



Manganeso

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

5 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

1. Mercado del manganeso	1
Resumen ejecutivo de la industria del manganeso	1
Introducción	2
1.1. Demanda de manganeso	2
1.1.1. Determinantes de la demanda de manganeso y usos finales	2
1.1.2. Intensidad de uso & el ciclo de desarrollo del manganeso	6
1.1.3. Sustitución y elasticidad de la demanda del manganeso	8
1.1.4. Demanda histórica del manganeso	9
1.1.5. Proyección de demanda del manganeso	11
1.2. Oferta de manganeso	16
1.2.1. Recursos y reservas de manganeso: evolución, tasas de descubrimiento, presupuestos de exploración	16
1.2.2. Métodos de extracción y procesamiento del manganeso	18
1.2.3. Cadena de valor del manganeso	20
1.2.4. Costo de capital del manganeso	22
1.2.5. Comercialización del manganeso	23
1.2.6. Producción histórica de manganeso	26
1.2.7. Proyección de producción de manganeso	29
1.3. Balance del mercado y precio del manganeso	33
1.3.1. Descripción de la estructura y mecanismos de precio del manganeso	33
1.3.2. Balance de mercado y precio histórico del manganeso	34
1.3.3. Proyección de balance de mercado y precio del manganeso	35
1.4. Análisis de las cinco fuerzas de Porter para el mercado del manganeso	39
Anexo I. Glosario	41
Anexo II. Bibliografía	42

Índice de Tablas

Tabla 1 Análisis de la elasticidad de la demanda, Manganeso	9
Tabla 2 Demanda histórica de mineral de Manganeso, 2008-2017, (miles de toneladas de Mn contenido)	11
Tabla 3 Proyección de la demanda de Manganeso, 2018-2035, (miles de toneladas de Mn contenido)	13
Tabla 4 Demanda en escenario Continuidad vs. Coexistencia para manganeso (kt)	14
Tabla 5 Demanda en escenario Continuidad vs. Divergencia para manganeso (kt)	15
Tabla 6 Reservas de manganeso, 2008-2017 (millones de toneladas)	16
Tabla 7 Costo de capital del manganeso, 2017	22

Tabla 8 Importaciones de mineral de manganeso, 2008-2017 (miles de toneladas)	24
Tabla 9 Exportaciones de mineral de manganeso, 2008-2017, (miles de toneladas)	25
Tabla 10 Producción histórica de mineral de manganeso, 2008-2017, (miles de toneladas de Manganeso contenido)	28
Tabla 11 Producción histórica de aleaciones de Manganeso, 2008-2017, (miles de toneladas de Manganeso contenido).....	29
Tabla 12 Proyección de la producción de Manganeso, 2018-2035 (miles toneladas de manganeso contenido)	31
Tabla 13 Oferta en escenario Continuidad vs. Coexistencia para manganeso (kt).....	32
Tabla 14 Oferta en escenario Continuidad vs. Divergencia para manganeso (kt).....	33
Tabla 15 Balance histórico del mercado y precios del Manganeso, 2008-2017, (miles de toneladas de Manganeso contenido).....	35
Tabla 16 Proyección del balance del mercado del mineral de manganeso, 2018-2035 (miles de toneladas de manganeso contenido)	36
Tabla 17 Proyección de los precios del mineral de manganeso, 2018-2035.....	37
Tabla 18 Precios en escenario Continuidad vs. Coexistencia para manganeso (2017 US\$/dmu).....	38
Tabla 19 Precios en escenario Continuidad vs. Divergencia para manganeso (2017 US\$/dmu).....	39

Índice de Figuras

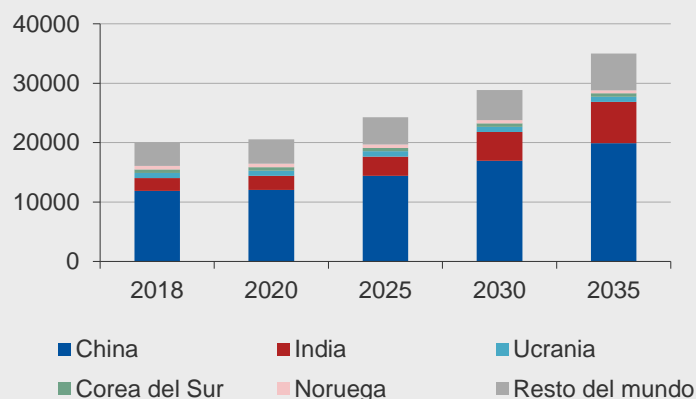
Figura 1 Correlación entre la producción global de acero y la demanda por aleaciones de manganeso en China y el mundo, 2008-2017	4
Figura 2 Demanda total por país, 2017	6
Figura 3 Demanda total por sector, 2017	6
Figura 4 Intensidad de uso según PIB per cápita en 2017	7
Figura 5 Demanda histórica de mineral de Manganeso, 2008-2017, (miles de toneladas de Mn contenido).....	11
Figura 6 Proyección de la demanda de Manganeso, 2018-2035, (miles de toneladas de Mn contenido).....	13
Figura 7 Demanda en escenario Continuidad vs. Coexistencia para manganeso (Mt).....	14
Figura 8 Demanda en escenario Continuidad vs. Divergencia para manganeso (Mt).....	15
Figura 9 Mapa de reservas globales de Manganeso, 2017 (millones de toneladas)	17
Figura 10 Presupuestos de exploración del manganeso, 2008-2035 (MUS\$, real 2017)	18
Figura 11 Métodos de procesamiento del Manganeso.....	19
Figura 12 Cadena de valor del Manganeso	22
Figura 13 Importaciones de mineral de manganeso, 2017.....	23

Figura 14 Exportaciones de mineral de manganeso, 2017	23
Figura 15 Producción por país, 2017	26
Figura 16 Producción por productor, 2017	26
Figura 17 Producción histórica de mineral de manganeso, 2008-2017 (miles de toneladas de manganeso contenido)	28
Figura 18 Producción histórica de aleaciones de Manganeso, 2008-2017, (miles de toneladas de Manganeso contenido).....	29
Figura 19 Proyección de la producción de Manganeso, 2018-2035 (miles toneladas de manganeso contenido)	30
Figura 20 Oferta en escenario Continuidad vs. Coexistencia para manganeso (Mt)	32
Figura 21 Oferta en escenario Continuidad vs. Divergencia para manganeso (Mt)	33
Figura 22 Balance histórico del mercado y precios del Manganeso, 2008-2017	35
Figura 23 Proyección del balance del mercado y precios del mineral de manganeso, 2018-2035.....	36
Figura 24 Precios en escenario Continuidad vs. Coexistencia para manganeso (2017 US\$/dm^{tu})	37
Figura 25 Precios en escenario Continuidad vs. Divergencia para manganeso (2017 US\$/dm^{tu})	38
Figura 26 Modelo de las cinco fuerzas de Porter.....	39

1. Mercado del manganeso

Resumen ejecutivo de la industria del manganeso

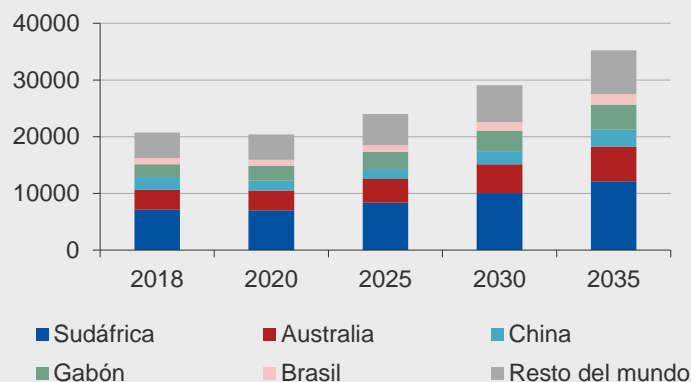
Proyección de la demanda (kt Mn contenido)



DEMANDA

1. La demanda global de manganeso alcanzará las 35 Mt de Mn contenido a 2035 (+87% vs 2017)
2. El aumento de un 24% en la producción de acero entre 2017 y 2035 será el principal impulsor del incremento en la demanda por mineral de manganeso a futuro.
3. China e India serán responsables de un 85% del crecimiento total de 16,2Mt en la demanda global de mineral de manganeso entre 2017 a 2035.
4. Se espera que China siga aumentando su consumo unitario de aleaciones de manganeso, en línea con una mayor demanda e importaciones de mineral de mayor calidad.
5. Con pocos proyectos de nuevas fundiciones a desarrollarse fuera de China e India, se espera que en estos países sigan estando el productor marginal de ferrosilicio el primero y aleaciones de Mn el segundo.

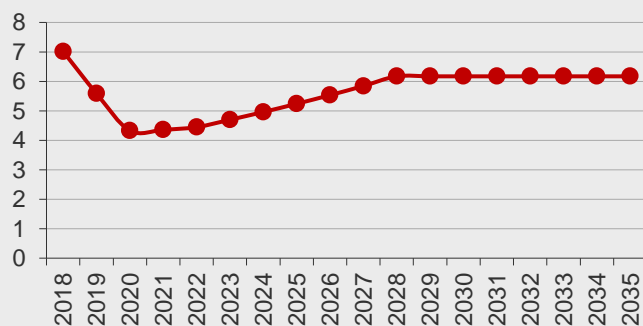
Proyección de la oferta (kt Mn contenido)



OFERTA

1. La producción de mineral de manganeso alcanzará las 35,2 Mt de Mn contenido a 2035 (+86% vs 2017)
2. Se espera que Sudáfrica, el mayor productor a nivel global, mejore su infraestructura de transporte con tal de impulsar un incremento en la producción, la cual se espera alcance las 12,14 Mt en 2035 (+91% vs 2017).

Precio real 2017, 44% Mn lump, CIF China (\$/dmtu)



PRECIO

1. Se espera que el mercado del manganeso se mantenga en superávit hasta 2019, produciendo una caída en el precio.
2. Desde 2020 en adelante habrá un aumento progresivo en la demanda pondrá presión alcista en los precios.
3. En el largo plazo pronosticamos que el precio debe aumentar para incentivar el ingreso de operaciones a producción. Este debería ubicarse en \$6,2/dmtu en 2028 – en moneda 2017.
4. Posteriormente a que alcance el equilibrio en 2028, esperamos que el precio se mantenga estable en términos reales, aumentando sólo con inflación.

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 manganeso

1.1.1. Determinantes de la demanda de manganeso y usos finales

El manganeso es un metal industrial esencial que se utiliza como aditivo en una amplia gama de aceros, aleaciones no ferrosas y componentes electrónicos, así como en aplicaciones químicas especializadas. En el proceso de fabricación del acero, la adición de manganeso elimina las impurezas como el azufre y el oxígeno, al mismo tiempo que optimiza las propiedades físicas del acero al mejorar su resistencia, dureza y resistencia a la abrasión.

En 2017, aproximadamente un 96% de la demanda total de mineral de manganeso provino del sector metalúrgico, de distintos tipos de ferroaleaciones (ferromanganeso de alto, mediano y bajo contenido de carbono) utilizados en aleaciones de acero y en el proceso del acero. Por lo cual las industrias de la minería de manganeso y del acero están intrínsecamente relacionadas.

Las principales características que aporta el manganeso al proceso de producción del acero son la fijación del contenido de azufre, actúa como agente de endurecimiento y como agente reductor, todos los cuales mejoran la calidad final del acero. Cuando es utilizado en pequeñas cantidades, el manganeso vuelve al acero más flexible, moldeable y mejora su resistencia a los impactos. Por estas propiedades, hasta el momento, no se ha logrado encontrar un sustituto del manganeso en el proceso de producción del acero.

Adicionalmente, el manganeso se oxida fácilmente y exhibe propiedades magnéticas frente campos magnéticos externos. Estas características vuelven al manganeso una aleación atractiva

del acero, así como una materia prima útil en la producción de baterías. Por otro lado, sus cualidades homeostáticas permiten que el manganeso sea utilizado en la agricultura (principalmente como fertilizante y para el control de enfermedades y plagas), la industria farmacéutica y de la alimentación.

En 2017, el 4% de la demanda total de mineral de manganeso, que correspondería a la fracción de usos no metalúrgicos, provino por parte de aleaciones de aluminio, químicos y compuestos para baterías.

Uso metalúrgico del manganeso

El mineral de manganeso es consumido principalmente por productores de aleaciones metálicas, quienes lo utilizan con el propósito de eliminar impurezas.

El mineral de manganeso se clasifica típicamente en tres rangos de ley. El mineral de manganeso de baja ley generalmente tiene un contenido de manganeso de entre 25% y 35%; el mineral de manganeso de media ley tiene un contenido de manganeso de entre el 35% y el 44%; mientras que el mineral de manganeso de alta ley tiene un contenido de manganeso superior al 44%.

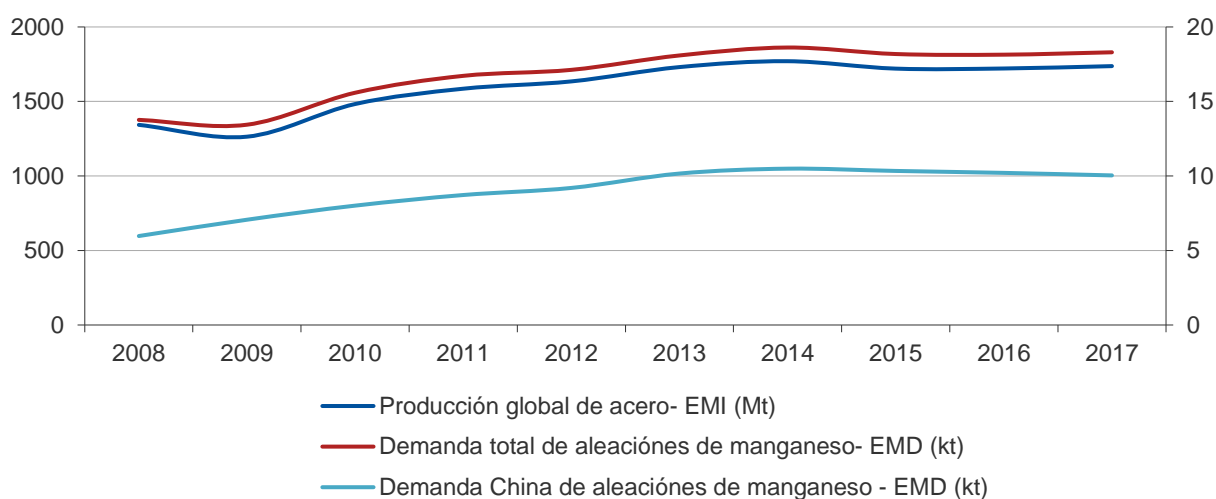
Las ferroaleaciones de manganeso son ingredientes clave para la fabricación de acero. Hay tres categorías principales de acuerdo a su composición. El ferromanganeso con alto contenido de carbono (HC FeMn) contiene más del 2% de carbono y aproximadamente el 75% de manganeso. El ferromanganeso refinado (Ref. FeMn) contiene menos del 2% de carbono y alrededor del 80% de manganeso. Y, por último, el silicomanganeso (SiMn) que se caracteriza por un alto contenido de silicio, que suele oscilar entre el 14% y el 16%, con un contenido de manganeso de entre el 65% y el 68%, y un contenido de carbono de menos del 2%.

Adicionalmente, también se utiliza el metal electrolítico de manganeso (EMM, por su sigla en inglés) en la producción de acero, ya que, si bien este no es una ferroaleación de manganeso, si es utilizado en la producción del acero inoxidable, especialmente en China. El EMM se usa específicamente como sustituto de otros productos de manganeso, como el ferromanganeso, cuando se requiere una aleación con niveles sumamente bajos de impurezas. Por ejemplo, niveles altos de impurezas de fósforo degradan la soldabilidad del acero, lo que no puede ser corregido del todo utilizando ferromanganeso. En otros casos, se prefiere EMM debido a los requisitos específicos de ciertos procesos de producción de acero. En línea con lo anterior, en 2017 el EMM se usó principalmente como agente de aleación para la producción de acero inoxidable de serie 200 en China.

