



Mercado Chileno del ácido sulfúrico al año 2027

DEPP 24/2018

Resumen Ejecutivo

Los resultados de la encuesta “Consumo y Producción de Ácido Sulfúrico 2017”, permiten a Cochilco contar con una visión fundamentada del comportamiento del mercado chileno del ácido sulfúrico durante 2017 y a su vez, analizar las proyecciones al año 2027 realizadas por las compañías consideradas en la muestra.

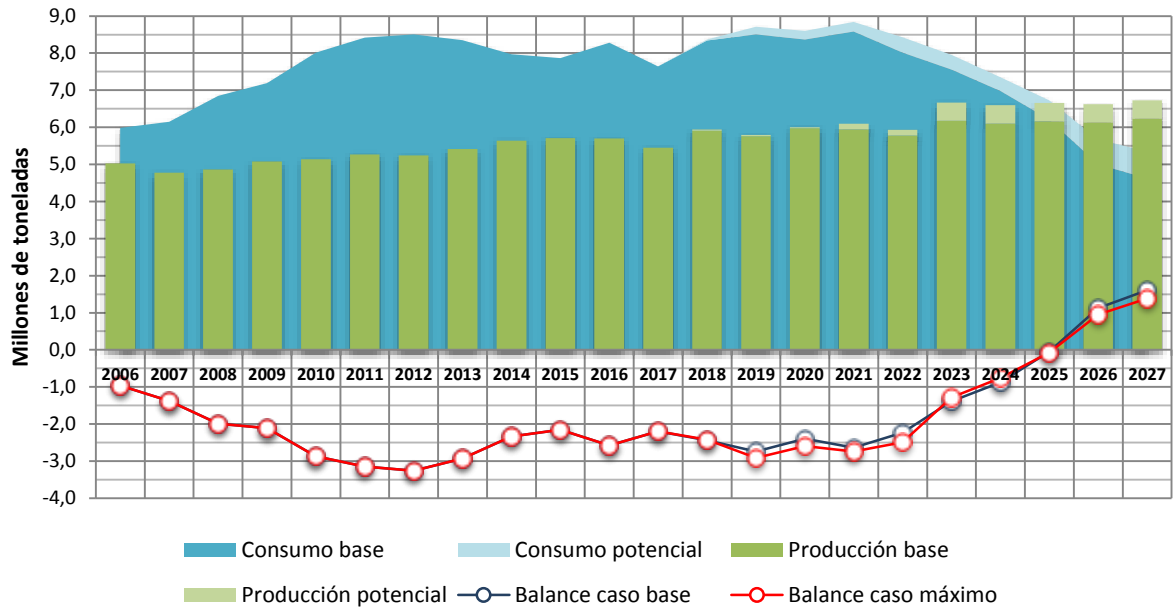
En primer lugar se observa una caída de la oferta interna de este insumo (4,5% entre 2016 y 2017), por paralización sucesiva de complejos FURE, para cumplir con normativa medioambiental (DS 28). Esta normativa se tiene que cumplir a diciembre de 2018. Con respecto a las proyecciones de la oferta, podemos indicar que posterior al 2022 se registraría un crecimiento marcado de la oferta, debido a la entrada en operación de Nueva Paipote, cerrando el periodo de análisis con un crecimiento de 13,3%.

En segundo lugar podemos ver que la demanda del insumo cayó un 7,7% entre 2016 y 2017, influenciada fuertemente por las paralizaciones de algunas operaciones en las regiones de Antofagasta, Arica y Parinacota, y Valparaíso. Al proyectar la demanda del insumo se visualiza una fuerte caída después del año 2021, para cerrar el periodo con una demanda de 5,3 millones de toneladas, 26,1% menos que lo esperado para 2018.

En tercer lugar, al unificar los comportamientos de la oferta y la demanda se observa que el paso de deficitario a excedentario del mercado nacional del ácido sulfúrico es durante 2025, desplazando en tres años lo estimado en la versión 2017 de este trabajo, notándose el cambio de tendencia desde 2022 en adelante. Al cerrar el periodo de análisis veremos un excedente del insumo en torno a las 1,39 millones de toneladas, equivalentes a un 63% de la necesidad actual de importación del insumo.



Figura 1: Balance del mercado nacional de ácido sulfúrico, histórico y futuro.



Fuente: Elaborado en COCHILCO, 2018

En cuarto y último lugar vemos un cambio en el origen de las importaciones de ácido, debido a las sucesivas paralizaciones de fundiciones observadas en el mundo. China pasa a ser un actor importante como origen de importaciones, y esta debilidad en la oferta mundial ha impulsado el precio promedio por sobre los 77 US\$ CIF la tonelada, luego de los 45 US\$ CIF la tonelada observadas en años anteriores. Según datos de aduana se han registrados importaciones con valores unitarios cercanos a las 116 US\$ CIF la tonelada en el mes de octubre del presente año. Este nuevo escenario de precios indicaría una presión al alza del insumo hacia 2023 en torno a las 70 – 72 US\$ CIF la tonelada, precio que pudiese influir negativamente en la producción hidrometalúrgica del país a tan bajas leyes como las actuales.



Índice

| | |
|---|----|
| Resumen Ejecutivo | I |
| Índice de figuras | IV |
| Índice de tablas | IV |
| Introducción | 6 |
| 1. El mercado chileno del ácido sulfúrico | 8 |
| 1.1. Comportamiento del mercado nacional en el período 2008 - 2017 | 8 |
| 1.2. Producción y consumo de ácido sulfúrico en el año 2017 | 9 |
| 1.3. Tasas de producción y consumo de ácido sulfúrico | 11 |
| 1.3.1. Tasa de producción unitaria de ácido sulfúrico en las fundiciones de cobre | 11 |
| 1.3.2. Tasa de consumo unitario de H ₂ SO ₄ en lixiviación por tonelada de cobre SxEw | 11 |
| 1.4. Comercio exterior chileno de ácido sulfúrico, periodo 2008 - 2017 | 14 |
| 1.4.1. Importaciones de ácido sulfúrico al año 2016 | 14 |
| 1.4.2. Exportaciones de ácido sulfúrico al año 2017 | 17 |
| 2. Proyección del mercado del ácido sulfúrico en Chile, 2018 – 2027 | 19 |
| 2.1. Comportamiento del consumo de ácido sulfúrico (2018 – 2027) | 19 |
| 2.2. Comportamiento de la producción de ácido sulfúrico (2018 - 2027) | 21 |
| 2.3. Balance del mercado chileno del ácido sulfúrico al año 2025 | 23 |
| 2.3.1. Análisis nacional del mercado del ácido sulfúrico | 24 |
| 2.3.2. Análisis regional del mercado del ácido sulfúrico | 25 |
| 3. Comentarios finales | 29 |
| Anexos | 33 |
| A1: Metodología | 33 |
| A1.1. Cobertura | 33 |
| A1.2. Criterio de segmentación | 33 |
| A1.2.1. Según su nivel de certeza | 33 |
| A1.2.2. Según el desarrollo cronológico | 35 |
| A1.3. Caracterización de las empresas productoras y/o consumidoras de ácido sulfúrico | 35 |
| A2: Principales productores y consumidores de ácido sulfúrico en Chile | 36 |
| A2.1. Principales productores y consumidores de ácido sulfúrico en Chile | 36 |



| | |
|---|----|
| A2.1.1. Plantas de producción de ácido sulfúrico..... | 36 |
| A2.1.2. Principales operaciones y proyectos consumidores de ácido sulfúrico | 37 |
| A3: Unidades de medida y abreviaciones | 38 |

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1: Balance del mercado nacional de ácido sulfúrico, histórico y futuro. | II |
| Figura 2: Producción chilena de cobre y participación por tipo de producto, periodo 2008 - 2017 | 9 |
| Figura 3: Producción cátodos SxEw, tasa de consumo de ácido y ley de óxidos promedio 2008 – 2017 | 12 |
| Figura 4: Relación entre la producción de cátodos SxEw y la tasa de consumo de H ₂ SO ₄ , año 2017. ... | 13 |
| Figura 5: Evolución de las importaciones de ácido sulfúrico, periodo 2008 – 2017 | 14 |
| Figura 6: Valor unitario del ácido sulfúrico CIF (US\$/ton) versus volumen de importaciones | 15 |
| Figura 7: Volumen y distribución de las importaciones de H ₂ SO ₄ según país de origen, 2007 - 2016... | 16 |
| Figura 8: Origen de importaciones año 2017 vs Ene-Oct 2018..... | 16 |
| Figura 9: Evolución de las exportaciones de ácido sulfúrico, periodo 2008 – 2017 | 17 |
| Figura 10: Consumo de ácido sulfúrico base y potencial proyectado hacia el 2026 | 20 |
| Figura 11: Consumo de H ₂ SO ₄ en minería del cobre vs producción de cátodos SxEw, 2018 – 2027 | 21 |
| Figura 12: Composición histórica y proyectada del origen de la producción de H ₂ SO ₄ en Chile | 22 |
| Figura 13: Producción base y potencial proyectada a 2027 | 22 |
| Figura 14: Balances del mercado chileno del ácido sulfúrico 2018 – 2027..... | 24 |
| Figura 15: Balance nacional y regional del mercado chileno del H ₂ SO ₄ 2017 - 2026, caso potencial | 27 |

Índice de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Evolución del mercado chileno del ácido sulfúrico, 2008 - 2017 (miles de toneladas) | 8 |
| Tabla 2: Distribución de la producción y consumo de ácido en el año 2017 y variación año anterior ... | 10 |
| Tabla 3: Tasa de producción unitaria de ácido sulfúrico por tonelada de cobre fundido 2008 – 2017 .. | 11 |
| Tabla 4: Balance del mercado del ácido sulfúrico en Chile (2018 – 2027)..... | 23 |
| Tabla 5: Balances regionales del mercado del H ₂ SO ₄ en Chile, en miles de toneladas (2017 – 2026)... | 26 |
| Tabla 6: Principales empresas productoras de ácido sulfúrico en Chile | 36 |
| Tabla 7: Principales operaciones consumidoras de ácido sulfúrico en Chile..... | 37 |



Introducción



Introducción

Este trabajo responde a la necesidad de contar con información actualizada que permita comprender los fundamentos y el comportamiento actual y proyectado del mercado chileno del ácido sulfúrico, especialmente para las fundiciones de cobre que lo producen y las operaciones de lixiviación de minerales oxidados y sulfuros lixiviables, que lo consumen.

Esta versión corresponde a una actualización del informe anual del mercado del ácido sulfúrico a través del instrumento denominado “Encuesta de ácido sulfúrico 2016, con información real hasta 2016 y proyectando el balance entre oferta y demanda hasta el año 2026.

Inicialmente se revisan los antecedentes del mercado del ácido sulfúrico en Chile recopilados a través de la encuesta de producción y consumo de ácido sulfúrico 2017, en lo que respecta a revisar el comportamiento del último decenio de la producción, consumo y comercio exterior, con énfasis en el comportamiento del último año calendario que para efectos de este trabajo es 2017. En este mismo contexto se revisa el comportamiento del precio del insumo en el último periodo, previo a la publicación de este trabajo, que para este caso corresponde a los meses de enero a octubre de 2018.

Posteriormente, se analizan las proyecciones de oferta y demanda del insumo para el periodo comprendido entre los años 2018 y 2027, y sus respectivos balances de mercado tanto a nivel nacional y regional. Este análisis se realiza en base a escenarios de corto, mediano y largo plazo.

Finalmente, se presentan las principales conclusiones de este trabajo.



Capítulo 1:

El mercado chileno del ácido sulfúrico



1. El mercado chileno del ácido sulfúrico

El presente capítulo corresponde a una actualización de la información sobre el mercado del ácido sulfúrico, resultado de la data obtenida en la “Encuesta de Producción y Consumo de Ácido Sulfúrico”, que permite caracterizar este mercado en Chile y dar una mirada al comportamiento que ha tenido en los últimos diez años.

1.1. Comportamiento del mercado nacional en el período 2008 - 2017

La producción de ácido sulfúrico en Chile, durante 2017, alcanzó las 5,45 millones de toneladas, una caída de 4,5% con respecto a lo declarado en 2016, caída influenciada fuertemente por las sucesivas paradas de planta de los complejos FURE del país, ad portas del cumplimiento del DS 28 durante diciembre de este año. Por otra parte, se revierte del descenso de las importaciones, registrando un aumento de 18,5% con respecto a 2016, tendencia que se espera mantener por lo menos hasta 2019 (Tabla 1).

