



# Mercado del cianuro de sodio y uso en la minería del oro en Chile

---

DE 27/2014

Registro Propiedad Intelectual N° 249.083



Comisión Chilena del Cobre

## **Contenido**

1.	Introducción.....	3
2.	Producción y uso.....	2
2.1	Características generales .....	2
2.2	Procesamiento en la minería del oro.....	3
2.2.1	Antecedentes .....	3
2.2.2	Procesos de cianuración.....	4
3.	Mercado internacional .....	8
3.1	Producción de cianuro de sodio.....	9
3.2	Consumo de cianuro de sodio .....	10
3.3	Precios internacionales.....	11
3.4	Expectativas del mercado .....	12
4.	Demanda cianuro en Chile.....	13
5.	Comentarios finales .....	18
6.	Referencias .....	20



## 1. Resumen ejecutivo

El cianuro es un compuesto ampliamente utilizado en fines químicos y mineros. En este último caso, son los procesos de lixiviación de la minería del oro y plata los más intensivos en el uso de cianuro, en particular de cianuro de sodio o NaCN. En Chile, las expectativas de nuevos proyectos asociados a la minería de oro y plata, presentan un contexto en el cual los insumos relevantes de esta industria, como lo es el cianuro de sodio, requieren contar con un mayor grado de información sobre su mercado.

En lo que respecta al mercado internacional, el cianuro de sodio tiene entre sus mayores productores a China, Estados Unidos, Corea del Sur y Australia, mientras que las zonas de consumo abarcan el área Asia – Pacífico, Europa y Latinoamérica. En contraste, los flujos comerciales muestran que las zonas determinantes de los precios internacionales se encuentran en Latinoamérica y África, por el lado importador y a Norteamérica y Asia (excluida China) por el lado exportador. En este contexto, se ha dado que los precios internacionales han ido constantemente al alza, aumentando desde cerca de 1.000 US\$/t el año 2000 hasta cerca de los 2.700 US\$/t en el 2013. Estos precios son relativamente similares en las distintas zonas geográficas, sin embargo en los últimos años se ha experimentado una mayor volatilidad en función de la región comerciante.

Finalmente, el mercado chileno se encuentra entre los principales de la zona Latinoamericana, sin embargo, el uso en la minería del oro se vuelve de segundo orden al compararlo con la industria química, la cual históricamente ocupa el primer lugar como destino en el país.

Chile es un país netamente importador de cianuro de sodio, en donde el origen de las importaciones es mayoritariamente desde Estados Unidos. Sin embargo, al desagregar entre aquellas importaciones mineras, los principales orígenes corresponden a Corea del Sur y Australia.

Si bien el mercado de importación de cianuro de sodio en Chile se encuentra determinado por una baja cantidad de empresas relevantes, los precios de importación no muestran diferencias significativas respecto a los precios internacionales:

Tabla 1-1 Comparación precios de importación internacional y en Chile

Precio CIF US\$/t	2011	2012	2013
Promedio internacional	1.670	2.430	2.680
Promedio Chile	1.670	2.460	2.360



## Unidades de medida y abreviaciones

### Peso y medida

g	Gramo
kg	Kilogramo
t	Tonelada métrica
kt	Miles de toneladas métricas
Mt	Millones de toneladas métricas
oz	Onza troy
koz	Miles de onzas troy
Moz	Millones de onzas troy
lb	Libra
Mlb	Millones de libras
µm	Micrómetro
m	Metro
km	Kilómetro
m <sup>2</sup>	Metro cuadrado
m <sup>3</sup>	Metro cúbico

### Elementos químicos y minerales

Ag	Plata
Au	Oro
Cu	Cobre
Cu cát	Cátodos de cobre
Cu conc	Cobre contenido en concentrados
Cu <sub>Eq</sub>	Cobre equivalente
NaCN	Cianuro de sodio
NaOH	Hidróxido de sodio
Fe	Hierro
Fsp	Feldspatos
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	Ácido bórico
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Ácido sulfúrico
KCl	Cloruro de potasio
KNO <sub>3</sub>	Nitrato de potasio
LiCl	Cloruro de litio
NaNO <sub>3</sub>	Nitrato de sodio
Mo	Molibdeno
TiO <sub>2</sub>	Dióxido de titanio (Rutilo)

### Concentración y tasas de producción

gpt	Gramos por tonelada
ppm	Partes por millón
oz/a	Onzas troy por año
koz/a	Miles de onzas troy por año
Moz/a	Millones de onzas troy por año
kg/a	Kilogramos por año
tph	Toneladas métricas por hora
tpd	Toneladas métricas por día
tpm	Toneladas métricas por mes
tpa	Toneladas métricas por año
ktpa	Miles de toneladas por año

Mtpa Millones de toneladas por año

### Procesos e insumos

g/L	Gramos por litro
kg/L	Kilogramos por litro
l/s	Litros por segundo
l/m	Litros por mes
kV	Kilovoltios
kVA	Kilovoltio-amperios
GWh	Gigawatt-hora
MWh	Megawatt-hora

### Procesos de producción

Flot	Flotación
Lix	Lixiviación
SX	<i>Solvent extraction</i> (Extracción por solventes)
EW	<i>Electrowinning</i> (Electro-obtención)

### Moneda y precios

US\$	Dólar estadounidense
MUS\$	Miles de dólares estadounidenses
MMUS\$	Millones de dólares estadounidenses
US\$/lb	Dólares por libra
cUS\$/lb	Centavos de dólar por libra
US\$/oz	Dólares por onza troy

### Abreviaciones geográficas

m.s.n.m.	Metros sobre el nivel del mar
UTM	<i>Universal Transversal Mercator</i>

### Tipos de sociedades

Cía.	Compañía
Inc.	<i>Incorporated</i>
Int.	<i>International</i>
Ltda.	Limitada
Ltd.	<i>Limited</i>
S.A.	Sociedad anónima
SCM	Sociedad contractual minera
CCM	Compañía contractual minera

### Otras

Ind.	Industrial
Min.	Mineral
RCA	Resolución de calificación ambiental
DIA	Declaración de impacto ambiental
EIA	Estudio de impacto ambiental
SAG	Semiautógeno
API	Autorización de Proyectos de Inversión
PND	Plan de Negocios y Desarrollo.

## **1. Introducción**

Durante el 2013 la minería en Chile produjo casi 50 t de oro y 1.200 t de plata, siendo el aporte como subproducto de la minería del cobre cerca de un 40% y 62%, respectivamente. Este nivel de producción le permite a Chile ocupar el 15° lugar en producción de oro y 7° para el caso de la plata (COCHILCO 2014a).

La inversión de proyectos asociados a la minería aurífera en el país (oro y plata como producto principal), indican una importancia estratégica en el desarrollo de este tipo de minería, con una inversión total estimada de 17,3 mil millones de US\$, a través de 10 proyectos en estado de probables, posibles y potenciales (COCHILCO 2014b).