Cabe resaltar que la industria de las aleaciones de manganeso está relativamente poco consolidada y tiene pocas barreras de entrada. Esto se debe a que la tecnología para fabricar aleaciones es bien conocida, los insumos (mineral, energía y coque) son altamente disponibles y el costo de capital de construir hornos en mercados en desarrollo, como China e India, es

relativamente pequeño. En consecuencia, no hay productores de aleaciones lo suficientemente grandes para influir por cuenta propia en el precio del mineral de manganeso y estos actualmente tampoco están tratando de negociar colectivamente con los productores de mineral para reducir el precio del mineral. Incluso si lo intentaran, las bajas barreras de entrada en la industria de las aleaciones harían muy difícil que lo logaran.

Figura 1 Correlación entre la producción global de acero y la demanda por aleaciones de manganeso en China y el mundo, 2008-2017



Fuente: CRU

Usos no metalúrgicos del manganeso

Aluminio

Es la segunda aplicación más importante del manganeso. Se utiliza como aleación en la producción de aluminio, produciendo una aleación más resistente a la corrosión. Esto se debe a la formación de compuestos de manganeso, hierro y silicio en los límites del grano del material reduciendo así la corrosión. En línea con lo anterior, la aplicación más importante de las aleaciones de aluminio-manganeso se encuentra en la producción de latas para bebestibles, las cuales contienen un promedio 0,8% a 1,5% de manganeso.

Existen aleaciones de aluminio que contienen hasta 9% de Mn que muestran propiedades prometedoras, pero estas siguen siendo muy costosas y actualmente solo pueden aplicarse a materiales de alto valor utilizados en la industria aeroespacial.

Cobre

El manganeso se usa en pequeñas cantidades (0,1% - 0,3%) como agente reductor en aleaciones de cobre, con tal de mejorar su maleabilidad y resistencia. Muchas aleaciones de cobre en el mercado contienen entre un 1% y 2% de manganeso. Algunas aleaciones las cuales contienen un

mayor grado de manganeso (ej. 72%Mn, 18% Cu, 10% Ni) son usadas para tiras bimetálicas en el control de temperaturas en automóviles. Adicionalmente, aleaciones similares (60% Cu, 20%Mn, 20%Ni) son usadas en la producción de pequeñas piezas para la industria de relojería.

Otros metales

El manganeso también se utiliza como elemento de aleación en otros metales, como por ejemplo es la base de la aleación de titanio alfa-beta, con un contenido de 8% de manganeso. El manganeso también se usa en aleaciones de zinc, pero solo en contenido de 0,1 a 0,2%. Adicionalmente, el manganeso también se puede alear con oro, plata y bismuto para crear aleaciones para ciertas aplicaciones, principalmente en la industria electrónica. Sin embargo, las cantidades involucradas son muy pequeñas en comparación con las principales aplicaciones del manganeso.

Baterías

El principal uso no metalúrgico del manganeso es en forma de dióxido de manganeso, el cual se utiliza como despolarizador en pilas secas. El rol del dióxido de manganeso en este tipo de pilas es oxidar el hidrogeno y producir agua mediante la liberación de energía.

Los dióxidos de manganeso de origen natural pueden ser usados en celdas estándar. El dióxido de manganeso mejorado es requerido en celdas de alto rendimiento y se produce de forma sintética.

Químicos

El permanganato de potasio es uno de los productos de manganeso más comunes. Es un poderoso agente oxidante con propiedades bactericidas y alguicidas. Propiedades por las cuales es utilizado para purificar el agua potable y tratar el agua residual.

Otra aplicación importante del manganeso es el "Maneb" (bisditiocarbamato de manganeso o etilenbisditiocarbamato de manganeso), un polímero orgánico que se vende en forma de polvo amarillo. Es un fungicida agrícola y se usa ampliamente para controlar las enfermedades en cultivos y cereales, enfermedades del banano y el maní, entre otras.

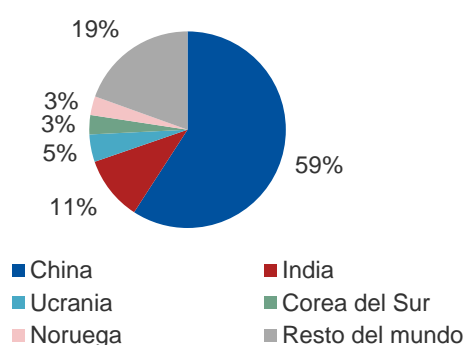
Otro compuesto orgánico de manganeso conocido como MMT (metilciclo-pentadienil manganeso tricarbonilo) se usa a pequeña escala como un refuerzo del octano en la gasolina. MMT puede mejorar dramáticamente la combustión del aceite, disminuyendo la obstrucción de calderas y reduciendo los niveles de hollín. Si bien aún no está completamente desarrollado, esta aplicación es importante desde un punto de vista ambiental, ya que permitiría reemplazar al plomo en combustibles.

Existen otras numerosas aplicaciones de óxido de manganeso y sus sales. También se usa como agente oxidante para tratar el mineral de uranio para producir el concentrado de óxido de uranio

conocido como "torta amarilla". Otras aplicaciones incluyen la coloración de ladrillos y baldosas, secadores y como pigmento para pinturas, entre otras. El sulfato de manganeso se usa ampliamente como producto final en fertilizantes y alimentos para animales, y como producto intermedio en la industria química. Una aplicación novedosa en desarrollo es la de organometálicos de manganeso, que proporcionan un paso intermedio en la síntesis de productos químicos orgánicos finos de alto valor añadido.

Figura 2 Demanda total por país, 2017

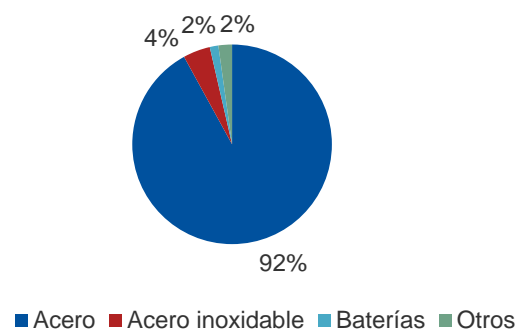
Demanda total: 18.717 kt manganeso contenido



Fuente: CRU

Figura 3 Demanda total por sector, 2017

Demanda total: 18.717 kt manganeso contenido



Fuente: CRU

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

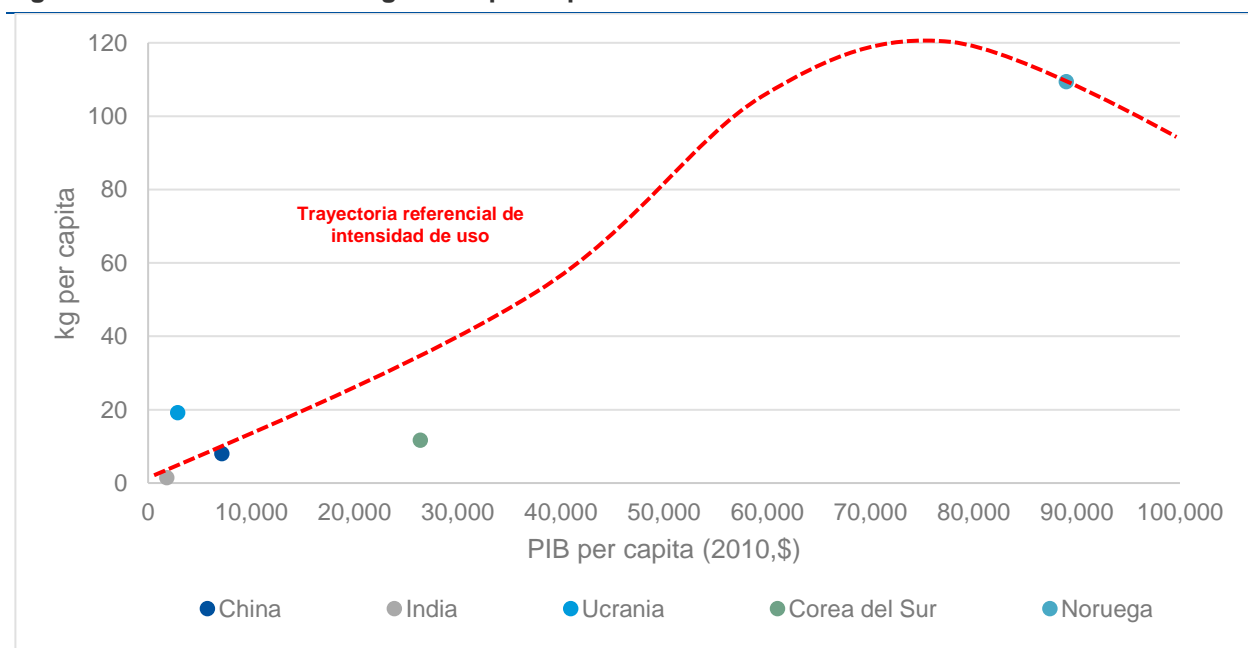
El consumo de aleaciones de ferromanganeso en la producción de acero bruto no es una variable fija, como sí lo son otras materias primas usadas en el mismo proceso. El consumo unitario de las diferentes aleaciones de manganeso varía entre diferentes fundiciones y a través del tiempo. Estas fluctuaciones dependen de variables como la eficiencia del proceso productivo y la calidad del acero requerida por el mercado de destino. En línea con lo anterior, las siguientes son algunas de las variables que más influyen en la intensidad del uso de manganeso en una economía.

- **Tipo de producto:** El consumo unitario de cada tipo de aleación de manganeso depende del tipo de acero producido. El acero inoxidable, por ejemplo, típicamente requiere un mayor consumo de aleaciones de manganeso que otros tipos de aceros, por lo que aquellas economías productoras de acero inoxidable tendrán una mayor intensidad de uso de manganeso que otras.
- **Eficiencia:** El análisis del consumo unitario de aleaciones de manganeso es más variable en economías emergentes, ya que las fundiciones en estos mercados son generalmente menos eficientes lo que conlleva mayores pérdidas, debiendo consumir una mayor cantidad de aleaciones de manganeso por tonelada de acero producido.

- **Sustituibilidad:** Un productor de acero va a variar la composición de la mezcla en la producción de acero dependiendo en gran medida del precio de estas materias primas. Si el sílico-manganeso es más barato que el ferromanganeso en determinado momento, los sustituirá, siempre y cuando la calidad del acero terminado no sea una variable fundamental.

En línea con lo anterior, aquellas economías en donde existe producción de aleaciones de manganeso importante tendrán una intensidad elevada en su consumo de mineral. El caso de Noruega, por ejemplo, llama la atención producto de su elevada producción de aleaciones de manganeso en comparación con la escasa población del país. Con una producción total de 581 kt en 2017, Noruega produjo la mitad de la producción total europea, la cual alcanzó las 1.092 toneladas ese mismo año. Ucrania, por su parte, produjo más de la mitad del total de aleaciones de manganeso de la Comunidad de Estados Independientes¹ (CIS, por su sigla en inglés) en 2017, alcanzando una producción total de 945 kt de las 1.730 toneladas a nivel regional. Lo anterior, significa que aquellas economías exportadoras de aleaciones, como el caso de Noruega y Ucrania, tendrá como efecto una intensidad elevada en su consumo de manganeso.

Figura 4 Intensidad de uso según PIB per cápita en 2017



Fuente: CRU

¹ Organización intergubernamental que agrupa a un conjunto de países que pertenecieron a la Unión de Republicas Socialistas Soviéticas

1.1.3. Sustitución y elasticidad de la demanda del manganeso

Sustitución

Si bien existe una elevada sustitución entre distintos tipos de aleaciones de manganeso, como por ejemplo entre ferromanganeso y EMM, hasta la fecha no se ha encontrado una alternativa comercialmente viable al manganeso en el proceso de producción del acero.

En el caso del EMM, por ejemplo, existe una relación de sustitución con el níquel en la producción de acero inoxidable, pudiendo el EMM reemplazar al níquel en la producción de acero de serie 200.

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 manganeso, los cuatro factores de análisis de la teoría marshalliana se comportan de la siguiente manera:

Tabla 1 Análisis de la elasticidad de la demanda, Manganeso

Factor de análisis	Características específicas del Manganeso
Usos principales	Producción de acero, acero inoxidable, baterías y químicos
Baja sustituibilidad	Sí. No tiene sustitutos directos en su principal mercado el cual es la producción de acero.
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 del manganeso

Principales consumidores por actividad económica en los últimos diez años

Tal como se plantea en la sección “Determinantes de la demanda de manganeso y usos finales” de este reporte, el sector económico ligado al consumo de manganeso es el sector metalúrgico, de distintos tipos de ferroaleaciones (ferromanganeso de alto, mediano y bajo contenido de carbono) utilizados en aleaciones de acero y en el proceso del acero. Por lo cual las industrias de la minería de manganeso y del acero están intrínsecamente relacionadas.

Principales países y/o regiones consumidoras de manganeso

En esta sección se presentan los principales países y/o regiones consumidoras de manganeso 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.

En 2017, la demanda real de mineral de manganeso a nivel global alcanzó las 18,7 Mt de manganeso contenido. Al estar intrínsecamente ligada a la producción de ferroaleaciones de manganeso y EMM (segmentos responsables de un 96% de la demanda total en 2017), los mayores consumidores de mineral son a la vez los mayores productores de ferroaleaciones de manganeso. China, por sí solo, representó un 59% de la demanda global en 2017, alcanzando las 11 Mt. Le sigue por un amplio margen la India, con un consumo de 1,97 Mt el mismo año. La lista de los principales consumidores de mineral de manganeso la cierran Ucrania, Corea del Sur y Noruega, consumiendo volúmenes de 846 kt, 594kt y 580 kt respectivamente.

En líneas generales, la demanda de ferroaleaciones de manganeso – estrechamente vinculada a la demanda de mineral – puede aumentar por dos razones: un incremento en la producción de acero, o un aumento en el consumo unitario de ferroaleaciones – esto es concretamente los kg de manganeso por toneladas de acero producida. En su defecto, también lo puede hacer por una combinación de ambos factores.

China, si bien alcanzó su máximo de producción de acero en 2014, ha venido mostrando una recuperación en su demanda producto de múltiples factores. Al ser la producción de mineral de manganeso chino de baja calidad, se obligó a los productores de acero durante la última década a incrementar sus importaciones de mineral de mejor calidad con tal de mantener sus crecientes niveles de producción. Lo anterior, se vio aún más dificultado con la implementación de políticas medioambientales restrictivas con la producción de acero en China recientemente, lo cual llevó a la industria acerera a incrementar su consumo unitario de ferroaleaciones como el sílicomanganeso desde 7,5 kg/t en 2008 a 8 kg/t en 2017 y el ferromanganeso refinado desde los 0,98kg/t a los 1,13kg/t.

