



Mercado chileno del ácido sulfúrico

Proyección al 2033

DEPP 16/2024

Registro de propiedad intelectual: © N° 2024-A-9005

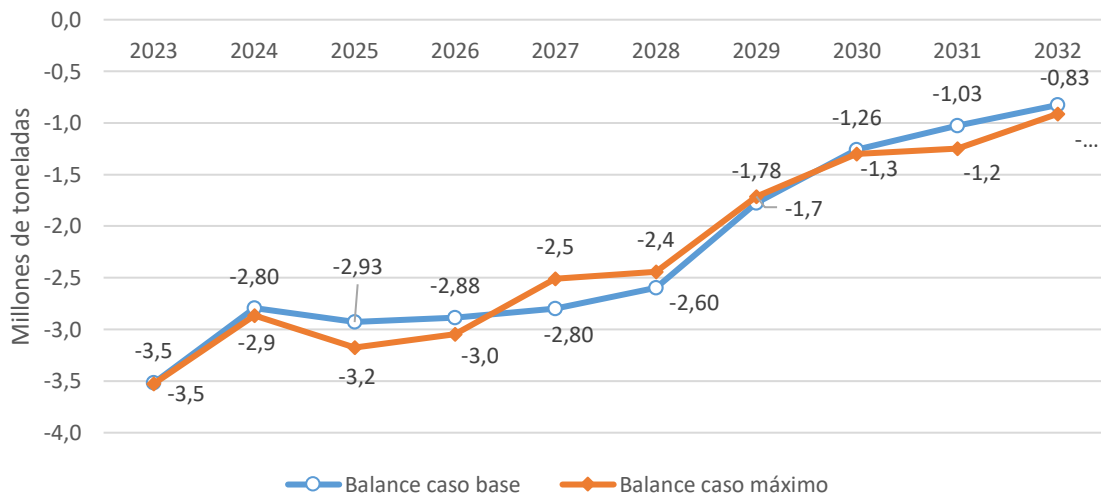
Resumen Ejecutivo

El mercado del ácido sulfúrico en Chile está estrechamente vinculado a la industria minera del cobre, que representa la principal fuente de demanda para este insumo. Durante el período 2024 - 2033, se proyectan importantes fluctuaciones tanto en la producción como en el consumo de ácido sulfúrico, influenciadas por factores internos como el cierre de líneas de hidrometalurgia y cambios en la demanda de grandes faenas mineras.

La presente actualización del balance del mercado del ácido sulfúrico al año 2033 no proyecta cambios en la condición deficitaria del mercado nacional, manteniendo la situación observada en informes previos. Esto se explica, principalmente, por la extensión de la vida útil de las actuales operaciones hidrometalurgias, así como, por el mayor consumo de ácido de las operaciones existentes a consecuencia de factores técnicos. Por su parte, el nivel de oferta se mantiene relativamente constante al largo plazo.

El déficit proyectado va disminuyendo posterior al año 2029, debido al fin de la vida útil de líneas de óxidos según la planificación esperada de faenas de gran envergadura, disminuyendo la demanda en, aproximadamente, 990 mil toneladas de ácido sulfúrico. El déficit proyectado al año 2033 implica precios de mediano plazo con tendencia al alza, induciendo que parte de los actuales recursos de óxidos se transformarían en reservas económicamente extraíbles.

Figura 1: Balance del mercado nacional de ácido sulfúrico, 2024-2034



Fuente: Elaborado en COCHILCO según datos suministrado por las compañías

En corto plazo (período 2024-2025) se espera un incremento del 4% promedio anual en el balance deficitario, debido al mayor consumo impulsado por proyectos potenciales, de esta manera el

consumo se elevaría a 8,2 millones de toneladas a fines de 2025, mientras que la oferta se mantiene relativamente constante en 5,1 millones de toneladas como promedio anual. Mientras que en mediano plazo (2026-2028), la oferta aumentaría a razón de 1,2% promedio anual, mientras que la demanda disminuiría 2,4% en promedio anual, presionando a la baja el déficit a un total de 2,4 millones de toneladas para el fin del periodo. Por último, en largo plazo (2029-2033) el balance permanece en déficit. Sin embargo, este déficit disminuye, pasando de 2,4 millones de toneladas en 2028 hasta 0,8 millones de toneladas en 2033. La persistencia del déficit se debe a proyectos que han extendido sus vidas útiles respecto a lo registrado en el informe anterior, posponiendo el cambio de balance.

A nivel regional, se observan variaciones importantes en el equilibrio entre oferta y demanda, lo que podría generar desequilibrios en el mercado interno en el horizonte de proyección del presente informe. Las proyecciones indican que la capacidad de producción nacional podría no ser suficiente para satisfacer la demanda interna, especialmente si se mantienen las tendencias actuales.

En 2023, la región de Antofagasta destaca como el principal consumidor de ácido, representando el 81,6% del consumo país. En tanto, la región de Tarapacá experimentó la mayor variación en volumen, con una disminución de 43,8% en relación al año previo, equivalente a 122 mil toneladas. Esto se explica, principalmente, por el cierre de la línea de óxido de Cerro Colorado lo que traduce en 123 mil toneladas menos de consumo y Centinela Óxidos, la cual disminuyó su consumo en 11,4% por el tratamiento de una menor calidad de mineral.

A nivel nacional y desde la perspectiva de la producción de ácido sulfúrico, en 2023 se registró un aumento de 0,4%, alcanzando un volumen de 4.875 miles de toneladas. Este aumento se fundamentó en el desempeño productivo de las regiones de Atacama y Valparaíso, que experimentaron alzas de 21% (109 mil toneladas) y 30,5% (175 mil toneladas), respectivamente. Este aumento se explica por la mayor producción de Potrerillos, que superó a la del año previo en 36,5% y, en la Fundición Chagres, que aumentó un 9,9%. En contraste, las caídas en la producción se debieron principalmente a lo acontecido en Altonorte (por problemas operacionales y mantención general de la fundición), con una reducción del 15,2%, y en la División Ministro Hales, con una caída del 18,4%.

En 2023 la relación entre la producción de ácido sulfúrico proveniente de fundición alcanzó las 3,64 toneladas de ácido por tonelada de cobre producido en FURE. Esto como consecuencia del incremento en la producción de la Fundición Chagres (9,9%) y Potrerillos (36,5%). No obstante, la caída del 28,5% de la producción de Paipote generó el 3,4% de menor producción de cobre fundido. Por otro lado, al segmentar la producción de cátodos SxEw de 2023 en quintiles se

destacan 15 operaciones, que equivalen al 54,2% de la producción total de cátodos SxEw en 2023, se sitúan por debajo de la tasa promedio nacional de consumo (5,99 toneladas de ácido sulfúrico por tonelada de cobre contenido en cátodos SxEw).

En cuanto al comercio exterior se observa en 2023 una disminución de las importaciones en un 7,3% (268 miles de toneladas) en comparación con lo importado en 2022. A mayo del presente año se registran 1.459 miles de toneladas, ritmo parecido a lo que se llevaba a la misma fecha en 2023 con un volumen importado de 1.566 miles de toneladas. Las importaciones en Chile estuvieron dominadas por Perú (35,8%) seguida por China (13,3%) y Corea del sur (10,3%). Por su parte, las exportaciones de ácido sulfúrico totalizaron 44.125,2 toneladas en 2023 y hasta mayo de 2024, se han exportado 29.171,9 toneladas de ácido sulfúrico. Si en 2023 el 86% de estas exportaciones tuvo como destino Perú, en 2024 no ha habido exportaciones al país vecino y ha sido Brasil (37,0%) y Bolivia los principales destinos de exportación (13,8%). El aumento del nivel de embarques de importación se vio acompañado de un aumento del valor CIF en un 95,6% en 2023 en comparación con 2022. Cabe destacar que en 2022 se registró un aumento de valor de 137,5%. De esta manera, el CIF 2023 alcanzó su valor más alto en la última década con un total de 466 millones de US\$.

En 2024 el precio sigue cayendo y durante los dos primeros trimestres se registraron precios de 133,26 US\$/ton y 128,80 US\$/ton. No obstante, en Julio de este año se alcanzó un valor de 156.7 US\$/ton en julio. Este incremento se debe principalmente a la escasez de ácido causada por la situación en el puerto de Mejillones. Se espera que esta situación mejore en el segundo semestre, debido a las importaciones desde China, las cuales deberían dinamizar el mercado del ácido sulfúrico en Chile. Al analizar los componentes del CIF se observa que, en promedio, el CIF unitario disminuyó un 38% en China, Perú y Corea del Sur. Para los países asiáticos, esta disminución se atribuye principalmente a la caída en el valor del flete unitario, que registró un descenso promedio del 72%. En el caso de Perú, la reducción se explica por una disminución del 37,6% en el valor FOB unitario.

El análisis concluye que, para mitigar estos posibles desequilibrios, será fundamental buscar alternativas para la importación de ácido sulfúrico, ya que hasta la fecha las importaciones han estado dominadas por Perú y China. Sin embargo, es importante considerar los nuevos proyectos en estos países que podrían afectar su oferta de ácido sulfúrico, con posibles implicaciones para el balance nacional. Un ejemplo de esto es el proyecto Tía María de Southern Copper Corporation en la provincia de Islay, Arequipa. Este proyecto, que cuenta con todas las licencias y permisos requeridos por el Estado Peruano, busca extraer 650,72 millones de toneladas métricas de material de cobre oxidado en sus dos yacimientos (La Tapada y Tía María), lo que podría reducir la cantidad

de ácido disponible para importar desde Perú. Además, la logística del transporte del ácido se ve aún más desafiada por la compleja geografía de Chile.

La mayor parte de la oferta interna de ácido proviene de la zona centro-sur del país, mientras que la demanda se concentra en la zona norte. Este escenario presiona a los proveedores a ubicar las importaciones lo más cerca posible de los consumidores, con el objetivo de mitigar los elevados costos de transporte. Por estos motivos, es crucial fortalecer el mercado nacional estableciendo acuerdos con las productoras locales para asegurar un suministro continuo y buscar, a través de convenios, el aumento de la producción. Esta medida permitiría disminuir costos en el transporte de ácido sulfúrico, sobre todo para regiones como la de Antofagasta que en 2023 requirió importar 4.443 miles de toneladas de ácido.

Índice

| | |
|---|-----------|
| Resumen Ejecutivo | 1 |
| Índice de tablas..... | 6 |
| Índice de figuras | 6 |
| Introducción..... | 8 |
| 1. El mercado Mundial del ácido sulfúrico primer Semestre 2024..... | 9 |
| 2. El mercado chileno del ácido sulfúrico | 10 |
| 2.1. Comportamiento del mercado nacional en el período 2013 - 2023 | 10 |
| 2.2. Producción y consumo de ácido sulfúrico en el año 2023 | 11 |
| 2.3. Tasas de producción y consumo de ácido sulfúrico | 13 |
| 2.3.1. Tasa de producción unitaria de ácido sulfúrico en las fundiciones de cobre | 13 |
| 2.3.2. Tasa de consumo unitario de H ₂ SO ₄ en lixiviación por tonelada de cobre SxEw | 14 |
| 2.4. Comercio exterior chileno de ácido sulfúrico, periodo 2013 – 2024 | 18 |
| 2.4.1. Importaciones de ácido sulfúrico al año 2024..... | 18 |
| 2.4.2. Exportaciones de ácido sulfúrico al año 2024 | 23 |
| 3. Proyección del mercado del ácido sulfúrico en Chile, 2024 - 2033 | 24 |
| 3.1. Comportamiento del consumo de ácido sulfúrico | 25 |
| 3.2. Comportamiento de la producción de ácido sulfúrico | 26 |
| 3.3. Balance del mercado chileno del ácido sulfúrico al año 2033 | 28 |
| 3.3.1. Análisis nacional del mercado del ácido sulfúrico | 29 |
| 3.3.2. Análisis regional del mercado del ácido sulfúrico | 32 |
| 4. Comentarios finales | 37 |
| Anexos..... | 41 |
| A1: Metodología..... | 41 |
| A1.1. Cobertura..... | 41 |
| A1.2. Criterio de segmentación..... | 41 |
| A1.2.1. Según su nivel de certeza | 41 |
| A1.2.2. Según el desarrollo cronológico..... | 43 |

| | |
|--|----|
| A1.3. Caracterización de las empresas productoras y/o consumidoras de ácido sulfúrico | 43 |
| A2: Principales productores y consumidores de ácido sulfúrico en Chile..... | 44 |
| A2.1. Principales productores y consumidores de ácido sulfúrico en Chile | 44 |
| A2.1.1. Plantas de producción de ácido sulfúrico | 44 |
| A2.1.2. Principales operaciones y proyectos consumidores de ácido sulfúrico..... | 45 |
| A3: Unidades de medida y abreviaciones..... | 47 |