En base a la creciente importancia que mantendría la minería del oro en el país, se ha considerado pertinente contar con información asociada a un insumo relevante para la actividad como lo es el cianuro de sodio. Para ello, el estudio presenta en primer lugar sus fuentes de generación junto con los usos que se les da a nivel industrial, atendiendo en mayor detalle los procesos de concentración propios de la actividad minera. Luego, se presentan los antecedentes asociados a los movimientos de oferta y demanda del cianuro de sodio en el mercado internacional y finalmente se presentan las estadísticas de comercio a nivel local.

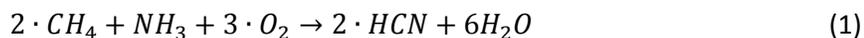


## 2. Producción y uso

El presente capítulo aborda los medios de producción industrial del cianuro de sodio junto a los procesos metalúrgicos más comunes asociados a la minería del oro en el cual se utilizan.

### 2.1 Características generales

El cianuro hace referencia al ión formado por carbono y nitrógeno ( $CN^-$ ). Si bien es un compuesto que se presenta en distintas concentraciones a nivel natural, éste se produce a nivel industrial a través de la combustión de metano y amoníaco, tal como se indica en la ec. (1):



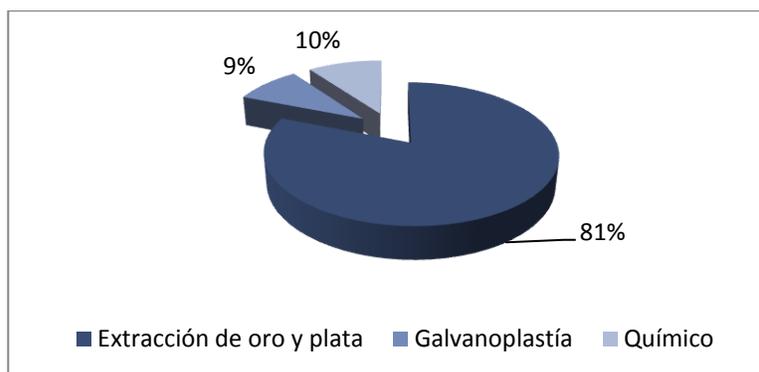
El ácido cianhídrico resultante se combina con hidróxido de sodio ( $NaOH$ ) para formar cianuro de sodio ( $NaCN$ ).

El mayor uso que posee el ácido cianhídrico corresponde a aplicaciones industriales de producción de plásticos, adhesivos, retardantes de fuego, cosméticos, procesamiento de comida y como agente que permite el transporte (anti grumos) de la sal. Los usos anteriores corresponden a cerca del 94% de las 1,1 Mt que se producen por año a nivel mundial, en dónde sólo un 6% es utilizado para generar compuestos para el procesamiento de oro. Estos compuestos pueden ser briquetas, líquidos o tipo hojuelas (como en el caso del cianuro de calcio) (Merchant Research & Consulting Ltd. 2014).

El cianuro de sodio corresponde a un sólido incoloro, utilizado mayoritariamente en el proceso de lixiviación en la minería del oro y plata (con más de tres cuartas partes). Otros usos menores corresponden la galvanoplastia y como aditivo en la fabricación de pigmentos. También se usa como producto intermedio, al poder ser transportado hacia zonas sin fuentes locales de ácido cianhídrico:



Figura 2.1: Consumo por aplicación de cianuro de sodio para el año 2013



. Fuente: Merchant Research & Consulting 2014.

## 2.2 Procesamiento en la minería del oro

Considerando el uso principal en la minería de oro y plata, se detallan los procesos metalúrgicos asociados a su concentración.

### 2.2.1 Antecedentes

Las plantas de industriales de tratamiento con contenido de oro tienen diversas variaciones, las que toman en cuenta parámetros económicos, mineros, mineralógicos, geológicos y ambientales. En este contexto, estos parámetros juegan un rol importante, definiendo distintas rutas de procesamiento para distintos tipos de material con contenido de oro, dependiendo por ejemplo de su ley, liberación, tamaño de grano, mineralización, asociación de minerales, entre otros factores.

En términos generales se pueden definir las siguientes rutas de procesos para los distintos minerales:

- Oro liberado o asociados a metales pesados: concentración gravitacional.
- Material no refractario: lixiviación.
- Material sulfurado: flotación, pre - tratamiento y lixiviación en estanques.

En lo referente a su comportamiento metalúrgico, a los minerales auroargentíferos en zonas de sulfuros, con oro encapsulado en pirita o arsenopirita o con presencia de carbón como precipitante, presentan complejidades que limita su recuperación o aumentan su consumo de insumos, por lo cual son tratados previamente para luego pasar al proceso de cianuración (Méndez 2009).

Si bien el término refractario corresponde a una definición amplia, de manera general el término es utilizado para referirse a los minerales que contengan cualquier sustancia que interfiera con la recuperación del oro por medio de técnicas estándares de lixiviación (Peter G. Mason 1985).

### **2.2.2 Procesos de cianuración**

La hidrometalurgia del oro distingue dos procesos principales en los cuáles considera el consumo de cianuro a través de un mecanismo de lixiviación: cianuración en pilas y por agitación. Ambos procesos aprovechan la afinidad del oro por el cianuro, que permite concentrar el metal en una solución en base reacción química expresada en la ecuación de Elsner(2):



La reacción anterior requiere mantener un pH alto (básico), entre 10,5 a 11, lo que evita que se pierda cianuro a través de la generación de gas cianhídrico por medio de la hidrólisis del cianuro de sodio.

Cabe destacar que, dependiendo de varias características técnico – económicas (tamaño de partícula, tasas de disolución, ley, recuperación y costos de operación y capital), el diagrama del procesamiento de minerales de oro y plata puede variar ampliamente, incorporando modificaciones para optimizar su recuperación. Por ello, las etapas representadas en los procesos de cianuración que se indican corresponden a una generalización de los diseños implementados en las distintas plantas.

#### ***i. Cianuración en pilas***

La cianuración en pilas es un método en el cual el mineral que ha sido sometido a procesos de reducción de tamaño y acumulación, es rociado por soluciones alcalinas de cianuro para disolver el metal desde la superficie del mineral. Esta técnica es utilizada cuando el oro puede quedar, al menos, parcialmente liberado sin necesidad de una etapa de molienda. Un esquema simplificado se presenta en la Figura 2.2:



Figura 2.2: Esquema general de cianuración en pilas.



. Fuente: adaptado de Marsden y House 2006.

La solución enriquecida de oro y plata se colecta sobre el piso impermeable, dispuesto en forma ligeramente inclinada que hace que fluya hacia la pileta de almacenamiento, desde ahí se alimenta el circuito de recuperación.