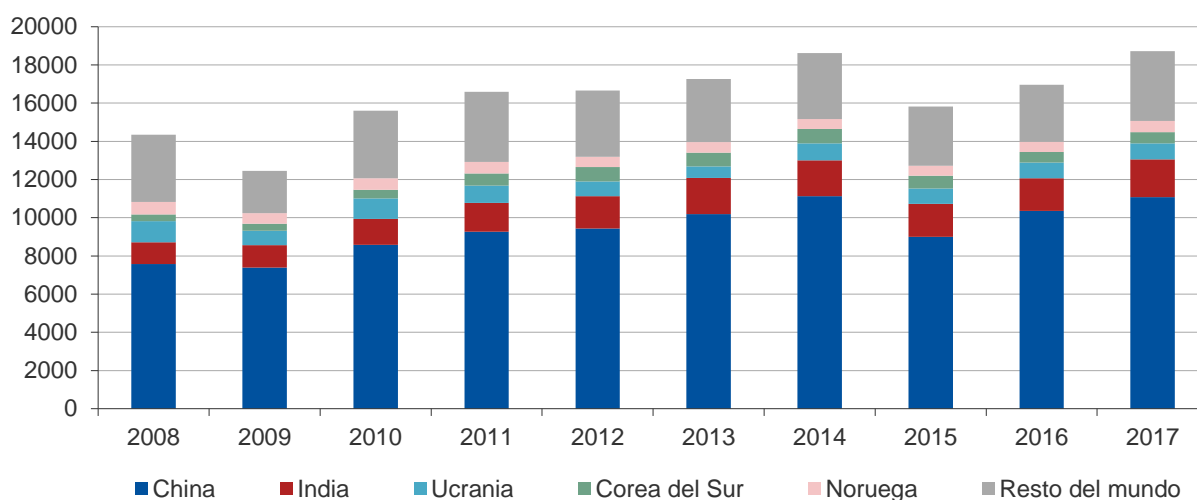
Adicionalmente, cabe resaltar que China es por lejos el mayor productor global de EMM, representando un 97% de las 2.553 kt de manganeso contenido en mineral destinado a la producción de EMM a nivel global.

India, fue el consumidor que experimentó el aumento interanual compuesto más alto en su consumo en el periodo de análisis histórico de este estudio; con un TCAC de 6,2% durante el periodo 2008-2017. Lo anterior, es más del doble del TCAC global de 3%. Este substancial incremento se explica en gran parte producto del rápido crecimiento económico de India y por el aumento en la producción de acero que el país ha mostrado durante la última década, la cual prácticamente se duplicó, pasando de las 63Mt en 2008 a 101 Mt en 2017.

En los casos de Ucrania y Noruega se observó una evolución negativa en la demanda durante el periodo 2008-2017 – con un decrecimiento de -24% y -10% respectivamente. Esto ha sido producto de la baja en la producción de acero en el continente europeo, y por ende un menor consumo de la producción de aleaciones de manganeso de estos países. La producción de acero en Europa pasó de 230 Mt en 2008 a 210 Mt en 2017, lo cual se traduce en una baja de un 9% durante el periodo.

Corea del Sur, en cambio, vio un incremento en su demanda de un 69% durante el periodo de análisis histórico alcanzando 594 kt en 2017 desde una base de 352 kt en 2008. Este aumento se vio impulsado por el fuerte incremento en la producción de acero en la región asiática, la cual paso de las 782 Mt en 2008 a las 1.206 Mt en 2017, beneficiando así la producción de aleaciones de manganeso en Corea del Sur.

Figura 5 Demanda histórica de mineral de Manganeso, 2008-2017, (miles de toneladas de Mn contenido)



Fuente: CRU

Tabla 2 Demanda histórica de mineral de Manganeso, 2008-2017, (miles de toneladas de Mn contenido)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2008-17
China	7.570	7.396	8.576	9.259	9.430	10.183	11.136	9.004	10.354	11.070	4,3%
India	1.149	1.174	1.359	1.515	1.694	1.900	1.870	1.725	1.708	1.977	6,2%
Ucrania	1.108	740	1.077	911	781	598	881	800	828	846	-3,0%
Corea del Sur	352	372	458	631	741	727	761	678	549	594	6,0%
Noruega	648	557	599	610	541	554	519	513	533	580	-1,2%
Resto del mundo	3.520	2.209	3.534	3.675	3.472	3.302	3.450	3.109	2.987	3.649	0,4%
Total Mundial	14.347	12.448	15.602	16.601	16.659	17.264	18.617	15.828	16.959	18.717	3,0%
% cambio anual		-37,2%	59,9%	4,0%	-5,5%	-4,9%	4,5%	-9,9%	-3,9%	22,2%	

Fuente: CRU

1.1.5. Proyección de demanda del manganeso

Escenario 1 - Continuidad

La proyección de la demanda de mineral de manganeso está directamente relacionada a la evolución esperada en la producción de acero crudo a nivel global. CRU pronostica que la producción global de acero crudo aumente sostenidamente a 2035, pasando de las 1.690 Mt en 2017 a las 2.094 Mt en 2035. Este incremento estará liderado principalmente por regiones como India y el Asia en desarrollo, quienes mostrarán crecimientos interanuales compuestos en su producción de acero de 5,2% y 6,7% respectivamente. Con respecto a china, si bien mostrará un TCAC negativo de 0,1% durante el periodo, se espera que su producción de acero crudo alcance su máximo de 901 Mt en 2028, luego del cual bajará hasta las 809 Mt en 2035. Con respecto a economías desarrolladas como Europa, Norteamérica y el Asia desarrollado, estas verán un

estancamiento en sus volúmenes de producción de acero, con crecimientos interanuales de 0,9%, 0,13% y 0,28% cada uno durante el periodo.

Lo anterior, lleva CRU a pronosticar que el principal incremento en el consumo futuro de mineral de manganeso vendrá de regiones como China e India. En la vereda opuesta, las economías desarrolladas cuentan con altos niveles de eficiencia en sus procesos de fundición, lo cual sumado a una creciente regulación medioambiental más restrictiva, tendrá como consecuencia un menor consumo unitario de aleaciones de manganeso por tonelada de acero producido.

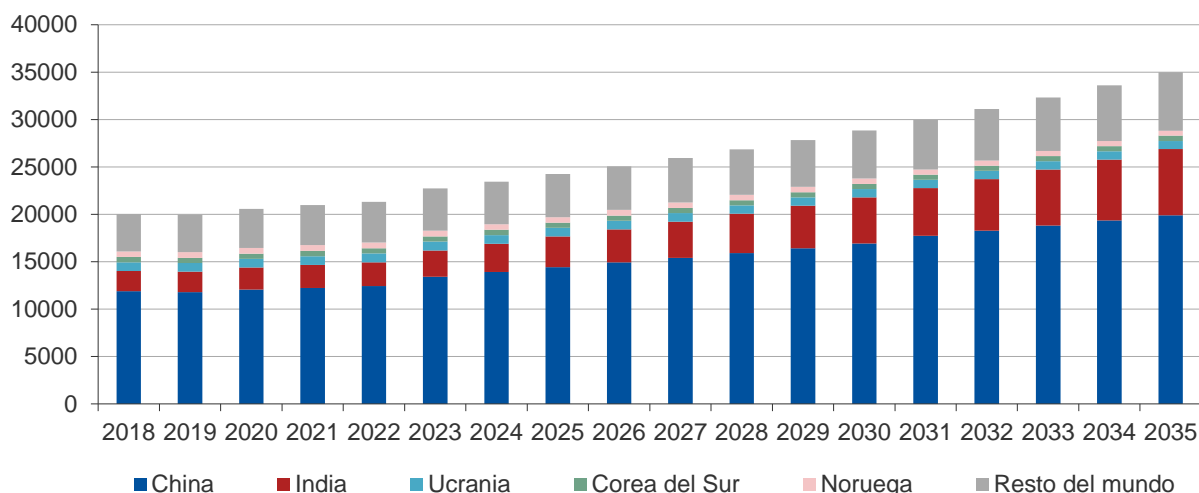
En el caso de China, se espera que las importaciones de mineral de manganeso sigan aumentando a futuro producto de la creciente necesidad de mineral de mejor calidad en desmedro de la alicaída producción doméstica. Lo anterior refleja el hecho de que la calidad decreciente del mineral chino llevará a una mayor generación de relaves. Las dificultades en el tratamiento de relaves, así como su alto costo medioambiental incrementará los costos para los productores domésticos, lo cual llevará a la creciente demanda china a incrementar sus importaciones de mineral de calidad, con tal de reducir sus costos y niveles de contaminación.

India verá el mayor crecimiento en su proyección de demanda de mineral de manganeso a 2035, en línea con su creciente producción de acero. Con un TCAC de 7,2% en su demanda a 2035, se espera que India siga incrementando sus importaciones de mineral de manganeso a futuro, en línea con la baja calidad de sus reservas domésticas.

Con respecto a los consumidores restantes como Ucrania, Corea del Sur y Noruega, se espera que su demanda disminuya progresivamente a 2035, con TCAC negativos de 0,2%, 0,5% y 0,6% respectivamente. Lo anterior, responde al estancamiento en la demanda por parte del sector acerero en estas regiones sumado a los aumentos esperados en la eficiencia en los procesos de producción, lo cual conllevará a un menor consumo unitario de aleaciones de manganeso por toneladas de acero producida. En el caso de Noruega y Ucrania, por ejemplo, se espera que su demanda de mineral de manganeso se alinee con el máximo esperado para la producción de acero en el continente europeo, el cual se pronostica para el periodo 2022-2023.

Cabe resaltar que se espera que se abran nichos de demanda en economías en desarrollo asiáticas como Indonesia y Malasia. Lo anterior responde al incremento esperado en la producción de aleaciones de manganeso en ambos países, con un importante impulso en el desarrollo de fundiciones de SiMn, HCFeMn y RefMn en ambos países. Malasia, por ejemplo, pasó de no producir aleaciones de manganeso en 2015 a producir 501 kt en 2017, producción la cual se espera aumente hasta las 665 kt en 2022. Indonesia, por su parte, se espera que pase de las 35 kt en 2017 a las 215 kt en 2022.

Figura 6 Proyección de la demanda de Manganeso, 2018-2035, (miles de toneladas de Mn contenido)



Fuente: CRU

Tabla 3 Proyección de la demanda de Manganeso, 2018-2035, (miles de toneladas de Mn contenido)

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
China	11.876	11.783	12.054	12.234	12.440	13.426	13.922	14.425	14.921	15.419
India	2.150	2.183	2.333	2.432	2.500	2.743	2.970	3.232	3.505	3.804
Ucrania	889	886	901	918	936	957	927	919	909	900
Corea del Sur	598	569	556	552	541	542	542	542	542	543
Noruega	575	578	591	604	605	600	592	585	578	571
Resto del mundo	3.928	3.978	4.120	4.225	4.302	4.451	4.475	4.543	4.619	4.708
Total mundial	20.015	19.977	20.555	20.965	21.324	22.718	23.428	24.246	25.074	25.945
% cambio anual		-0,19%	2,89%	2,00%	1,71%	6,54%	3,12%	3,49%	3,41%	3,48%

	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	TCAC 2018-35
China	15.921	16.423	16.925	17.726	18.270	18.816	19.365	19.911	3,1%
India	4.129	4.485	4.873	5.038	5.458	5.918	6.420	6.968	7,2%
Ucrania	893	886	880	875	869	867	866	867	-0,2%
Corea del Sur	543	543	544	545	546	547	548	550	-0,5%
Noruega	564	557	551	545	538	532	525	519	-0,6%
Resto del mundo	4.813	4.935	5.077	5.235	5.423	5.642	5.895	6.187	2,7%
Total mundial	26.863	27.830	28.850	29.963	31.105	32.321	33.619	35.001	3,3%
% cambio anual	3,54%	3,60%	3,66%	3,86%	3,81%	3,91%	4,02%	4,11%	

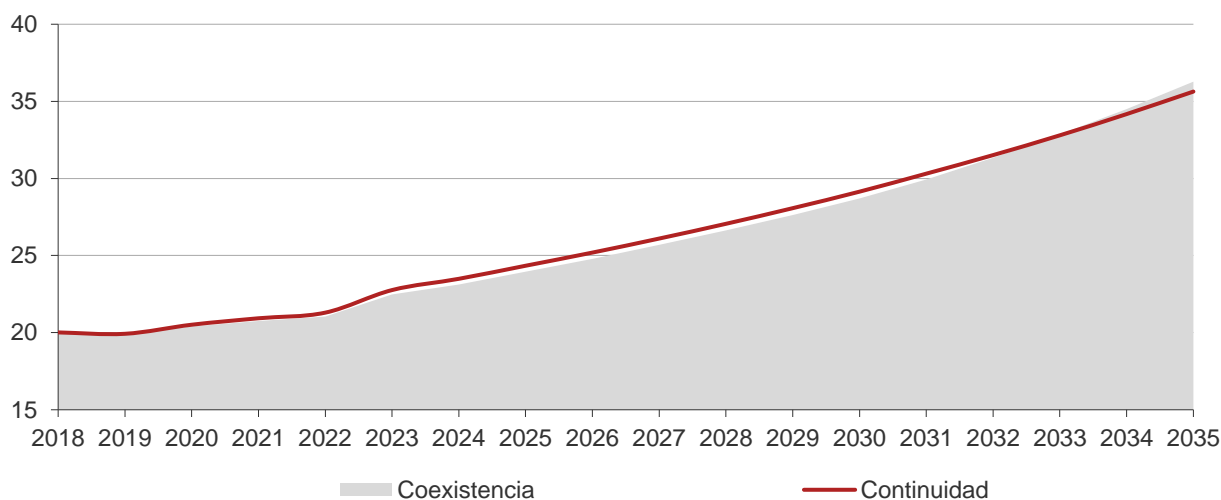
Fuente: CRU

Escenario 2 – Coexistencia

La demanda de manganeso se mantiene en niveles cercanos a los observados en el escenario Continuidad, levemente por debajo en el periodo 2018-2030. Desde 2031 en adelante, el escenario

Coexistencia presenta un crecimiento más acelerado de la demanda en comparación con el escenario Continuidad.

Figura 7 Demanda en escenario Continuidad vs. Coexistencia para manganeso (Mt)



Fuente: CRU

Tabla 4 Demanda en escenario Continuidad vs. Coexistencia para manganeso (kt)

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Continuidad	20.015	19.927	20.515	20.932	21.297	22.762	23.492	24.340	25.192	26.101
Coexistencia	20.015	19.836	20.408	20.755	21.047	22.468	23.129	23.958	24.784	25.703
Diferencia*	-	- 90	-108	- 177	- 251	- 293	- 363	- 382	- 408	- 398

	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	TCAC 2018-35
Continuidad	27.058	28.073	29.143	30.310	31.513	32.796	34.174	35.633	3,5%
Coexistencia	26.624	27.627	28.705	29.935	31.343	32.851	34.492	36.275	3,6%
Diferencia*	- 434	- 446	- 438	- 375	- 170	54	319	642	

* Diferencia calculada como Coexistencia menos Continuidad

Fuente: CRU

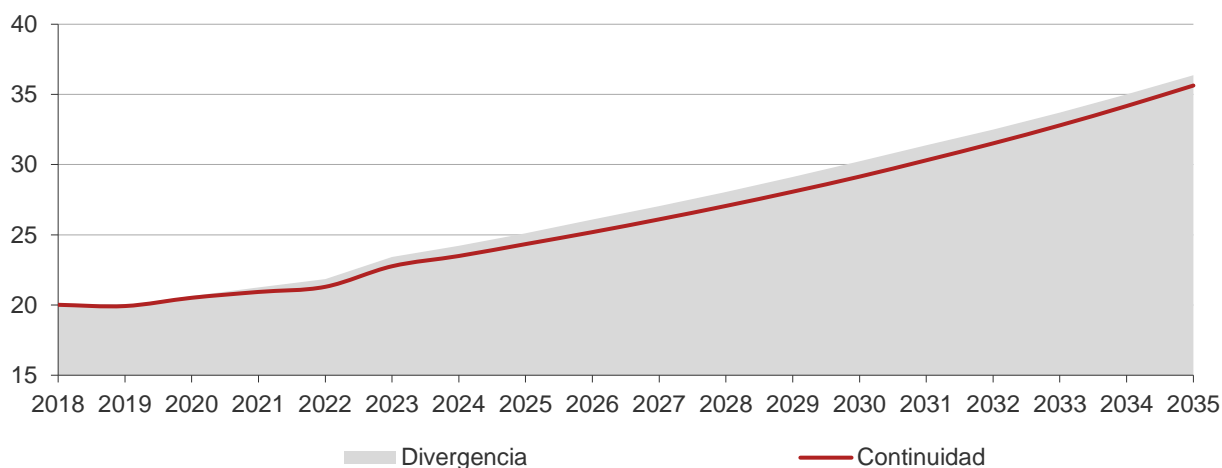
De acuerdo con lo explicado en el resto del capítulo, la demanda del manganeso proviene del sector metalúrgico casi en su totalidad. Para este análisis estamos considerando el impacto de cambios puntuales en la demanda de acero en el caso de sectores específicos como en vehículos o en instalación de capacidad de generación eléctrica. Hemos cuantificado estas desviaciones con respecto al escenario Continuidad, el consumo restante lo hemos relacionado a los distintos patrones de crecimiento del PIB.