Tabla 1: Evolución del mercado chileno del ácido sulfúrico, 2008 - 2017 (miles de toneladas)

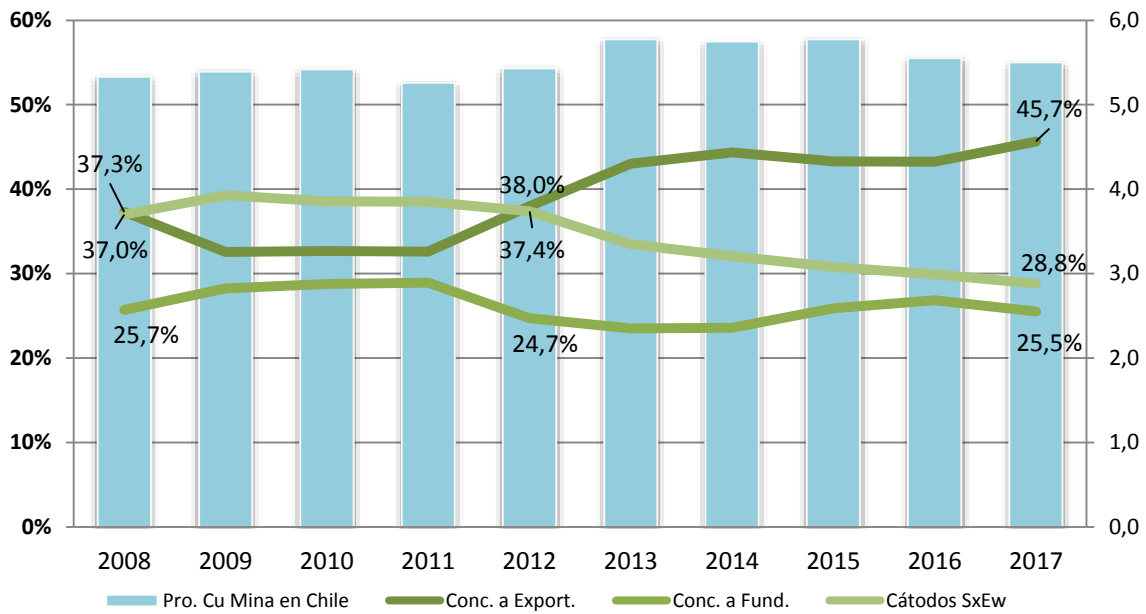
| ÍTEM | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
|-------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Producción | 4.858,4 | 5.076,6 | 5.138,3 | 5.272,3 | 5.242,0 | 5.415,6 | 5.635,2 | 5.710,1 | 5.703,9 | 5.447,7 |
| (+) Importaciones | 2.398,5 | 1.872,3 | 2.643,7 | 3.164,0 | 3.211,5 | 2.834,3 | 2.246,9 | 2.180,7 | 1.727,2 | 2.046,5 |
| (-) Exportaciones | -83,9 | -13,5 | -13,4 | -62,6 | -15,0 | -52,3 | -17,3 | -54,4 | -72,2 | -14,9 |
| CONSUMO APARENTE | 7.172,9 | 6.935,4 | 7.768,6 | 8.373,7 | 8.438,4 | 8.197,6 | 7.864,8 | 7.836,4 | 7.358,9 | 7.479,3 |

Fuente: "Anuario de Estadísticas del cobre y otros minerales 1998 - 2017", Cochilco 2018

La Figura 2 muestra la evolución de la producción total de cobre mina en Chile y la participación que tienen en esta los tres tipos de productos de cobre comerciales exportados: cátodos SxEw, importante demandante de ácido sulfúrico; concentrados de cobre tratados en fundiciones nacionales, que genera una “producción obligada” de ácido sulfúrico; y concentrados exportados, sin tratamiento nacional.



Figura 2: Producción chilena de cobre y participación por tipo de producto, periodo 2008 - 2017



Fuente: Elaborado en COCHILCO, 2018

A pesar de que Chile ha visto un impulso en la producción nacional de concentrados, manteniendo una estable producción de cátodos ER (FURE) y una disminución sostenida de la producción de cátodos SxEw, Chile sigue manteniendo el segundo lugar en la producción de cobre refinado en el mundo con un 10,5% de participación, después de China que posee un 38,3%, y es el productor número 1 de cátodos SxEw en el mundo con un 44,3% de participación¹. Como veremos más adelante, el consumo de ácido sigue estable debido a factores operacionales de las faenas hidrometalúrgicas que inciden en tasas de consumo mayores aunque la producción decaiga.

1.2. Producción y consumo de ácido sulfúrico en el año 2017

La encuesta de “Consumo y Producción de Ácido Sulfúrico” realizada por Cochilco anualmente, permite analizar la distribución de la producción y el consumo registrado durante el año recién pasado. En primer lugar se observa una caída del 7,7% en el consumo de ácido sulfúrico en Chile, donde la región de Antofagasta muestra la caída más fuerte (11,5%), determinada por la fuerte influencia de la minería del cobre, específicamente en la lixiviación de minerales para producir cátodos de cobre SxEw, responsable del 95,1% del consumo y registrando una caída de 8,1% con respecto a 2016. Estas caídas de consumo no se reflejan en regiones como Coquimbo o Atacama, las cuales aumentaron su necesidad de este insumo en 25,3% y 13,4%, respectivamente. El resto de

¹ Anuario de Estadísticas del Cobre y Otros Minerales 1998-2017, Cochilco 2018.



regiones, excluyendo Antofagasta, Arica y Parinacota y Valparaíso, también registran aumentos de consumo.

Por el lado de la oferta de este insumo, y a pesar de haber caído un 4,5% con respecto a 2016, sigue dominada por las empresas estatales de minería del cobre con un 57,8% de participación, a diferencia de la demanda que es mayoritariamente proveniente de la industria privada (70,7%). Tarapacá cierra definitivamente la producción del quemador de azufre de Haldeman, Atacama disminuye su oferta en un 23,4% debido a las mantenciones de Paipote y Potrerillos, la región Metropolitana cae un 19,7% debido a mantenciones en la planta de Moly met y Antofagasta cae un 3,8% debido a optimizaciones en la fundición de Chuquicamata.

Tabla 2: Distribución de la producción y consumo de ácido en el año 2017 y variación año anterior

| DISTRIBUCIÓN | PRODUCCIÓN | | | CONSUMO | | | DÉFICIT O EXCEDENTE |
|-----------------------------------|--------------|---------------------|-------------|--------------|---------------------|-------------|---------------------|
| | Miles de ton | Variación 2017/2016 | Part. | Miles de ton | Variación 2017/2016 | Part. | Miles de ton |
| TOTAL NACIONAL | 5.448 | -4,5% | 100% | 7.645 | -7,7% | 100% | -2.197 |
| Regional | | | | | | | |
| Arica y Parinacota | 0 | 0,0% | 0,0% | 83 | -9,7% | 1,1% | -83 |
| Tarapacá | 0 | -100,0% | 0,0% | 338 | 4,2% | 4,4% | -338 |
| Antofagasta | 2.771 | -3,8% | 50,9% | 5.905 | -11,5% | 77,2% | -3.134 |
| Atacama | 569 | -23,4% | 10,4% | 878 | 13,4% | 11,5% | -309 |
| Coquimbo | 0 | 0,0% | 0,0% | 92 | 25,3% | 1,2% | -92 |
| Valparaíso | 851 | 4,6% | 15,6% | 98 | -4,5% | 1,3% | 753 |
| Metropolitana | 42 | -19,7% | 0,8% | 117 | 7,6% | 1,5% | -74 |
| O'Higgins | 1.215 | 0,3% | 22,3% | 25 | 9,2% | 0,3% | 1.190 |
| Sur (resto) | 0 | 0,0% | 0,0% | 110 | 0,0% | 1,4% | -110 |
| Por origen o destino | | | | | | | |
| Minería del cobre | 4.668 | -5,5% | 85,7% | 7.271 | -8,1% | 95,1% | -2.602 |
| Otros | 779 | 2,3% | 14,3% | 374 | 1,0% | 4,9% | 405 |
| Por tipo de abastecimiento | | | | | | | |
| Autoabastecimiento | 1.482 | -6,6% | 27,2% | 1.482 | -6,6% | 19,4% | 0 |
| Comercial | 3.966 | -3,7% | 72,8% | 6.163 | -7,9% | 80,6% | -2.197 |
| Por tipo de empresas | | | | | | | |
| Estatales | 3.151 | -9,8% | 57,8% | 2.240 | 2,2% | 29,3% | 911 |
| Privadas | 2.296 | 3,9% | 42,2% | 5.405 | -11,2% | 70,7% | -3.108 |

Fuente: Elaborado en COCHILCO según datos suministrado por las compañías

Con la oferta y demanda analizada de este insumo, se observa que el balance nacional se mantiene deficitario, pero alrededor de un 14,7% menos que al año 2016.



1.3. Tasas de producción y consumo de ácido sulfúrico

En el presente subcapítulo se revisará la relación entre la producción de cobre fundido-refinado y la producción obligada de ácido sulfúrico, por el lado de la oferta, y la relación entre el consumo de las operaciones de lixiviación y su producción de cátodos SxEw.

1.3.1. Tasa de producción unitaria de ácido sulfúrico en las fundiciones de cobre

La necesidad de mitigar las emisiones de gases al medioambiente es una necesidad imperante en todo complejo industrial, situación en la que las Fundiciones y Refinerías de cobre no están al margen. Éstas instalan plantas captadoras de gases sulfurosos, que a su vez son convertidos en ácido sulfúrico, donde la capacidad de captación de estos gases como de la producción de ácido va a depender de aspectos tecnológicos como también de la naturaleza de los minerales procesados, por eso la fuerte relación entre producción FURE y producción de ácido sulfúrico (Tabla 3).

Tabla 3: Tasa de producción unitaria de ácido sulfúrico por tonelada de cobre fundido 2008 – 2017

| | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Producción ácido sulfúrico (kton) | 4.683 | 4.946 | 4.927 | 4.944 | 4.529 | 4.542 | 4.665 | 4.593 | 4.687 | 4.410 |
| Producción de cobre fundido (kton) | 1.369 | 1.522 | 1.560 | 1.522 | 1.342 | 1.358 | 1.356 | 1.496 | 1.491 | 1.485 |
| Tasa de producción unitaria (ton H2SO4/ton Cu) | 3,42 | 3,25 | 3,16 | 3,25 | 3,37 | 3,34 | 3,44 | 3,07 | 3,14 | 2,97 |

Fuente: Elaborado en Cochilco.

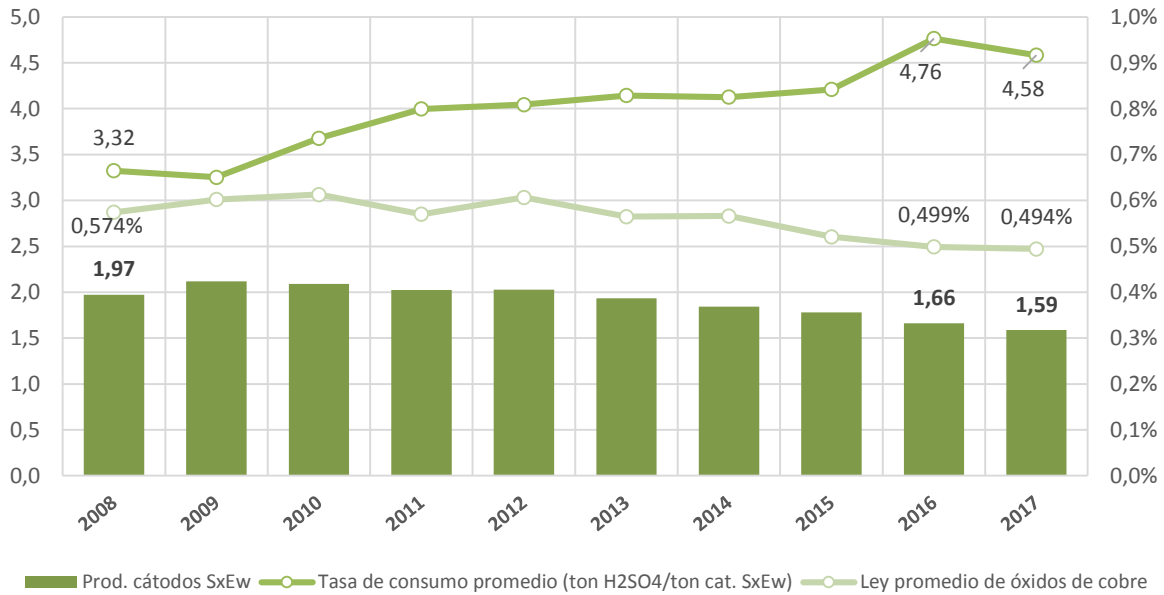
A esta relación se le denomina “*tasa de producción unitaria de ácido sulfúrico*”, la cual en 2017 alcanzó las 2,97 toneladas de ácido generado por tonelada de cobre producido en FURE, equivalente a una disminución de 5,4% con respecto a 2016 y de 13,2% con respecto a 2008, lo que se explicaría en parte por la calidad de los concentrados fundidos y refinados en el país.

1.3.2. Tasa de consumo unitario de H2SO4 en lixiviación por tonelada de cobre SxEw

El incremento de la tasa de consumo de ácido sulfúrico en la última década es observable en la Figura 3, donde además se puede ver la relación inversamente proporcional entre esta tasa de consumo y la ley promedio de mineral lixiviado del país. Adicionalmente se observa el contraste con la producción de cátodos SxEw.



Figura 3: Producción cátodos SxEw, tasa de consumo de ácido y ley de óxidos promedio 2008 – 2017



Fuente: Elaborado en Cochilco.