Índice de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Evolución del mercado chileno del ácido sulfúrico, 2013 - 2023 (miles de toneladas)..... | 10 |
| Tabla 2: Distribución de la producción y consumo compañías de ácido en el año 2023 y variación año anterior | 12 |
| Tabla 3: Tasa de producción unitaria de ácido sulfúrico por tonelada de cobre fundido 2013 - 2023..... | 13 |
| Tabla 4: Balance del mercado del ácido sulfúrico en Chile (2024 - 2033) | 29 |
| Tabla 5: Balances regionales del mercado del H ₂ SO ₄ en Chile, en miles de toneladas (2024 - 2033)..... | 33 |
| Tabla 6: Principales empresas productoras de ácido sulfúrico en Chile | 45 |
| Tabla 7: Principales operaciones consumidoras de ácido sulfúrico en Chile | 46 |

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1: Balance del mercado nacional de ácido sulfúrico, 2024-2034..... | 1 |
| Figura 2: Producción cátodos SxEw, tasa de consumo de ácido y ley de óxidos promedio, 2013 - 2023..... | 14 |
| Figura 3: Relación entre la producción de cátodos SxEw y la tasa de consumo de H ₂ SO ₄ , año 2023..... | 16 |
| Figura 4: Distribución de las faenas de Gran minería / Mediana minería privada y estatal respecto tasas de consumo 2023. | 17 |
| Figura 5: Evolución de las importaciones de ácido sulfúrico, periodo 2013 - 2024* | 19 |
| Figura 6: Valor unitario del ácido sulfúrico CIF (US\$/ton) versus volumen de importaciones 2013 - 2024..... | 20 |
| Figura 7: Volumen y distribución de las importaciones de H ₂ SO ₄ según país de origen, 2013 - 2024* | 21 |

| | |
|--|----|
| Figura 8: Volumen y distribución de las importaciones de H ₂ SO ₄ según país de origen, 2014 - 2024* | 22 |
| Figura 9: Detalle CIF China, Perú y Corea del Sur para 2022 y 2023. | 23 |
| Figura 10: Evolución de las exportaciones de ácido sulfúrico, periodo 2013 - 2024* | 24 |
| Figura 11: Consumo de ácido sulfúrico base y potencial proyectado hacia el 2033 | 26 |
| Figura 12: Composición histórica y proyectada del origen de la producción de H ₂ SO ₄ en Chile. . | 27 |
| Figura 13: Producción base y potencial proyectada a 2033. | 27 |
| Figura 14 : Balances del mercado chileno del ácido sulfúrico 2024 - 2033..... | 30 |
| Figura 15: Balance nacional y regional del mercado chileno del H ₂ SO ₄ , 2024 - 2033, caso base y potencial. | 35 |

Introducción

El ácido sulfúrico es un componente esencial en la industria minera chilena, especialmente en la producción de cobre, donde se utiliza en grandes volúmenes para la lixiviación de minerales oxidados. A lo largo de las últimas décadas, el mercado del ácido sulfúrico en Chile ha estado estrechamente vinculado a la evolución del sector minero, que constituye una de las principales fuentes de ingresos del país. Este informe proporciona un análisis integral del mercado del ácido sulfúrico en Chile en 2023 y el posible comportamiento para el período 2024-2033, examinando tanto las tendencias recientes como las proyecciones futuras.

La primera parte del informe contextualiza la situación actual del mercado, explorando la oferta y la demanda de ácido sulfúrico, así como las principales fuentes de producción, que incluyen tanto la generación secundaria asociada a la fundición de cobre como la producción primaria en plantas especializadas. Se analizan los factores que han influido en las fluctuaciones del mercado, tales como la variabilidad en la producción minera, las regulaciones y factores técnicos, y los cambios en la demanda global de cobre.

A medida que la minería enfrenta desafíos como la disminución de leyes minerales, el agotamiento de yacimientos superficiales, y el aumento de costos operativos, el papel del ácido sulfúrico se vuelve aún más crítico. Este informe no solo explora las proyecciones de producción y consumo de ácido sulfúrico, sino que también discute los niveles de tasas de consumo y la eficiencia de las distintas faenas mineras.

Además, se aborda la importancia del comercio exterior de ácido sulfúrico, dado que Chile no solo consume, sino que también importa este insumo. Se estudian las dinámicas del comercio internacional, el mercado nacional, y las oportunidades y amenazas que podrían surgir en la próxima década.

En resumen, este informe ofrece una visión del mercado del ácido sulfúrico en Chile, proporcionando información para comprender su evolución futura en el contexto de las cambiantes condiciones económicas y ambientales que afectan a la industria minera.

1. El mercado Mundial del ácido sulfúrico primer Semestre 2024

La diversidad de usos del ácido sulfúrico propone ser un insumo importante para gran mayoría de las economías del planeta, por estas razones, es preciso conocer inicialmente el mercado actual del ácido sulfúrico en las grandes economías.

China:

En junio de 2024, las exportaciones chinas de ácido sulfúrico alcanzaron 219.126 toneladas, el nivel más alto desde enero, con un aumento del 68% respecto a mayo, principalmente por los envíos a Marruecos. En total, de enero a junio de este año, China exportó 1,09 millones de toneladas, un incremento del 6%. China envió un cargamento a Chile de 31.500 toneladas en junio, igual que en mayo, y las entregas totales a Chile en el primer semestre llegaron a 490.400 toneladas, más del doble que en el mismo período del año pasado.

Europa:

El mercado europeo de ácido sulfúrico a la fecha de la publicación del presente informe está atravesando una escasez de suministro debido a paradas en las fundiciones y una reducción en la producción de quemadores de azufre. Esta situación ha afectado la disponibilidad general de ácido en el mercado doméstico, llevando a una gestión semanal del suministro debido a la variabilidad en la oferta.

Estados Unidos:

Los precios se mantienen firmes debido a la disminución de la oferta desde el noroeste de Europa y la constante demanda de Marruecos, que está consumiendo las toneladas disponibles. En el oeste de EE. UU, la tensión de suministro ha disminuido debido a la mayor disponibilidad de proveedores canadienses y cargamentos spot importados.

Chile:

El puerto de Mejillones en Chile enfrentó fuertes oleajes desde diciembre hasta principios de abril de 2024, lo que provocó cierres intermitentes y una congestión sin precedentes. Como resultado, los costos por demora aumentaron y la demanda de importación de ácido sulfúrico disminuyó.

Chile ha vuelto al mercado spot de ácido sulfúrico con acuerdos en alrededor de \$140/t cfr para llegada a finales del tercer trimestre, terminando un período de baja demanda de seis meses. Codelco compró un cargamento de ácido sulfúrico por \$152-155/t cfr para llegada en agosto del presente año, con 30.000 toneladas para el puerto de Mejillones.

2. El mercado chileno del ácido sulfúrico

Este capítulo desempeña un papel fundamental al brindar una caracterización detallada del mercado del ácido sulfúrico en Chile, abarcando tanto el panorama actual como los cambios ocurridos en la última década. La información se actualiza a través de la "Encuesta de Producción y Consumo de Ácido Sulfúrico" correspondiente al año 2023, lo que permite tener una visión precisa de la dinámica y evolución de este mercado en el país.

2.1. Comportamiento del mercado nacional en el período 2013 - 2023

Durante el año 2023, la producción de ácido sulfúrico en Chile alcanzó un total de 4,88 millones de toneladas, lo que representa un aumento del 0,4% en comparación con las cifras registradas en 2022 pero una disminución de 12,3% con respecto a lo esperado en el informe del año pasado, producto de la sobre estimación proyectada de algunas empresas como también de problemas técnicos que se verán más adelante. Por otro lado, se observa una disminución de 6,0% en las importaciones con respecto al anterior (2022), con un volumen total de 3,46 millones de toneladas importadas. Por último las exportaciones alcanzaron su nivel más alto desde 2020 con un total de 44,1 millones de

Tabla 1: Evolución del mercado chileno del ácido sulfúrico, 2013 - 2023 (miles de toneladas)

| ÍTEM | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Producción | 5.416 | 5.635 | 5.710 | 5.721 | 5.498 | 5.326 | 4.645 | 5.306 | 5.083 | 4.854 | 4.875 |
| (+) Importaciones | 2.834 | 2.247 | 2.181 | 1.727 | 2.047 | 2.993 | 3.427 | 2.451 | 3.113 | 3.682 | 3.461 |
| (-) Exportaciones | -52 | -17 | -54 | -72 | -15 | -15 | -3 | -48 | -21 | -1 | -44 |
| CONSUMO APARENTE | 8.198 | 7.865 | 7.836 | 7.376 | 7.529 | 8.305 | 8.069 | 7.709 | 8.175 | 8.535 | 8.292 |

Fuente: "Anuario de Estadísticas del Cobre y Otros Minerales 2003-2023", Cochilco 2024

Para analizar la tabla 1, primero es necesario recalcar la interdependencia entre la producción de ácido sulfúrico y la industria del cobre que se manifiesta en dos vertientes fundamentales: la obtención de ácido como subproducto en el tratamiento de concentrados de cobre en fundiciones locales, generando una suerte de "producción obligada" de ácido sulfúrico, y la producción de cátodos SxEw, que constituye una demanda significativa de este compuesto químico. A esto se le debe agregar a las empresas productoras de ácido sulfúrico como NORACID.

Por estas razones, en el contexto de la producción de ácido, es interesante observar que sigue una tendencia parecida a la de la producción de cobre de fundiciones. En la última década la producción

de ácido sulfúrico ha disminuido en un 0,5% promedio anual (Ver tabla1)¹ mientras que la producción de cobre fundido en un 1,1% promedio anual (ver tabla 3). Si bien la producción de ácido sulfúrico ha experimentado fluctuaciones de mayor magnitud la tendencia sigue el mismo camino durante los últimos años, por ejemplo, entre 2013 y 2016 la producción de ácido aumentó en 2,2% promedio anual mientras que la producción de cobre fundido aumentó en 0,4%, seguido de años de disminución y presentando una fuerte caída en 2019 en un orden de 18,8% , posterior a esto la producción de cobre fundido sufrió una caída de 19,3% esto debido a la implementación de mejoras requeridas por el DS28 y a un menor contenido de cobre fino en los concentrados. El 2020 la producción de ácido sufrió consecuencias debido a mejoras en la captación de gases sulfurosos en las principales fundiciones del país. En tanto, en 2021 y 2022 presentan dinámicas distintas, siendo el primero el resultado de efectos post pandemia, mientras que el segundo responde a caída en el precio del ácido sulfúrico y una menor cantidad de concentrado fundido. Por último, en 2023, se mantiene los niveles de producción de ácido (aumento de 0,4%) y condiciones de mercado presentadas en 2022. No obstante, la producción de cobre fundido tuvo una disminución de 3,4% en 2023 en comparación con el año anterior.

De esta manera desde 2013 a la fecha la producción de ácido ha disminuido en un 10%, mientras que el consumo aparente de ácido ha experimentado un aumento moderado de 1,1%. Este fenómeno se atribuye a factores operacionales en las faenas hidrometalúrgicas, donde tasas de consumo más elevadas persisten a pesar de la disminución en la producción por ende se requiere de un mayor nivel de importaciones de ácido sulfúrico, el cual aumentó en un 22,1% (3,1% promedio anual) durante la última década.

2.2. Producción y consumo de ácido sulfúrico en el año 2023

Los resultados de la encuesta 2023 de "Consumo y Producción de Ácido Sulfúrico" recopilada por Cochilco muestran un aumento del 0,4% en la producción total de ácido sulfúrico en Chile con respecto a 2022. Las regiones de Antofagasta y O'Higgins registraron las disminuciones porcentuales más significativas, con caídas del 6,4% (165 mil toneladas) y 8,7% (98 mil toneladas), respectivamente. Estas disminuciones fueron compensadas por los aumentos de producción en las regiones de Atacama y Valparaíso, que experimentaron incrementos del 21% (109 mil toneladas) y 30,5% (175 mil toneladas), respectivamente. Este incremento se explica principalmente por el aumento de la producción en Potrerillos, que superó la producción de 2022 en un 36,5% y en la

¹ El análisis de producción de ácido sulfúrico se realiza con los datos provenientes de la tabla 1, mientras que el análisis de la producción de cobre fundido se realiza con los datos provenientes de la tabla 3. La producción ácido sulfúrico tabulada en la tabla 3 corresponde solo a la producción proveniente de gases de fundición.