Escenario 3 – Divergencia

La demanda de manganeso se mantiene en niveles cercanos a los observados en el escenario Continuidad, levemente por arriba. Desde 2031 en adelante, el escenario Divergencia presenta un

crecimiento levemente ralentizado de la demanda en comparación con el escenario Continuidad, sin embargo, dado el impulso previo siempre se mantiene por sobre el escenario de Continuidad.

Figura 8 Demanda en escenario Continuidad vs. Divergencia para manganeso (Mt)



Fuente: CRU

Tabla 5 Demanda en escenario Continuidad vs. Divergencia para manganeso (kt)

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Continuidad	20.015	19.927	20.515	20.932	21.297	22.762	23.492	24.340	25.192	26.101
Divergencia	20.015	19.962	20.649	21.257	21.857	23.419	24.211	25.117	26.078	27.037
Diferencia*	-	35	134	325	560	657	719	777	887	936

	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	TCAC 2018-35
Continuidad	27.058	28.073	29.143	30.310	31.513	32.796	34.174	35.633	3,5%
Divergencia	28.054	29.120	30.242	31.375	32.506	33.711	35.002	36.369	3,6%
Diferencia*	996	1.047	1.099	1.065	993	915	829	736	

* Diferencia calculada como Divergencia menos Continuidad

Fuente: CRU

De acuerdo con lo explicado en el resto del capítulo, la demanda del manganeso proviene del sector metalúrgico casi en su totalidad. Al igual que en el escenario de Coexistencia, para este análisis estamos considerando el impacto de cambios puntuales en la demanda de acero en el caso de sectores específicos como en vehículos o en instalación de capacidad de generación eléctrica. Hemos cuantificado estas desviaciones con respecto al escenario Continuidad, el consumo restante lo hemos relacionado a los distintos patrones de crecimiento del PIB.

1.2. Oferta de manganeso

1.2.1. Recursos y reservas de manganeso: evolución, tasas de descubrimiento, presupuestos de exploración

Para ser el doceavo elemento más abundante en la corteza terrestre, las reservas de manganeso están relativamente concentradas geográficamente, con la mitad de estas ubicadas en Sudáfrica y Ucrania. Según datos del Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS, por su sigla en inglés), del total de 679 Mt de reservas identificadas en 2017, Sudáfrica cuenta con el 29%, seguido por Ucrania (20%), Brasil (18%), Australia (14%) y China (7%). Cabe resaltar que las reservas sudafricanas son principalmente de mineral de alto grado (>44% Mn) mientras que en Ucrania la calidad de las reservas es menor (<30% Mn).

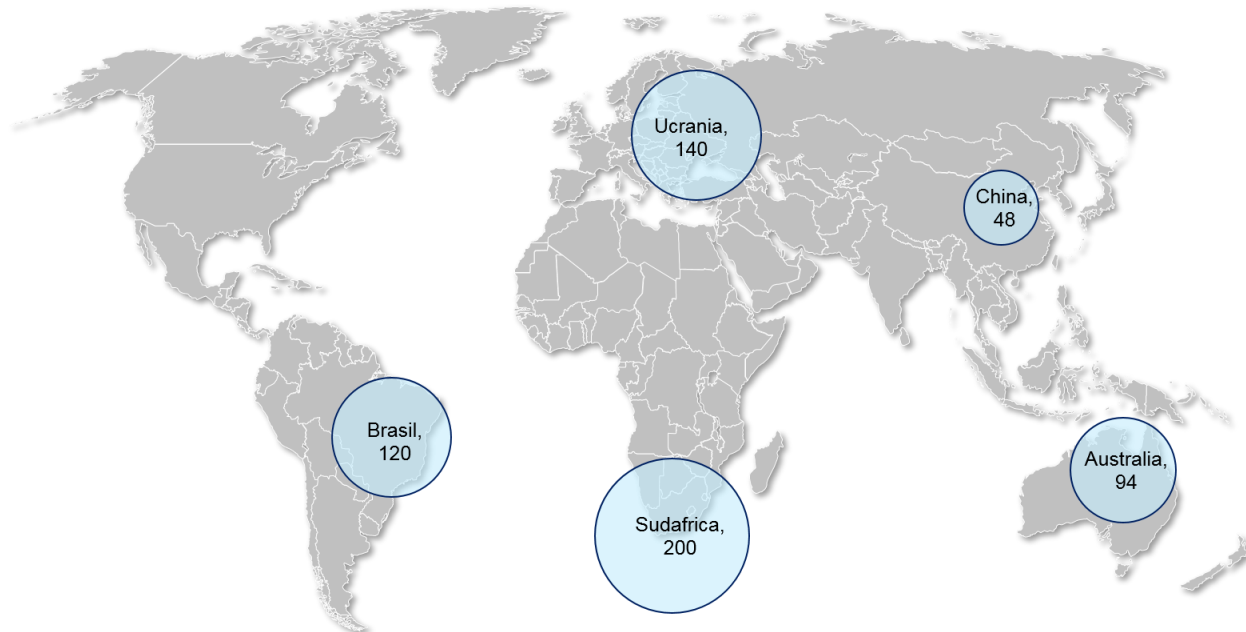
El manganeso se presenta en una variedad de composiciones minerales, incluido en forma de óxidos e hidróxidos de manganeso, carbonatos que contienen manganeso y silicatos. Sin embargo, todos los tipos de mineral de manganeso requieren de procesamiento para ser transformados en productos utilizables. Cabe resaltar que factores como una progresiva disminución en la ley de la producción global sumado a un creciente rechazo a la utilización de mineral de baja ley producto de sus consecuencias medioambientales, han llevado a un mayor desarrollo de reservas en países con mineral de alta calidad como es el caso de Sudáfrica y Australia.

Tabla 6 Reservas de manganeso, 2008-2017 (millones de toneladas)

Reservas	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2008-17
Sudáfrica	95	130	120	150	150	150	150	200	200	200	8,6%
Ucrania	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	0,0%
Brasil	35	29	110	110	110	54	54	50	116	120	14,7%
Australia	68	87	93	93	97	97	97	91	91	94	3,7%
China	40	40	44	44	44	44	44	44	43	48	2,0%
Resto del mundo	122	114	123	93	89	83	85	95	100	77	-5,0%
Total mundial	500	540	630	630	630	568	570	620	690	679	3,5%
<i>% cambio anual</i>		8,0%	16,7%	0,0%	0,0%	-9,8%	0,4%	8,8%	11,3%	-1,6%	

Fuente: USGS

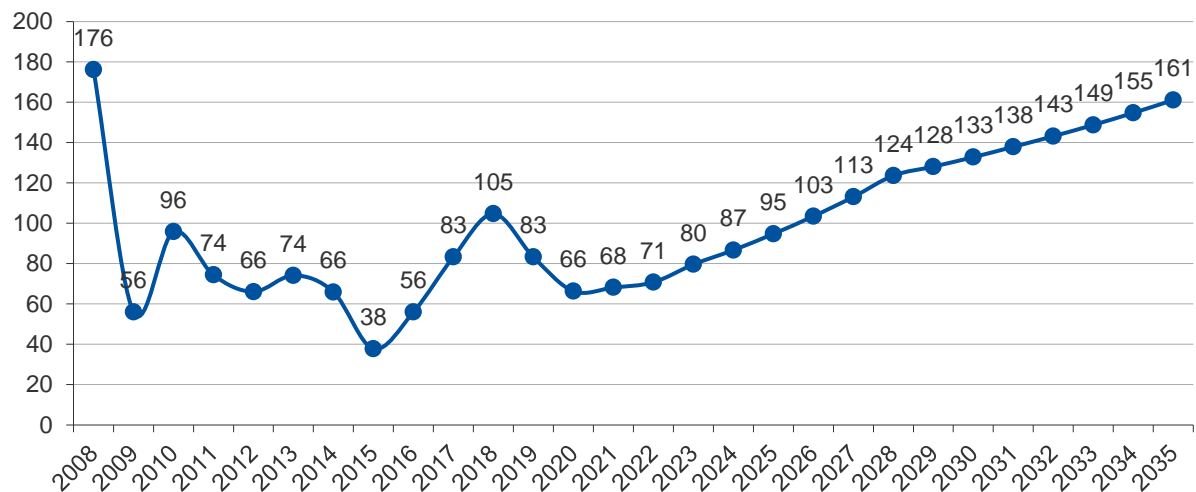
Figura 9 Mapa de reservas globales de Manganeso, 2017 (millones de toneladas)



Fuente: USGS

El presupuesto de exploración es relativamente bajo producto de su bajo volumen de producción (en valor) en comparación con el total de la industria minera global.

En línea con lo anterior, se observa que el gasto en exploración en yacimientos de manganeso ha presentado volatilidad entre desde 2008 y se mantendrá así hasta 2021. Posteriormente a esto se pronostica un crecimiento basado en el crecimiento del mercado. El gasto en exploración alcanzó un máximo de 176 millones de dólares (moneda 2017) en 2008 y no se espera que vuelva a alcanzar la misma importancia.

Figura 10 Presupuestos de exploración del manganeso, 2008-2035 (MUS\$, real 2017)


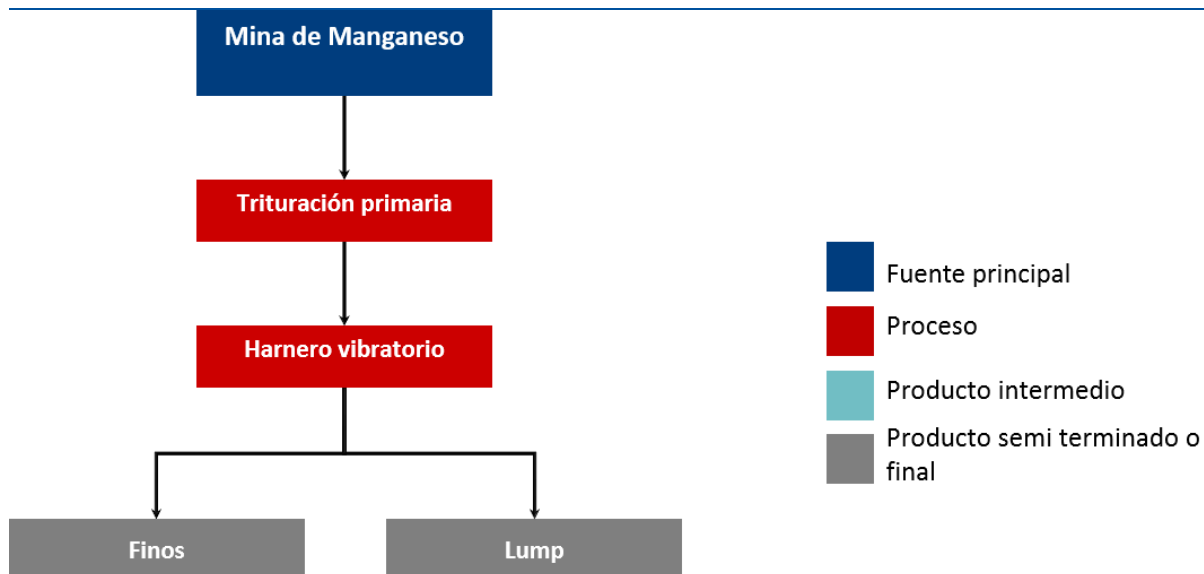
Fuente: MinEx Consulting, CRU

1.2.2. Métodos de extracción y procesamiento del manganeso²

La extracción de minerales de manganeso se realiza generalmente en operaciones de tajo abierto, aunque también existen minas subterráneas. Algunos minerales se procesan mediante lavado, y aquellos de menor tamaño se aglomeran mediante sinterización.

Al principio del proceso de extracción, diversas capas de material como el hierro y la dolomita son extraídas hasta alcanzar la capa de manganeso. Una vez expuesto, el mineral de manganeso es perforado, tronado y cargado en camiones para ser transportado a la trituración primaria. Posteriormente, el material triturado es seleccionado a través de un harnero vibratorio, luego de lo cual se obtienen productos como el fino y *lump* de manganeso.

² James Downing, Encyclopedia Britannica, 20/11/2018

Figura 11 Métodos de procesamiento del Manganeso


Fuente: CRU

Una vez obtenido el mineral de manganeso en forma de fino o *lump*, el manganeso puro es producido por procesos hidrometalúrgicos y electrolíticos, mientras que el ferromanganeso y el sílicomanganeso son producidos mediante la fundición de minerales en un alto horno o, más comúnmente, en un horno eléctrico.

Ferromanganeso de alta ley

El producto principal del proceso de fundición descrito anteriormente es una ferroaleación saturada de carbono que contiene 76 a 80% de manganeso, 12 a 15% de hierro, hasta 7,5% de carbono y hasta 1,2% de silicio. Puede ser producido por dos métodos. En el primero, los minerales se seleccionan en función de su acidez, de modo que, en la fundición, del 70 al 80% del manganeso se recupera en la masa fundida, mientras que también se obtiene una escoria que contiene del 30 al 42% de manganeso. Esta escoria se puede volver a fundir para producir sílicomanganeso. El segundo método, que emplea minerales o flujos básicos, recupera 85 a 90% del metal y genera una escoria lo suficientemente baja en manganeso para ser desechada.

Sílicomanganeso

Esta aleación, que contiene 65 a 68 % de manganeso, 16 a 21% de silicio y 1,5 a 2% de carbono, es producida por la fundición de escoria de ferromanganeso con alto contenido de carbono o de mineral de manganeso con coque y un flujo de cuarzo. Las temperaturas de fundición son más altas que en la producción de ferromanganeso, y se necesita mayor energía para reducir el cuarzo a silicio.

El contenido de carbono de la aleación se reduce significativamente por la presencia de silicio. La eliminación adicional de carbono puede ocurrir al enfriarse, debido a la formación de carburo de

silicio, que flota en la parte superior del metal y se recoge en la escoria. Se puede obtener un sílicomanganeso con un contenido de carbono aún menor (menos del 0,1%) mediante la fusión del sílicomanganeso con más coque y cuarzo. Este producto se utiliza como agente reductor en la fabricación de ferromanganeso con bajo contenido de carbono.

Ferromanganeso de grado medio y bajo de carbono

Para obtener un producto de bajo contenido de carbono y silicio, el mineral de manganeso, el flujo de cal y el carbón se fusionan en un horno, formando una masa fundida rica en MnO. Esto se pone en contacto con sílicomanganeso o sílicomanganeso bajo en carbono. El silicio en estas aleaciones reduce el MnO a manganeso metálico y se oxida en la escoria. El contenido de carbono contenido en el agente reductor del sílicomanganeso se incorpora al producto final de ferromanganeso: alrededor del 1% cuando se usa sílicomanganeso y 0,1% con sílicomanganeso bajo en carbono.

Otro método para producir sílicomanganeso de medio carbono consiste en refinar ferromanganeso con alto contenido de carbono fundido soplando oxígeno. Esto oxida el carbono hasta que su contenido en el metal es inferior al 1,5%.