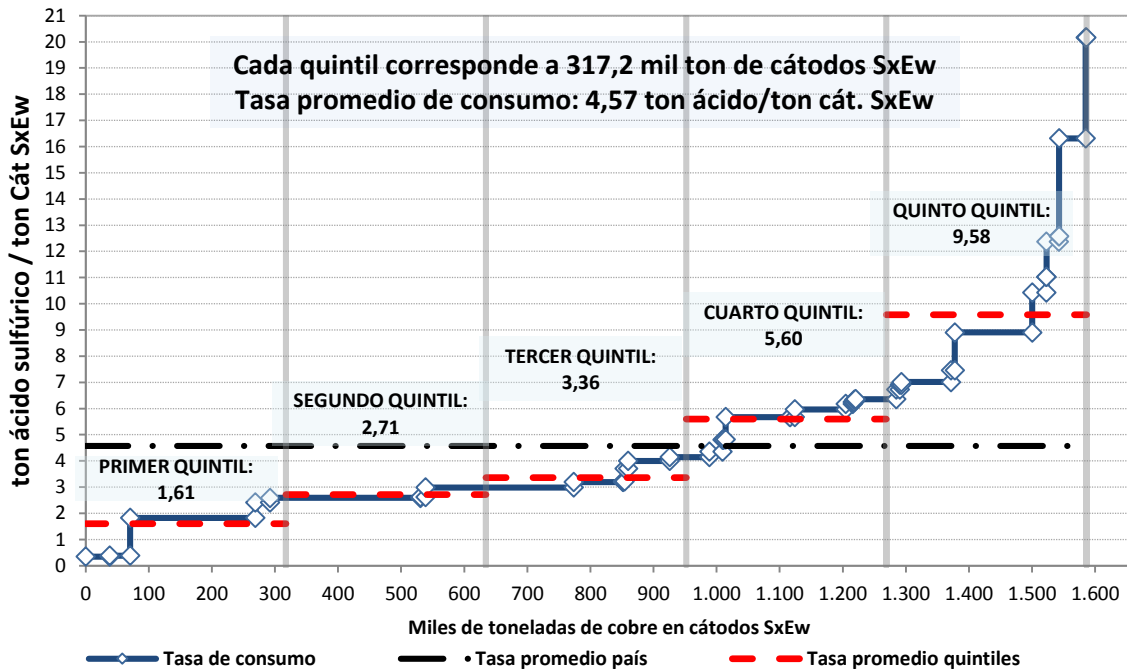
El rendimiento hidrometalúrgico ha mejorado² un leve 3,8% entre 2016 y 2017, mientras que la ley promedio de mineral oxidado ha caído un 1,0%, y la producción de cátodos SxEw ha disminuido un 4,2% en el mismo periodo. En cambio, en los últimos diez años las tres variables han ido en fuerte descenso, por una parte el rendimiento hidrometalúrgico ha disminuido un 38% a una tasa anual de 3,5%, la ley de cobre en mineral oxidado ha caído un 13,9% a una tasa anual de 1,7%, y la producción de cátodos ha caído 19,3%.

Esta variación de consumo se ve influenciada fuertemente por la variabilidad existente entre diversas operaciones, las cuales durante 2017 han registrado tasas de consumo entre 0,35 a 20,16 (ton ácido/ton cát SxEw). En la Figura 4 se muestran las principales operaciones mineras de cobre, ordenadas según tasa de consumo de ácido sulfúrico, de menor a mayor, contrastándose con el aporte productivo de cátodos SxEw.

² El rendimiento hidrometalúrgico cae cuando la tasa de consumo aumenta, y mejora o aumenta cuando esta tasa cae.



Figura 4: Relación entre la producción de cátodos SxEw y la tasa de consumo de H2SO4, año 2017.



Fuente: Elaborado en Cochilco.

La producción de cátodos SxEw en la figura anterior está segmentada en quintiles, que para 2017 corresponde a 317,2 kt de Cu cada uno, con el fin de destacar las diferencias de consumo de ácido sulfúrico entre cada una de las 33 operaciones consideradas en la muestra³.

Se puede observar de la figura que existen trece operaciones, equivalentes al 63,6% de la producción 2017 de cátodos SxEw, que se ubican por debajo de la tasa promedio nacional de consumo, entre el primer y tercer quintil de la muestra mayormente, con un par de operaciones rezagadas al cuarto quintil. De estas, diez pertenecen a la “gran minería del cobre”, tanto privada como estatal, y tres a la “mediana minería”, tanto privada como estatal. Tal como se comentó al principio de este capítulo, una tasa alta de consumo se relaciona a un alto rendimiento hidrometalúrgico y, por ende, es presumible pensar que estas trece faenas corresponderían a “las más eficientes”, sin embargo es necesario considerar otras variables tales como el efecto escala que poseen, calidad de mineral (ley) e impurezas o alteraciones mineralógicas presentes (más o menos arcilla, por ejemplo).

Por otra parte, tenemos veinte operaciones que corresponderían a aquellas “menos eficientes” al ubicarse entre el cuarto y quinto quintil con tasas de consumo superiores al promedio nacional, que alcanzan una participación en la producción nacional de 36,4% y provienen principalmente del sector de la mediana minería, tanto privada (8) como estatal (3), lo que pudiese indicar en esta

³ La muestra recopila la información de 33 operaciones hidrometalúrgicas, que en conjunto agrupan el 100% de la producción de cátodos SxEw del país, entre medianas y grandes empresas.



oportunidad que la escala productiva pudiese ser un factor influyente en el rendimiento hidrometalúrgico.

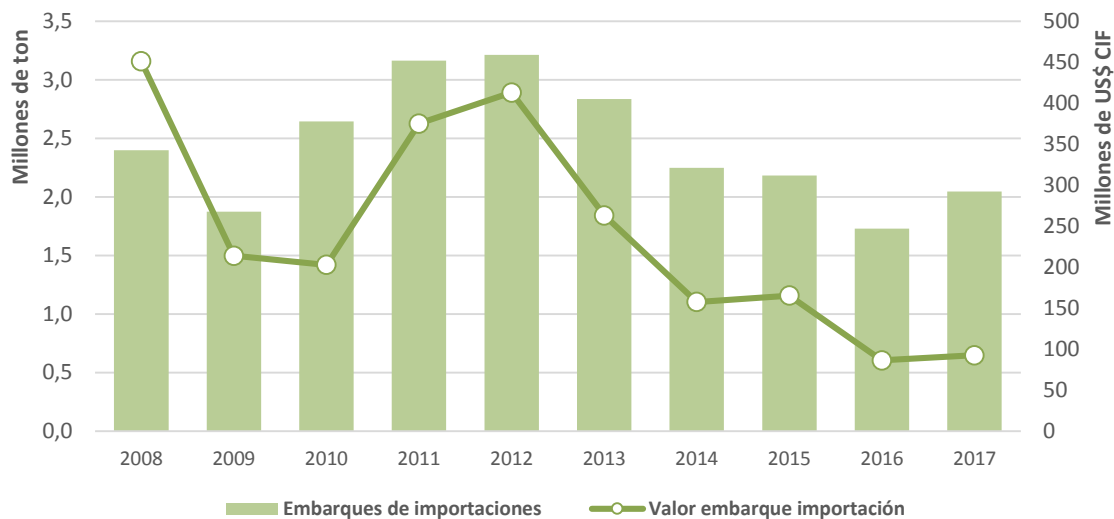
1.4. Comercio exterior chileno de ácido sulfúrico, periodo 2008 - 2017

Debido al gran consumo de ácido registrado en los últimos diez años, asociado mayormente a la producción hidrometalúrgica de cobre, que se traduce en la característica deficitaria del mercado nacional de ácido sulfúrico, es que nuestro país depende fuertemente de las importaciones de este insumo, sin dejar de lado que debido a los costos de transporte en que se pueda incurrir en este insumo debido particularmente a que gran parte de la oferta interna del ácido proviene de la zona centro-sur del país y la demanda es de la zona norte, una parte minoritaria es exportada en vez de ser transportada a la zona de mayor demanda. El presente capítulo mostrará cómo ha sido el comercio exterior de ácido sulfúrico en Chile para el periodo 2008-2017.

1.4.1. Importaciones de ácido sulfúrico al año 2016

Las importaciones de ácido sulfúrico son la respuesta al déficit estructural existente en el mercado nacional, y a pesar del leve repunte observado en 2017 con respecto a 2016, se han observado a la baja desde su *peak* en 2012, una caída de 36,3% a 2017 a una tasa promedio de 8,6% (Figura 5).

Figura 5: Evolución de las importaciones de ácido sulfúrico, periodo 2008 – 2017

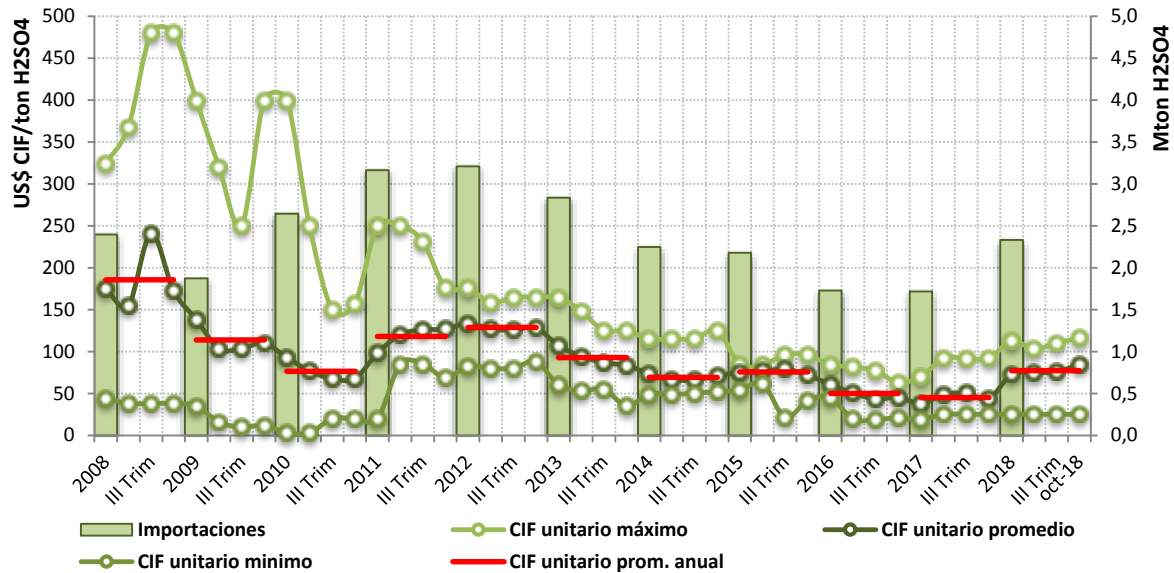


Fuente: Elaborado por Cochilco sobre la base de datos del Servicio de Aduanas.

Como se observa en la figura, hay años en los cuales un alto valor de los embarques de importación no es totalmente coincidente con los *peaks* en volumen de importaciones. Con el fin de realizar un mejor análisis de este ítem, es anualmente revisamos la evolución del precio promedio trimestral de importación de ácido sulfúrico. Un registro de esto, en un rango de precios máximos, mínimos y promedios, se puede observar en la Figura 6, para el periodo comprendido entre el primer trimestre de 2008 hasta octubre de 2018.



Figura 6: Valor unitario del ácido sulfúrico CIF (US\$/ton) versus volumen de importaciones⁴



Fuente: Elaborado por Cochilco sobre la base de datos del Servicio de Aduanas.

La Figura 6 muestra que particularmente el año 2008, siendo un año de un bajo volumen de importaciones registradas, destaca como peak de valor CIF total de las importaciones: corresponde al precio promedio más alto de los últimos años, con el máximo más alto registrado, 480 US\$ CIF la toneladas de ácido sulfúrico. Posterior a este año, el precio promedio comienza a descender, lo que contrasta con el aumento del volumen de importaciones en los años siguientes, donde el 2010 es el primer punto de inflexión entre la sucesiva caída observada desde 2008 y la posterior alza del valor promedio en 2012.

Ya en 2012, donde se registra el mayor volumen de importaciones, vemos un precio promedio que se ajusta al alza, registrando un promedio de 128,7 US\$ CIF la tonelada, para luego descender en los años posteriores, con un pequeño impulso en 2015 (75,4 US\$ CIF la tonelada).