Fundición Chagres, que aumentó un 9,9% en comparación con lo acontecido el 2022. En contraste, las caídas en la producción se debieron principalmente a lo acontecido en Altonorte (principalmente a problemas operacionales y mantención general de la fundición), con una reducción del 15,2, y en la División ministro Hales, con una caída del 18,4%.

Tabla 2: Distribución de la producción y consumo compañías de ácido en el año 2023 y variación año anterior

| DISTRIBUCIÓN | PRODUCCIÓN | | | CONSUMO | | | DÉFICIT O EXCEDENTE |
|----------------------------|--------------|---------------------|-------|--------------|---------------------|-------|---------------------|
| | Miles de ton | Variación 2023/2022 | Part. | Miles de ton | Variación 2023/2022 | Part. | Miles de ton |
| TOTAL NACIONAL | 4.875 | 0,4% | 100% | 8.393 | -0,2% | 100% | -3.518 |
| Regional | | | | | | | |
| Arica y Parinacota | 0,0 | 0,0% | 0,0% | 112,8 | -0,8% | 1,3% | -112,8 |
| Tarapacá | 0,0 | 0,0% | 0,0% | 156,3 | -43,8% | 1,9% | -156,3 |
| Antofagasta | 2.406,7 | -6,4% | 49,4% | 6.849,3 | 1,5% | 81,6% | -4.442,5 |
| Atacama | 630,4 | 21,0% | 12,9% | 882,0 | 1,3% | 10,5% | -251,6 |
| Coquimbo | 0,0 | 0,0% | 0,0% | 38,5 | -0,7% | 0,5% | -38,5 |
| Valparaíso | 748,8 | 30,5% | 15,4% | 103,6 | 7,7% | 1,2% | 645,3 |
| Metropolitana | 62,5 | 0,8% | 1,3% | 133,0 | -7,4% | 1,6% | -70,5 |
| O'Higgins | 1.026,8 | -8,7% | 21,1% | 7,6 | -49,4% | 0,1% | 1.019,2 |
| Sur (resto) | 0,0 | 0,0 | 0,0% | 110,0 | 0,0% | 1,3% | -110,0 |
| Por origen o destino | | | | | | | |
| Minería del cobre | 4.114 | 0,0% | 84,4% | 7.954 | -0,2% | 94,8% | -3.840 |
| Otros | 762 | 3,1% | 15,6% | 439 | 0,0% | 5,2% | 322 |
| Por tipo de abastecimiento | | | | | | | |
| Autoabastecimiento | 1.908 | -2,6% | 37,5% | 1.908 | -2,6% | 23,3% | 0 |
| Comercial | 2.967 | 2,5% | 58,4% | 6.493 | 0,5% | 79,4% | -3.526 |
| Por tipo de empresas | | | | | | | |
| Estatales | 2.810 | 4,3% | 55,3% | 2.762 | 6,4% | 33,8% | 48 |
| Privadas | 2.065 | -4,3% | 40,6% | 5.631 | -3,2% | 68,8% | -3.566 |

Fuente: Elaborado en COCHILCO según datos suministrado por las compañías

Por el lado de la demanda, el consumo nacional experimentó una leve disminución de 0,2% comparándolo con el consumo presenciado en 2022 (en 2022 el consumo había aumentado un 2,8%). Esto se debe a diferentes dinámicos de las empresas, ya que, algunas en términos agregados vieron aumentados su consumo y otras disminuidas. Las regiones de Tarapacá y O'Higgins registraron las disminuciones porcentuales más significativas, con caídas del 43,8% (122 mil toneladas) y 49,4% (7 mil toneladas), respectivamente. Estas disminuciones fueron compensadas por el aumento de consumo en la región de Antofagasta que si bien aumento en un 1,5% su consumo se ve reflejado en 105 mil toneladas de ácido sulfúrico En la región de Tarapacá la disminución se explica principalmente por el cierre de la línea de óxido de Cerro Colorado lo que traduce en 123 mil toneladas menos de consumo y Centinela Óxidos la cual disminuyo su consumo

en 11,4% principalmente al tratamiento de una menor calidad de mineral, sumado a caídas en el consumo de Mantos Blancos (24,9%) y Franke (25,5%). No obstante, el aumento de consumo de Escondida (63,3%), Salvador (29,8%), Gabriela Mistral (23%) y Antucoya (10,6%) permitieron mantener el nivel de consumo del 2022.

El balance nacional resultante de este resumen se mantiene deficitario, con un aumento importante de la necesidad de importación de 3.518 miles de toneladas de ácido sulfúrico, valor muy parecido a lo requerido en 2022 donde se el déficit fue de 3.558 miles de toneladas. La región de Antofagasta es la región que presenta el mayor déficit con un total de 4.443 mil toneladas de ácido sulfúrico.

2.3. Tasas de producción y consumo de ácido sulfúrico

En los últimos años, se ha observado una marcada disminución en la producción de cátodos SxEw, sin que esta tendencia se refleje de la misma manera en los consumos de ácido sulfúrico como se comentó al comienzo de este capítulo. En este subcapítulo, se busca analizar tanto la oferta como la demanda a través de indicadores relacionados con estos dos aspectos clave. En lo que respecta a la oferta, se examinará la relación entre el procesamiento de concentrados en fundiciones, la producción resultante de cobre fundido-refinado y aquella generada por la tostación de concentrados. Todo esto se comparará con la producción obligada de ácido sulfúrico. Por otro lado, en cuanto al consumo, se investigará cómo se vincula el uso de este insumo en las operaciones de lixiviación y su contribución a la producción de cátodos SxEw.

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

En la lucha contra las emisiones de gases sulfurosos a la atmósfera provenientes de complejos industriales como fundiciones y refinerías, la implementación de plantas captadoras de gases sulfurosos desempeña un papel crucial. Esta medida no solo contribuye a la reducción de impactos ambientales, sino que también conlleva la generación de ácido sulfúrico como subproducto. Las variables que inciden en este proceso son diversas, abarcando desde consideraciones tecnológicas hasta las características propias de los minerales procesados (ver Tabla 3).

Tabla 3: Tasa de producción unitaria de ácido sulfúrico por tonelada de cobre fundido 2013 - 2023

| | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Producción ácido sulfúrico (kton)* | 4.542 | 4.665 | 4.593 | 4.687 | 4.442 | 4.271 | 3.675 | 4.297 | 4.042 | 3.860 | 3.906 |
| Producción de cobre fundido (kton) | 1.358 | 1.362 | 1.382 | 1.365 | 1.265 | 1.246 | 1.011 | 1.206 | 1.207 | 1.112 | 1.074 |
| Tasa de producción unitaria (ton H2SO4/ton Cu) | 3,34 | 3,42 | 3,32 | 3,43 | 3,51 | 3,43 | 3,63 | 3,56 | 3,35 | 3,47 | 3,64 |

(*) Gases de fundición

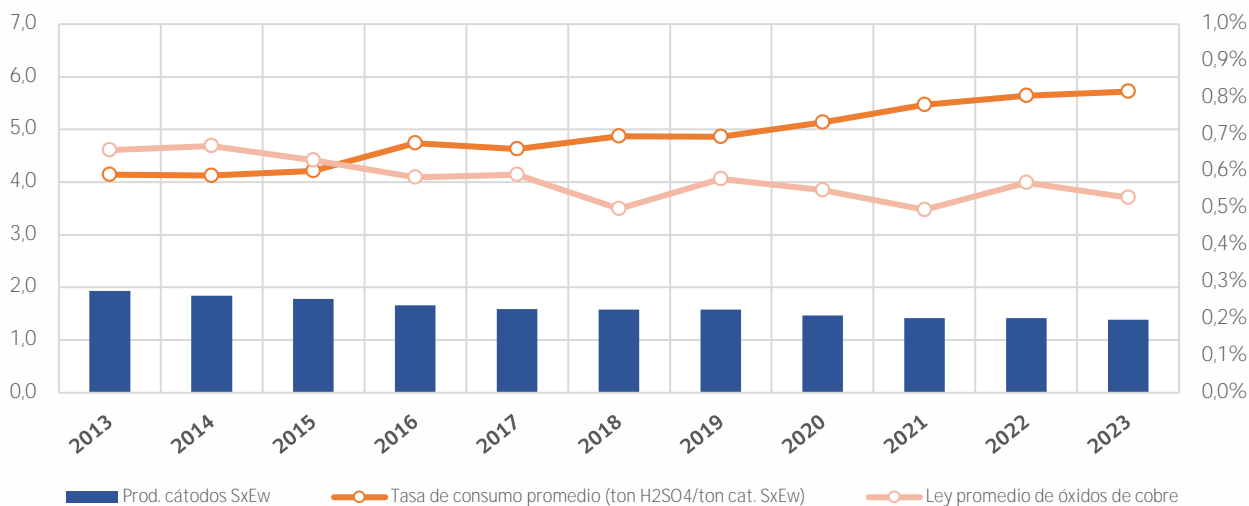
Fuente: Elaborado en Cochilco en base a información de las empresas.

La relación entre la producción de ácido sulfúrico y la producción de ánodos en fundición, conocida como la "tasa de producción unitaria de ácido sulfúrico", alcanzó las 3,64 toneladas de ácido generado por tonelada de cobre producido en FURE en 2023. Esto representa un aumento del 4,8% con respecto a 2022 y un aumento del 8,8% en comparación con 2013 (0,7% promedio anual). El aumento en la tasa de producción unitaria de ácido sulfúrico en 2023 en comparación con 2022 se explica por dos factores principales. En primer lugar, hubo un aumento en la producción de ácido sulfúrico de 46 mil toneladas (1,2%), impulsado por el incremento en la producción en la Fundición Chagres (9,9%) y Potrerillos (36,5%), lo que ayudó a mitigar la disminución en Altonorte (15,2%). Al mismo tiempo, también se registró una caída del 3,4% en la producción de cobre fundido, atribuible principalmente a la menor producción en Paipote (28,5%).

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

El indicador de consumo denominado "tasa de consumo de ácido sulfúrico" se define como las toneladas de ácido necesarias para producir, mediante un proceso hidrometalúrgico, una tonelada de cobre fino en cátodos. Una revisión histórica de este indicador se observa en la siguiente figura 2.

Figura 2: Producción cátodos SxEw, tasa de consumo de ácido y ley de óxidos promedio, 2013 - 2023



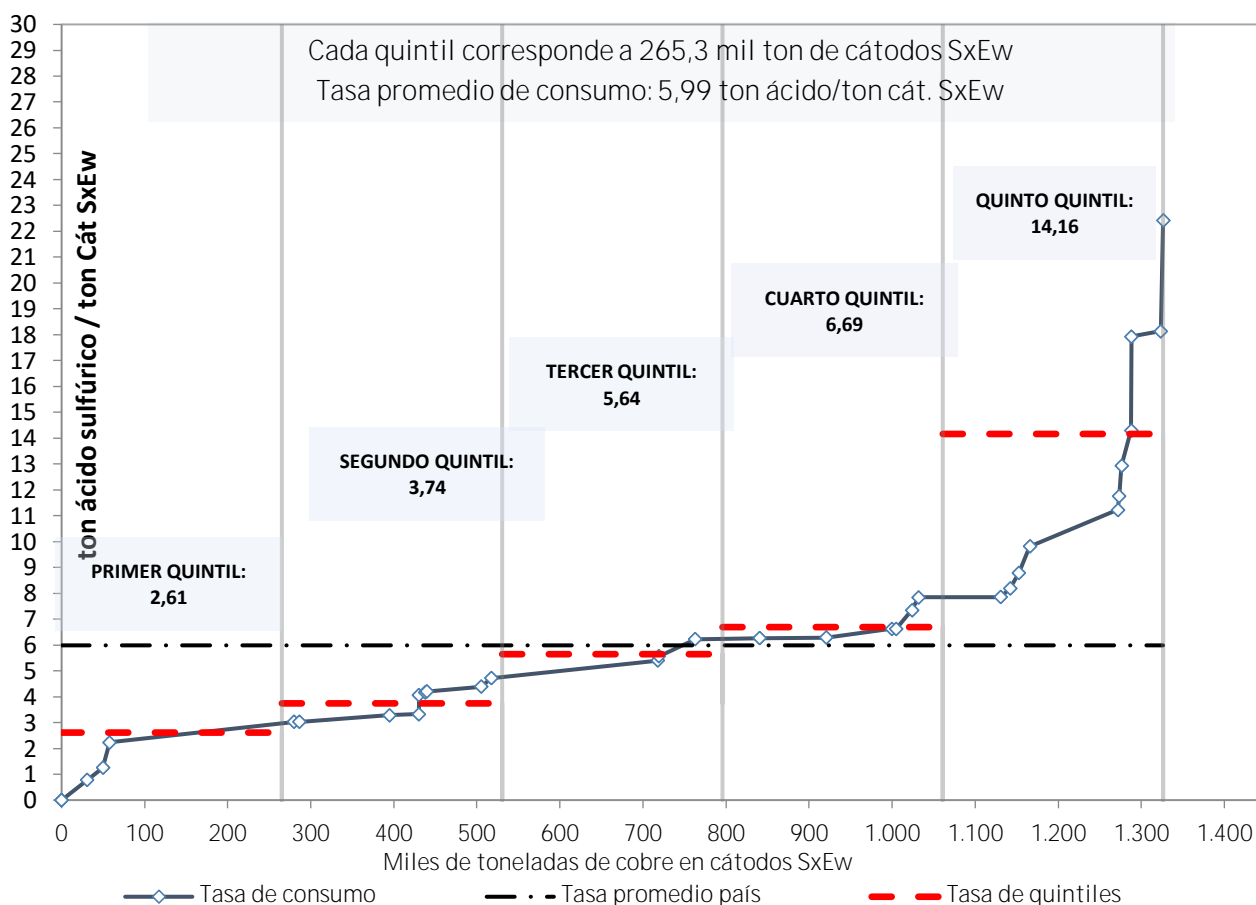
Fuente: Elaborado por Cochilco en base a información de las compañías mineras.

