continuidad vs. Divergencia para aluminio (2017 US\$/t)



Fuente: CRU

Tabla 21 Precios en escenario Continuidad vs. Divergencia para aluminio (2017 US\$/t)

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Continuidad	2.058	2.101	2.151	2.199	2.259	2.185	2.192	2.179	2.182	2.184
Divergencia	2.058	2.059	2.085	2.127	2.184	2.174	2.172	2.171	2.169	2.168
Diferencia*	-	-42	-66	-72	-75	-11	-19	-8	-13	-16

	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	TCAC 2018-35
Continuidad	2.163	2.176	2.171	2.186	2.188	2.191	2.209	2.209	0,4%
Divergencia	2.166	2.165	2.160	2.175	2.177	2.179	2.198	2.197	0,4%
Diferencia*	3	-11	-11	-12	-12	-12	-12	-12	

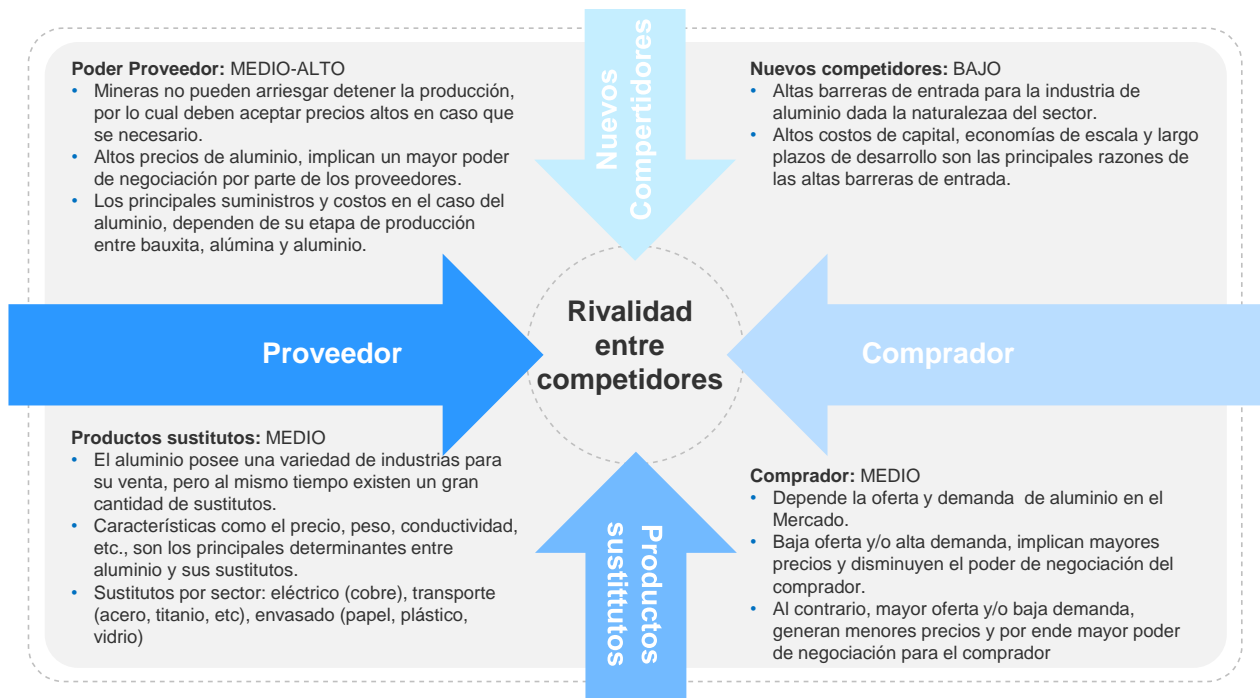
* Diferencia calculada como Divergencia menos Continuidad

Fuente: CRU

1.4. Análisis de las cinco fuerzas de Porter para el mercado del aluminio

Para entrar en el mercado de aluminio es importante entender sus principales características a nivel de proveedores, compradores, productos sustitutos y competidores. El modelamiento de las cinco fuerzas de Porter nos permite abordar estos puntos que se presentan a continuación.

Figura 34 Modelo de las cinco fuerzas de Porter aluminio



Fuente: CRU

De acuerdo con el modelo de Porter la rivalidad entre competidores es media. Si bien existe un total de cinco empresas que controlaron el 39% de la producción de aluminio durante 2017 (China Hongqiao Group, Xinha Group, Rio Tinto, UC Rusal y Chalco), la distribución del resto de la producción se encuentra diversificada entre el resto de los productores. Respecto al poder de negociación de proveedores, éste puede variar entre las etapas de producción dado los distintos requerimientos para bauxita, alúmina y aluminio.

Anexo I. Glosario

A continuación, se presenta un glosario que contiene la terminología utilizada a través del estudio. Este glosario se irá actualizando a medida que se avance en el reporte.

Monedas y medidas de valor

Sigla	Significado
US\$	Dólar estadounidense
US\$/t	Dólar estadounidense por tonelada

Empresas e Instituciones

Sigla	Significado
AMR Boke	Alliance Miniere Responsible Boke
CHALCO	Aluminum Corporation of China Limited
EGA	Emirates Global Aluminium
UC RUSAL	United Company RUSAL
USGS	United States Geological Service / Servicio Geológico Estadounidense

Medidas de peso

Sigla	Significado
GPL	Gramos por litro
kt	Miles de toneladas
Mt	Millones de toneladas
t / ton	Tonelada

Otros

Sigla	Significado
ERNC	Energía Renovable No Convencional
FOB	<i>Free on Board</i> / Libre a bordo
GTIS	Global Trade Information Services
LME	London Metal Exchange / Bolsa de metales de Londres
LRMC – CMLP	<i>Long run marginal cost</i> / Costo marginal de largo plazo
PIB	Producto Interno Bruto
SRMC – CMCP	<i>Short run marginal cost</i> / Costo marginal de corto plazo
TCAC	Tasa de Crecimiento Anual Compuesto
VEs	Vehículos eléctricos

Anexo II. Bibliografía

1. MinEx Consulting
2. Global Trade Information Services. IHS Markit GTA
3. MARSHALL, Alfred. Principles of Economics. XVIII ed. Nueva York, Cosimo Inc, 2006.
4. U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries. 2009 – 2018. Disponible en Internet: <https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/2018/mcs2018.pdf>