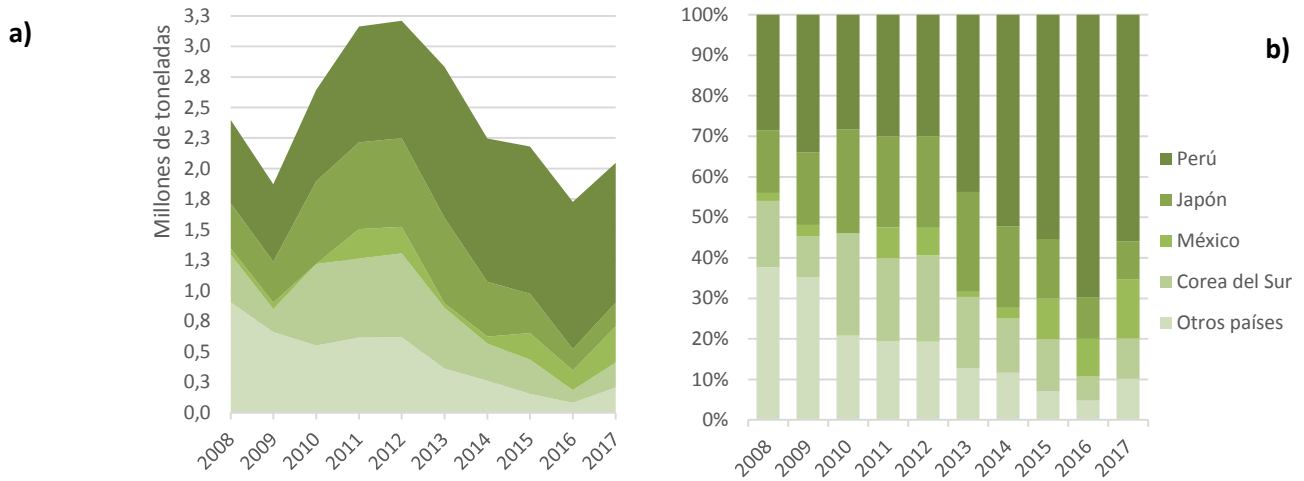
Posterior al 2015 vemos un precio promedio cayendo hasta un mínimo de 45,2 US\$ CIF la tonelada en 2017. No obstante es destacable que desde el primer trimestre de 2017 los precios han subido a niveles similares a 2015, con máximos sobre los 90 US\$ CIF la tonelada, donde esta alza se acrecenta más entrado el año 2018, con máximos sobre los 100 US\$ CIF la tonelada y cerrando el mes de octubre de este año con un máximo de 116,1 US\$ CIF la tonelada y un promedio a la fecha de 77,1 US\$ CIF la tonelada, el promedio más alto de los últimos cuatro años.

⁴ Importaciones registradas desde el primer trimestre de 2007 al tercer trimestre de 2017, años 2007 – 2016 importaciones anuales, mientras que para 2017 corresponde a las realizadas hasta septiembre de 2017.



La tendencia al descenso en las importaciones de ácido sulfúrico luego de su *peak* en 2012, está fuertemente relacionada con el agotamiento de los recursos lixiviables, descenso que más adelante se podría acrecentar, tal cual como veremos en capítulos posteriores.

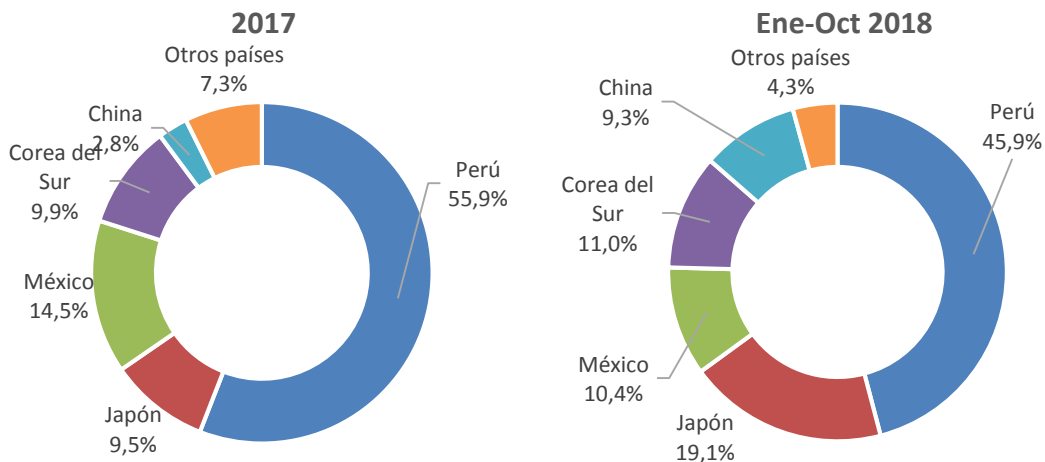
Figura 7: Volumen y distribución de las importaciones de H2SO4 según país de origen, 2007 - 2016



Fuente: Elaborado por Cochilco sobre la base de datos del Servicio de Aduanas.

Con respecto al origen de las importaciones, Perú ha sido el principal importador desde 2010, seguido por Japón y Corea del Sur, en forma alternada. Sin embargo desde 2016, México ha cobrado más importancia que Corea del Sur, incluso ya en 2017 superando a Japón como origen de las importaciones. En la Figura 7 se muestra la distribución de las importaciones en cantidad (figura 7-a) y en participación (figura 7-b) de los principales países de origen.

Figura 8: Origen de importaciones año 2017 vs Ene-Oct 2018



Fuente: Elaborado por Cochilco sobre la base de datos del Servicio de Aduanas.



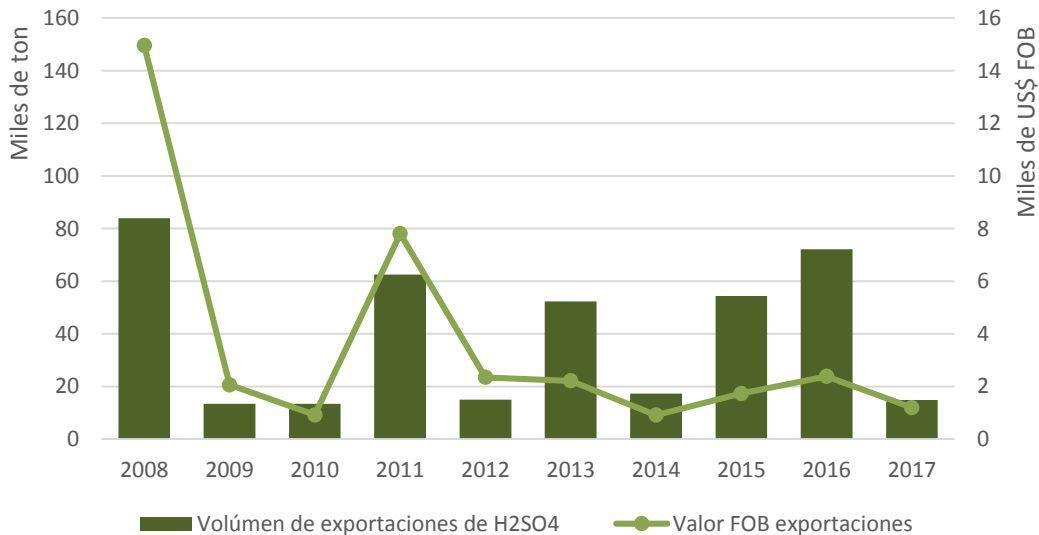
Interesante es ver el comportamiento de lo que va del año 2018 (Figura 8), entre enero y octubre, donde se observa a China con un crecimiento importante en la participación según origen, creciendo un 274% en el periodo enero 2018 a octubre 2018 con respecto a lo importado desde ese origen en todo el año 2017. El factor distancia podría ser influyente en la presión al alza del precio final puesto en Chile de este insumo.

1.4.2. Exportaciones de ácido sulfúrico al año 2017

Durante 2017 las exportaciones de ácido sulfúrico alcanzaron las 14.895 toneladas de ácido, dirigidas plenamente a Bolivia, por un valor FOB de US\$ 1,2 millones y a un valor promedio de 80,6 US\$ FOB la tonelada. Esto corresponde a una caída de 79,4% con respecto al volumen de exportaciones de 2016 y al segundo mínimo alcanzado en los últimos diez años, después de las 13.384 toneladas exportadas en 2009.

La evolución de las exportaciones de ácido sulfúrico en el último decenio, tanto en volumen como en valor FOB, se registra en la Figura 9.

Figura 9: Evolución de las exportaciones de ácido sulfúrico, periodo 2008 – 2017



Fuente: Elaborado por Cochilco sobre la base de datos del Servicio de Aduanas.

Capítulo 2:

Proyección del mercado del ácido sulfúrico en Chile, 2018 – 2027



2. Proyección del mercado del ácido sulfúrico en Chile, 2018 – 2027

A continuación se revisará el comportamiento de la proyección de consumo y producción de ácido, y la estrecha relación con la producción de cátodos SxEw en el próximo decenio. Posteriormente se revisa en forma general y en detalle el balance nacional del mercado del ácido, para finalmente mostrar a líneas generales el balance regional de este insumo, todo con horizonte hacia el 2027.

2.1. Comportamiento del consumo de ácido sulfúrico (2018 – 2027)

La encuesta de producción y consumo de ácido sulfúrico para el periodo 2018– 2027 arrojó como primero *output* que el consumo base⁵ se mantiene relativamente estable en el corto plazo (2018 – 2019), con un crecimiento de 1,9%. Ya en el mediano plazo (2020 – 2022) podemos observar un *peak* de consumo en 2021 de 8,58 millones de toneladas, el cual sería el último máximo consumo a registrar en la próxima década. Posterior a eso, el consumo caería un 6,6% hacia el 2022.

En el largo plazo (2023 – 2027), el consumo sufrirá una fuerte caída, desde las 7,55 millones de toneladas esperadas para 2023 hasta las 4,62 millones de toneladas estimadas para 2027, una caída de 38,8% en el período.

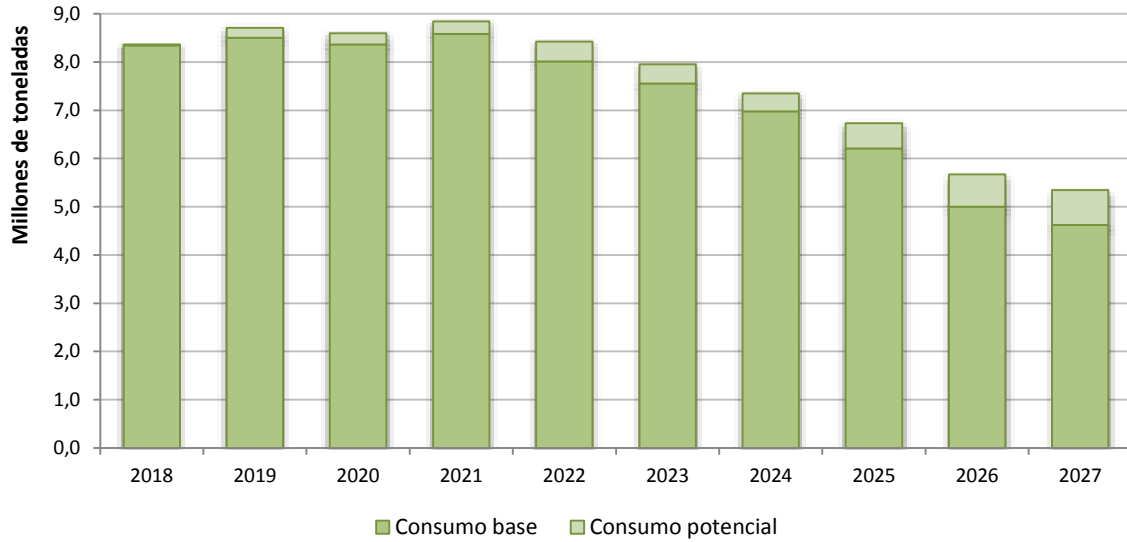
Al revisar el consumo potencial, por otra parte, que corresponde al consumo proveniente de proyectos mineros en diversas etapas de ingeniería y periodos de materialización, al ser añadido al perfil de consumo base en el corto plazo (2018-2019) aumentaría el consumo total en 4,1%. Posterior a este periodo vemos un aumento moderado del consumo hacia 2021, donde se alcanzaría el consumo más alto registrado en los últimos 20 años, alcanzando un consumo total de 8,84 millones de toneladas, para luego disminuir un 4,7% hacia el 2022.

En el largo plazo, periodo 2023 a 2027, el consumo seguirá a la baja en este nuevo escenario, manteniéndose a líneas generales la tendencia observada por los consumos base. En resumen, el consumo nacional de ácido sulfúrico caerá un 30,1% con respecto a 2017. La Figura 10 muestra gráficamente este análisis.

⁵ Consumo de aquellas faenas mineras, tanto de la minería del cobre como de minerales industriales, y a complejos industriales, que se encuentran actualmente en operación.