Como se puede observar en la figura anterior, el rendimiento hidrometalúrgico, que corresponde a una evaluación del comportamiento al alza o a la baja de la tasa de consumo², ha ido aumentando a ritmo de 3,3% promedio anual en la última década y un incremento del 1,4% entre 2022 y 2023. Asimismo, la ley promedio de mineral oxidado ha disminuido en un 1,6% promedio anual en la última década. A esto se le debe agregar que la producción de cátodos SxEw, al igual que la tasa de consumo muestra una tendencia a la baja, con una disminución del 3,3% promedio anual y una disminución de 1,7% en 2023 con respecto a 2022.

En cuanto a lo que refiere operaciones mineras, la tasa de consumo de ácido sulfúrico presenta una notable variabilidad entre diversas operaciones, con registros que oscilan entre 0,78 y 22,4 toneladas de ácido por tonelada de cátodos SxEw durante el año 2023. En la Figura 3, se exhiben un compilado de las principales operaciones mineras de cobre, ordenadas de menor a mayor tasa de consumo de ácido sulfúrico, contrastadas con su contribución productiva de cátodos SxEw. Este análisis proporciona una visión clara de las diferencias significativas en los patrones de consumo de ácido sulfúrico entre las diversas operaciones en la industria del cobre.

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

Figura 3: Relación entre la producción de cátodos SxEw y la tasa de consumo de H2SO4, año 2023



Fuente: Elaborado por Cochilco en base a información de las compañías mineras.

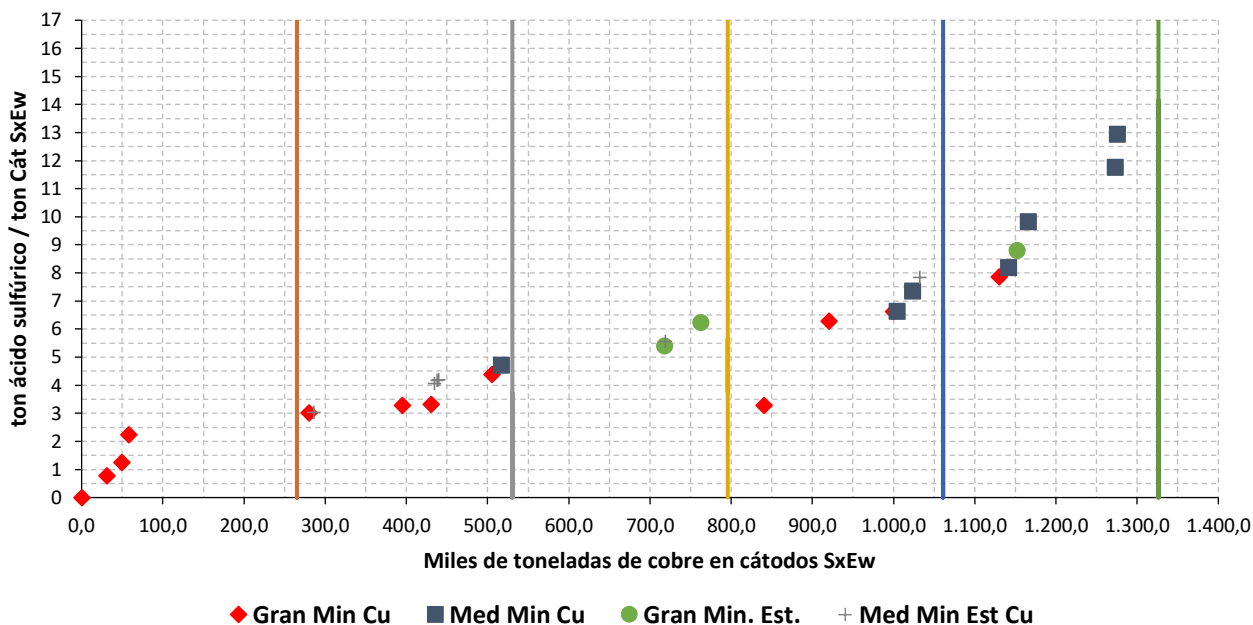
Al segmentar la producción de cátodos SxEw de 2023 en quintiles, donde cada quintil representa 265,3 kt de cobre, se puede realizar un análisis detallado de las disparidades en el consumo de ácido sulfúrico entre las 33 operaciones consideradas en la muestra³. Dentro de la muestra, 15 operaciones, que equivalen al 54,2% de la producción total de cátodos SxEw en 2023, se sitúan por debajo de la tasa promedio nacional de consumo, establecida en 5,99 toneladas de ácido sulfúrico por tonelada de cobre contenido en cátodos SxEw, abarcando desde el primer hasta parte del tercer quintil. De estas, ocho pertenecen a la "gran minería del cobre", ya sea de propiedad privada o estatal, mientras que las otras siete son parte de la "mediana minería", también con participación tanto privada como estatal (ver figura 4).

Por otro lado, se identifican 18 operaciones que podrían considerarse "más consumidoras", ya que se sitúan entre el cuarto y quinto quintil, presentando tasas de consumo superiores al promedio

³ Estas operaciones corresponden al 100% de la producción de cátodos SxEw del país, entre medianas y grandes empresas.

nacional. A pesar de representar aproximadamente el 45,8% de la producción nacional, estas operaciones muestran un mayor consumo de ácido sulfúrico en comparación con el resto de la industria. Esta distribución se observa en la figura 4, donde se identifican las operaciones según sean gran minería privada o estatal, o mediana minería privada o estatal.

Figura 4: Distribución de las faenas de Gran minería / Mediana minería privada y estatal respecto tasas de consumo 2023.



Fuente: Elaborado por Cochilco en base a información de las compañías mineras

En el caso de la gran minería, tanto privada como estatal, se observa que nueve operaciones, equivalentes al 54,1% de la producción de cobre en cátodos SxEw, se ubican por debajo de la tasa de consumo promedio (5,99 ton ácido/ton Cu fino). Para el caso de las medianas mineras se observa que solo seis operaciones, tanto privadas como estatales, se encuentran bajo la tasa promedio de consumo de ácido. Salvo excepciones es la gran minería privada del cobre la que presenta una mejor administración del ácido sulfúrico para producir cátodos SxEw, mientras que la minería privada del cobre cuenta con cuatro empresas en cuartil más alto haciendo de estas las que requieren de un mayor consumo de ácido. Es importante destacar que las características mineralógicas son importantes, aquellas faenas que cuente con mineralogía que contenga una ganga carbonatada, presentaran un mayor consumo de ácido sulfúrico, ya que, esta característica mineralógica contiene ciertos minerales que consumen una mayor cantidad de ácido.

2.4. Comercio exterior chileno de ácido sulfúrico, periodo 2013 – 2024⁴

El siguiente capítulo explorará el comercio exterior de ácido sulfúrico en Chile durante el período comprendido entre 2013 y 2024. Este análisis es crucial debido a la naturaleza deficitaria del mercado de ácido sulfúrico en el país, vinculada principalmente al considerable consumo derivado de la producción hidrometalúrgica de cobre. Esta dependencia hace que la industria minera chilena tenga que recurrir en gran medida a las importaciones de este insumo. Además, la logística del transporte del ácido se ve aún más desafiada por la compleja geografía de Chile. La mayor parte de la oferta interna de ácido proviene de la zona centro-sur del país, mientras que la demanda se concentra en la zona norte. Este escenario presiona a los proveedores a ubicar las importaciones lo más cerca posible de los consumidores, con el objetivo de mitigar los elevados costos de transporte.

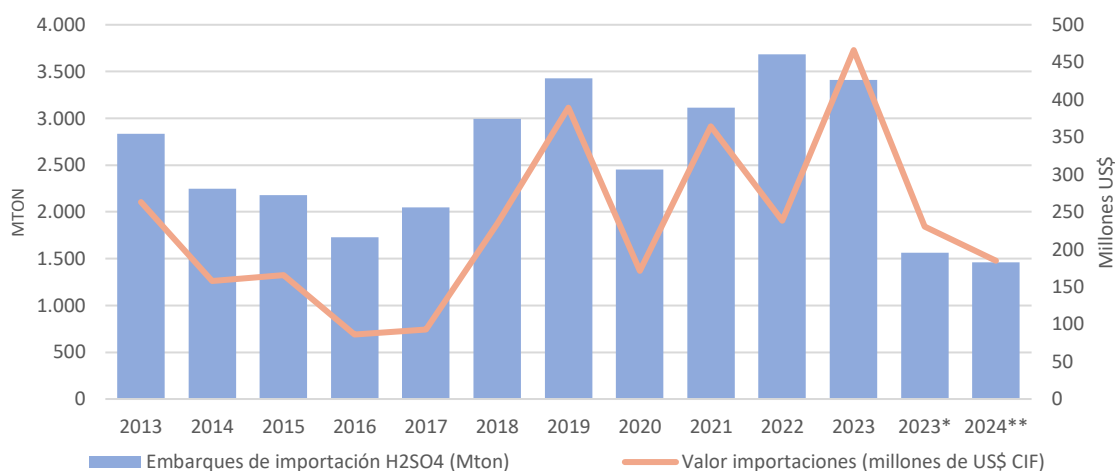
2.4.1. Importaciones de ácido sulfúrico al año 2024⁵

Se observa en 2023 una disminución de las importaciones en un 7,3% (268 miles de toneladas) en comparación con lo importado en 2022, con un total de 3.682 miles de toneladas. A mayo del presente año se registra un volumen de importaciones tal que, de seguir el ritmo promedio que lleva, podría hacer crecer al mismo nivel que el presentado en 2023 (figura 5), ya que, a mayo de 2023 se habían importado un total de 1.566 miles de toneladas, mientras que a mayo de 2024 se llevan importadas 1.459 miles de toneladas.

⁴ Valores actualizados hasta mayo 2024

⁵ Valores actualizados hasta mayo 2024

Figura 5: Evolución de las importaciones de ácido sulfúrico, periodo 2013 - 2024*



(*) Actualizado a mayo de 2023

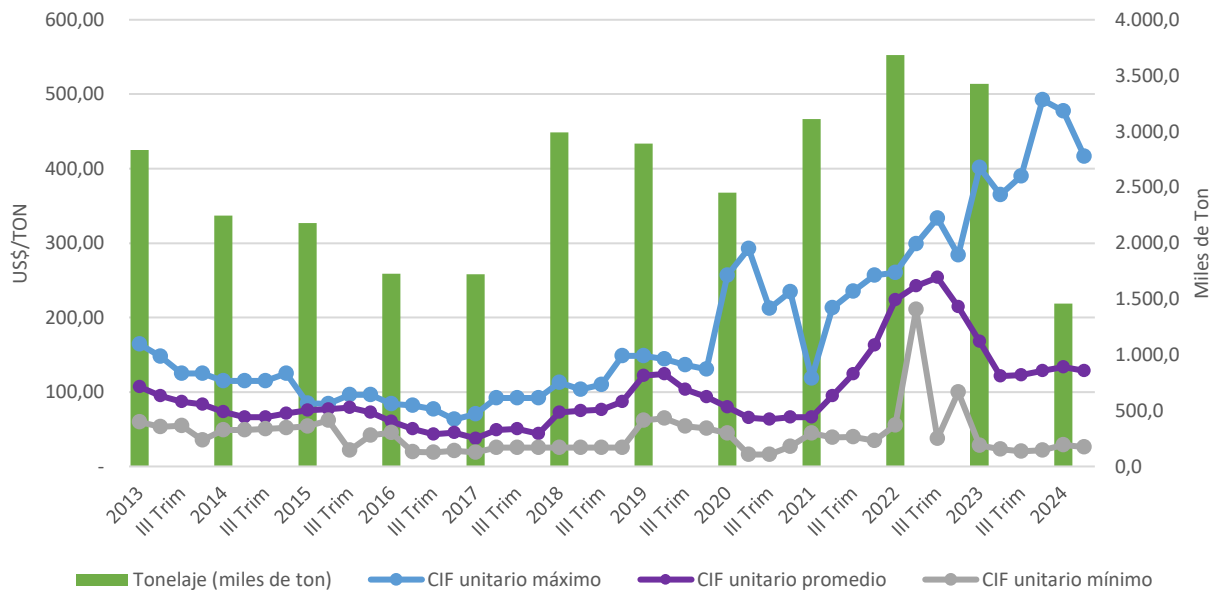
(**) Actualizado a mayo de 2024

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

A pesar de la disminución del nivel de embarques de importación, el valor CIF presentó un aumento en un 95,6% en 2023 en comparación con 2022. Cabe destacar que en 2022 se registró una disminución de valor de 34,5%. De esta manera, el CIF 2023 alcanzó su valor más alto en la última década con un total de 466 millones de US\$. A la fecha de publicación de este informe, el valor de las importaciones es 19,8% menor al acumulado a la misma fecha en 2023.