Manganeso electrolítico

Para aplicaciones en las que se prefiere manganeso puro, los minerales de manganeso se tuestan para obtener una calcina de MnO, y esto se disuelve en ácido sulfúrico para formar una solución de sulfato de manganeso. La adición de amoníaco precipita hierro y aluminio, y la adición de sulfuro de hidrógeno precipita arsénico, cobre, zinc, plomo, cobalto y molibdeno. La solución purificada se alimenta luego a la porción del cátodo de una celda electrolítica y, con el paso de la corriente eléctrica, el manganeso se deposita en capas de unos pocos milímetros de espesor sobre un cátodo de acero inoxidable. Los cátodos se extraen periódicamente y el manganeso depositado se separa mediante martillado. Los copos de manganeso se calientan a 500°C para eliminar el hidrógeno, dando como resultado un manganeso en polvo de una pureza superior al 99,9 %.

1.2.3. Cadena de valor del manganeso

La mayoría del manganeso se consume como ferromanganeso de alto contenido de carbono como aditivo en el proceso de elaboración de acero. En los aceros de bajo contenido de carbono, se emplean las ferroaleaciones de carbono medio y bajo e incluso manganeso electrolítico.

Como desulfurante, el manganeso forma partículas de sulfuro estables y de alto punto de fusión, eliminando así el azufre de los límites de grano cristalino del metal, donde puede causar "falta de calor" (la incapacidad de resistir el trabajo en caliente). Como desoxidante, el sílicomanganeso es más efectivo que el silicio o el manganeso solos, ya que la reacción simultánea de los dos

elementos con oxígeno produce un silicato manganeso, que es de bajo punto de fusión y se separa fácilmente del acero.

Lo más importante, como agente de aleación, el manganeso mejora la resistencia, la dureza, la capacidad de endurecimiento y la resistencia a la abrasión. Por ejemplo, el acero Hadfield, que contiene entre un 10 y un 14% de manganeso, es un acero resistente al desgaste que se destaca por su capacidad para ser endurecido por forjado. En los aceros de baja aleación, las adiciones de hasta 1,2 % de manganeso, en combinación con otros elementos, aumentan el rendimiento y la resistencia a la tracción.

Con respecto a las aleaciones no ferrosas, el manganeso electrolítico en polvo se briqueta con una inyección de aluminio y se agrega al aluminio en concentraciones de hasta el 2%. Estas aleaciones tienen mayor resistencia al desgaste y a la corrosión que las que puede proporcionar el aluminio puro.

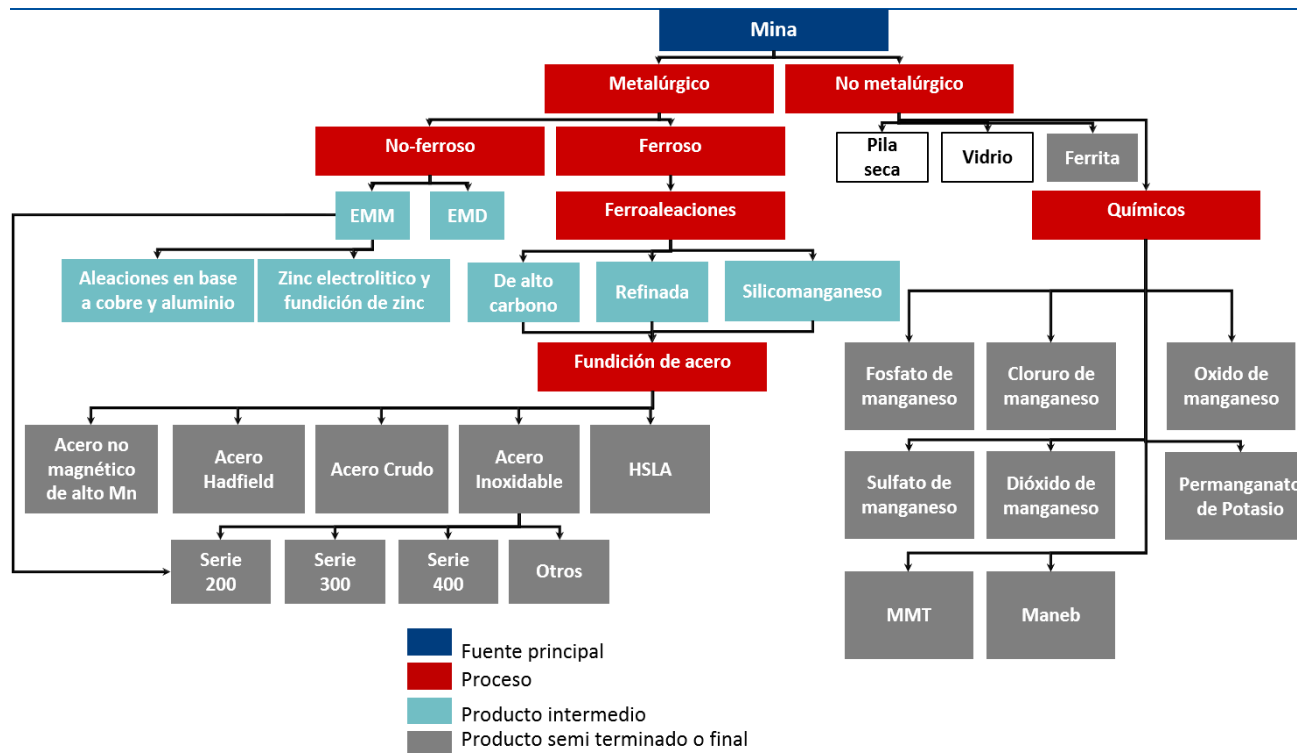
Aparte de sus agentes de aleación estándar (aluminio, níquel y zinc), el cobre puede mejorarse mediante la adición de manganeso. El manganeso sirve como desoxidante de la aleación fundida, mejorando así la capacidad de fundición, y tiene un efecto de fortalecimiento general. También se pueden producir aleaciones especiales, como aquellas con alta resistividad eléctrica o alta expansión térmica.

Por el lado de los productos químicos, el óxido manganeso se produce mediante la reducción de dióxido de manganeso (MnO_2) por carbono, hidrógeno, monóxido de carbono o hidrocarburos a temperaturas entre 400 y 800°C. El manganeso es fácilmente asimilado por las plantas en esta forma, por lo que MnO se utiliza como un suplemento fertilizante en regiones deficientes de manganeso. Para uso en fertilizantes, MnO se obtiene mediante la reducción de minerales; El MnO de alta pureza se utiliza en cerámicas especializadas.

Aunque ocurre naturalmente en los minerales de manganeso, el dióxido de manganeso, que encuentra su principal aplicación como despolarizador en baterías de celdas secas, generalmente se produce de forma sintética. El mineral de manganeso se reduce y luego se lixivia con ácido sulfúrico. La solución se purifica y el dióxido de manganeso se obtiene por electrólisis. También se puede obtener por oxidación de compuestos de manganeso de valencia inferior o por descomposición térmica del nitrato de manganeso.

El permanganato de potasio ($KMnO_4$) tiene un amplio uso como agente oxidante. Se produce por fusión alcalina en condiciones oxidantes, seguido de electrólisis.

Figura 12 Cadena de valor del Manganeso



Fuente: CRU

1.2.4. Costo de capital del manganeso

Basándose en el análisis de una muestra de tres proyectos mineros a nivel global, CRU estima que la intensidad promedio de capital de un proyecto de manganeso en 2017 es de \$1.033 por tonelada de capacidad.

Tabla 7 Costo de capital del manganeso, 2017

Proyecto	US\$M	\$/tpa
Serenje	17	1.417
Sarawak – Fase I	397	1.289
Gloria, Assmag – expansión	197	394

Fuente: CRU

1.2.5. Comercialización del manganeso

Principales sectores importadores y usos de las importaciones de manganeso

Dada la naturaleza global del mercado del manganeso, 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 manganeso y usos finales” de este reporte. Para el caso del manganeso, éstos corresponden al sector metalúrgico, de distintos tipos de ferroaleaciones (ferromanganeso de alto, mediano y bajo contenido de carbono) utilizados en aleaciones de acero y en el proceso del acero

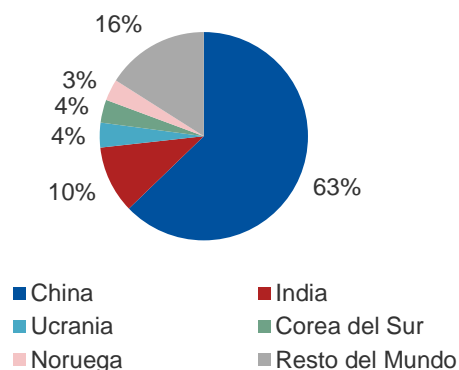
Importaciones y exportaciones por país

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 manganeso 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.

El mercado global del mineral de manganeso está altamente concentrado en la ruta entre África y China. China es por un amplio margen el mayor importador de mineral de manganeso, representando un 63% de las importaciones totales en 2017. Adicionalmente, producto de que gran parte de su producción doméstica de mineral es de baja calidad, el país depende en gran parte de las importaciones de mineral de mejor calidad proveniente de productores como Sudáfrica, Australia y Gabón, quienes en conjunto representaron un 75% de las exportaciones totales en 2017.

Figura 13 Importaciones de mineral de manganeso, 2017

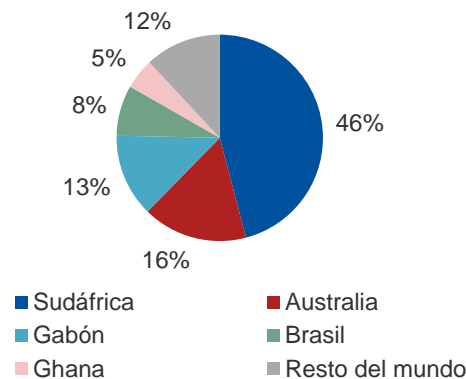
Importaciones totales: 33.864 Kt



Fuente: CRU

Figura 14 Exportaciones de mineral de manganeso, 2017

Exportaciones totales: 33.769 Kt



Fuente: CRU

Importaciones de manganeso

Las importaciones totales de manganeso alcanzaron las 33,9 Mt brutas en 2017. Como se mencionó previamente, las importaciones globales están dominadas por el mercado chino, país que importó 21,3 Mt brutas en 2017, representando un 63% del total. Asimismo, cabe resaltar que el incremento en las importaciones chinas ha sido exponencial durante la última década, al aumentar en un 280% entre los años 2008 y 2017. Este incremento se debe a múltiples factores, entre los cuales se cuentan la ya mencionada baja calidad de la producción doméstica (18% Mn en comparado con un 40%Mn de Sudáfrica y Australia en 2017), pero también debido al auge de la producción acerera en el norte de China, lo cual ha incrementado los costos de transporte con respecto a las reservas de mineral domésticas, las cuales están principalmente ubicadas en el sur del país (provincias de Guangxi, Guizhou y Hunan). A lo anterior, se le suma el hecho de que gran parte de las fundiciones ubicadas en el norte están convenientemente ubicadas cerca del puerto de Tianjin, por el cual se importa gran cantidad de mineral de manganeso.

Adicionalmente, cabe resaltar que debido a que la producción de EMM requiere de mineral de alta calidad, en 2017 se requirieron entre 7 y 8 toneladas de mineral de manganeso doméstico para producir una tonelada de EMM en China. Si se utiliza mineral importado de mayor calidad, el mismo proceso requiere solo de 3 a 3,5 toneladas de mineral. Lo anterior, justifica el fuerte incremento en las importaciones chinas durante la última década.

India, el segundo mayor importador de mineral de manganeso a nivel mundial, incrementó sus importaciones a un ritmo aun mayor que el de china, las cuales aumentaron en un 331% hasta alcanzar las 3,54 Mt brutas en 2017 (vs. 1 Mt en 2017), pero partiendo de una base bastante menor a la de china.

Otros importadores significativos en 2017 fueron Ucrania, Corea del Sur y Noruega, quienes importaron volúmenes similares de 1,3 Mt, 1,2 Mt y 1,1 Mt brutas respectivamente.

Tabla 8 Importaciones de mineral de manganeso, 2008-2017 (miles de toneladas)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2008-17
China	7.581	9.615	11.598	12.984	12.380	15.630	17.234	15.783	17.053	21.259	12,1%
India	1.072	631	1.205	1.817	2.367	1.974	3.259	2.335	1.773	3.547	14,2%
Ucrania	2.003	886	1.298	1.204	728	723	971	1.272	1.335	1.303	-4,7%
Corea del Sur	808	683	904	1.389	1.267	1.439	1.388	1.415	1.131	1.208	4,6%
Noruega	1.233	526	1.122	1.085	1.073	993	1.092	1.243	1.035	1.129	-1,0%
Resto del Mundo	5.268	2.726	4.341	4.099	4.133	4.786	4.666	4.866	4.624	5.419	0,3%
Total Mundial	17.965	15.066	20.468	22.579	21.949	25.544	28.610	26.914	26.952	33.864	7,3%
% cambio anual		-16,1%	35,9%	10,3%	-2,8%	16,4%	12,0%	-5,9%	0,1%	25,6%	

Fuente: CRU

Exportaciones de manganeso

Las exportaciones totales de mineral de manganeso alcanzaron las 33,8 Mt brutas en 2017. Sudáfrica fue el principal exportador en 2017, alcanzando un volumen total de 15,5 Mt brutas el mismo año, representando un 46% del total. Si bien el país africano ha tenido limitaciones en su capacidad exportadora a raíz de una infraestructura deficiente y altos costos de transporte, de igual forma logró pasar de duplicar el volumen de exportaciones con respecto al segundo productor, Australia, en 2008 a triplicarlo en 2017. Lo anterior se explica en gran parte por una política minera favorable a la inversión, llamada “úsalo o déjalo”, la cual logró atraer a un número importante de nuevos actores, quienes incrementaron significativamente los volúmenes de producción de mineral de manganeso.

Australia fue el segundo mayor exportador en 2017, con un volumen de exportaciones total de 5,6 Mt brutas. El país oceánico ha incrementado sostenidamente sus exportaciones durante el periodo 2008-2017 a un TCAC de 3,5%. Lo anterior, se ha visto favorecido en gran medida producto de la alta calidad de sus reservas de mineral, así como su posición geográfica estratégica con respecto a grandes consumidores como China e India.

Gabón fue el tercer mayor exportador de mineral de manganeso en 2017, con un volumen total de 4,39 Mt. Junto con Sudáfrica, Gabón ha venido mostrando el incremento interanual compuesto más alto entre los principales productores, con un TCAC de 5,5% durante el periodo 2008-2017.

Ghana, ha mostrado un crecimiento importante durante la última década, aumentando sus exportaciones en un 53% hasta alcanzar las 1.6 Mt en 2017 (vs. 1,059 Mt en 2008). Gran parte de este crecimiento ha estado dirigido al mercado chino, con empresas como la china TMI importando históricamente su mineral de manganeso desde la mina Nsuta en Ghana, la cual terminó comprando en 2017.