Figura 10: Consumo de ácido sulfúrico base y potencial proyectado hacia el 2026

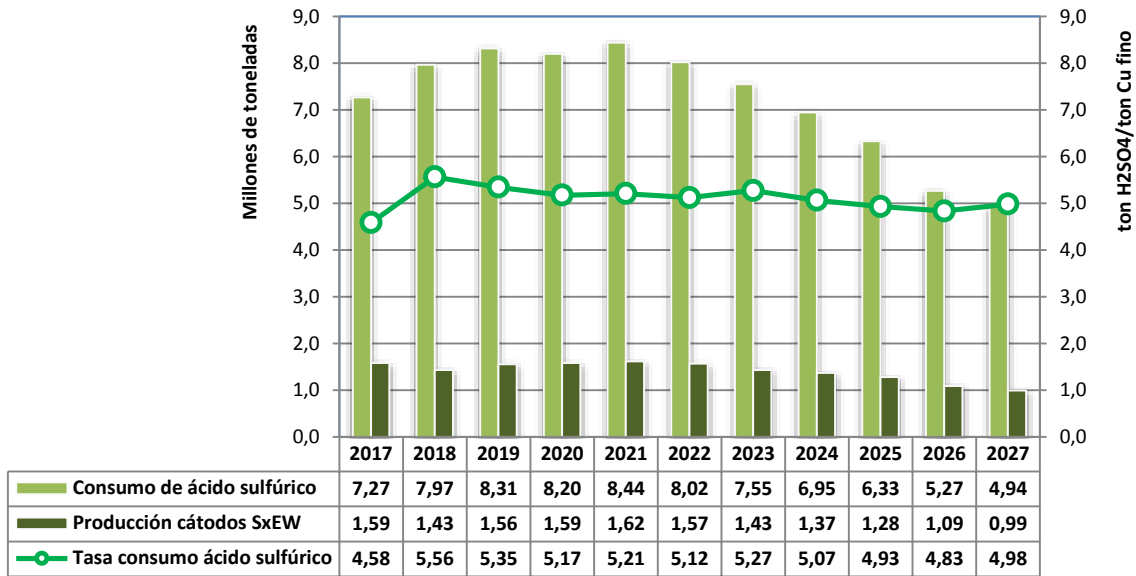


Fuente: Elaborado por Cochilco

La importancia en los consumos de ácido sulfúrico de la minería del cobre se mantendrá durante el próximo decenio, si durante 2017 el consumo proveniente de la minería del cobre representó un 95,1% del consumo nacional y se espera que hacia el 2027 corresponda a un 92,5%. Debido a que el consumo de ácido sulfúrico proviene mayormente desde la minería de cobre y los procesos hidrometalúrgicos, es posible indicar que la disminución de los consumos de ácido sulfúrico se debería al agotamiento de minerales oxidados y al cierre de operaciones hidrometalúrgicas en los próximos diez años, donde ni siquiera el crecimiento de las tasas de consumo proveniente de las bajas leyes de algunas operaciones junto al aumento de impurezas en la mineralogía de estas faenas podría influir mayormente en los consumos globales. Una vista de la tendencia de las tasas de consumo se observa en la Figura 11.



Figura 11: Consumo de H2SO4 en minería del cobre vs producción de cátodos SxEw, 2018 – 2027



Fuente: Elaborado por Cochilco

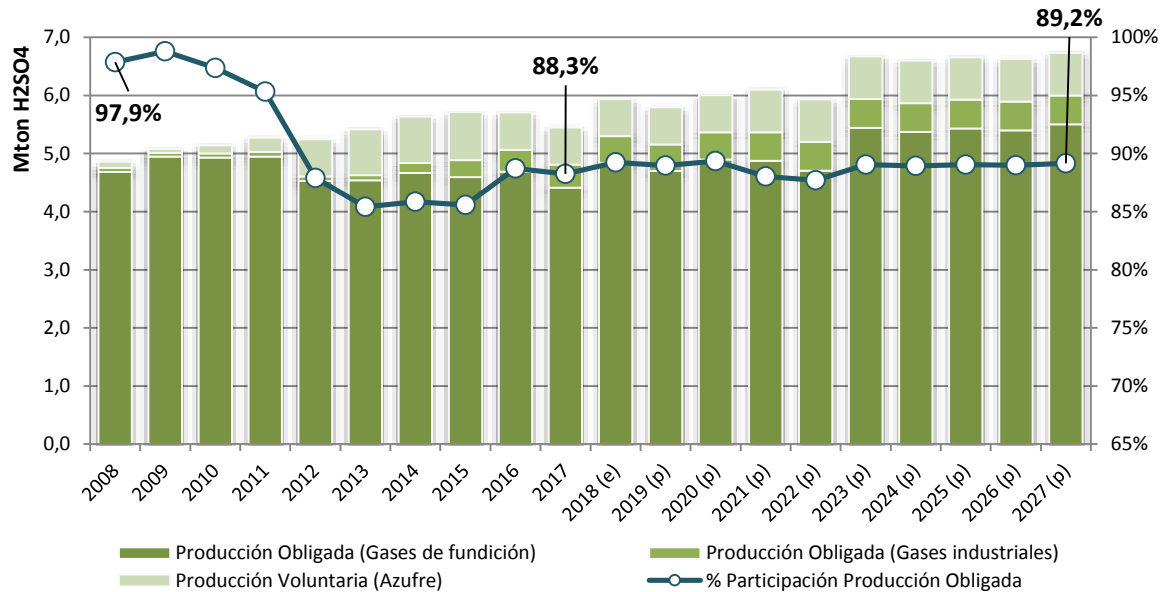
Si revisamos la tasa de consumo, se observa que en el corto plazo esta cae un 3,9%, luego durante los años 2020 – 2022 decrece a una tasa anual de 0,5%, manteniéndose relativamente estable hasta 2023 donde vuelve a elevarse cerca de las 5,3 ton de ácido por tonelada de cobre fino a producir, para luego caer a una tasa anual de 1,4% hacia el 2027. La tasa de consumo se mantendría en torno a las 5,15 toneladas de ácido consumido por tonelada de cobre fino producido en la próxima década, como promedio.

2.2. Comportamiento de la producción de ácido sulfúrico (2018 - 2027)

Durante los últimos diez años se ha observado una tendencia creciente en la producción de ácido sulfúrico en el país, donde 2015 corresponde al máximo alcanzable por la industria nacional, 5,71 millones de toneladas de ácido sulfúrico, para posteriormente ajustarse a la baja debido a las sucesivas paralizaciones de las fundiciones nacionales en busca de optimizar sus captaciones de gases sulfurosos con miras a cumplir con el DS 28 a fines del presente año. Ya vemos lejana una fuerte presencia de la producción voluntaria hacia el futuro como se esperaba hace unos años atrás, donde ahora la producción obligada seguirá ganando terreno y será la responsable de las futuras alzas de producción. Si la producción obligada alcanza un 88,3% de participación en la producción total de ácido sulfúrico hacia 2017, compuesta por el ácido producido gracias a la captura de gases de fundición (81%) y gases industriales (7,3%), la producción voluntaria, compuesta por los quemadores de azufre, posee un 11,7% de participación, situación que no cambiará en el periodo de proyección, llegando a 10,8% hacia el 2027, mientras que la obligada alcanzará el 89,2% (Figura 12).



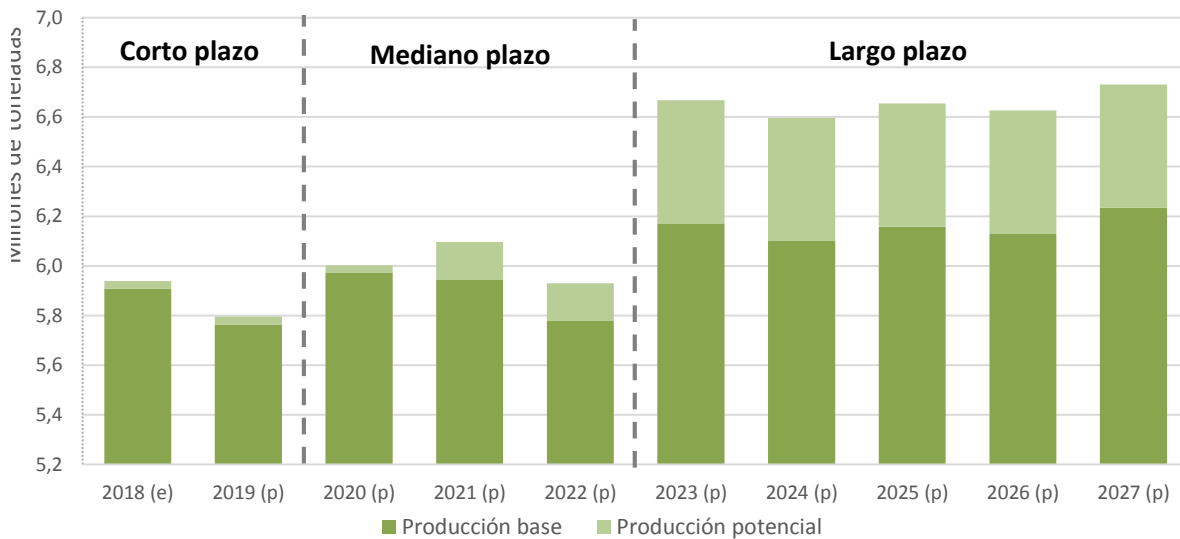
Figura 12: Composición histórica y proyectada del origen de la producción de H₂SO₄ en Chile



Fuente: Elaborado por Cochilco

La tendencia creciente de la producción de ácido se puede analizar en tres periodos, tal cual se observa en la Figura 13.

Figura 13: Producción base y potencial proyectada a 2027



Fuente: Elaborado por Cochilco

- i. **Corto plazo (2018 – 2019):** Caída de la producción en un 2,4% debido a las optimizaciones de las fundiciones a realizar a fines de 2018 por cumplimiento del DS 28. Producción voluntaria se mantiene estable, con una participación promedio de 10,9%.



- ii. **Mediano plazo (2020 – 2022):** Producción estable pero a la baja, registrando una caída de 1,2% a una tasa promedio anual de 0,6%, con un promedio de producción obligada cercana a las 5,3 millones de toneladas de ácido sulfúrico y una producción voluntaria con participaciones cercanas al 12% en la producción nacional, ya que se espera la reapertura del quemador de azufre de Haldeman hacia el 2021.
- iii. **Largo plazo (2023 – 2027):** A pesar de que se observa en el periodo un crecimiento moderado, 0,9% de aumento productivo a una tasa anual de 0,2%, entre 2022 y 2023 se observa un salto en la producción de un 12% debido a la inclusión potencial del proyecto “Nueva Paipote”, que hace que la producción obligada pase de las 5,2 millones de toneladas hacia 2022 a 5,9 en promedio durante el periodo 2023 – 2027.

2.3. Balance del mercado chileno del ácido sulfúrico al año 2025

A continuación se muestra el balance nacional del ácido sulfúrico (Anexo 1. Metodología), bajo tres escenarios: corto plazo (2018 – 2019), mediano plazo (2020 – 2022) y largo plazo (2023 – 2027).

Tabla 4: Balance del mercado del ácido sulfúrico en Chile (2018 – 2027)

| PERFILES | CORTO PLAZO | | MEDIANO PLAZO | | | LARGO PLAZO | | | | |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|----------------|----------------|
| | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 |
| CASO BASE | | | | | | | | | | |
| (+) Producción Base | 5.908,8 | 5.764,5 | 5.971,8 | 5.945,4 | 5.777,8 | 6.170,7 | 6.099,7 | 6.158,0 | 6.129,0 | 6.233,8 |
| (-) Consumo Base | 8.344,9 | 8.504,5 | 8.365,9 | 8.581,2 | 8.010,7 | 7.552,5 | 6.979,0 | 6.208,3 | 5.001,8 | 4.620,9 |
| Balance Caso Base | -2.436,2 | -2.739,9 | -2.394,0 | -2.635,9 | -2.233,0 | -1.381,9 | -879,3 | -50,3 | 1.127,2 | 1.612,8 |
| CASO CONSUMO MÁXIMO | | | | | | | | | | |
| (+) Producción Base | 5.938,8 | 5.795,5 | 6.002,8 | 6.096,4 | 5.929,8 | 6.667,3 | 6.596,3 | 6.654,6 | 6.625,6 | 6.730,4 |
| (-) Consumo máximo (Base+Potencial) | 8.344,9 | 8.504,5 | 8.365,9 | 8.581,2 | 8.010,7 | 7.552,5 | 6.979,0 | 6.208,3 | 5.001,8 | 4.620,9 |
| Balance Caso Consumo Máximo | -2.406,2 | -2.708,9 | -2.363,0 | -2.484,9 | -2.081,0 | -885,3 | -382,7 | 446,3 | 1.623,8 | 2.109,5 |
| CASO PRODUCCIÓN MÁXIMA | | | | | | | | | | |
| (+) Producción máxima (Base+Potencial) | 5.908,8 | 5.764,5 | 5.971,8 | 5.945,4 | 5.777,8 | 6.170,7 | 6.099,7 | 6.158,0 | 6.129,0 | 6.233,8 |
| (-) Consumo Base | 8.364,7 | 8.708,5 | 8.599,2 | 8.839,6 | 8.424,1 | 7.951,9 | 7.350,5 | 6.729,8 | 5.673,3 | 5.342,4 |
| Balance Caso Producción Máxima | -2.455,9 | -2.944,0 | -2.627,4 | -2.894,2 | -2.646,3 | -1.781,2 | -1.250,8 | -571,8 | 455,7 | 891,3 |
| CASO CONSUMO POTENCIAL | | | | | | | | | | |
| (+) Producción máxima (Base+Potencial) | 5.938,8 | 5.795,5 | 6.002,8 | 6.096,4 | 5.929,8 | 6.667,3 | 6.596,3 | 6.654,6 | 6.625,6 | 6.730,4 |
| (-) Consumo máximo (Base+Potencial) | 8.364,7 | 8.708,5 | 8.599,2 | 8.839,6 | 8.424,1 | 7.951,9 | 7.350,5 | 6.729,8 | 5.673,3 | 5.342,4 |
| Balance Caso Consumo Potencial | -2.425,9 | -2.913,0 | -2.596,4 | -2.743,2 | -2.494,3 | -1.284,6 | -754,2 | -75,2 | 952,3 | 1.388,0 |