Para una evaluación más precisa de esta variable, se recomienda revisar los precios promedio trimestrales de importación de ácido sulfúrico. La Figura 6 presenta un registro de estos precios, abarcando un rango que incluye máximos, mínimos y promedios, durante el periodo que va desde el primer trimestre de 2013 hasta mayo de 2024. Este enfoque permite una comprensión más detallada de las fluctuaciones de precios a lo largo del tiempo.

Figura 6: Valor unitario del ácido sulfúrico CIF (US\$/ton) versus volumen de importaciones 2013 - 2024⁶



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

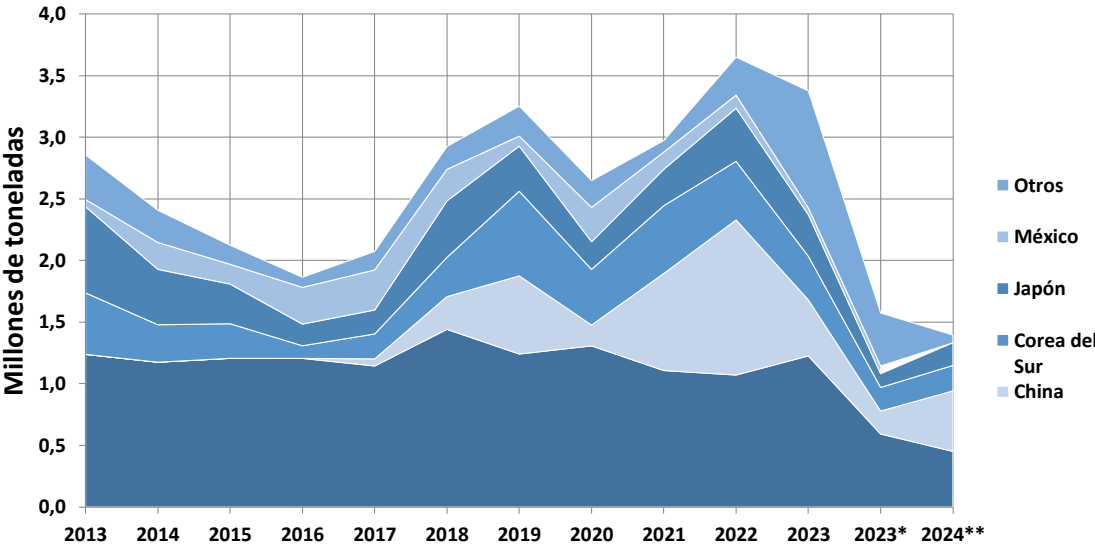
Durante 2022, se evidenció un incremento significativo en los precios del ácido sulfúrico, con un promedio anual 234,85 US\$/ton y con un valor *peak* el tercer trimestre de 2022 con un total de 253,68 US\$/ton. Este aumento marcó una tendencia al alza que viene desde el tercer trimestre de 2021. Este fenómeno se manifestó tras algunas señales de problemas en el suministro internacional del insumo a finales de 2020, impactando en la dinámica del mercado durante el año siguiente. Mientras que en 2022 se observó un alza importante en el precio influenciado principalmente por el conflicto bélico de Ucrania y Rusia y la consecuencia en la paralización de la refinación de petróleo. No obstante, durante 2023 el precio volvió a tender a la baja y alcanzar los valores previos al conflicto bélico de 2022, de esta manera el precio promedio para 2023 fue de 147,55 US\$/ton y fue el primer trimestre el que alcanzó la mejor marca de 167,70 US\$/ton. En 2024 el precio sigue cayendo y durante los dos primeros trimestres se registraron precios de 133,26 US\$/ton y 128,80 US\$/ton respectivamente. No obstante, en Julio de este año se alcanzó un valor de 156,7 US\$/ton en julio. Este incremento se debe principalmente a la escasez de ácido causada por la situación en el puerto de Mejillones, la cual se debe a problemas logísticos y de descarga en

⁶ Importaciones registradas desde el primer trimestre de 2013 a mayo de 2023, años 2013 - 2024 el total de importaciones son anuales, mientras que para 2024 corresponde a las realizadas hasta mayo del mismo año.

el puerto clave de Mejillones, que sufrió el peor período de oleaje fuerte en mucho tiempo. El período de fuertes marejadas de esta temporada comenzó a principios de diciembre de 2023, un mes antes de lo esperado, y duró hasta finales de abril de este año. Esto dio lugar a un aumento de la línea de importación y a costes de sobreestadia para los usuarios finales, lo que les disuadió de entrar en el mercado al contado. Se espera que esta situación mejore en el segundo semestre, debido a las importaciones desde China, las cuales deberían dinamizar el mercado del ácido sulfúrico en Chile.

Respecto al origen de las importaciones, las figura 7 y 8 muestran la distribución de las importaciones en cantidad (figura 7) y en participación (figura 8) de los principales países de origen.

Figura 7: Volumen y distribución de las importaciones de H2SO4 según país de origen, 2013 - 2024*

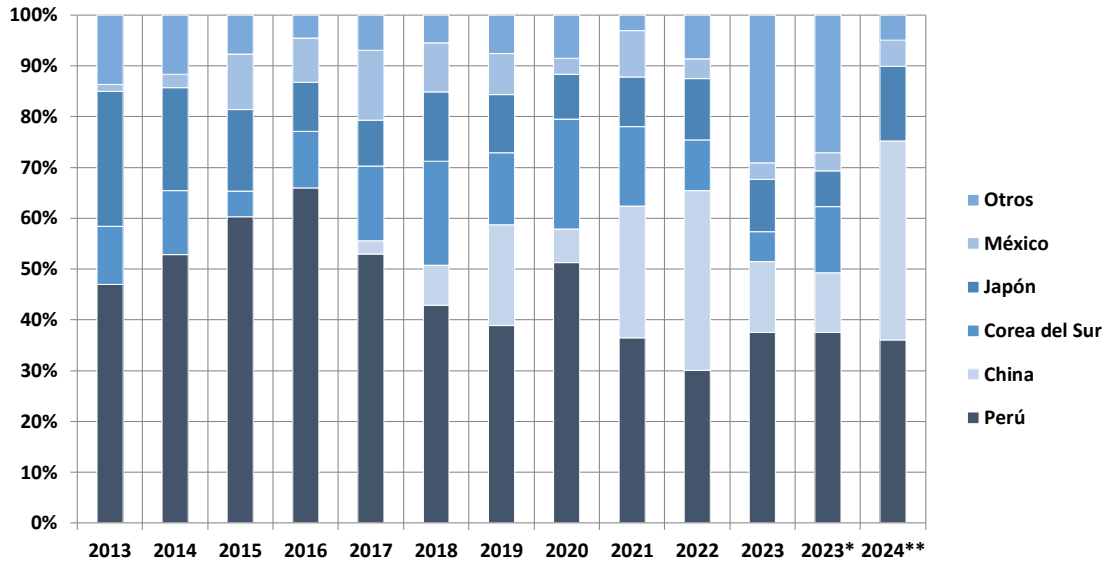


(*) Actualizado a mayo de 2023

(**) Actualizado a mayo de 2024

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

Figura 8: Volumen y distribución de las importaciones de H2SO4 según país de origen, 2014 - 2024*



(*) Actualizado a mayo de 2023

(**) Actualizado a mayo de 2024

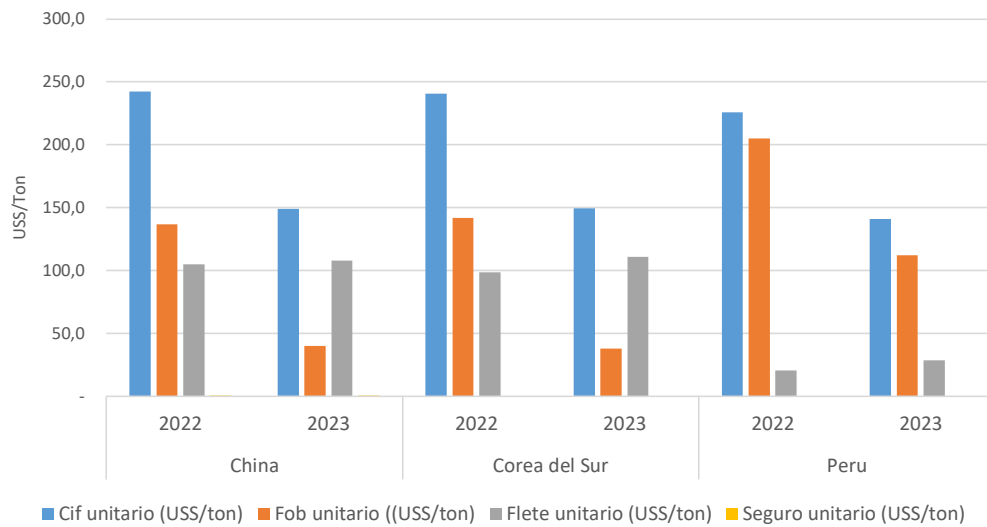
Fuente: Elaborado por Cochilco sobre la base de datos del Servicio de Aduanas.

En resumen, las importaciones en Chile estuvieron dominadas por Perú (35,8% en 2023, al igual como lo ha estado en los últimos 10 años), seguida por China (13,3%) y Corea del sur (10,3%). Con respecto a lo trascendido en 2024⁷ las importaciones siguen marcando la misma tendencia en el caso de Perú con un total de 31% de participación, no obstante China cuenta con un total de 33,6%.

Al analizar los componentes del CIF en la figura 9, se observa el comportamiento del valor FOB, Flete y Seguro para China, Perú y Corea del Sur durante 2022 y 2023. En promedio, el CIF unitario disminuyó un 38% promedio anual en los países analizados. Para los países asiáticos, esta disminución se atribuye principalmente a la caída en el valor del flete unitario, que registró un descenso promedio del 72% promedio. En el caso de Perú, la reducción se explica por una disminución del 37,6% en el valor FOB unitario. Es relevante destacar que el valor CIF de Perú está influenciado por el mercado asiático. Dado que la distancia entre Perú y Chile es considerablemente menor (Con respecto a los países asiáticos), el costo del flete es más bajo y no experimenta las mismas fluctuaciones que afectan a los países asiáticos. Como resultado, el flete tiende a ser un valor constante en Perú, lo que implica que el FOB es el componente que más varía para ajustar los costos y mantenerse competitivo en el mercado.

⁷ Datos actualizados hasta mayo 2024

Figura 9: Detalle CIF China, Perú y Corea del Sur para 2022 y 2023.