Posteriormente, la solución cianurada es recuperada a través de procesos químicos (precipitación o cementación con zinc<sup>1</sup>) o electrolíticamente (electro – obtención). La decisión sobre la refinación del producto estará dada por el tipo de material a refinar, tamaño de la operación, producto para comercialización, costos de transporte y requerimientos de seguridad.

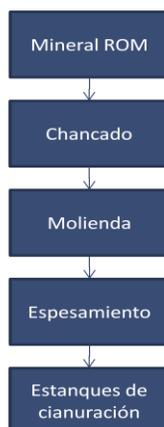
En lo que respecta a consumo fresco de cianuro de sodio, se estima que el proceso de cianuración en pilas requiere del orden de 0,1 – 1 kg por tonelada de mineral procesado (Kappes 2002, Marsden y House 2006).

## ***ii. Cianuración por agitación***

En este caso, las partículas gruesas de mineral (superiores a #150 o 106  $\mu\text{m}$ ) se separan y para que aquellas más finas lleguen a estanques en dónde se mezclan las soluciones alcalinas de cianuro. Esquemáticamente, tal situación se indica en la Figura 2.3:

<sup>1</sup> Proceso Merrill – Crowe para altos contenidos de plata (razón Ag/Au >10).

Figura 2.3: Esquema general de cianuración por agitación



Fuente: adaptado de Marsden y House 2006.

La agitación se realiza en estanques cilíndricos de acero, en donde el material es mezclado mediante la utilización de un impeler.

Para el proceso de agitado, los consumos de cianuro de sodio se encuentran en el rango entre 0,5 – 2 kilogramos de cianuro de sodio (Marsden y House 2006)

Un caso particular de la cianuración por agitación se trata de la cianuración intensiva, en la cual se utilizan altas concentraciones de reactivos (cianuro y oxígeno), altas temperaturas y altas presiones. Esta técnica se prefiere para los concentrados de flotación y gravitacionales, esperando mayores recuperaciones que los procesos convencionales. Algunas características que justifican la realización de este tipo de cianuración corresponden a:

- a) Material grueso que requiere un mayor tiempo de residencia.
- b) Oro atrapado en sulfuros, con una mayor disolución en presencia de altas concentraciones de cianuro y oxígeno.
- c) Oro asociado a otros minerales refractarios, como metales pesados.

Dada su intensidad en uso de reactivos, el rango de consumo por tonelada de mineral se encuentra entre 5 – 25 kilogramos de cianuro de sodio (Marsden y House 2006).

### ***iii. Detoxificación y regeneración de cianuro***

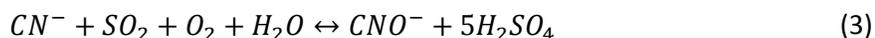
El cianuro posee una degradación natural que reduce la toxicidad en el tiempo (volatilización, oxidación, adsorción con otros minerales, entre otras), sin embargo, la velocidad de estas reacciones químicas no son suficientes para ser utilizadas en fines industriales. Considerando lo anterior, para la eliminación de la toxicidad del cianuro en los procesos metalúrgicos de oro se presentan dos métodos principales:



- Oxidación con dióxido de azufre (proceso Inco)
- Oxidación con peróxido de hidrógeno

a) Oxidación con dióxido de azufre

El método busca oxidar rápidamente el cianuro libre a través del uso de dióxido de azufre y aire:



Una versión particular de este proceso se denomina Inco, patentada en Canadá a principios de la década de los 80.

b) Oxidación con peróxido de hidrógeno

En este proceso tiene la ventaja sobre el anterior de no introducir iones a la solución (exceptuando uso de catalizadores) y que la cinética para la oxidación es relativamente alta, de modo que la oxidación efectiva puede llevarse a cabo en unos pocos minutos. Sin embargo, su desventaja proviene del mayor costo que significa la descarga de los efluentes. El peróxido de hidrógeno permite oxidar el cianuro libre según la siguiente reacción:



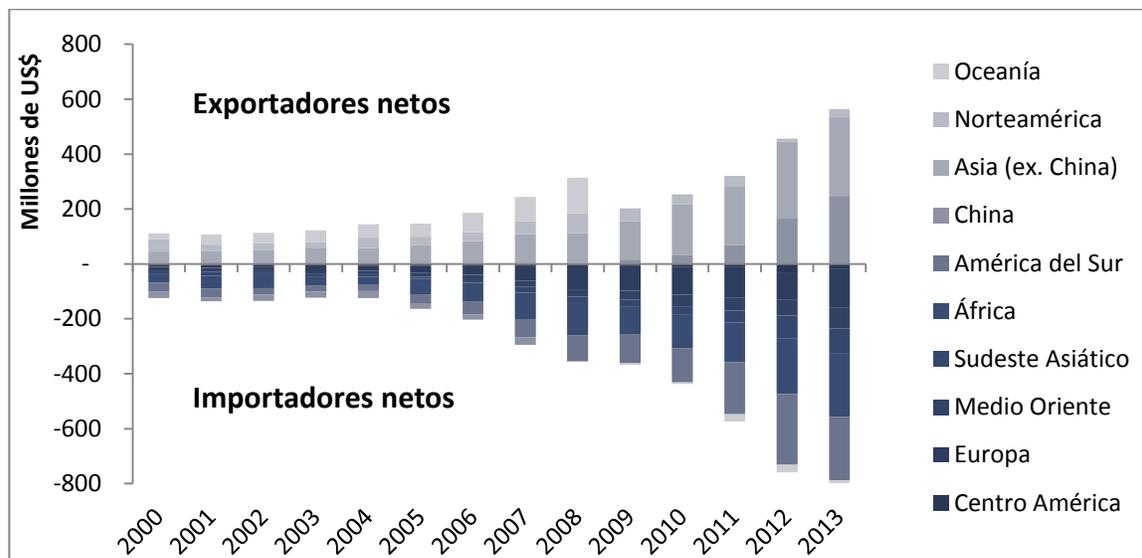
Otro proceso relevante en la minería del cianuro e importante para Chile por la presencia de cobre, corresponde a la regeneración del cianuro a través del método SART (Sulfidización, Acidificación, Recirculación y Espesamiento de cobre por sus siglas en inglés), el cual permite disminuir el consumo de cianuro de sodio a través de su reutilización. En este método, el uso de ácido sulfúrico permite que el cobre asociado al cianuro en forma de ión precipite en forma de sulfuros ( $Cu_2S$ ) y se genere ácido cianhídrico ( $HCN$ ). Posteriormente el ácido cianhídrico es neutralizado con cal y reutilizado en los procesos de cianuración, mientras que el cobre concentrado corresponde a un subproducto de valor y comercializable (Ford y Henderson 2008).