Fuente: Elaborado por Cochilco, en base a los antecedentes proporcionados por empresas productoras y consumidoras a julio 2018

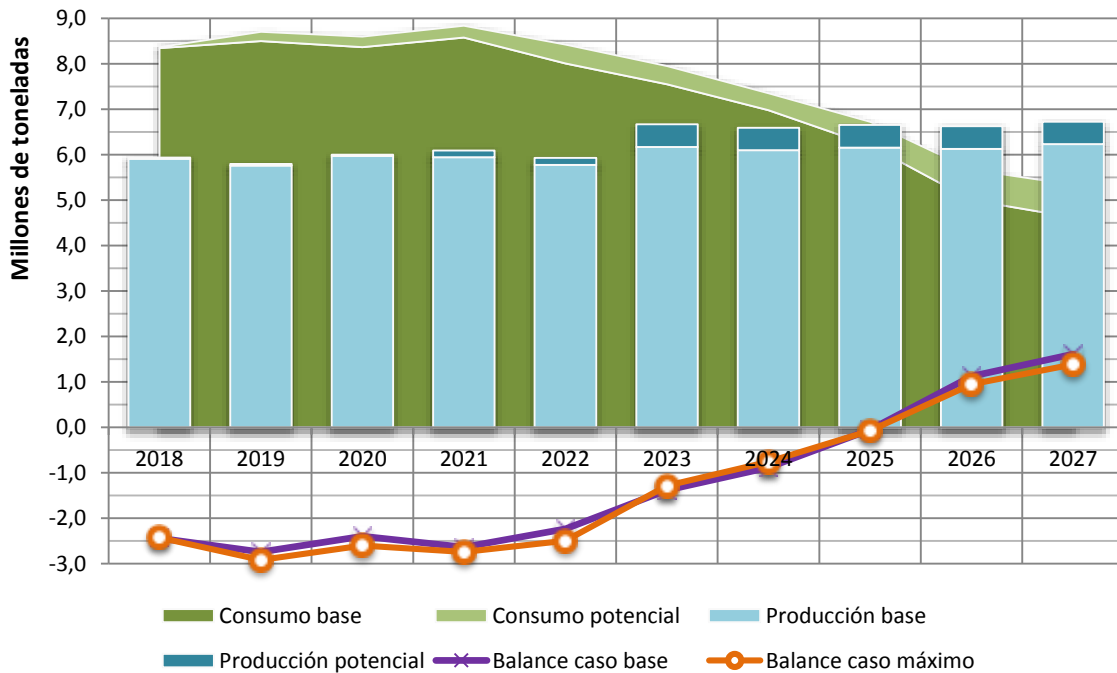
Un análisis más detallado de estos perfiles, tanto a nivel nacional como regional, se verá a continuación.



2.3.1. Análisis nacional del mercado del ácido sulfúrico

Para realizar el análisis del balance futuro hacia 2027 del mercado del ácido sulfúrico en Chile, bajo los cuatro escenarios posibles mostrados anteriormente, es necesario graficarlos según su disposición temporal (Figura 14).

Figura 14: Balances del mercado chileno del ácido sulfúrico 2018 – 2027



Fuente: Elaborado en Cochilco

Se repite la situación observada en la versión anterior de este informe: consumo base como el máximo (base + potencial) muestran una fuerte caída a partir de 2021, y el balance pasa de deficitario a excedentario en igual año para ambos escenarios, la única diferencia es que el cambio de tendencia del balance se retrasa tres años. Esta situación se produce gracias a que la caída de los consumos es menos pronunciada que lo apreciado en 2017, debido mayormente a la extensión de la vida útil de algunas operaciones hidrometalúrgicas de baja ley, dando espacio para mantener el balance deficitario.

Una descripción más detallada para cada balance, tanto en el corto, mediano y largo plazo, se describe a continuación:

a. Balance caso base:

- i Corto plazo: Balance deficitario, el cual pasa de 2,4 millones de toneladas a 2,7 millones el 2019. En este perfil, el déficit de ácido estimado para 2019 sería el mayor a observar en el decenio.



- ii Mediano plazo: El año 2020 se registra un aumento en la producción base (3,6% con respecto a 2019) debido a la estabilización de las fundiciones en nuestro país, posterior al cumplimiento del DS 28, lo que hace caer el déficit de ácido en un 12,6%. Ya revisando el periodo de análisis de mediano plazo, vemos un decrecimiento fuerte del consumo, 4,2%, lo que incide directamente en el déficit de este insumo que cae 6,7% hasta llegar a valores similares a los registrados en 2017 (2,2 millones de toneladas).
- iii Largo plazo: El año 2023 se observa un crecimiento de la producción de ácido sulfúrico de un 6,8%, responsabilidad de la entrada en operación de Nueva Paipote, situación que reduce el déficit en un 38,1%. Posterior a este aumento de producción, durante los años 2023 a 2027 se observa una oferta estable con crecimiento anual de 0,3% pero un decrecimiento del consumo en torno al 12% anual, lo que impulsa un cambio de balance en el año 2025, para cerrar el 2027 con un excedente de este insumo de 1,6 millones de toneladas.

b. Balance caso máximo:

- i Corto plazo: El aumento del consumo en este periodo, de un 4,1%, genera un crecimiento en el déficit de ácido sulfúrico de 20,1%. Tal cual como en el caso base, 2019 sería el máximo déficit del decenio en revisión.
- ii Mediano plazo: Se observa una situación similar al caso base con respecto al balance entre 2019 y 2020, esto quiere decir una caída de casi un 11% en el déficit del insumo. Ya en el periodo 2020 – 2022 se observa un decrecimiento menos marcado del déficit, en torno al 4%, para alcanzar las 2,5 millones de toneladas hacia el 2022.
- iii Largo plazo: El cambio del balance de deficitario a excedentario es igual que en el caso base, el año 2025, sin embargo la caída en el consumo es menos fuerte que el caso base, a una tasa anual de 9,5% frente al 12% del caso base, lo que hace que el periodo de análisis se cierre con un excedente de 1,39 millones de toneladas.

2.3.2. Análisis regional del mercado del ácido sulfúrico

La asimetría geográfica en lo que respecta al mercado del ácido sulfúrico nacional es una característica importante al momento de dimensionar la logística de obtención del insumo y los costos asociados al transporte y disposición de esta sustancia considerada peligrosa al movilizar de un punto geográfico a otro. Una mejor percepción de esta asimetría se observa en la Tabla 5.



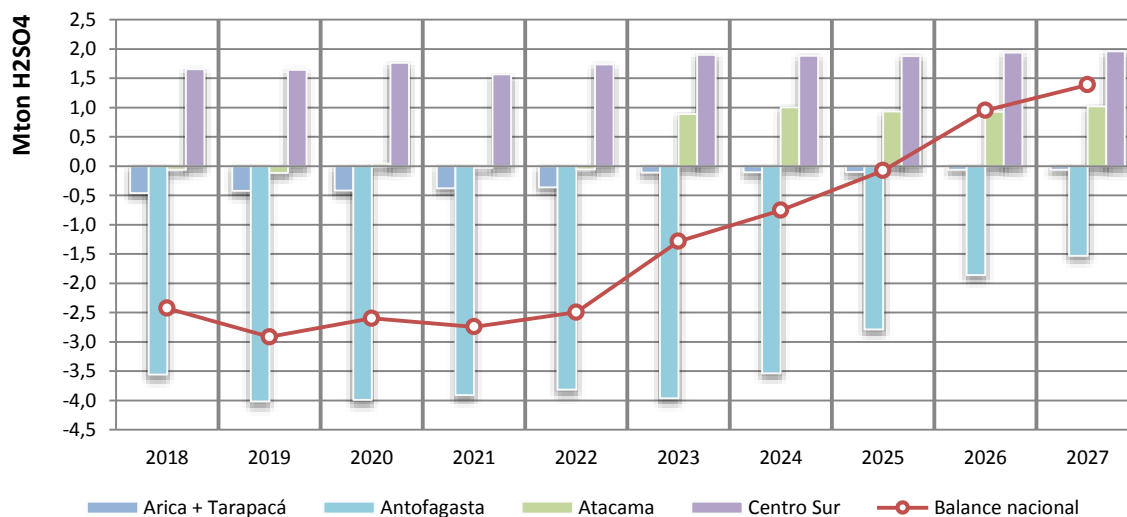
Tabla 5: Balances regionales del mercado del H2SO4 en Chile, en miles de toneladas (2017 – 2026)

| ESCENARIOS REGIONALES | CORTO PLAZO | | MEDIANO PLAZO | | | | LARGO PLAZO | | | |
|--|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 |
| 11 CASO BASE REGIONES TARAPACÁ Y ARICA - PARINACOTA | | | | | | | | | | |
| (+) Producción Base | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| (-) Consumo Base | 461,8 | 422,3 | 416,0 | 444,3 | 401,9 | 150,2 | 144,9 | 141,2 | 101,5 | 101,5 |
| Balance Caso Base regiones XV y I | (461,8) | (422,3) | (416,0) | (444,3) | (401,9) | (150,2) | (144,9) | (141,2) | (101,5) | (101,5) |
| CASO POTENCIAL REGIONES TARAPACÁ Y ARICA - PARINACOTA | | | | | | | | | | |
| (+) Producción Base | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| (+) Producción Potencial | - | - | - | 90,0 | 90,0 | 90,0 | 90,0 | 90,0 | 90,0 | 90,0 |
| (+) Producción máxima regional (Base+Potencial) | - | - | - | 90,0 | 90,0 | 90,0 | 90,0 | 90,0 | 90,0 | 90,0 |
| (-) Consumo Base | 461,8 | 422,3 | 416,0 | 444,3 | 401,9 | 150,2 | 144,9 | 141,2 | 101,5 | 101,5 |
| (-) Consumo Potencial | - | - | - | 25,0 | 50,0 | 50,0 | 50,0 | 50,0 | 50,0 | 50,0 |
| (-) Consumo máximo regional (Base+Potencial) | 461,8 | 422,3 | 416,0 | 469,3 | 451,9 | 200,2 | 194,9 | 191,2 | 151,5 | 151,5 |
| Balance Caso Potencial regiones XV y I | (461,8) | (422,3) | (416,0) | (379,3) | (361,9) | (110,2) | (104,9) | (101,2) | (61,5) | (61,5) |
| 21 CASO BASE REGIÓN DE ANTOFAGASTA | | | | | | | | | | |
| (+) Producción Base | 2.908,3 | 2.761,2 | 2.812,4 | 2.966,2 | 2.664,2 | 2.939,4 | 2.846,2 | 2.944,4 | 2.866,4 | 2.944,4 |
| (-) Consumo Base | 6.488,0 | 6.639,3 | 6.661,2 | 6.761,9 | 6.240,8 | 6.661,7 | 6.144,5 | 5.343,9 | 4.182,5 | 3.887,9 |
| Balance Caso Base II región | (3.579,6) | (3.878,1) | (3.848,8) | (3.795,6) | (3.576,6) | (3.722,3) | (3.298,3) | (2.399,5) | (1.316,1) | (943,5) |
| CASO POTENCIAL REGION DE ANTOFAGASTA | | | | | | | | | | |
| (+) Producción Base | 2.908,3 | 2.761,2 | 2.812,4 | 2.966,2 | 2.664,2 | 2.939,4 | 2.846,2 | 2.944,4 | 2.866,4 | 2.944,4 |
| (+) Producción Potencial | 30,0 | 31,0 | 31,0 | 61,0 | 62,0 | 62,0 | 62,0 | 62,0 | 62,0 | 62,0 |
| (+) Producción máxima regional (Base+Potencial) | 2.938,3 | 2.792,2 | 2.843,4 | 3.027,2 | 2.726,2 | 3.001,4 | 2.908,2 | 3.006,4 | 2.928,4 | 3.006,4 |
| (-) Consumo Base | 6.488,0 | 6.639,3 | 6.661,2 | 6.761,9 | 6.240,8 | 6.661,7 | 6.144,5 | 5.343,9 | 4.182,5 | 3.887,9 |
| (-) Consumo Potencial | 6,5 | 171,5 | 171,5 | 171,5 | 301,5 | 301,5 | 301,5 | 451,5 | 601,5 | 651,5 |
| (-) Consumo máximo regional (Base+Potencial) | 6.494,5 | 6.810,8 | 6.832,7 | 6.933,4 | 6.542,3 | 6.963,2 | 6.446,0 | 5.795,4 | 4.784,0 | 4.539,4 |
| Balance Caso Potencial II región | (3.556,1) | (4.018,6) | (3.989,3) | (3.906,1) | (3.816,1) | (3.961,8) | (3.537,8) | (2.789,0) | (1.855,6) | (1.533,0) |
| 31 CASO BASE REGIÓN DE ATACAMA | | | | | | | | | | |
| (+) Producción Base | 869,5 | 888,4 | 908,4 | 930,4 | 899,4 | 887,4 | 923,4 | 891,4 | 886,4 | 897,4 |
| (-) Consumo Base | 930,0 | 985,4 | 815,3 | 908,0 | 905,8 | 296,4 | 245,8 | 281,2 | 282,6 | 202,5 |
| Balance Caso Base III región | -60,6 | -97,0 | 93,0 | 22,3 | -6,4 | 591,0 | 677,6 | 610,2 | 603,8 | 694,9 |
| CASO POTENCIAL REGION DE ATACAMA | | | | | | | | | | |
| (+) Producción Base | 869,5 | 888,4 | 908,4 | 930,4 | 899,4 | 887,4 | 923,4 | 891,4 | 886,4 | 897,4 |
| (+) Producción Potencial | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 344,6 | 344,6 | 344,6 | 344,6 | 344,6 |
| (+) Producción máxima regional (Base+Potencial) | 869,5 | 888,4 | 908,4 | 930,4 | 899,4 | 1.232,0 | 1.268,0 | 1.236,0 | 1.231,0 | 1.242,0 |
| (-) Consumo Base | 930,0 | 985,4 | 815,3 | 908,0 | 905,8 | 296,4 | 245,8 | 281,2 | 282,6 | 202,5 |
| (-) Consumo Potencial | 0,0 | 18,6 | 47,8 | 47,8 | 47,8 | 47,8 | 20,0 | 20,0 | 20,0 | 20,0 |
| (-) Consumo máximo regional (Base+Potencial) | 930,0 | 1.003,9 | 863,2 | 955,9 | 953,6 | 344,3 | 265,8 | 301,2 | 302,6 | 222,5 |
| Balance Caso Potencial III región | (60,6) | (115,6) | 45,2 | (25,5) | (54,2) | 887,7 | 1.002,2 | 934,8 | 928,4 | 1.019,5 |
| 41 CASO BASE REGIONES CENTRO-SUR | | | | | | | | | | |
| (+) Producción Base | 2.131,0 | 2.115,0 | 2.251,1 | 2.048,8 | 2.214,2 | 2.343,9 | 2.330,2 | 2.322,2 | 2.376,2 | 2.392,0 |
| (-) Consumo Base | 465,2 | 457,5 | 473,3 | 467,1 | 462,3 | 444,2 | 443,8 | 442,0 | 435,2 | 429,0 |
| Balance Caso Base regiones centro-sur | 1.665,8 | 1.657,5 | 1.777,8 | 1.581,7 | 1.751,9 | 1.899,7 | 1.886,3 | 1.880,3 | 1.941,0 | 1.963,0 |
| CASO POTENCIAL REGIONES CENTRO-SUR | | | | | | | | | | |
| (+) Producción Base | 2.131,0 | 2.115,0 | 2.251,1 | 2.048,8 | 2.214,2 | 2.343,9 | 2.330,2 | 2.322,2 | 2.376,2 | 2.392,0 |
| (+) Producción Potencial | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| (+) Producción máxima regional (Base+Potencial) | 2.131,0 | 2.115,0 | 2.251,1 | 2.048,8 | 2.214,2 | 2.343,9 | 2.330,2 | 2.322,2 | 2.376,2 | 2.392,0 |
| (-) Consumo Base | 465,2 | 457,5 | 473,3 | 467,1 | 462,3 | 444,2 | 443,8 | 442,0 | 435,2 | 429,0 |
| (-) Consumo Potencial | 13,2 | 14,0 | 14,0 | 14,0 | 14,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| (-) Consumo máximo regional (Base+Potencial) | 478,4 | 471,5 | 487,3 | 481,1 | 476,3 | 444,2 | 443,8 | 442,0 | 435,2 | 429,0 |
| Balance Caso Potencial regiones centro-sur | 1.652,6 | 1.643,5 | 1.763,8 | 1.567,7 | 1.737,9 | 1.899,7 | 1.886,3 | 1.880,3 | 1.941,0 | 1.963,0 |