Tabla 9 Exportaciones de mineral de manganeso, 2008-2017, (miles de toneladas)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2008-17
Sudáfrica	8.218	4.244	6.918	6.660	7.901	9.942	12.137	11.142	12.373	15.499	7,3%
Australia	4.067	4.137	4.844	6.569	6.294	6.464	7.149	6.060	5.615	5.553	3,5%
Gabón	2.718	1.754	2.526	2.997	2.757	3.521	3.327	3.882	3.150	4.385	5,5%
Brasil	2.034	1.608	2.326	2.091	1.558	1.836	2.049	1.898	2.010	2.683	3,1%
Ghana	1.059	1.017	845	1.671	1.536	1.987	1.616	2.001	1.934	1.616	4,8%
Resto del mundo	3.524	3.840	4.060	3.810	3.846	5.374	4.383	4.131	4.521	4.033	1,5%
Total Mundial	21.620	16.601	21.519	23.798	23.892	29.124	30.661	29.114	29.603	33.769	5,1%
<i>% cambio anual</i>		-23,2%	29,6%	10,6%	0,4%	21,9%	5,3%	-5,0%	1,7%	14,1%	

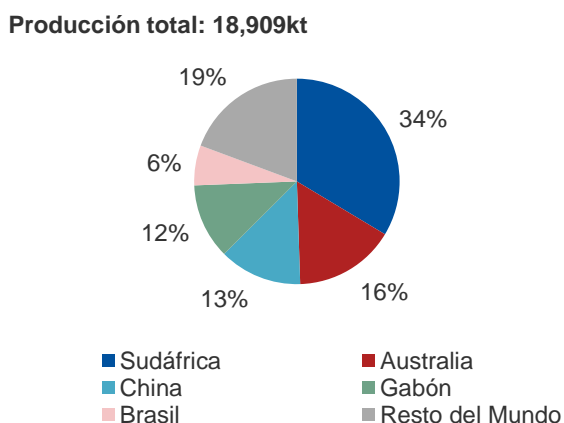
Fuente: CRU

1.2.6. Producción histórica de manganeso

En 2017, la producción global de mineral de manganeso alcanzó las 18,9Mt de mineral contenido. Si bien la producción ha venido creciendo sostenidamente a una tasa de crecimiento anual compuesto de un 2,4% entre 2008 y 2017, esta alcanzó su máximo de una década en 2014, con 19,4 Mt producidas. Sudáfrica es el principal productor mundial, alcanzando un volumen de 6,35 Mt en 2017 y duplicando a la producción de Australia, el segundo mayor productor con 3 Mt producidas el mismo año. Les siguen China, Gabón y Brasil, con volúmenes de producción de 2,46 Mt, 2,24 Mt y 1,19 Mt respectivamente. Cabe resaltar que estos cinco productores representaron el 81% de la producción global de mineral de manganeso en 2017.

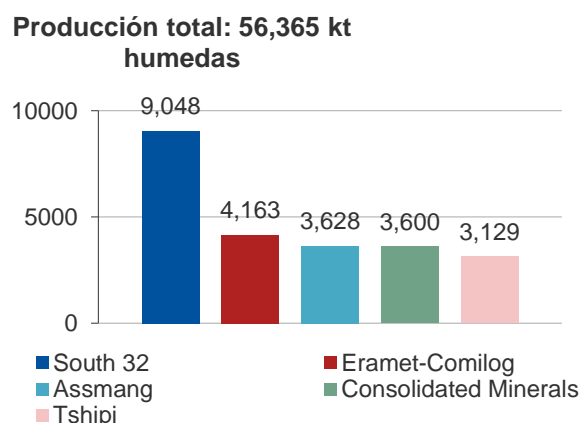
El mayor productor de manganeso a nivel global fue por un amplio margen la empresa South 32, con una producción total de 9 Mt húmedas provenientes de sus operaciones en Sudáfrica y Australia. Un 48% de su producción provino de su mina Groote Eylandt en Australia, seguido por la mina Mamatwan en Sudáfrica, la cual representó un 31% de la producción total de la empresa ese mismo año. Le sigue en el segundo lugar Eramet-Comilog, quien es el mayor productor en Gabón, con una producción total de 4,2 Mt provenientes de su mina Moanda. Mas atrás están Assmang, con operaciones principalmente en Sudáfrica, Consolidated Minerals, cuya principal fuente de explotación es la mina Nsuta en Ghana (83% del total) y Tshipi, con operaciones únicamente en Sudáfrica.

Figura 15 Producción por país, 2017



Fuente: CRU

Figura 16 Producción por productor, 2017



Fuente: CRU

La mayoría de los principales productores vieron incrementos en su producción durante el periodo. Sudáfrica, quien alcanzó un volumen de producción de 6,35 Mt en 2017, duplicó su producción entre 2008 y 2017, mostró una TCAC de 8,2%, siendo por un amplio margen quien más aportó al incremento en la producción global. Si bien el país se ha visto afectado por un importante déficit de infraestructura, el cual frenó el ya importante crecimiento de esta industria, la implementación de políticas como la de “úselo o piérdalo” trajo un número importante de nuevos productores, lo cual incrementó significativamente el volumen de producción del país. Por ejemplo, en 2008 la

producción sudafricana estaba dominada por 5 empresas (Assmang, South 32, Guanxi, NMM y UMK), mientras que a 2017 este número aumento a 8, con la entrada de empresas como Tshipi, SA Low Grade y Kudamane.

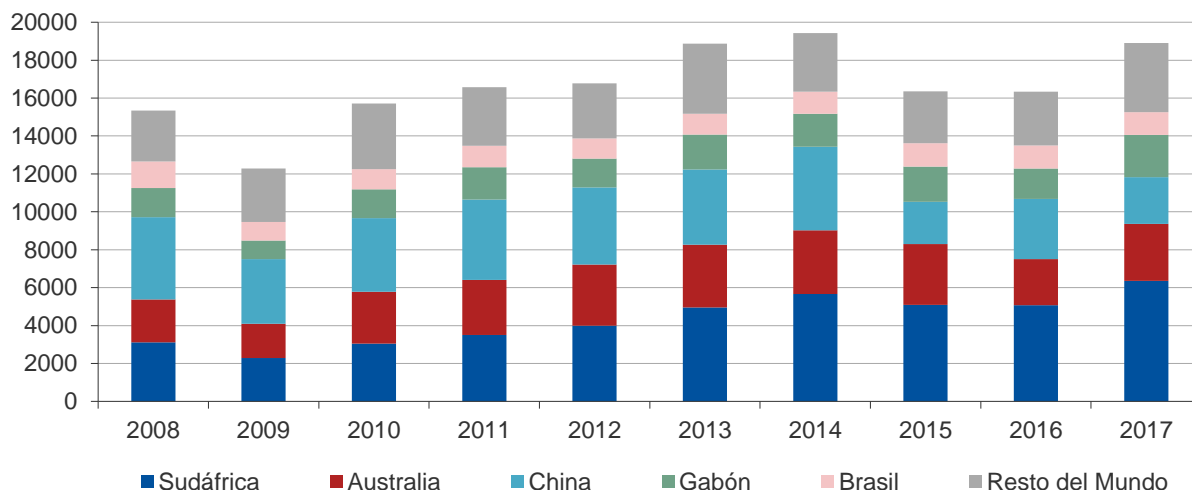
Australia, segundo mayor productor de mineral de manganeso a nivel global, también ha incrementado sostenidamente su producción durante el periodo 2008-2017, hasta alcanzar las 3 Mt en 2017 (vs. 2,26 Mt en 2008). Este incremento en la producción se ha visto impulsado principalmente por las actividades de la empresa South 32, quien pasó de representar un 66% de la producción total australiana en 2008 a un 81% en 2017, a través del desarrollo de minas como Groote Eylandt, GEEP2 y PC02.

En la vereda opuesta, China, ha visto una importante disminución en su producción de un 43% durante la última década, pasando de las 4,34 Mt en 2008 a 2,46 Mt en 2017. Esta disminución se produjo principalmente por una fuerte reducción en la calidad de su producción, la cual CRU estima promedió en 2017 un bajo 18% Mn contenido, comparado con un 40% Mn contenido de otros productores como Sudáfrica y Australia. Esta baja eficiencia en el proceso productivo como chino ha tenido como consecuencia una alta producción de relaves, lo cual ha incrementado los costos y contaminación ambiental de las minas chinas, llevando al estado a promover el cierre de un creciente número de estas operaciones.

Gabón, el cuarto mayor productor de mineral a nivel global, alcanzó una producción total de 2,24 Mt en 2017 (+47% vs 2008). Este incremento se ha visto caracterizado por la entrada de nuevos actores al mercado, el cual en 2008 estaba dominado exclusivamente por la empresa Eramet Comilog. En 2017, nuevos actores como CICM Huanzhou y Nouvelle Gabon Mining, han logrado aportar a la diversificación del suministro, a través de la apertura de sus minas Bembele y Francesville, las cuales aportaron en conjunto un 18% de la producción total del país ese mismo año.

Brasil, por su parte, fue el quinto productor a nivel global con un volumen total de 1,19 Mt en 2017. Junto con china, Brasil fue el único productor importante que vio una reducción en su producción durante la última década (TCAC de -1,9% durante el periodo 2008-2017). La razón de esta disminución fue la sequía que golpeó al país durante el periodo 2015-2016, aumentando los costos de la electricidad generada en base a centrales hidroeléctricas.

Figura 17 Producción histórica de mineral de manganeso, 2008-2017 (miles de toneladas de manganeso contenido)



Fuente: CRU

Tabla 10 Producción histórica de mineral de manganeso, 2008-2017, (miles de toneladas de Manganeso contenido)

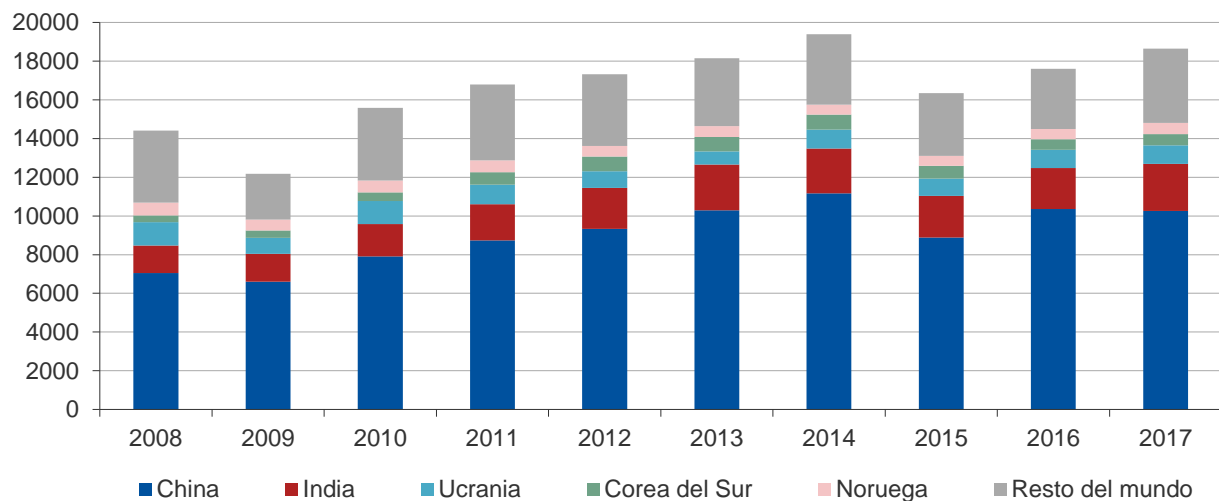
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2008-17
Sudáfrica	3.119	2.295	3.054	3.496	3.985	4.958	5.660	5.098	5.066	6.353	8,2%
Australia	2.264	1.793	2.733	2.918	3.236	3.305	3.359	3.209	2.439	3.004	3,2%
China	4.336	3.416	3.881	4.232	4.061	3.967	4.414	2.213	3.175	2.464	-6,1%
Gabón	1.528	987	1.515	1.700	1.532	1.839	1.742	1.874	1.604	2.244	4,4%
Brasil	1.417	971	1.061	1.134	1.050	1.110	1.159	1.219	1.219	1.190	-1,9%
Resto del Mundo	2.671	2.823	3.464	3.097	2.916	3.698	3.094	2.748	2.840	3.654	3,5%
Total Mundial	15.335	12.284	15.708	16.576	16.779	18.877	19.429	16.360	16.343	18.909	2,4%
<i>% cambio anual</i>		-19,9%	27,9%	5,5%	1,2%	12,5%	2,9%	-15,8%	-0,1%	15,7%	

Fuente: CRU

Producción de histórica de aleaciones de manganeso

Como ya se ha mencionado previamente, la producción de aleaciones de manganeso es el determinante principal de la demanda por mineral de manganeso a nivel global. En consecuencia, los principales consumidores de mineral son al mismo tiempo los mayores productores de aleaciones de manganeso a nivel global. China, produjo en 2017 un 55% del total de aleaciones de manganeso producidas ese año, con un volumen de 10,25 Mt. Le siguieron India, Ucrania, Corea del Sur y Noruega, con producciones de 2,45 Mt, 945 kt, 586 kt y 581kt respectivamente.

Figura 18 Producción histórica de aleaciones de Manganeso, 2008-2017, (miles de toneladas de Manganeso contenido)



Fuente: CRU

En línea con la evolución de la producción de acero durante la última década, la producción de aleaciones de manganeso alcanzó su máximo en 2014, con un total de 19,4 Mt producidas.

Tabla 11 Producción histórica de aleaciones de Manganeso, 2008-2017, (miles de toneladas de Manganeso contenido)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2008-17
China	7.056	6.608	7.904	8.728	9.332	10.290	11.165	8.888	10.356	10.251	4,2%
India	1.408	1.437	1.673	1.884	2.112	2.372	2.319	2.143	2.125	2.446	6,3%
Ucrania	1.212	826	1.188	1.010	871	671	979	890	929	945	-2,7%
Corea del Sur	352	382	459	633	749	742	769	674	550	586	5,8%
Noruega	653	567	607	614	549	564	523	512	541	581	-1,3%
Resto del mundo	3.725	2.355	3.752	3.922	3.704	3.507	3.633	3.247	3.105	3.835	0,3%
Total mundial	14.405	12.175	15.581	16.791	17.318	18.147	19.389	16.355	17.606	18.644	2,9%
% cambio anual		-15,5%	28,0%	7,8%	3,1%	4,8%	6,8%	-15,6%	7,7%	5,9%	

Fuente: CRU

1.2.7. Proyección de producción de manganeso

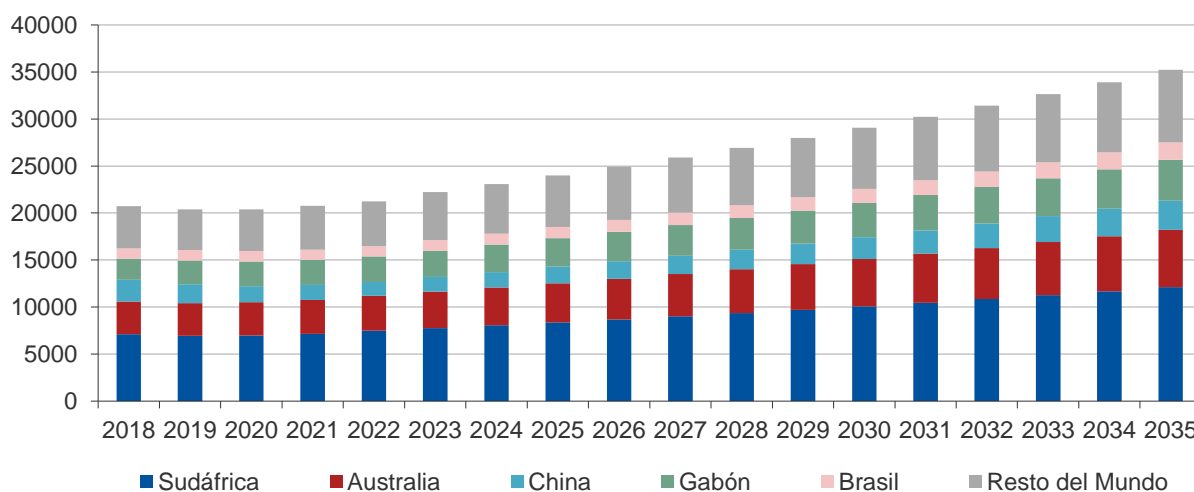
Escenario 1 - Continuidad

La producción de manganeso esta pronosticada al alza, en línea con una mayor demanda futura del mineral. Mostrando una tasa de incremento anual compuesto de un 3,2% durante el periodo 2018-2035, CRU pronostica que la oferta responderá a un déficit de suministro a 2028 de 3,32 Mt, en línea con el aumento esperado de la demanda. Lo anterior tendrá como resultado un aumento en la producción por parte de todos los principales productores de mineral de manganeso en el largo plazo, los cuales mostrarán TCAC sobre el 3% durante el periodo con la excepción de China. Se espera que la producción china disminuya hasta un mínimo de 1,47 Mt en 2022, luego del cual

se recuperará en línea con una mayor demanda, mostrando un TCAC de 1,7% durante todo el periodo hasta 2035.