### 3. Mercado internacional

Desde el año 2000 el mercado del cianuro de sodio ha experimentado un marcado incremento en el valor de los flujos comerciales entre las distintas regiones del mundo. De manera general, las regiones que se comportan como exportadores netos (balanza comercial positiva) corresponden a Norteamérica, Asia y hasta el 2008 Oceanía:

**Figura 3.1: Balanza comercial por macrozonas geográficas**

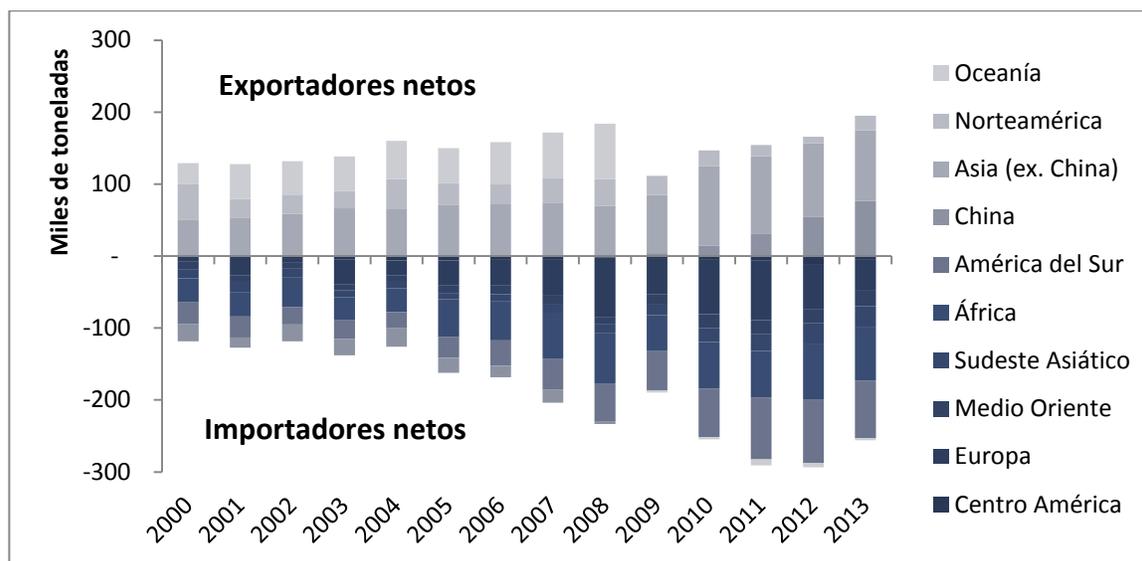


Fuente: elaboración propia en base a información de la División de estadísticas de la ONU 2014.

En cuanto a los tonelajes transados en el comercio internacional, América del Sur representó cerca del 31% de las importaciones totales, siendo la mayor zona de recepción de cianuro de sodio, seguida por África:



**Figura 3.2: Tonelajes netos de exportación e importación por macrozonas geográficas**

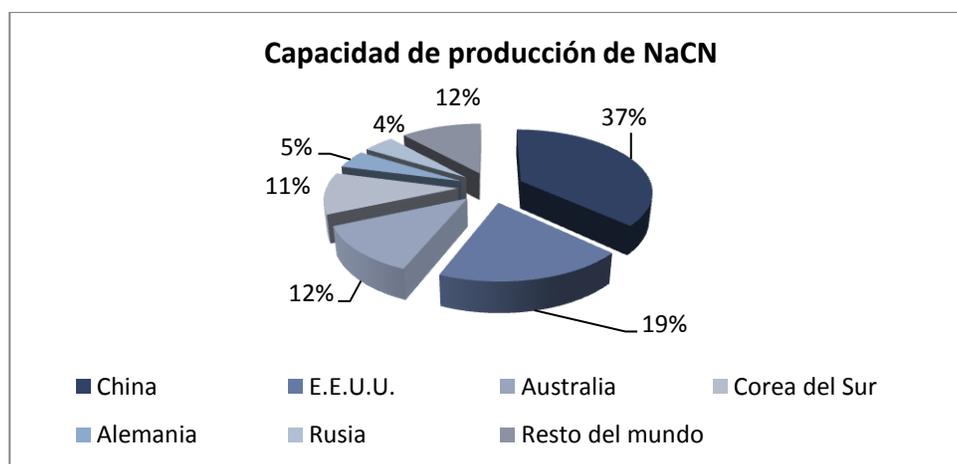


Fuente: elaboración propia en base a información de la División de estadísticas de la ONU 2014.

### 3.1 Producción de cianuro de sodio

Al año 2013 la capacidad de producción de cianuro de sodio alcanzó las 1,3 Mt a nivel mundial, destacando la participación de la zona Asia – Pacífico (67%), Norteamérica (19%) y Europa (12%). Los países más relevantes en cuanto a capacidad de producción se indican en la figura 3.3:

**Figura 3.3: Capacidad de producción de NaCN para el año 2013**



Fuente: Merchant Research and Consulting 2014.



En lo referente a producción, el año 2013 se llegó a las 0,88 Mt, en dónde los países de mayor capacidad de producción, indicados previamente, produjeron cerca de 0,76 Mt (un 87% de la oferta mundial).

**Tabla 3-1: Producción de cianuro de sodio por países el año 2013**

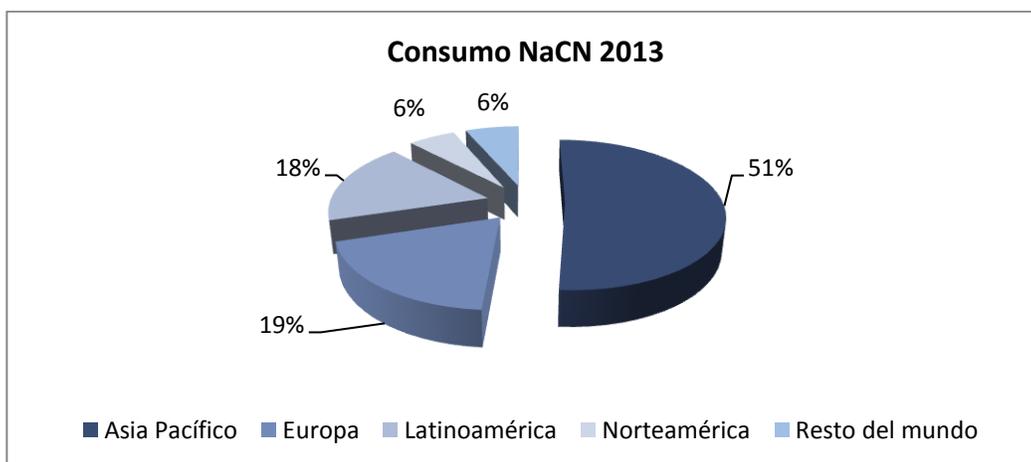
País	Producción kt
China	291.000
E.E.U.U.	153.000
Australia	119.000
Corea del Sur	115.000
Alemania	43.000
Rusia	42.000
Resto del mundo	117.000
<b>Total</b>	<b>880.000</b>

Fuente: Merchant Research and Consulting 2014.