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

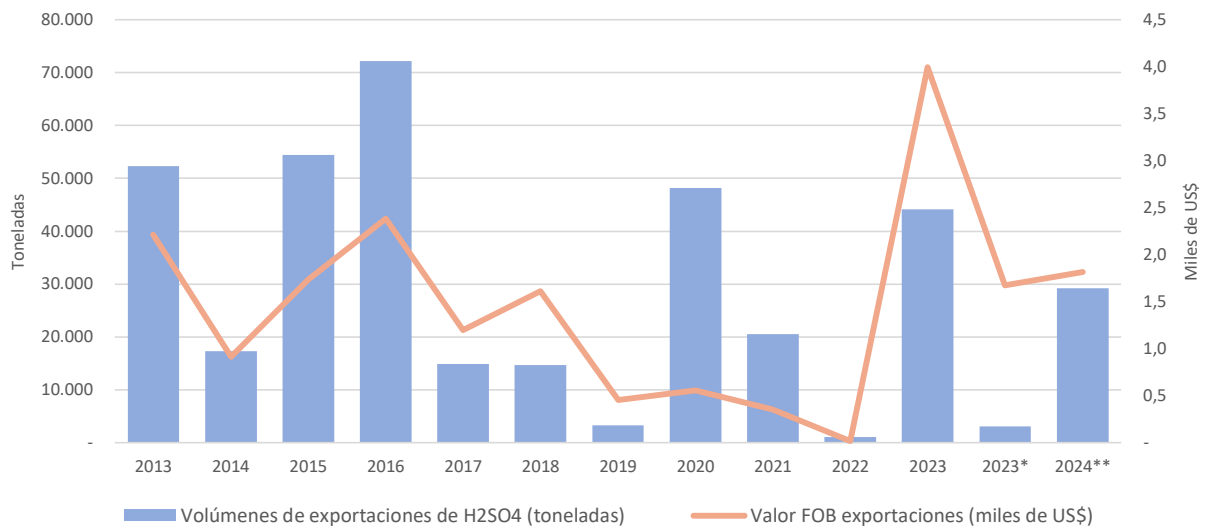
2.4.2. Exportaciones de ácido sulfúrico al año 2024⁸

Durante el año 2022, las exportaciones de ácido sulfúrico totalizaron 1062,8 toneladas, mientras que, en el año 2023, se exportaron 44.125,2 toneladas y hasta mayo de 2024, se han exportado 29.171,9 toneladas de ácido sulfúrico, si se compara con el nivel de exportaciones al mismo mes de 2023, hasta la fecha se han exportado 26.104,2 toneladas más por sobre mayo 2023. Si en 2023 el 86% de estas exportaciones tuvo como destino Perú, en 2024 no ha habido exportaciones al país vecino y ha sido Brasil (37,0%) y Bolivia los principales destinos de exportación (13,8%).

La evolución de las exportaciones de ácido sulfúrico en el último decenio, tanto en términos de volumen como de valor FOB, se presenta en la Figura 10.

⁸ Datos actualizados hasta mayo 2024

Figura 10: Evolución de las exportaciones de ácido sulfúrico, periodo 2013 - 2024*



(*) Actualizado a mayo de 2023

(**) Actualizado a mayo de 2024

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

3. Proyección del mercado del ácido sulfúrico en Chile, 2024 - 2033

En este capítulo, se busca inicialmente analizar las fluctuaciones observadas en las proyecciones de consumo y producción de ácido sulfúricos reportados por las compañías para el próximo decenio. Este análisis se complementa con una revisión detallada del balance nacional del mercado del ácido y, finalmente, se presenta de manera general el balance regional de este insumo con miras hacia el 2033.

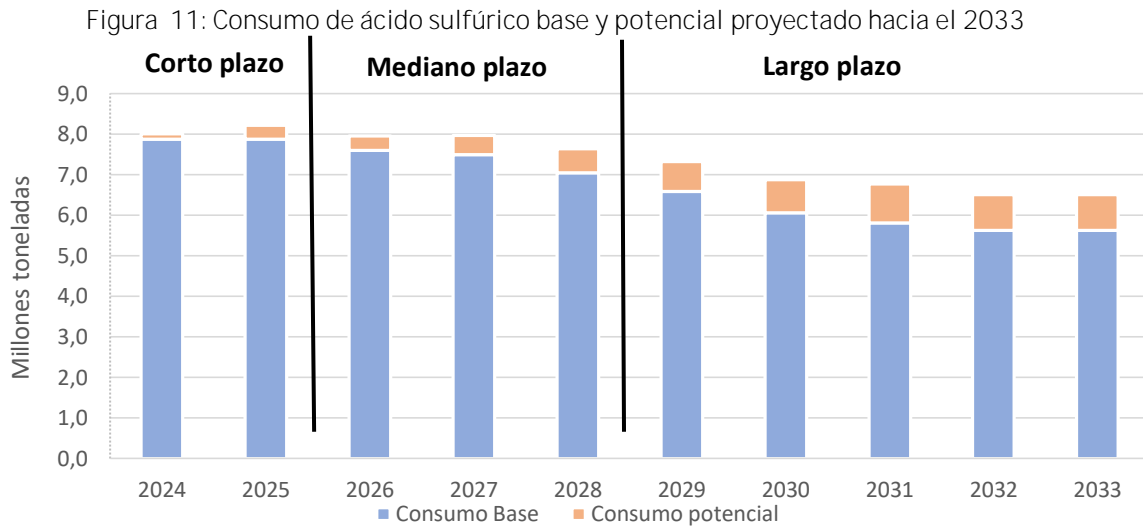
Es fundamental destacar que el mercado del ácido sulfúrico en Chile ha sido altamente dependiente en las últimas décadas de las fluctuaciones internas entre la capacidad productiva del insumo y el consumo interno. Este último depende de la creación de reservas económicamente extraíbles, las cuales, a su vez, están vinculadas a la solidez del precio del cobre.

3.1. Comportamiento del consumo de ácido sulfúrico

Según los datos recopilados, el consumo base⁹ se mantiene estable en el corto plazo (2024 - 2025), manteniendo el consumo promedio en 7,88 millones de toneladas lo que implica un descenso de 6,2% con respecto a lo demandado en 2023. En el mediano plazo (2026 - 2028), se observa un descenso constante del consumo base para terminar con un valor de 7,05 millones de toneladas en 2028 lo que equivale a una disminución de 7,0% promedio anual. Esto se da debido a cambios que se dan en el periodo, por ejemplo, en 2027: se da el potencial fin de vida útil de las líneas hidrometalurgias traduciéndose en -166 mil toneladas, además de disminuciones en el consumo de faenas que se encuentran en los últimos años de vida útil (-193 mil toneladas de ácido sulfúrico). En el largo plazo (2029 - 2033), el consumo base sufrirá una caída, desde las cifras esperadas para 2028 hasta los 5,62 millones de toneladas estimadas para 2033, una caída de 20,2% en el periodo, con un 8,4% promedio anual. Esto último fundamentado principalmente al potencial cierre en 2029 de líneas de óxidos, eliminando así en 892,1 mil toneladas la demanda, no obstante, las empresas se encuentran en evaluación de proyectos que podrían cambiar este panorama.

Con respecto al consumo potencial, es decir, aquellos futuros proyectos que podrían ser consumidores del insumo, en el corto plazo no se observan mayores cambios, debido a que no existen grandes proyectos que inicien en este periodo y afecten en gran medida al consumo, por ende, en 2025 se esperaría un consumo de 8,21 millones de toneladas. En el mediano plazo (2026-2028), por otra parte, aquellos proyectos potenciales, lograrían amortiguar la caída del consumo base en el periodo, adicionando 360 y 580 mil toneladas en 2026 y 2028 respectivamente. De todas maneras, el consumo presentaría una disminución promedio anual de 2,4%. Los nuevos consumos que influyen en el crecimiento en este periodo son provenientes de la reapertura potencial de Sagasca, junto a la entrada en operación de los proyectos Marimaca, Diego de Almagro, Costa Fuego (Ex Productora), Playa verde y la línea de óxidos de Rajo Inca de la División Salvador de Codelco. Finalmente, en el largo plazo (2029 a 2033), si bien se agregan al consumo 390 mil toneladas de consumo de ácido provenientes del proyecto Polo Sur y de la plena operación de Marimaca, el consumo seguirá a la baja con una caída de promedio anual 3,1% en el periodo, con una demanda máxima de 6,50 millones de toneladas hacia el 2033.

⁹ 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.

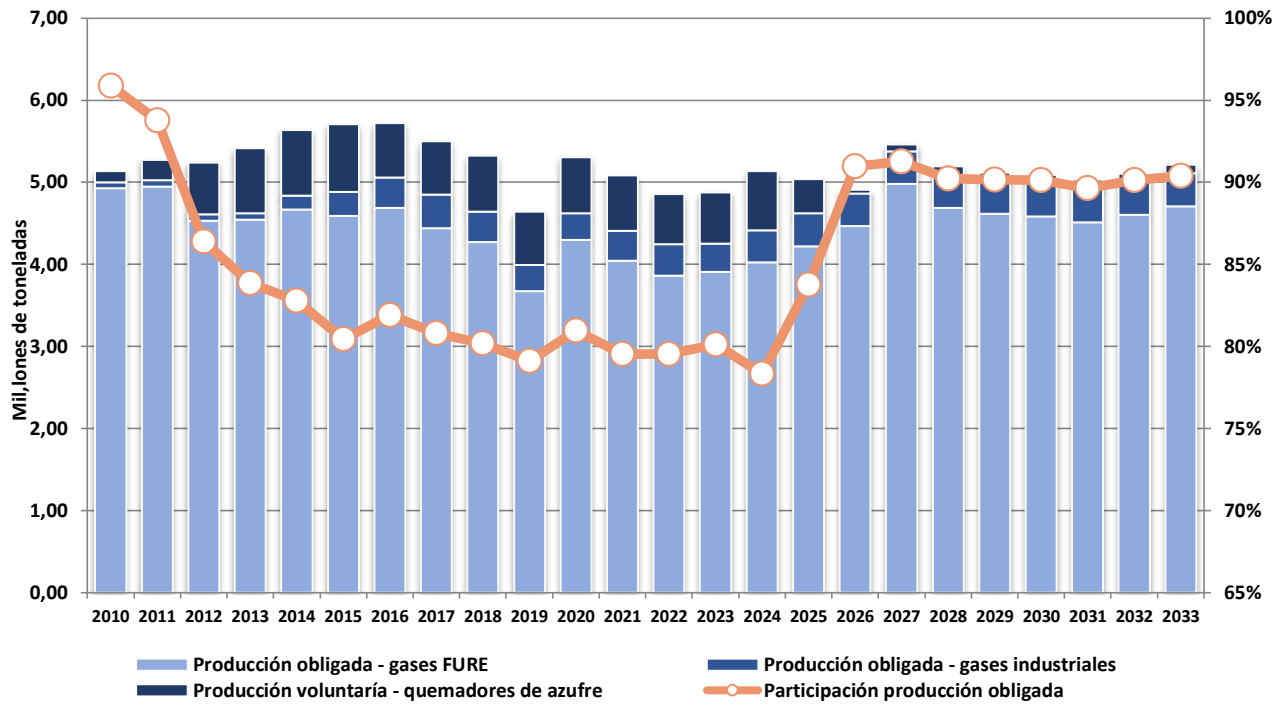


3.2. Comportamiento de la producción de ácido sulfúrico

La producción de ácido sulfúrico se atribuye principalmente a la captación de gases sulfurosos, tanto en la industria del cobre como en otros complejos metalúrgicos del país. En la última década, este sector ha experimentado una tendencia al alza en la producción de ácido sulfúrico, alcanzando su punto máximo hacia el 2016 con 5,72 millones de toneladas de este compuesto. Después de ese año, se observó un ajuste a la baja hasta el 2019 (4,64 millones de toneladas), seguido por un reinicio de un crecimiento acelerado a partir del 2020, para luego mantenerse por 2021 y luego volver a disminuir en 2022. En 2023 no tuvo mayor variación con respecto a 2022 y la producción de ácido sulfúrico alcanzó un total de 4,88 millones de toneladas, donde 3,91 millones de toneladas de ácidos provienen de la captación de gases sulfurosos (producción obligada), 0,35 millones de toneladas de gases industriales y 0,62 millones de toneladas del compuesto proviene de producción voluntaria (quemadores de azufre).

De esta manera, los antecedentes recopilados indican que la producción obligada en 2024 alcance un 78,3% de participación en la producción total de ácido sulfúrico. Para 2033 se estima que la participación de la producción obligada alcance el 91,2% alcanzando su máximo en 2027 con 91,3%.