Se espera que Sudáfrica, el mayor productor de mineral de manganeso a nivel global, aumente sus volúmenes de producción progresivamente gracias a mejoras en la infraestructura de trenes y puertos en el país. En 2017, por ejemplo, el costo terrestre representó entre un 50 y 70% de los costos operacionales de las minas sudafricanas, lo cual se busca reducir mediante el desarrollo de una red ferroviaria mejor conectada, la cual pueda reducir los tiempos y costos del transporte del mineral hacia los puertos. Esto, sumado a una mayor demanda y mejores precios permitiría un aumento progresivo de la producción hasta alcanzar las 12,14 Mt en 2035 (+91% vs 2017).

Figura 19 Proyección de la producción de Manganeso, 2018-2035 (miles toneladas de manganeso contenido)



Fuente: CRU

Tabla 12 Proyección de la producción de Manganeso, 2018-2035 (miles toneladas de manganeso contenido)

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Sudáfrica	7.115	6.939	6.979	7.138	7.479	7.763	8.057	8.363	8.680	9.010
Australia	3.476	3.489	3.531	3.629	3.732	3.874	4.022	4.176	4.336	4.502
China	2.311	2.013	1.723	1.591	1.469	1.556	1.648	1.745	1.849	1.958
Gabón	2.258	2.500	2.606	2.652	2.718	2.818	2.921	3.028	3.138	3.253
Brasil	1.062	1.132	1.110	1.089	1.067	1.114	1.162	1.213	1.266	1.321
Resto del mundo	4.499	4.323	4.447	4.673	4.790	5.089	5.274	5.465	5.662	5.866
Total mundial	20.720	20.395	20.396	20.772	21.255	22.213	23.084	23.990	24.931	25.909
<i>% cambio anual</i>		-1,6%	0,0%	1,8%	2,3%	4,5%	3,9%	3,9%	3,9%	3,9%

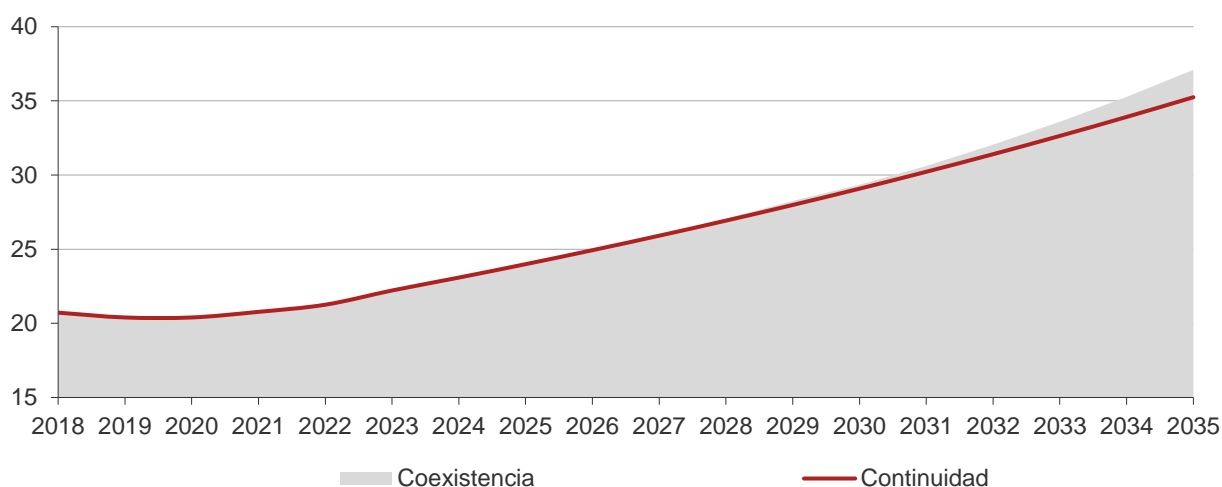
	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	TCAC 2018-35
Sudáfrica	9.351	9.706	10.074	10.457	10.853	11.265	11.692	12.136	3,2%
Australia	4.674	4.853	5.039	5.231	5.431	5.639	5.855	6.079	3,3%
China	2.074	2.196	2.326	2.464	2.609	2.764	2.927	3.100	1,7%
Gabón	3.372	3.495	3.623	3.755	3.892	4.035	4.182	4.335	3,9%
Brasil	1.378	1.439	1.501	1.567	1.635	1.706	1.781	1.858	3,3%
Resto del mundo	6.076	6.292	6.516	6.746	6.983	7.228	7.480	7.739	3,2%
Total mundial	26.925	27.981	29.079	30.219	31.405	32.637	33.917	35.247	3,2%
<i>% cambio anual</i>	3,9%	3,9%	3,9%	3,9%	3,9%	3,9%	3,9%	3,9%	

Fuente: CRU

Escenario 2 – Coexistencia

Para el mediano plazo, se asume que la oferta no tendrá la opción 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 mantiene igual al escenario de Continuidad hasta 2023. A partir de entonces, la oferta sigue de cerca a la demanda. En este caso, es se traduce en un aumento en crecimiento en el largo plazo.

Figura 20 Oferta en escenario Continuidad vs. Coexistencia para manganeso (Mt)



Fuente: CRU

Tabla 13 Oferta en escenario Continuidad vs. Coexistencia para manganeso (kt)

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Continuidad	20,720	20,395	20,396	20,772	21,255	22,213	23,084	23,990	24,931	25,909
Coexistencia	20,720	20,395	20,396	20,772	21,255	22,213	22,997	23,956	24,923	25,992
Diferencia*	-	-	-	-	-	-	- 87	- 33	- 8	84

	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	TCAC 2018- 2035
Continuidad	26,925	27,981	29,079	30,219	31,405	32,637	33,917	35,247	3.2%
Coexistencia	27,074	28,250	29,352	30,610	32,050	33,591	35,270	37,093	3.5%
Diferencia*	149	268	274	391	645	954	1,353	1,845	

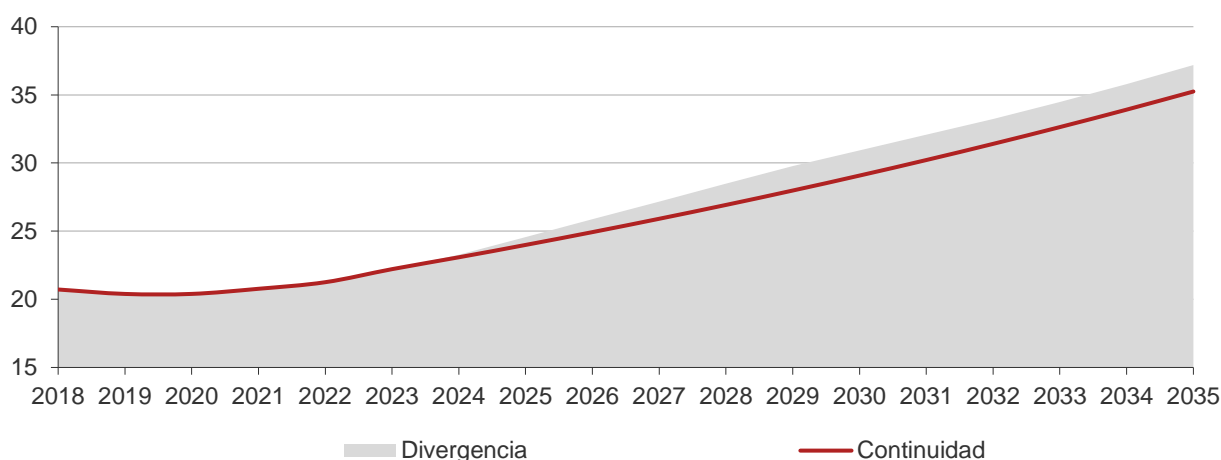
* Diferencia calculada como Coexistencia menos Continuidad

Fuente: CRU

Escenario 3 – Divergencia

Tal como en el caso Coexistencia, se asume que la oferta no tendrá la capacidad de ajustarse a posibles cambios en la demanda en el mediano plazo. Por lo tanto, tanto el escenario Continuidad como el Divergencia muestran la misma oferta hasta 2023.

En el largo plazo, la oferta sigue la tendencia establecida por la demanda. Para este escenario, esto significa que la producción esperada se mantiene por sobre el escenario de Continuidad y por sobre el de Coexistencia, en ambos casos por todo el periodo de pronóstico.

Figura 21 Oferta en escenario Continuidad vs. Divergencia para manganeso (Mt)


Fuente: CRU

Tabla 14 Oferta en escenario Continuidad vs. Divergencia para manganeso (kt)

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Continuidad	20.720	20.395	20.396	20.772	21.255	22.213	23.084	23.990	24.931	25.909
Divergencia	20.720	20.395	20.396	20.772	21.255	22.213	23.264	24.566	25.869	27.171
Diferencia*	-	-	-	-	-	-	179	576	938	1.263

	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	TCAC 2018-35
Continuidad	26.925	27.981	29.079	30.219	31.405	32.637	33.917	35.247	3,2%
Divergencia	28.474	29.777	30.924	32.082	33.239	34.471	35.792	37.189	3,5%
Diferencia*	1.549	1.796	1.845	1.863	1.834	1.834	1.875	1.941	

* Diferencia calculada como Divergencia menos Continuidad

Fuente: CRU

1.3. Balance del mercado y precio del manganeso

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

Históricamente, el precio de referencia del manganeso a nivel global era aquel que fijaba la empresa BHP Billiton con sus clientes japoneses por el *lump* de alto grado 48% basado en el FOB de Australia. Sin embargo, a partir del año 2008, el precio de contrato chino se convirtió en el precio de referencia para múltiples mercados, incluyendo Japón.

Estos contratos entre BHP y sus clientes chinos eran valorados en base CIG y el principal grado de referencia era el de mediano grado 43.5% Mn *lump* australiano. Cabe resaltar que estos precios son negociados de forma mensual con respecto a un mes específico de carga, a diferencia del precio anterior el cual se fijaba entorno a contratos de fijados trimestralmente.

En línea con el incremento en la producción global, el mineral de menor calidad (considerado de calidad media en la actualidad) se volvió paulatinamente más común, por lo cual tanto el precio de 44% como el de 36-39% ganaron importancia frente al referente de 48%.

Con respecto al comercio marítimo, el único mercado spot propiamente tal es el chino, específicamente para el material almacenado en puertos chinos y luego vendido a las fundiciones en el interior. Este acopio se convierte en un regulador de precios, siendo el umbral típico entre 2 a 3 Mt. Menor a 2 Mt, el precio sube; Mayor a 3 Mt, el precio baja.

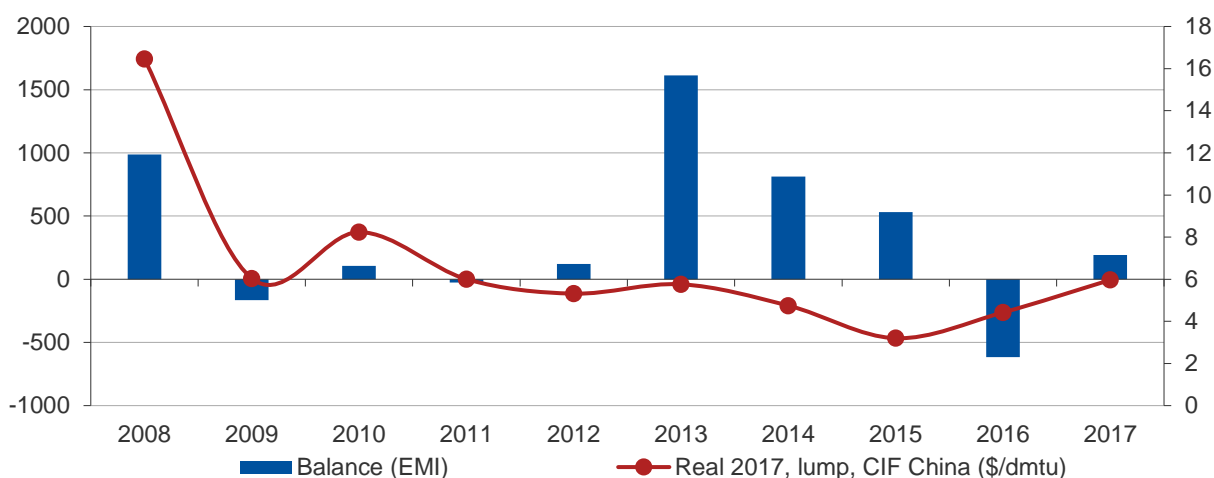
1.3.2. Balance de mercado y precio histórico del manganeso

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 busca reflejar la tendencia que deben seguir los precios para lograr un mercado estable.

Con respecto al balance de mercado durante el periodo 2008-2017, este se ha caracterizado por estar medianamente equilibrado, con la excepción de dos periodos de superávit en los años 2008 y 2013. El año 2009 vio una importante reducción en la demanda, con una contracción de un 37% con respecto al año anterior, afectada principalmente por la crisis financiera global del 2008, la cual golpeó fuertemente los precios del metal, los cuales cayeron desde los 16,5\$/dmtu hasta los 6\$/dmtu en un lapso de un año.

Con respecto al superávit del año 2013, este se debió en gran medida producto del importante aumento en la producción sudafricana, la cual aumento en 1 Mt con respecto al año anterior.

Figura 22 Balance histórico del mercado y precios del Manganeso, 2008-2017


Fuente: CRU

Tabla 15 Balance histórico del mercado y precios del Manganeso, 2008-2017, (miles de toneladas de Manganeso contenido)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2008-17
Oferta	15.335	12.284	15.708	16.576	16.779	18.877	19.429	16.360	16.343	18.909	2,4%
Demanda	14.347	12.448	15.602	16.601	16.659	17.264	18.617	15.828	16.959	18.717	3,0%
Balance	988	-164	106	-25	121	1.613	812	532	-616	192	
Real 2017, lump, CIF China (\$/dmtu)	16,5	6,0	8,2	6,0	5,3	5,8	4,7	3,2	4,4	6,0	-10,7%
Nominal lump, CIF China (\$/dmtu)	14,4	5,3	7,3	5,5	4,9	5,4	4,6	3,1	4,3	6,0	-9,3%

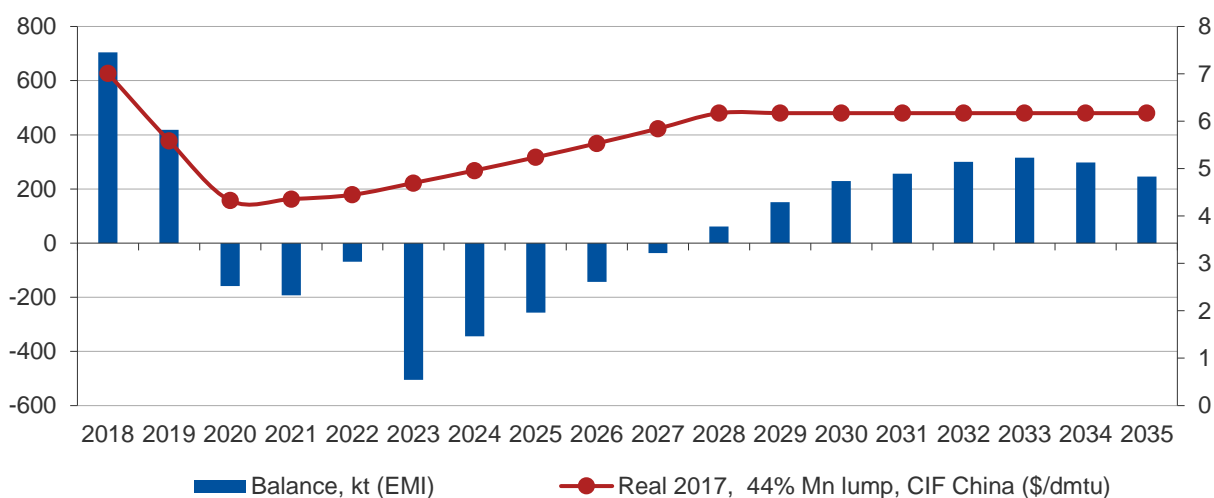
Fuente: CRU

1.3.3. Proyección de balance de mercado y precio del manganeso

Escenario 1 – Continuidad

La proyección del balance de mercado realizada por CRU indica que el mercado, actualmente en superávit, tenderá al equilibrio hacia el año 2020, en línea con el incremento en la demanda de aleaciones de manganeso por parte de la industria acerera china. De 2020 en adelante, el fuerte incremento en la demanda, sumado a la alicaída oferta afectada por los bajos precios durante la década pasada, los cuales promediaron \$5,5/dmtu entre 2009 y 2017, mantendrán el mercado en déficit hasta 2028. Esta tendencia pondrá una presión alcista en los precios, los cuales se recuperarán desde un mínimo de \$4,3/dmtu en 2020 hasta los \$6,2/dmtu en 2028, año a partir del cual se mantendrán estables hasta el final del periodo.