### 3.2 Consumo de cianuro de sodio

La existencia de una mayor capacidad de producción de cianuro de sodio permitió ajustar el balance de oferta y demanda en el 2013, con un crecimiento de 8,4% con respecto al 2012. Así, la estimación de consumo del año fue de 0,88 Mt. Las regiones que muestran un mayor consumo corresponden a la zona de Asia – Pacífico, Europa y Latinoamérica:

**Figura 3.4: Consumo regional de cianuro de sodio para el año 2013**

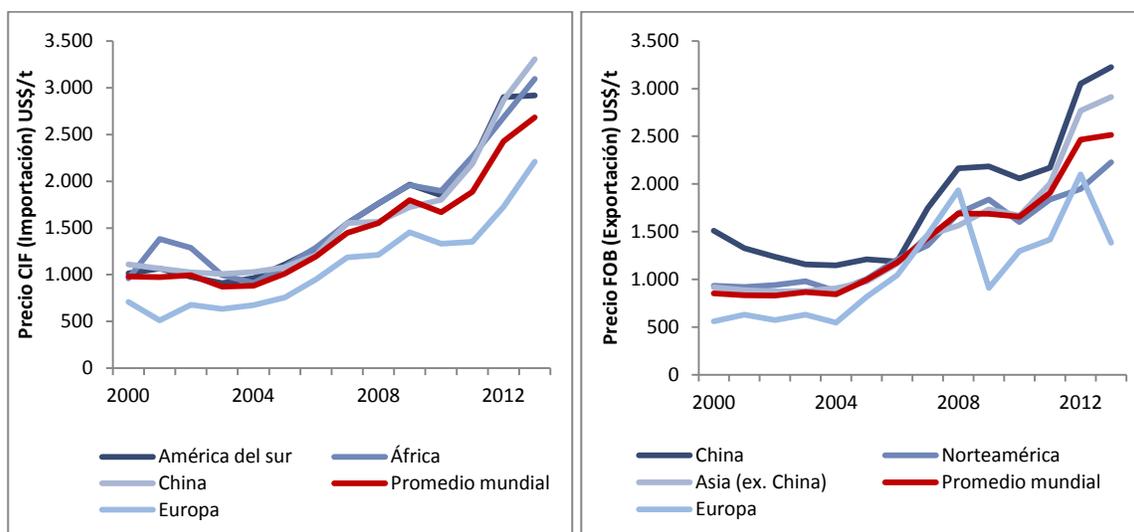


Fuente: Merchant Research and Consulting 2014.

### 3.3 Precios internacionales

En base a los flujos de comercio internacional, se tiene que los precios han experimentado una importante alza desde el año 2000 hasta el 2013, llegando casi a triplicar los valores en algunas zonas geográficas:

**Figura 3.5: Precio internacional CIF (izquierda) y FOB (derecha) de zonas seleccionadas entre 2000 - 2013**

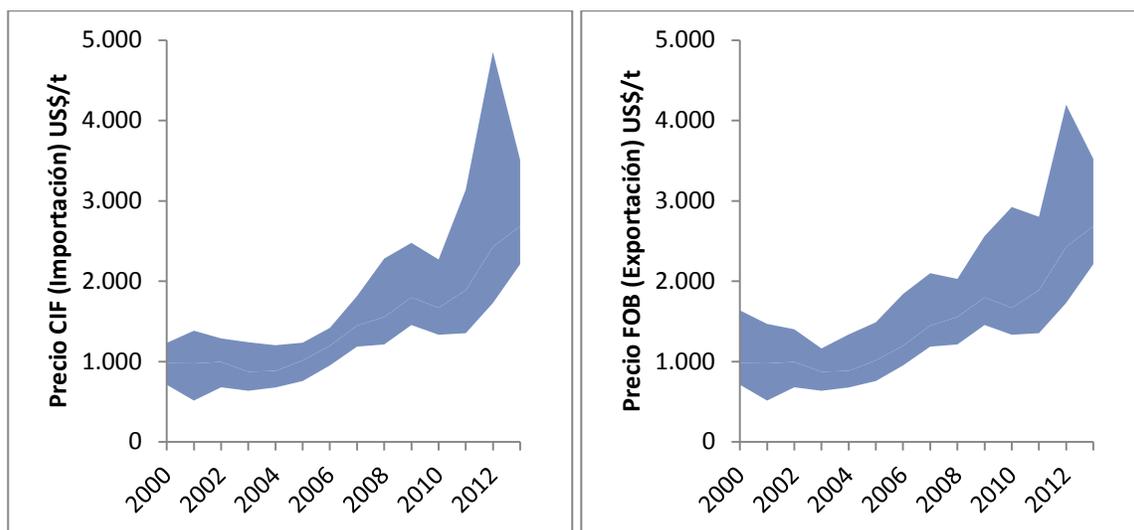


**Fuente: elaboración propia en base a información de la División estadística de las Naciones Unidas 2014.**

El año 2013, los precios promedio a nivel internacional alcanzaron valores de 2.680 US\$ CIF/t y 2.528 US\$ FOB/t. Los datos muestran que el precio europeo por el NaCN se mantiene constantemente bajo el promedio mundial, lo anterior se explica principalmente por mantener la producción a los principales centros de consumo de la zona. Junto a esta diferencia, en los últimos años se aprecia un aumento en la brecha entre las zonas con un mayor precio de importación y exportación respectivamente:



**Figura 3.6; Rango de precios internacionales CIF (izquierda) y FOB (derecha) entre 2000 - 2013**

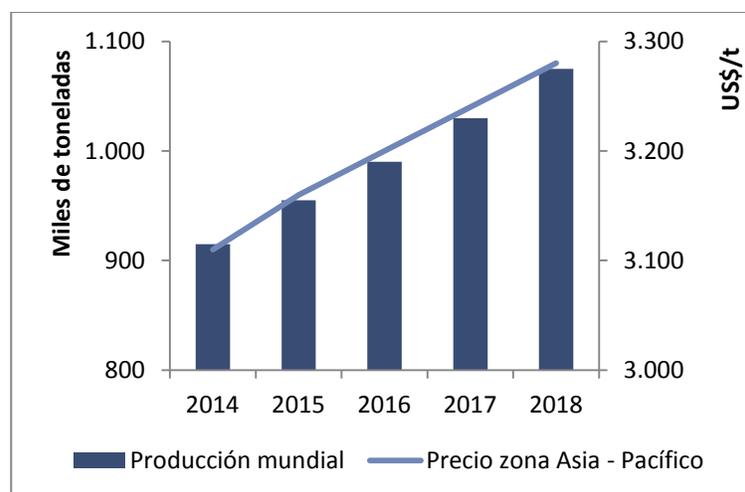


Fuente: elaboración propia en base a información de la División estadística de las Naciones Unidas 2014.