Fuente: Elaborado por Cochilco, en base a los antecedentes proporcionados por empresas productoras y consumidoras a julio 2017

La Figura 15 muestra esta disparidad en los balances en las regiones, según el caso potencial de estas zonas geográficas, tal cual como se mostró en la Tabla 5.

Figura 15: Balance nacional y regional del mercado chileno del H2SO4 2017 - 2026, caso potencial



Fuente: Elaborado en Cochilco

La situación de las regiones de Arica-Parinacota y Tarapacá no cambia con respecto a lo detectado en el informe de 2017, donde el balance deficitario se mantiene estable hasta 2022, para luego disminuir en casi un 83% debido al paso de óxidos a sulfuros de Quebrada Blanca. No se observa un crecimiento futuro de operaciones consumidoras en estas regiones.

En la región de Antofagasta durante 2019 se observa el peak de déficit del insumo, para luego mantenerse estable en torno a las 3,9 millones de toneladas de déficit hasta el año 2023, posterior a ese año se observa que el balance deficitario cae a una tasa promedio anual de 24% hasta llegar a las 1,53 millones de toneladas de déficit hacia el año 2027.

Atacama en cambio pasa a balance excedentario a partir de 2022, tres años más tarde de lo estimado en 2017, debido a la aparición desde el 2019 del proyecto Delirio de Santiago Metals y un aumento fuerte en los consumos de Caserones y Pucobre.

La zona centro sur mantiene estables los excedentes de ácido sulfúrico, sin mayores cambios en el periodo de análisis.

Capítulo 3:

Comentarios finales



3. Comentarios finales

Los resultado de la presente actualización del informe del mercado del ácido sulfúrico para el próximo decenio sigue fortaleciendo la tesis del cambio de estructura deficitaria a excedentaria, en respuesta a variables operacionales de los principales consumidores de este insumo, agotamiento natural de recursos oxidados, como también a la inexistencia de nuevos proyectos consumidores y al aumento de producción de este insumo debido a las medidas medioambientales tomadas por el Estado desde hace algunos años.

Consumo de ácido sulfúrico en Chile

- Consumo base estable en el corto plazo (2018 – 2019), con un crecimiento de 1,9%. En el mediano plazo (2020 – 2022) se observa el último *peak* del consumo en 2021 de 8,58 millones de toneladas, mientras que en el largo plazo (2023 – 2027), el consumo sufrirá una caída de 38,8%, desde las 7,55 millones de toneladas esperadas para 2023 hasta las 4,62 millones de toneladas estimadas para 2027.
- Consumo potencial, al ser añadido al perfil de consumo base en el corto plazo (2018-2019) aumentaría el consumo total en 4,1%. Posterior a este periodo se observa un aumento moderado del consumo hacia 2021, donde se alcanzaría el consumo más alto registrado en los últimos 20 años, 8,84 millones de toneladas, para luego disminuir un 4,7% hacia el 2022. Finalmente en el largo plazo, periodo 2023 a 2027, el consumo seguirá a la baja en este escenario, manteniéndose a líneas generales la tendencia observada por los consumos base. En resumen, el consumo nacional de ácido sulfúrico caerá un 30,1% con respecto a 2017.
- Debido a que el consumo de ácido sulfúrico proviene mayormente desde la minería de cobre y los procesos hidrometalúrgicos, es posible indicar que la disminución de los consumos de ácido sulfúrico se debería al agotamiento de minerales oxidados y al cierre de operaciones hidrometalúrgicas en los próximos diez años, donde ni siquiera el crecimiento de las tasas de consumo proveniente de las bajas leyes de algunas operaciones junto al aumento de impurezas en la mineralogía de estas faenas podría influir mayormente en los consumos globales.

Producción de ácido sulfúrico en Chile

- En el corto plazo, la producción cae un 2,4% debido a las optimizaciones de las fundiciones a realizar a fines de 2018 por cumplimiento del DS 28. Producción voluntaria se mantiene estable, con una participación promedio de 10,9%.
- En el mediano plazo, la producción sigue estable pero levemente a la baja, registrando una caída de 1,2% a una tasa promedio anual de 0,6%, con un promedio de producción obligada cercana a las 5,3 millones de toneladas de ácido sulfúrico y una producción voluntaria con

participaciones cercanas al 12% en la producción nacional, ya que se espera la reapertura del quemador de azufre de Haldeman hacia el 2021.

- Ya en el largo plazo, y a pesar de que se observa un crecimiento moderado, 0,9% de aumento productivo a una tasa anual de 0,2%, entre 2022 y 2023 se observa un salto en la producción de un 12% debido a la inclusión potencial del proyecto “Nueva Paipote”, que hace que la producción obligada pase de las 5,2 millones de toneladas hacia 2022 a 5,9 en promedio durante el periodo 2023 – 2027.

Balance del mercado chileno del ácido sulfúrico

- Se repite la situación observada en la versión anterior de este informe: consumo base como el máximo (base + potencial) muestran una fuerte caída a partir de 2021, y el balance pasa de deficitario a excedentario en igual año para ambos escenarios, la única diferencia es que el cambio de tendencia del balance se retrasa tres años. La extensión de algunas operaciones mineras y la inclusión de pequeños proyectos consumidores del insumo son los responsables del desplazamiento del cambio de tendencia del balance.
- En el corto plazo se observa un balance deficitario, con crecimientos entre 12,5% en el caso base hasta 20,1% en el caso máximo, este último influenciado por el aumento de consumo proveniente de proyectos hidrometalúrgicos durante 2019. El déficit de ácido estimado para 2019 sería el mayor a observar en el decenio para ambos escenarios.
- En el mediano plazo vemos como hacia 2020 se registra un aumento en la producción base debido a la estabilización de las fundiciones en nuestro país, posterior al cumplimiento del DS 28, lo que hace caer el déficit de ácido en un 12,6% para el caso base y un 11% para el caso máximo. Aquí es donde se registra la primera gran caída del consumo, disminuyendo el déficit entre un 6,7% (caso base) a un 3,9% (caso máximo).
- Para el largo plazo vemos como en 2023 se observa un crecimiento de la producción de ácido sulfúrico de un 6,8% para el caso base y de un 12,4% en el caso máximo, responsabilidad de la entrada en operación de Nueva Paipote, situación que reduce el déficit en un 38,1% para el caso base y un 48,5% para el caso máximo. Posterior a este aumento de producción, durante los años 2023 a 2027 se observa una oferta estable con crecimiento anual entre un 0,3% (caso base) y 0,2% (caso máximo) pero un decrecimiento del consumo en torno al 12% anual para el primer escenario y un 9,5% anual para el escenario máximo, lo que impulsa un cambio de balance en el año 2025, para cerrar el 2027 con un excedente de este insumo entre 1,6 millones de toneladas a 1,39 millones de toneladas.



Precio futuro del ácido sulfúrico

- Un 2019 con descenso en la producción interna, debido a los ajustes de los complejos FURE a finalizar durante diciembre de 2018, lo que impulsaría nuevamente las importaciones, ya que el déficit se mantendría al alza.
- Un descenso a nivel mundial, debido al ajuste de las fundiciones en el mundo.
- Se observan en 2018 que las importaciones de China se cuadruplican en un año, lo que encarece los costos de transporte del insumo e influyen fuertemente en el precio final.
- Precio promedio al alza durante 2019, entre 78 – 80 US\$ CIF tonelada, pero con ajuste en el mediano-largo plazo (2023) a la baja, en torno a los 70 – 72 US\$ CIF la tonelada.



Anexos



Anexos

A1: Metodología

El presente capítulo muestra las notas metodológicas que inciden en la confección del presente informe, desde la cobertura del mismo hasta los criterios de segmentación en el análisis de la data expuesta.

A1.1. Cobertura

El marco de referencia es el mercado chileno en términos de producción, consumo y comercio exterior del ácido sulfúrico. Para ello, la información es recopilada a través de una consulta formal a las principales compañías nacionales productoras y consumidoras de ácido sulfúrico sobre sus perfiles estimados de producción y/o consumo para próximo decenio, cuyas respuestas se hasta el primer trimestre del año en curso. Por lo tanto, el balance nacional del ácido sulfúrico excluye las consideraciones sobre el mercado peruano, sin perjuicio de consignar que este es el origen de la mayor cantidad de importaciones de ácido sulfúrico.

Aunque es necesario reconocer la dificultad que representa para las empresas proyectar sus perfiles de producción y/o consumo por tan largo plazo y la consecuente incerteza en las cifras más lejanas proyectadas, el valor que se procura dar a la información radica en pesquisar los cambios de tendencias que se pueden registrar en el largo plazo que podría afectar a la magnitud del balance del mercado y su condición deficitaria.

La información sobre comercio exterior histórica fue obtenida de fuentes públicas, a partir de datos del Servicio de Aduanas.

A1.2. Criterio de segmentación

Con el fin de analizar la data recopilada, en el presente subcapítulo se muestran los criterios de segmentación utilizados, desde las consideraciones para definir nivel de certeza de los perfiles de producción y consumo de ácido sulfúrico, los periodos de tiempo considerados y la información utilizada para caracterizar a los actores del mercado.

A1.2.1. Según su nivel de certeza

Para efectos de la proyección se definen casos que varían en función del grado de certeza que se le asigna a los antecedentes disponibles. La mayor certeza se le asigna a los datos aportados para las operaciones y proyectos ya en construcción. Adicionalmente se dispone de los datos correspondientes a los proyectos potenciales que las empresas, consumidoras o productoras, tienen en estudio con la intención de poner en marcha, aunque todavía no cuentan con la aprobación para su construcción.