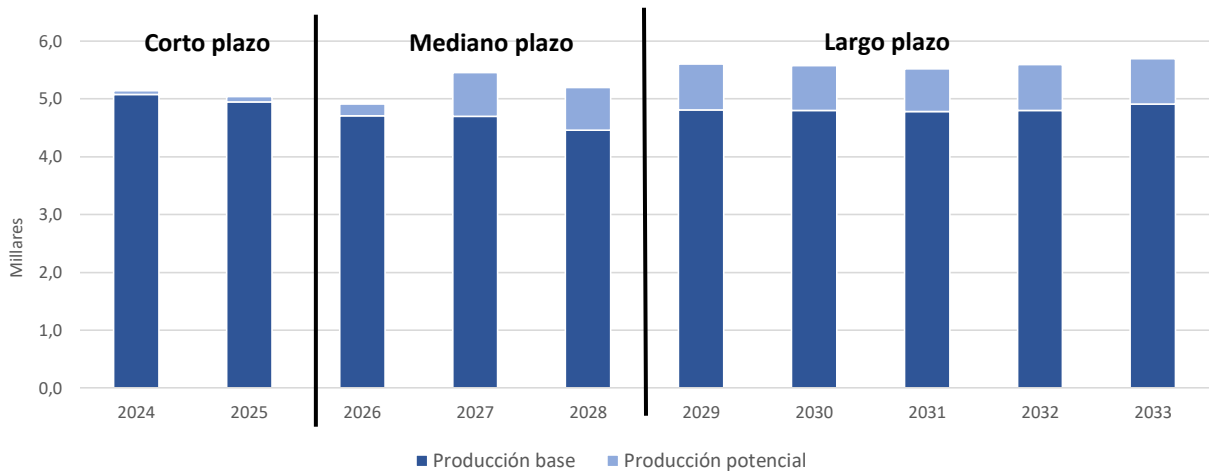
Figura 12: Composición histórica y proyectada del origen de la producción de H2SO4 en Chile.



Fuente: Elaborado por Cochilco

La tendencia de la producción de ácido se analiza, como todos los años, en tres periodos, como se observa en la figura 13.

Figura 13: Producción base y potencial proyectada a 2033.



Fuente: Elaborado por Cochilco

- i. En el corto plazo (2024-2025), se anticipa un incremento del 4,2% en la producción base para el año 2024 en comparación con 2023, impulsado por la recuperación productiva de instalaciones como Altonorte, Potrerillos y Chuquicamata. Es importante destacar que la producción esperada para 2023 no se alcanzó, resultando en cifras menores a las proyectadas. Por lo tanto, se espera que en 2024 se logren los niveles de producción previstos, con mejoras en Chuquicamata y un desempeño mejorado en Paipote y Caletones. No obstante, para 2025 se proyecta una leve disminución del 2,5% en la producción de ácido sulfúrico.
- ii. En el mediano plazo (2026-2028), se anticipa una disminución promedio anual de la producción base de alrededor del 3,4%. No obstante, si los proyectos potenciales se concretan, la producción podría aumentar en un 1,2% promedio anual durante este periodo, con un impacto más significativo en 2027, con una producción potencial de 5,46 millones de toneladas. Aunque se prevén incrementos importantes en Altonorte, Potrerillos y Caletones, las actuales negociaciones de NORACID para continuar operando generan incertidumbre. Si NORACID cesa sus operaciones, se estima que se retirarán del mercado alrededor de 660 mil toneladas de ácido sulfúrico, lo que afectaría considerablemente el suministro durante este periodo.
- iii. En el largo plazo (2029-2033), se proyecta una producción constante de ácido sulfúrico, alcanzando los 5,7 millones de toneladas en 2033 (considerando tanto la producción base como la potencial). Durante este periodo, la producción promedio de 5,6 millones de toneladas se mantendrá gracias a la contribución de Potrerillos, Altonorte, Chuquicamata, Caletones, Fundición Chagres y la posible producción plena de Nueva Paipote.

3.3. Balance del mercado chileno del ácido sulfúrico al año 2033

A continuación, se muestra el balance nacional del ácido sulfúrico (Anexo 1. Metodología), bajo tres escenarios: corto plazo (2024 - 2025), mediano plazo (2026 - 2028) y largo plazo (2029 - 2033).

Tabla 4: Balance del mercado del ácido sulfúrico en Chile (2024 - 2033)

| PERFILES | CORTO PLAZO | | MEDIANO PLAZO | | | | LARGO PLAZO | | | |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 |
| CASO BASE | | | | | | | | | | |
| (+) Producción Base | 5.077,8 | 4.950,1 | 4.711,5 | 4.701,4 | 4.454,7 | 4.813,5 | 4.797,8 | 4.782,1 | 4.802,5 | 4.907,7 |
| (-) Consumo Base | 7.873,2 | 7.879,3 | 7.596,3 | 7.497,2 | 7.051,0 | 6.589,4 | 6.056,2 | 5.809,2 | 5.628,8 | 5.624,3 |
| Balance Caso Base | -2.795,4 | -2.929,2 | -2.884,8 | -2.795,8 | -2.596,2 | -1.775,9 | -1.258,4 | -1.027,2 | -826,3 | -716,6 |
| CASO PRODUCCIÓN MÁXIMA | | | | | | | | | | |
| (+) Producción máxima (Base+Potencial) | 5.137,8 | 5.040,1 | 4.911,1 | 5.458,9 | 5.193,4 | 5.603,9 | 5.575,3 | 5.520,7 | 5.593,0 | 5.698,2 |
| (-) Consumo Base | 7.873,2 | 7.879,3 | 7.596,3 | 7.497,2 | 7.051,0 | 6.589,4 | 6.056,2 | 5.809,2 | 5.628,8 | 5.624,3 |
| Balance Caso Consumo Máximo | -2.735,4 | -2.839,2 | -2.685,2 | -2.038,3 | -1.857,6 | -985,5 | -480,9 | -288,5 | -35,8 | 73,8 |
| CASO CONSUMO MÁXIMO | | | | | | | | | | |
| (+) Producción Base | 5.077,8 | 4.950,1 | 4.711,5 | 4.701,4 | 4.454,7 | 4.813,5 | 4.797,8 | 4.782,1 | 4.802,5 | 4.907,7 |
| (-) Consumo máximo (Base+Potencial) | 8.003,6 | 8.214,5 | 7.957,9 | 7.965,8 | 7.634,7 | 7.315,1 | 6.874,9 | 6.770,0 | 6.505,5 | 6.501,1 |
| Balance Caso Producción Máxima | -2.925,8 | -3.264,4 | -3.246,4 | -3.264,4 | -3.180,0 | -2.501,7 | -2.077,2 | -1.987,9 | -1.703,0 | -1.593,4 |
| CASO CONSUMO POTENCIAL | | | | | | | | | | |
| (+) Producción máxima (Base+Potencial) | 5.137,8 | 5.040,1 | 4.911,1 | 5.458,9 | 5.193,4 | 5.603,9 | 5.575,3 | 5.520,7 | 5.593,0 | 5.698,2 |
| (-) Consumo máximo (Base+Potencial) | 8.003,6 | 8.214,5 | 7.957,9 | 7.965,8 | 7.634,7 | 7.315,1 | 6.874,9 | 6.770,0 | 6.505,5 | 6.501,1 |
| Balance Caso Consumo Potencial | -2.865,8 | -3.174,4 | -3.046,8 | -2.506,9 | -2.441,3 | -1.711,2 | -1.299,7 | -1.249,2 | -912,6 | -802,9 |

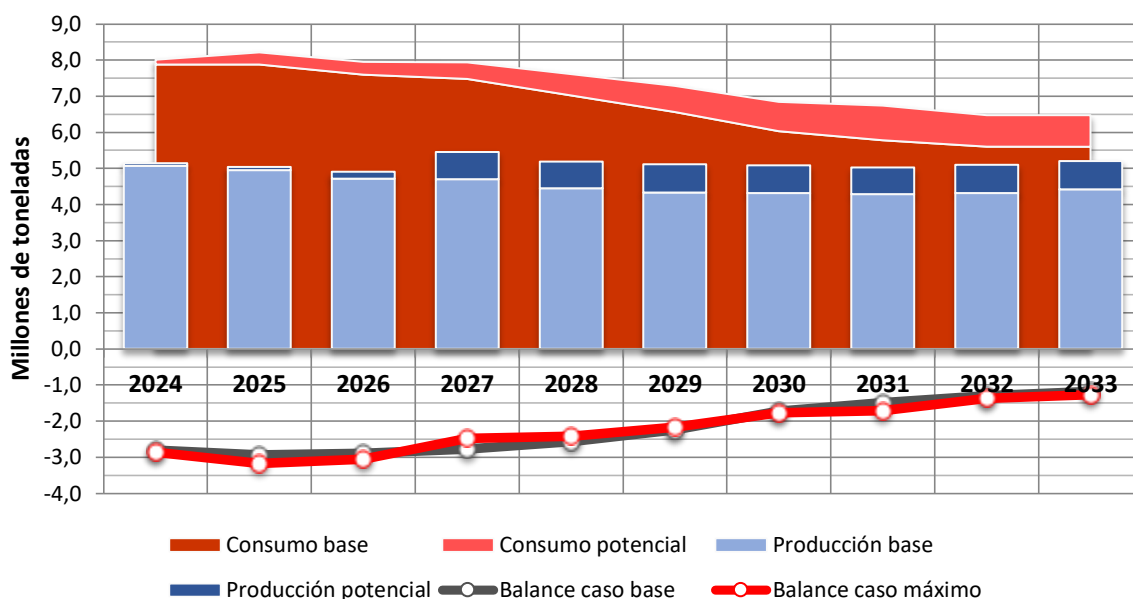
Fuente: Elaborado por Cochilco, en base a los antecedentes proporcionados por emp. Productoras y consumidoras a mayo 2024

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

3.3.1. Análisis nacional del mercado del ácido sulfúrico

Para realizar el análisis del balance futuro hacia 2033 del mercado del ácido sulfúrico en Chile, bajo los cuatro escenarios posibles mostrados anteriormente, es necesario graficarlos según su disposición temporal.

Figura 14 : Balances del mercado chileno del ácido sulfúrico 2024 - 2033



Fuente: Elaborado en Cochilco

En la figura 14 se presentan dos tipos de balance. El primero considera el caso base, que refleja la situación actual de producción y consumo de ácido sulfúrico, incluyendo el cierre de la fundición Paipote en 2024. El segundo tipo de balance contempla la entrada de nuevos proyectos y expansiones de operaciones de hidrometalurgia (caso máximo). Se destaca en el primer escenario, que el mayor déficit se proyecta para los años 2025 y 2026, cuando será necesario importar 2,9 y 2,8 millones de toneladas respectivamente para abastecer el mercado. En el segundo escenario (caso máximo), el déficit aumenta a 3,2 y 3,0 millones de toneladas respectivamente para los mismos años.

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 (2024-2025): Balance deficitario, el cual pasa de 2,80 millones de toneladas en 2024 a 2,93 millones de toneladas el 2025 (4,8%), el cual está fundamentado por una caída de producción base de ácido sulfúrico (2,5%).
 - ii En el mediano plazo (2026-2028): Se proyecta una disminución del 3,6% en el consumo base promedio y del 3,4% en la producción. Estas caídas ayudan a mantener el déficit en

niveles manejables durante el periodo analizado. No obstante, será necesario importar 2,6 millones de toneladas para satisfacer la demanda al final del periodo.

iii Largo plazo (2029-2033): Durante este periodo, se espera que la oferta de ácido sulfúrico se mantenga estable, con un promedio de 4,8 millones de toneladas anuales. Sin embargo, el consumo proyectado disminuirá significativamente, de 6,6 millones de toneladas en 2029 a 5,6 millones de toneladas en 2033, una caída del 14,6% en el periodo a un ritmo de 4,4% promedio anual. Aunque esta reducción en el consumo no eliminará completamente el déficit, sí reducirá la necesidad de importaciones, que bajarán de 1,78 millones de toneladas en 2029 a 0,72 millones de toneladas en 2033.

b. Balance caso máximo:

i Corto plazo (2024-2025): En este periodo, se proyecta un incremento del 4,0% promedio anual en el balance deficitario, principalmente debido al aumento en el consumo impulsado por proyectos potenciales. El consumo se eleva de 7,9 millones de toneladas (caso base) a 8,2 millones de toneladas en 2025, mientras que la oferta se mantiene relativamente constante con un valor de 5,1 millones de toneladas promedio anual. Como resultado, el periodo cierra con un déficit de 3,2 millones de toneladas.

ii Mediano plazo (2026-2028): La oferta aumenta en promedio anual un 1,2%, mientras que la demanda disminuye 5,3% en promedio, presionando a una disminución del déficit del insumo en 8,1% promedio anual en el periodo de análisis. Este periodo cierra con un balance deficitario de 2,4 millones de toneladas hacia 2028.

iii Largo plazo (2029-2033): Durante este periodo, no se logra cambiar el balance deficitario a excedentario, similar al caso base, desplazándose más allá del periodo de análisis. Sin embargo, el déficit disminuye notablemente, pasando de 2,4 millones de toneladas en 2028 a 0,8 millones de toneladas en 2033. La persistencia del déficit se debe a proyectos que han extendido sus vidas útiles respecto a lo registrado en el informe anterior, posponiendo el cambio de balance. A pesar de esta extensión de vida útil, el consumo será menor con una disminución promedio anual del 3,1%, mientras que la producción se mantendrá relativamente constante, con un valor promedio anual de 5,3 millones de toneladas, contribuyendo así a la reducción del déficit durante este periodo.