### 3.4 Expectativas del mercado

Las estimaciones de mercado indican un crecimiento del orden del 4% anual de la producción hacia el 2018, alcanzando un total de 1,08 Mt, manteniendo un mercado ajustado también por el lado del consumo. El aumento de producción vendrá dado principalmente por nuevas plantas a construir en México, Kazajstán, Rusia y Arabia Saudita.

**Figura 3.7: Proyección de mercado y precios en período 2014 - 2018**



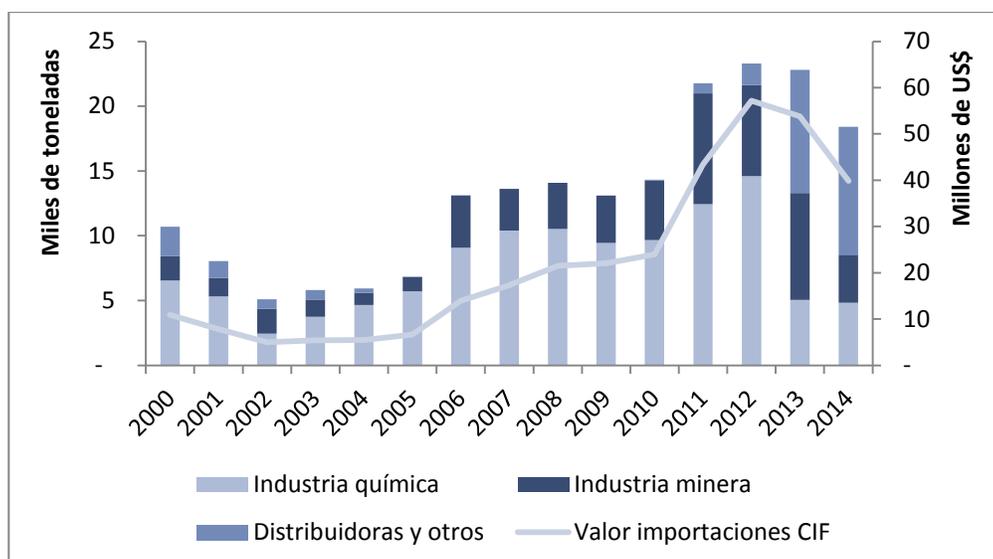
Fuente: Merchant Research and Consulting 2014.



## 4. Demanda de cianuro en Chile

Chile corresponde a uno de los países relevantes en el mercado internacional debido a sus importaciones, ostentando la 2° posición en América del Sur (tras Perú) y 3° en Latinoamérica (tras México y Perú), con un 0,4% del total de las importaciones a nivel mundial (United Nations Statistics Division 2014). La mayor parte de las importaciones en Chile es realizada por la industria química. Lo anterior se ve reflejado en la participación que experimenta el sector minero en comparación al área química. La figura 4.1 divide las importaciones realizadas por compañías directamente mineras, las industrias químicas y aquellas distribuidoras o comerciantes (*traders*).

**Figura 4.1: Importaciones chilenas de cianuro de sodio en el período 2000 – octubre 2014**



**Fuente: elaboración propia en base a información de Thomson Reuters 2014.**

En términos de valor, entre enero y octubre del 2013 las importaciones llegaban a cerca de 47,7 MMUS\$, mientras que a octubre del 2014 éstas llegaron a 39,8 MMUS\$, lo que representa una disminución de 16,5%. En igual período, el tonelaje importado cayó desde 20,0 Mt a 18,4 Mt, es decir, una caída de un 8%.

En los últimos años se aprecia una baja en la participación de la industria química a favor de las distribuidoras de productos químicos, considerando la participación histórica que habían tenido en los períodos anteriores:



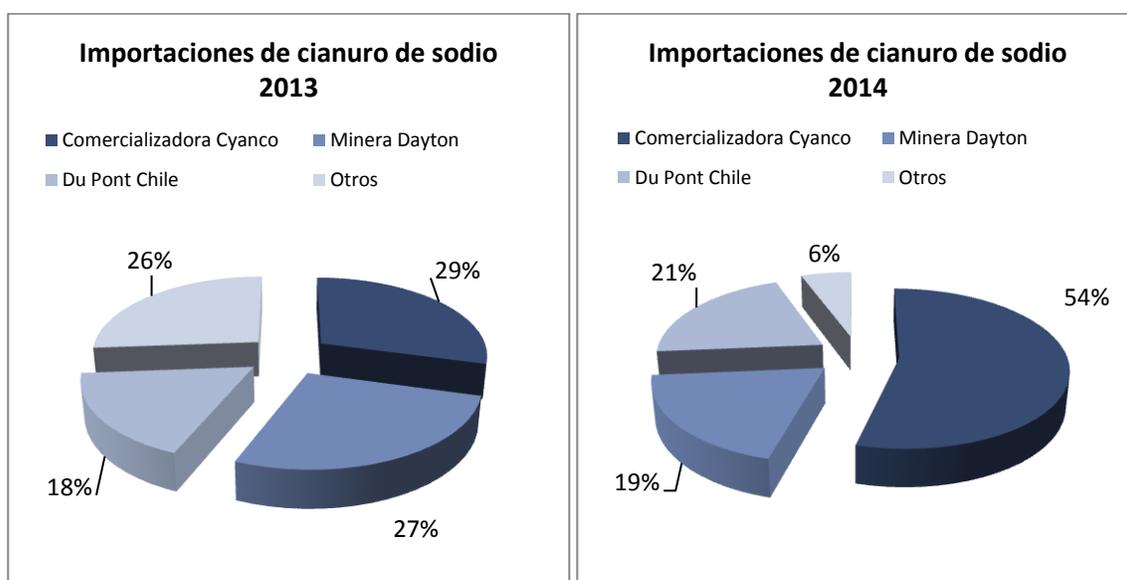
**Tabla 4-1: Participación por industria en las importaciones de NaCN**

Industria	2012	2013	Octubre 2014	Promedio 2000 – 2014
Industria química	63%	22%	26%	<b>58%</b>
Industria minera	30%	36%	20%	<b>28%</b>
Distribuidoras y otros	7%	42%	54%	<b>14%</b>

Fuente: elaboración propia en base a información de Thomson Reuters 2014.