Estos nuevos datos son más inciertos, pues algunos de ellos pueden realizarse sólo parcialmente o nunca.

En función del grado de confianza de los antecedentes disponibles se construyen cuatro casos posibles, los que se señalan a continuación.

- a) Caso base: Considera sólo los perfiles anuales de producción y consumo de las operaciones vigentes, más las que se encuentran en construcción, en virtud de los cuales se determina el balance resultante para el período.

Estos antecedentes constituyen la base de la proyección, porque sus respectivos perfiles sólo dependen del devenir de cada una de las actividades en marcha.

Desde este piso se construyen los siguientes casos hipotéticos agregando los perfiles potenciales cuyos pronósticos obtenidos de los proyectos tienen una menor certeza en las cantidades anuales estimadas y/o en la oportunidad que se pongan en marcha.

- b) Caso consumo máximo: A partir del caso base, se define un caso intermedio agregándole al caso base los antecedentes recogidos de los proyectos mineros potenciales en carpeta, es decir, que se encuentran en estudio con diversos grados de avances, pero no cuentan aún con la decisión de invertir en su construcción y puesta en marcha.

En este caso se trabaja con los perfiles máximos de consumo, manteniendo los perfiles básicos de producción y se calcula el nuevo saldo resultante para cada año del período.

Como los perfiles de consumo potencial tienen un buen grado de probabilidad de materializarse, este hipotético caso permite apreciar las disponibilidades de abastecimiento de ácido nacional en el caso más adverso, donde la oferta correspondería sólo a las plantas actuales.

- c) Caso producción máxima: Del mismo modo, a partir del caso básico, se define un segundo caso intermedio agregándole ahora solo los proyectos de nuevas plantas productoras en estudio, es decir, que se encuentran con diversos grados de avances, pero no cuentan aún con la decisión de invertir en su construcción y puesta en marcha.

En este caso, se trabaja con los perfiles máximos de producción, manteniendo los perfiles básicos de consumo y se calcula el nuevo saldo resultante para cada año del período.

Ello permite observar el espacio de mercado disponible en el caso más adverso donde la demanda sería sólo de las operaciones vigentes.

- d) Caso potencial o balance máximo: Finalmente se define un cuarto caso hipotético, sumando a los respectivos perfiles base, los perfiles potenciales de producción y de consumo de ácido sulfúrico que aportarían los proyectos que tienen en estudio los productores de ácido y los consumidores mineros.

Aunque los perfiles potenciales son más inciertos de cumplirse, este caso permite apreciar el potencial máximo de producción y consumo de ácido sulfúrico en el territorio nacional para el próximo decenio, junto con determinar la factibilidad que se produzca el cambio estructural en el mercado chileno del ácido sulfúrico, desde un balance deficitario a uno con excedente.



A1.2.2. Según el desarrollo cronológico

El período de proyección se ha segmentado en tres sub-períodos consecutivos para captar como iría variando el comportamiento del mercado.

- a) Corto plazo (2018 – 2019): Corresponde al bienio más inmediato en cual incluye las operaciones vigentes, lo que confiere un alto grado de certeza.
- b) Mediano Plazo (2020 – 2022): En este trienio aparecen los proyectos potenciales consumidores y de producción, cuya magnitud y oportunidad en que se materializarían puede estar sujeta a cambios en los próximos años. Su interés radica en los efectos que pueden acarrear la puesta en marcha de este tipo de proyectos, con lo que disminuye el grado de certeza de la proyección.
- c) Largo plazo (2023 – 2027): Aunque las proyecciones para el quinquenio final se hacen más inciertas, su interés principal radica en los efectos de la declinación de varias operaciones de lixiviación y el probable cambio en la situación de déficit estructural hacia un excedente.

A1.3. Caracterización de las empresas productoras y/o consumidoras de ácido sulfúrico

Para efectos de caracterizar tanto a los productores de ácido sulfúrico como a los consumidores, es que cada uno se caracteriza de acuerdo a los siguientes atributos:

- a) Región: lugar de emplazamiento de la operación productora y/o consumidora de ácido sulfúrico.
- b) Propietario: Nombre del propietario principal de la operación productora y/o consumidora de ácido sulfúrico.
- c) Operación: Nombre de la faena productora y/o consumidora de ácido.
- d) Tipo de propiedad: Si la operación productora y/o consumidora de ácido es de capitales privados o estatales.
- e) Destino: Destino de la producción, en caso de las operaciones productoras de ácido. Esta puede ser para autoabastecimiento de sus propias faenas consumidoras en la misma región y/o como oferta comercial disponible para venta a terceros.
- f) Tipo de industria: En el caso de las operaciones consumidoras, se identifica en qué tipo de industria se utiliza el ácido consumido: minería del cobre, minería no metálica o uso industrial, específicamente celulosas o industria química, aunque a partir de este año se incluyen pequeños consumos en plantas de osmosis de desaladoras de agua de mar.
- g) Condición: La cual puede ser base o potencial. Base corresponde a aquellas operaciones, productoras o consumidoras de ácido, vigentes, mientras que “Potencial” considera a aquellos proyectos que tienen en estudio los productores de ácido y los consumidores mineros.



A2: Principales productores y consumidores de ácido sulfúrico en Chile

A2.1. Principales productores y consumidores de ácido sulfúrico en Chile

A continuación se revisarán los principales productores y consumidores de ácido sulfúrico en Chile, caracterizándolos según sus atributos⁶.

A2.1.1. Plantas de producción de ácido sulfúrico

En el mercado chileno existen tres tipos de orígenes de producción de ácido sulfúrico: fundiciones de cobre, por el procesamiento de minerales sulfurados; plantas metalúrgicas, como por ejemplo las plantas de molibdeno o tostación de concentrados con alto contenido de arsénico, y por último, producto de quemadores de azufre. La Tabla 6 muestra las principales empresas productoras de ácido sulfúrico en Chile, ordenadas según origen.

Tabla 6: Principales empresas productoras de ácido sulfúrico en Chile

| REGIÓN | PROPIETARIO PRINCIPAL | OPERACIÓN | TIPO DE PROPIEDAD | | DESTINO | | CONDICIÓN | |
|-----------------------------------|-----------------------|---------------------------|-------------------|---------|------------|--------|-----------|-----------|
| | | | Estatal | Privada | Autoabast. | Oferta | Base | Potencial |
| Fundiciones de cobre | | | | | | | | |
| Antofagasta | Glencore | Altonorte | | X | X | X | X | |
| Antofagasta | Codelco | Chuquicamata | X | | X | X | X | |
| Atacama | Codelco | Potrerrillos | X | | X | X | X | |
| Atacama | Enami | Paipote | X | | X | X | X | X |
| Valparaíso | Anglo American | Chagres | | X | X | X | X | |
| Valparaíso | Codelco | Ventanas | X | | X | X | X | |
| O'Higgins | Codelco | Caletones | X | | X | X | X | |
| Otras Plantas Metalúrgicas | | | | | | | | |
| Antofagasta | Codelco | Ministro Hales (Tostador) | X | | X | X | X | |
| Antofagasta | Molyb | Planta tratamiento Mo | | X | | X | | X |
| Antofagasta | Molynor | Planta Mo Mejillones | | X | X | X | X | X |
| Metropolitana | Molymet | Planta Mo Nos | | X | X | X | X | |
| Quemadores de azufre | | | | | | | | |
| Tarapacá | Haldeman | Sagasca | | X | X | X | | X |
| Antofagasta | Noracid | Mejillones | | X | | X | X | |

Fuente: Elaborado en COCHILCO, 2018.

Para efectos del análisis de la producción proyectada de ácido sulfúrico, todas las operaciones vigentes se considerarán en condición base.

Dentro de los proyectos potenciales podemos encontrar tanto iniciativas de reposición, con ciertas características de expansión, como es el caso de la continuidad operacional más allá del 2023 de la fundición Hernán Videla Lira de Enami, proyectos de expansión puros, específicamente las ampliaciones de la planta de molibdeno de Mejillones de Molynor y proyectos nuevos, como la planta de molibdeno de Molyb de Codelco.

⁶ Ver anexo A1.3. Caracterización de las empresas productoras y/o consumidoras de ácido sulfúrico



A2.1.2. Principales operaciones y proyectos consumidores de ácido sulfúrico

Para efectos de destacar los consumidores más importantes de ácido sulfúrico, en la Tabla 7 se muestran aquellas operaciones y proyectos con consumos mayores a 13 mil toneladas de ácido⁷, destacando sus atributos principales.

Tabla 7: Principales operaciones consumidoras de ácido sulfúrico en Chile

| REGIÓN | PROPIETARIO PRINCIPAL | OPERACIÓN | TIPO DE PROPIEDAD | | TIPO INDUSTRIA | CONDICIÓN | |
|-------------------------------|-----------------------|------------------------------|-------------------|---------|----------------|-----------|-----------|
| | | | Estatal | Privada | | Base | Potencial |
| Autoabastecimiento | | | | | | | |
| Antofagasta | CODELCO | Chuquicamata | X | | Cobre | X | |
| Antofagasta | CODELCO | Radomiro Tomic | X | | Cobre | X | |
| Antofagasta | CODELCO | Ministro Hales | X | | Cobre | X | |
| Antofagasta | Glencore | Lomas Bayas | | X | Cobre | X | |
| Atacama | CODELCO | Salvador | X | | Cobre | X | |
| Atacama | ENAMI | Plantas varias | X | | Cobre | X | |
| Valparaíso | CEMIN | Amalia-Catemu | | | Cobre | X | |
| Metropolitana | Anglo American Sur | Los Bronces | | X | Cobre | X | |
| Abastecimiento externo | | | | | | | |
| Arica y Parinacota | Pampa Camarones | Pampa Camarones | | X | Cobre | X | |
| Arica y Parinacota | Quiborax | Quiborax | | X | No Met. | X | |
| Tarapacá | BHP BILLITON | Cerro Colorado | | X | Cobre | X | X |
| Tarapacá | Haldeman | Sagasca | | X | Cobre | | X |
| Tarapacá | Teck | Quebrada Blanca | | X | Cobre | X | |
| Antofagasta | Mantos Copper | Mantos Blancos | | X | Cobre | X | |
| Antofagasta | AMSA | Minera Centinela - El Tesoro | | X | Cobre | X | |
| Antofagasta | AMSA | Encuentro Óxidos | | X | Cobre | | X |
| Antofagasta | AMSA | Zaldivar | | X | Cobre | X | |
| Antofagasta | BHP BILLITON | Escondida | | X | Cobre | X | |
| Antofagasta | BHP BILLITON | Spence | | X | Cobre | X | |
| Antofagasta | CODELCO | Gaby | X | | Cobre | X | |
| Antofagasta | Freeport McMoRan | El Abra | | X | Cobre | X | |
| Antofagasta | Las Cenizas | Taltal óxidos | | X | Cobre | X | |
| Antofagasta | Mantos de la Luna | Grace | | X | Cobre | X | |
| Antofagasta | KGHM | Sierra Gorda Óxidos | | X | Cobre | | X |
| Antofagasta | KGHM | Franke | | X | Cobre | X | |
| Atacama | Mantos Copper | Mantoverde | | X | Cobre | X | |
| Atacama | Sierra Norte | Diego de Almagro | | X | Cobre | | X |
| Atacama | Pucobre | Biocobre | | X | Cobre | X | |
| Coquimbo | Pucobre | El Espino | | X | Cobre | | X |
| Coquimbo | Vecchiola | Tres Valles | | X | Cobre | X | |
| Metropolitana | Industrias Químicas | Varios | | X | Industrial | X | |
| Sur | Celulosas | Varios | | X | Industrial | X | |

Fuente: Elaborado en Cochilco.

Las operaciones actuales son consideradas bajo el atributo condición como “Base”, mientras que los proyectos que a la fecha de esta encuesta aun no entraban en construcción o con estudios de factibilidad/prefactibilidad en curso son considerados como iniciativas del tipo “Potencial”.

⁷ El estudio estima a más consumidores menores, de tipo minería no metálica, del cobre y otros sectores industriales.



A3: 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 |
| m | Metro |
| km | Kilómetro |
| m ² | Metro cuadrado |
| m ³ | Metro cúbico |

Elementos químicos y minerales

| | |
|--------------------------------|---------------------------------|
| Ag | Plata |
| Au | Oro |
| Cu | Cobre |
| Cu cát | Cátodos de cobre |
| Cu conc | Cobre contenido en concentrados |
| Cu _{Eq} | Cobre equivalente |
| Fe | Hierro |
| Fsp | Feldespatos |
| H ₃ BO ₃ | Ácido bórico |
| H ₂ SO ₄ | Ácido sulfúrico |
| KCl | Cloruro de potasio |
| KNO ₃ | Nitrato de potasio |
| LiCl | Cloruro de litio |
| NaNO ₃ | Nitrato de sodio |
| Mo | Molibdeno |
| TiO ₂ | 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. |



Este trabajo fue elaborado en la
Dirección de Estudios y Políticas Públicas por

Cristian Cifuentes González

Analista de Estrategias y Políticas Públicas

Jorge Cantallopts Araya

Director de Estudios y Políticas Públicas

Diciembre / 2018