Figura 23 Proyección del balance del mercado y precios del mineral de manganeso, 2018-2035



Fuente: CRU

Tabla 16 Proyección del balance del mercado del mineral de manganeso, 2018-2035 (miles de toneladas de manganeso contenido)

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Oferta	25.314	25.090	25.196	25.637	26.225	27.273	28.221	29.212	30.244	31.314
Demanda	20.015	19.977	20.555	20.965	21.324	22.718	23.428	24.246	25.074	25.945
Balance	5.298	5.113	4.641	4.672	4.901	4.555	4.793	4.967	5.171	5.369
	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	TCAC 2018-35	
Oferta	32.413	33.552	34.736	35.961	37.232	38.551	39.922	41.343	2,9%	
Demanda	26.863	27.830	28.850	29.963	31.105	32.321	33.619	35.001	3,3%	
Balance	5.549	5.722	5.886	5.998	6.127	6.230	6.304	6.342		

Fuente: CRU

Tabla 17 Proyección de los precios del mineral de manganeso, 2018-2035

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Real 2017, 44% Mn lump, CIF China (\$/dmu)	7,0	5,6	4,3	4,4	4,4	4,7	5,0	5,2	5,5	5,8
Nominal 44% Mn lump, CIF China (\$/dmu)	7,2	5,8	4,6	4,7	4,9	5,3	5,7	6,1	6,6	7,1

	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	TCAC 2018-35
Real 2017, 44% Mn lump, CIF China (\$/dmu)	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	-0,7%
Nominal 44% Mn lump, CIF China (\$/dmu)	7,6	7,8	7,8	8,0	8,1	8,3	8,4	8,6	1,1%

Fuente: CRU

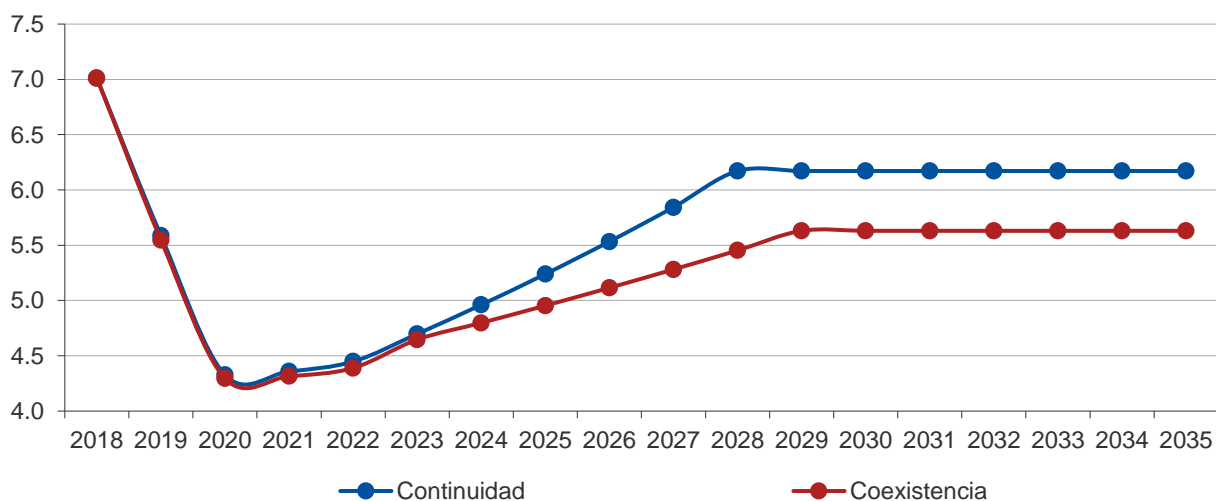
Escenario 2 – Coexistencia

Siguiendo la metodología de estimación de precios propia de CRU, en el mediano plazo el precio está determinado por el balance de mercado. En el largo plazo, por otro lado, depende del CMLP.

En el mediano plazo, la demanda de manganeso en el escenario Coexistencia es similar a la del escenario Continuidad, siendo el de Coexistencia menor. Comparativamente con otros minerales presenta una reacción relativamente exacerbada en el precio, esto se debe a que esperamos que el mercado sea poco competitivo en el largo plazo.

En el largo plazo, el CMLP estimado para este escenario es de US\$5,63/dmtu (moneda real 2017) en 2029. Al estar por abajo del CMLP del escenario Continuidad, el precio bajo los supuestos del escenario Coexistencia seguirían una tendencia creciente algo menor que en el escenario Continuidad.

Figura 24 Precios en escenario Continuidad vs. Coexistencia para manganeso (2017 US\$/dmu)



Fuente: CRU

Tabla 18 Precios en escenario Continuidad vs. Coexistencia para manganeso (2017 US\$/dm³)

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Continuidad	7.01	5.59	4.33	4.36	4.45	4.70	4.96	5.24	5.53	5.84
Coexistencia	7.01	5.55	4.30	4.32	4.39	4.65	4.80	4.95	5.11	5.28
Diferencia*	-	- 0.04	- 0.03	- 0.04	- 0.06	- 0.05	- 0.16	- 0.29	- 0.42	- 0.56

	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	TCAC 2018-35
Continuidad	6.17	6.17	6.17	6.17	6.17	6.17	6.17	6.17	-0.7%
Coexistencia	5.45	5.63	5.63	5.63	5.63	5.63	5.63	5.63	-1.3%
Diferencia*	- 0.72	- 0.54	- 0.54	- 0.54	- 0.54	- 0.54	- 0.54	- 0.54	

* Diferencia calculada como Coexistencia menos Continuidad

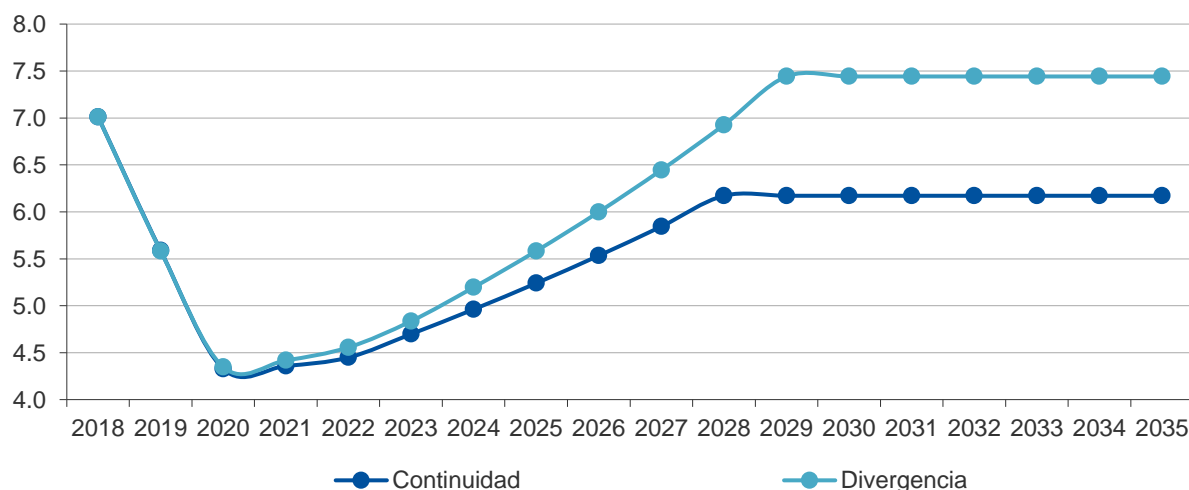
Fuente: CRU

Escenario 3 – Divergencia

En el mediano plazo, el escenario de Divergencia mantiene la misma oferta que el escenario Continuidad pero con una demanda levemente superior. Esto se traduce en que el escenario Divergencia presenta precios algo mayores al del escenario Continuidad en el mediano plazo.

El CMLP para 2029 en es US\$7,44/dm³ resultando US\$1,3/dm³ mayor que el CMLP del caso Continuidad. Esta diferencia en precios de largo plazo se debe a la mayor demanda esperada de manganeso en el escenario Divergencia. Dada la mayor demanda y la necesidad de nueva capacidad de la oferta para cubrirla, se necesita un precio incentivo más alto que para la entrada de nuevas inversiones.

Figura 25 Precios en escenario Continuidad vs. Divergencia para manganeso (2017 US\$/dm³)



Fuente: CRU

Tabla 19 Precios en escenario Continuidad vs. Divergencia para manganeso (2017 US\$/dmu)

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Continuidad	7.01	5.59	4.33	4.36	4.45	4.70	4.96	5.24	5.53	5.84
Divergencia	7.01	5.58	4.35	4.42	4.56	4.84	5.20	5.58	6.00	6.45
Diferencia*	-	- 0.00	0.02	0.06	0.11	0.14	0.23	0.34	0.47	0.60

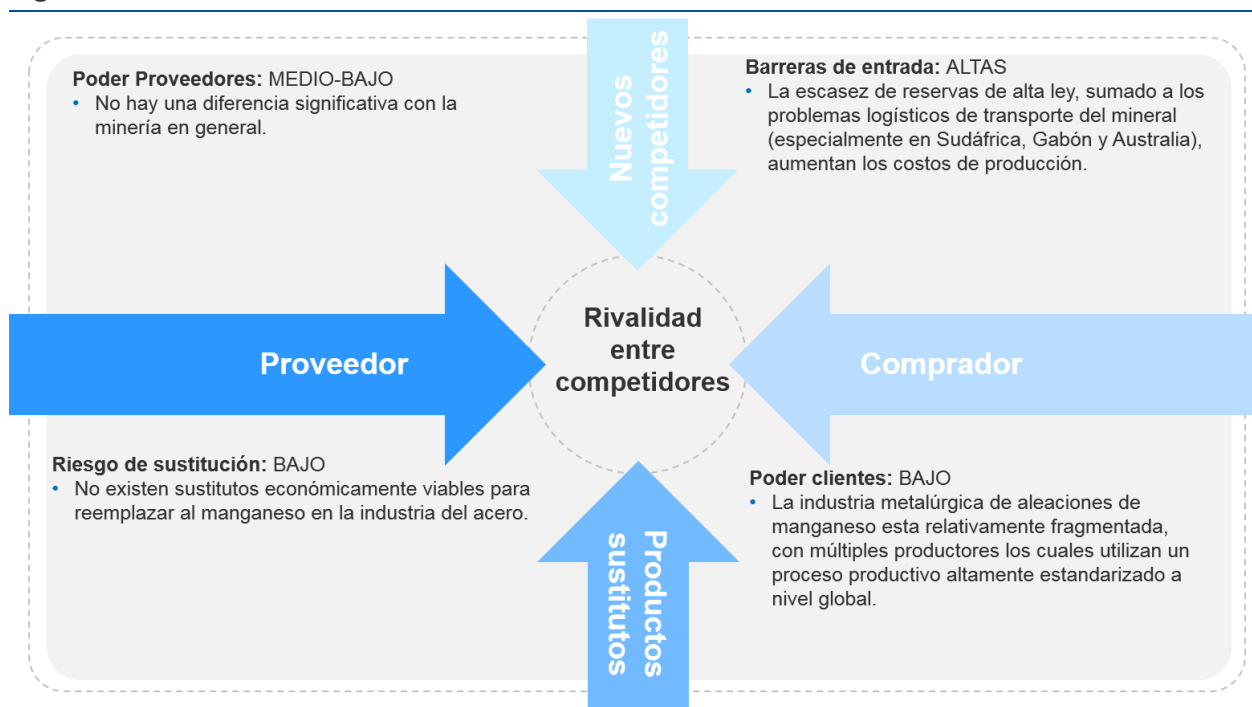
	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	TCAC 2018-35
Continuidad	6.17	6.17	6.17	6.17	6.17	6.17	6.17	6.17	-0.7%
Divergencia	6.93	7.44	7.44	7.44	7.44	7.44	7.44	7.44	0.4%
Diferencia*	0.75	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	

* Diferencia calculada como Divergencia menos Continuidad

Fuente: CRU

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

Figura 26 Modelo de las cinco fuerzas de Porter



Fuente: CRU

El mercado del manganeso tiene un nivel de competitividad moderado, con un grado de consolidación elevado con productores y consumidores bien establecidos a nivel global. En línea con lo anterior, si bien el mineral de manganeso puede ser cambiado de un productor a otro con relativa facilidad, los productores de aleaciones de manganeso prefieren estandarizar su mezcla con tal de mantener una base consistente de producción. Esto deja un limitado margen para nuevos productores, ya que, en aquellos países con reservas de alta ley, como Sudáfrica,

limitantes de infraestructura mantienen los costos de producción elevados, manteniendo así las barreras de entrada intactas.

Sin embargo, el alza esperada en los precios, sumado a una incipiente demanda por parte del sector productor de acero y la falta de sustitutos competitivos, dejan espacio para que nuevos productores entren al mercado. A lo anterior se suma que, en países como Sudáfrica, se esperan importantes desarrollos en términos de infraestructura, con tal de incrementar las sinergias entre producción y exportación, reduciendo los costos de transporte e incrementando el atractivo de esta industria para potenciales nuevos productores.

Anexo I. Glosario

Monedas y medidas de valor

Sigla	Significado
US\$	Dólar estadounidense
US\$/t	Dólar estadounidense por tonelada
US\$/dmu	Dólar estadounidense por unidad de tonelada métrica seca

Empresas e Instituciones

Sigla	Significado
USGS	United States Geological Service / Servicio Geológico Estadounidense
TMI	<i>Ningxia Tianyuan Manganese Industry Company</i>
BHP	<i>BHP Group Limited</i>

Medidas de peso

Sigla	Significado
GPL	Gramos por litro
kt	Miles de toneladas
Mt	Millones de toneladas
t / ton	Tonelada
Dmtu	<i>Dry metric tonne unit</i> / unidad de tonelada métrica seca

Otros

Sigla	Significado
Mn	Manganeso
EMM	Metal electrolítico de manganeso
HC FeMn	<i>High-carbon ferromanganese</i> / Ferromanganeso con alto contenido de carbono
FeMn	<i>Refined ferromanganese</i> / Ferromanganeso refinado
SiMn	<i>Silicomanganese</i> / Silicomanganeso
FOB	<i>Free on Board</i> / Libre a bordo
MnO	Dióxido de manganeso
CIF	<i>Cost, Insurance and Freight</i> / Costo, Seguro y Flete
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

Anexo II. Bibliografía

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