Las tres principales empresas del mercado alcanzaron un 74% del total de importaciones el 2013. Tal situación se acentúa en el período enero – octubre del 2014, para el cual las empresas mantienen un 94% del total del volumen importado:

**Figura 4.2: Participación de principales importadores en Chile para el período 2013 (izquierda) y enero - octubre 2014 (derecha)**

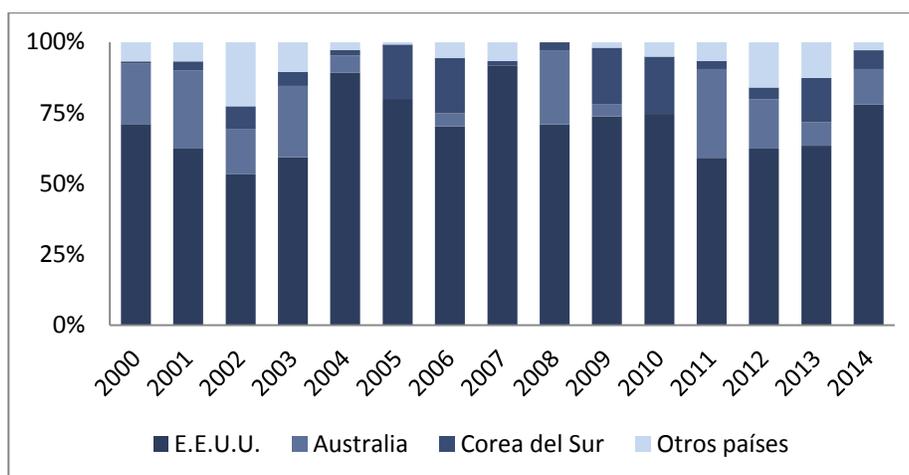


Fuente: elaboración propia en base a información de Thomson Reuters 2014.

La mayor parte de las importaciones chilenas provienen de Estados Unidos (70% en promedio de los últimos 15 años). En promedio, junto a Australia y Corea del Sur, han sido la fuente del 93% de las importaciones en el período 2000 – octubre 2014:



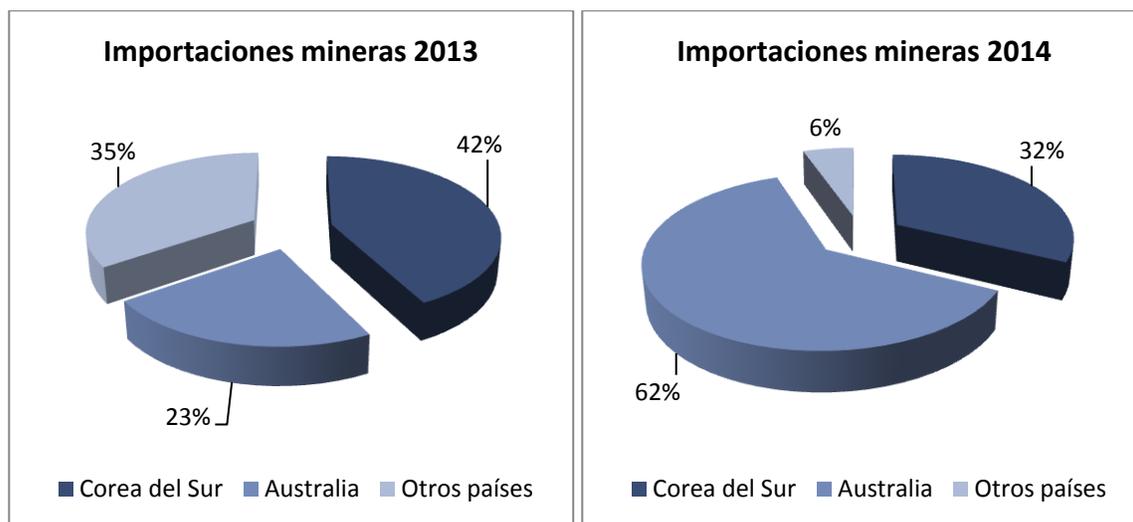
**Figura 4.3: Origen de importaciones de cianuro de sodio en el período 2000 - octubre 2014**



Fuente: elaboración propia en base a información de Thomson Reuters 2014.

En el período enero – octubre del 2014, las importaciones por parte de la industria minera provinieron principalmente desde Australia (62%), mientras que el año 2013 lo hicieron desde Corea del Sur (42%), lo cual contrasta con la predominancia que tienen las importaciones desde Estados Unidos para la industria química, siendo el origen de prácticamente la totalidad de ellas en ambos períodos:

**Figura 4.4: Origen de importaciones de la industria minera en el 2013 (izquierda) y enero - octubre 2014 (derecha)**

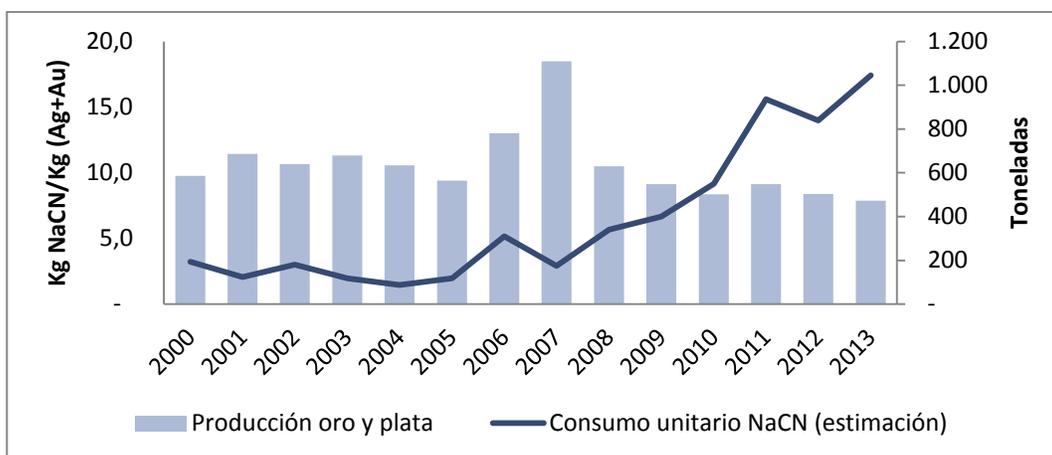


Fuente: elaboración propia en base a información de Thomson Reuters 2014.



El consumo unitario de NaCN por parte de la industria minera aurífera, estimado a través de las importaciones mineras y de la producción de la minería de oro y plata<sup>2</sup>, ha experimentado un constante aumento en los últimos años como lo muestra la figura 4.5. Esto se ve explicado por menores leyes de mineral y las características mineralógicas que aumentan el consumo específico del insumo (minerales refractarios).

**Figura 4.5: Estimación de consumo unitario NaCN en minería del oro en Chile**



. Fuente: elaboración propia en base a datos de SERNAGEOMIN y Thomson Reuters.

La información anterior entrega un antecedente a considerar en la realización de los nuevos proyectos de oro y plata en el país, pues se visualiza una tendencia al alza en la cantidad de NaCN asociado a la producción minera del país, lo que puede requerir la incorporación de nuevos estándares en infraestructura y logística asociados a su transporte.

Finalmente, se destaca que los precios de importación CIF en Chile, indicados en la Figura 4.6, se comportan en promedio acorde a los precios internacionales. No obstante, el rango en el cual se mueven las distintas empresas da cuenta de una variabilidad que en los últimos años ha significado que una empresa pague más del doble que la otra, explicado principalmente por los tonelajes importados:

**Tabla 4-2: Precios de importación de empresas en el período 2012 - 2014**

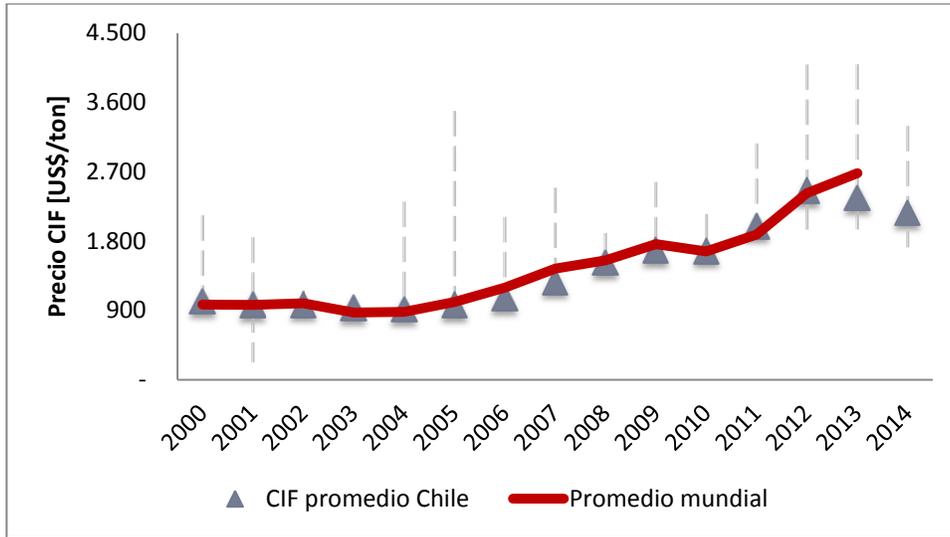
Precio CIF US\$/t	2012	2013	2014
<b>Rango</b>	[1.950 – 4.100]	[1.850 – 4.100]	[1.700 – 3.300]
<b>Promedio</b>	2.460	2.360	2.160

Fuente: elaboración propia en base a información de Thomson Reuters 2014.

<sup>2</sup> Aditivas desde un punto de vista metalúrgico en el consumo de NaCN.



Figura 4.6: Precio CIF de empresas importadores en Chile en el período 2000 - 2014



Fuente: elaboración propia en base a información de Thomson Reuters 2014.



## **5. Comentarios finales**

Según el catastro de proyectos mineros, la inversión asociada a la minería del oro y plata podría alcanzar los 17,3 mil millones de US\$ hacia el 2023, lo que significa un impulso relevante para este sector de la minería a nivel nacional. La situación anterior va de la mano con un recurso mineral de características más complejas, que requerirá un aumento de los consumos de los distintos insumos para su procesamiento. En este contexto, el cianuro como agente lixiviante de oro y plata, se vuelve un compuesto que requiere monitoreo de las instituciones mineras del país.

El NaCN es el compuesto principal en la comercialización del cianuro y el análisis del mercado internacional muestra la relevancia que posee Latinoamérica como destino de las importaciones, principalmente por la minería en México, Perú y la industria chilena. Lo anterior marca también una necesidad de integración hacia los mercados exportadores como E.E.U.U., Australia y Corea del Sur.

Si bien los precios internacionales muestran una constante alza desde los niveles observados el año 2000, este se comporta de manera similar en cada región observada (exceptuando en la zona europea), lo cual no evidencia la existencia de fallas asociadas a los sistemas de precios comercializados en las principales regiones exportadoras e importadoras. Sin embargo, en los últimos años se expresa una mayor variabilidad en las distintas regiones, por lo cual se requiere un monitoreo constante para asegurar la competitividad de los costos de este insumo. Junto a esto, las expectativas de un mercado ajusto en producción y consumo, indicarían que los precios internacionales se mantengan en niveles superiores a lo observado en la primera parte del período 2000 - 2013.

En lo referente al mercado en Chile, los datos muestran la menor importancia relativa que tiene la industria minera en las importaciones, alcanzando solo un 28% en promedio, bajo la industria química. En términos totales, la importación de cianuro de sodio ha decaído desde el año 2012, lo que ha ido de la mano de una caída en la participación total de la industria química.

Otro antecedente relevante corresponde a la estimación del consumo unitario en base a las importaciones y la producción de la minería de oro y plata. De este análisis, se indicaría un aumento considerable en el consumo total, lo que marca un aporte al mercado del cianuro en el país en la búsqueda de aumentar los niveles de producción de la minería del oro.



Si bien las importaciones totales son dominadas por pocos agentes, dado los volúmenes transados, el país logra alcanzar valores competitivos en los precios de importación al compararlos con el promedio de los precios internacionales



## 6. Referencias

COCHILCO. *Inversión en la minería chilena - cartera de proyectos 2014 - 2023*. Dirección de Estudios y Políticas Públicas, Santiago: COCHILCO, 2014b.

COCHILCO. *Mercado del cianuro*. Dirección de Estudios y Políticas Públicas, Santiago: COCHILCO, 2013.

COCHILCO. *Metales preciosos - Mercado del oro y la plata*. Dirección de Estudios y Políticas Públicas, Santiago: COCHILCO, 2014a.

Ford, Kevan, y Robert Henderson. «Application of the SART process to heap leaching of gold - copper ore at Maricunga, Chile.» *SGS Minerals Services*, 2008.

Hernández, Danilo. *Diseño de un simulador de procesamiento de minerales con oro*. Tesis pregrado, Santiago: Universidad de Chile, 2012.

Kappes, Daniel W. «Precious Metal Heap Leach Design and Practice.» En *Mineral Processing Plant Design, Practice, and Control*, 1606 - 1630. Littleton: Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, 2002.

Marsden, John O, y Iain House. *The Chemistry of gold extraction, 2° Edition*. Littleton: Society for Mining, Metallurgy & Exploration, 2006.

Méndez, Dulce. *Procesos hidrometalúrgicos en la minería de oro, plata, cobre y uranio*. Tesis, Sonora: Universidad de Sonora, 2009.

Merchant Research & Consulting Ltd. «Sodium Cyanide: 2014 World Market Outlook and Forecast up to 2018.» Market Research, Londres, 2014.

Peter G. Mason, Frank D. Wicks, John C. Gathje. *Process for the recovery of gold from refractory ores by pressure oxidation*. Patente, New York: Grant, 1985.

United Nations Statistics Division. *Flow trades of cyanide products*. New York, 12 de Diciembre de 2014.



Este trabajo fue elaborado en la  
Dirección de Estudios y Políticas Públicas por\*<sup>3</sup>

Emilio Castillo Dintrans

Jorge Cantallopts Araya  
Director de Estudios y Políticas Públicas

Diciembre/ 2014

---

<sup>3</sup> Se agradecen los comentarios, sugerencias y aportes de Diego Vergara Bustos, Ingeniero Civil de Minas.