3.3.2. Análisis regional del mercado del ácido sulfúrico

La disparidad geográfica en el mercado nacional del ácido sulfúrico emerge como un elemento significativo al abordar la logística de adquisición del insumo y los costos asociados al transporte y manejo de esta sustancia catalogada como peligrosa al ser trasladada de una ubicación a otra. Una comprensión más precisa de esta asimetría se destaca en la Tabla 5.

Tabla 5: Balances regionales del mercado del H2SO4 en Chile, en miles de toneladas (2024 - 2033).

| ESCENARIOS REGIONALES | PERÍODOS | CORTO PLAZO | | MEDIANO PLAZO | | | | LARGO PLAZO | | | |
|---|----------|-------------|---------|---------------|---------|---------|---------|-------------|---------|---------|---------|
| | | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 |
| CASO BASE REGIONES TARAPACÁ Y ARICA - PARINACOTA | | | | | | | | | | | |
| (+) Producción Base | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| (-) Consumo Base | | 146,6 | 140,4 | 140,7 | 139,8 | 127,1 | 110,8 | 104,5 | 102,4 | 101,3 | 101,3 |
| Balance Caso Base regiones XV y I | | -146,6 | -140,4 | -140,7 | -139,8 | -127,1 | -110,8 | -104,5 | -102,4 | -101,3 | -101,3 |
| CASO POTENCIAL REGIONES TARAPACÁ Y ARICA - PARINACOTA | | | | | | | | | | | |
| (+) Producción Base | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| (+) Producción Potencial | | 60,0 | 90,0 | 50,0 | 80,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| (+) Producción máxima regional (Base+Potencial) | | 60,0 | 90,0 | 50,0 | 80,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| (-) Consumo Base | | 146,6 | 140,4 | 140,7 | 139,8 | 127,1 | 110,8 | 104,5 | 102,4 | 101,3 | 101,3 |
| (-) Consumo Potencial | | 0,0 | 33,0 | 49,0 | 56,0 | 59,0 | 51,0 | 44,0 | 56,0 | 32,0 | 32,0 |
| (-) Consumo máximo regional (Base+Potencial) | | 146,6 | 173,4 | 189,7 | 195,8 | 186,1 | 161,8 | 148,5 | 158,4 | 133,3 | 133,3 |
| Balance Caso Potencial regiones XV y I | | -86,6 | -83,4 | -139,7 | -115,8 | -86,1 | -61,8 | -48,5 | -58,4 | -33,3 | -33,3 |
| CASO BASE REGIÓN DE ANTOFAGASTA | | | | | | | | | | | |
| (+) Producción Base | | 2854,7 | 2645,0 | 2404,1 | 2317,3 | 2082,8 | 2414,1 | 2324,7 | 2403,4 | 2348,3 | 2399,4 |
| (-) Consumo Base | | 6532,2 | 6507,3 | 6147,1 | 6196,7 | 5765,5 | 5381,6 | 4856,8 | 4840,9 | 4672,8 | 4643,3 |
| Balance Caso Base II región | | -3677,6 | -3862,2 | -3743,0 | -3879,4 | -3682,7 | -2967,4 | -2532,1 | -2437,4 | -2324,5 | -2243,9 |
| CASO POTENCIAL REGION DE ANTOFAGASTA | | | | | | | | | | | |
| (+) Producción Base | | 2854,7 | 2645,0 | 2404,1 | 2317,3 | 2082,8 | 2414,1 | 2324,7 | 2403,4 | 2348,3 | 2399,4 |
| (+) 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) | | 2854,7 | 2645,0 | 2404,1 | 2317,3 | 2082,8 | 2414,1 | 2324,7 | 2403,4 | 2348,3 | 2399,4 |
| (-) Consumo Base | | 6532,2 | 6507,3 | 6147,1 | 6196,7 | 5765,5 | 5381,6 | 4856,8 | 4840,9 | 4672,8 | 4643,3 |
| (-) Consumo Potencial | | 25,0 | 54,0 | 54,0 | 154,0 | 294,0 | 444,0 | 544,0 | 674,0 | 674,0 | 674,0 |
| (-) Consumo máximo regional (Base+Potencial) | | 6557,2 | 6561,3 | 6201,1 | 6350,7 | 6059,5 | 5825,6 | 5400,8 | 5514,9 | 5346,8 | 5317,3 |
| Balance Caso Potencial II región | | -3702,6 | -3916,2 | -3797,0 | -4033,4 | -3976,7 | -3411,4 | -3076,1 | -3111,4 | -2998,5 | -2917,9 |

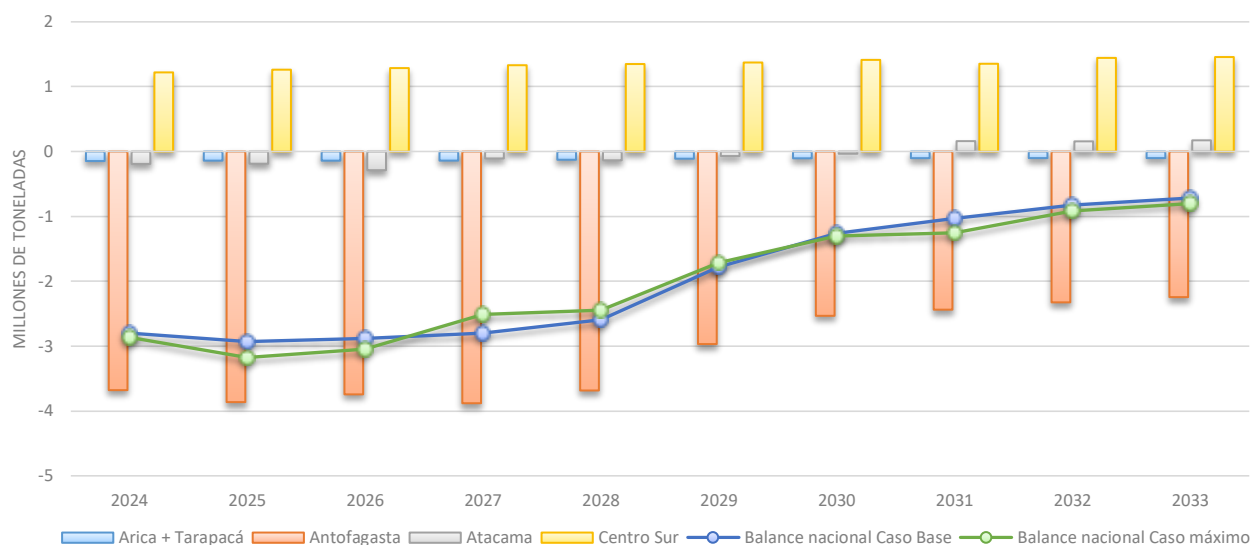
| | | | | | | | | | | |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| CASO BASE REGIÓN DE ATACAMA | | | | | | | | | | |
| (+) Producción Base | 578,8 | 615,8 | 606,0 | 645,9 | 615,3 | 613,0 | 646,2 | 612,6 | 597,4 | 638,3 |
| (-) Consumo Base | 769,4 | 803,7 | 893,1 | 752,6 | 750,2 | 682,5 | 680,5 | 452,5 | 440,8 | 465,9 |
| Balance Caso Base III región | -190,7 | -187,8 | -287,1 | -106,7 | -134,9 | -69,5 | -34,3 | 160,1 | 156,6 | 172,4 |
| CASO POTENCIAL REGION DE ATACAMA | | | | | | | | | | |
| (+) Producción Base | 578,8 | 615,8 | 606,0 | 645,9 | 615,3 | 613,0 | 646,2 | 612,6 | 597,4 | 638,3 |
| (+) Producción Potencial | 0,0 | 0,0 | 149,6 | 677,5 | 638,7 | 690,5 | 677,5 | 638,7 | 690,5 | 690,5 |
| (+) Producción máxima regional (Base+Potencial) | 578,8 | 615,8 | 755,5 | 1323,4 | 1253,9 | 1303,5 | 1323,7 | 1251,2 | 1287,8 | 1328,7 |
| (-) Consumo Base | 769,4 | 803,7 | 893,1 | 752,6 | 750,2 | 682,5 | 680,5 | 452,5 | 440,8 | 465,9 |
| (-) Consumo Potencial | 83,6 | 212,4 | 222,4 | 222,4 | 194,5 | 194,5 | 194,5 | 194,6 | 134,6 | 134,6 |
| (-) Consumo máximo regional (Base+Potencial) | 853,0 | 1016,0 | 1115,4 | 975,0 | 944,7 | 877,1 | 875,0 | 647,1 | 575,3 | 600,5 |
| Balance Caso Potencial III región | -274,3 | -400,2 | -359,9 | 348,4 | 309,2 | 426,4 | 448,7 | 604,2 | 712,5 | 728,3 |
| CASO BASE REGIONES CENTRO-SUR | | | | | | | | | | |
| (+) Producción Base | 1644,4 | 1689,3 | 1701,4 | 1738,3 | 1756,7 | 1786,3 | 1826,9 | 1766,0 | 1856,8 | 1870,0 |
| (-) Consumo Base | 425,0 | 427,9 | 415,5 | 408,2 | 408,2 | 414,4 | 414,4 | 413,5 | 413,9 | 413,8 |
| Balance Caso Base regiones centro-sur | 1219,4 | 1261,4 | 1286,0 | 1330,1 | 1348,5 | 1371,8 | 1412,4 | 1352,5 | 1442,9 | 1456,2 |
| CASO POTENCIAL REGIONES CENTRO-SUR | | | | | | | | | | |
| (+) Producción Base | 1644,4 | 1689,3 | 1701,4 | 1738,3 | 1756,7 | 1786,3 | 1826,9 | 1766,0 | 1856,8 | 1870,0 |
| (+) 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) | 1644,4 | 1689,3 | 1701,4 | 1738,3 | 1756,7 | 1786,3 | 1826,9 | 1766,0 | 1856,8 | 1870,0 |
| (-) Consumo Base | 425,0 | 427,9 | 415,5 | 408,2 | 408,2 | 414,4 | 414,4 | 413,5 | 413,9 | 413,8 |
| (-) Consumo Potencial | 21,8 | 35,8 | 36,2 | 36,2 | 36,2 | 36,2 | 36,2 | 36,2 | 36,2 | 36,2 |
| (-) Consumo máximo regional (Base+Potencial) | 446,8 | 463,8 | 451,6 | 444,4 | 444,4 | 450,6 | 450,6 | 449,7 | 450,1 | 450,0 |
| Balance Caso Potencial regiones centro-sur | 1197,6 | 1225,5 | 1249,8 | 1293,9 | 1312,3 | 1335,6 | 1376,3 | 1316,4 | 1406,7 | 1420,0 |

Fuente: Elaborado por Cochilco, en base a los antecedentes proporcionados por empresas productoras y consumidoras a septiembre 2023



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, 2024 - 2033, caso base y potencial.



Fuente: Elaborado en Cochilco

En el análisis de los balances regionales del mercado de ácido sulfúrico, se observa un déficit persistente en las regiones de Arica-Parinacota, Tarapacá y Antofagasta a lo largo del horizonte de estudio. En particular, en Arica y Parinacota, el cierre de las líneas de óxidos en 2031 y Quebrada Blanca (2024, región de Tarapacá) sugiere una disminución estimada de consumos cercana a las 50 mil toneladas. Sin embargo, la posible reapertura de las líneas de Sagasca en 2025 podría contrarrestar este efecto, pero aun así manteniendo así el balance en déficit. A pesar de estos ajustes, se destaca un aumento del déficit en todas las regiones en comparación con el informe del año anterior.

En el análisis de la región de Antofagasta, se destaca una marcada disminución del déficit de ácido sulfúrico desde 2027 donde alcanza su máximo de 4,0 millones de toneladas (Caso máximo). A partir de ese año, se evidencia una tendencia a la baja, disminuyendo gradualmente hasta situarse por debajo de los 3 millones de toneladas hacia el cierre del periodo de análisis. Este cambio en la dinámica del balance deficitario sugiere posibles ajustes en la oferta y demanda de ácido sulfúrico en la región, con implicaciones significativas para el mercado local. Influenciado por el cierre de línea de óxidos de algunas faenas en 2029 y la disminución de consumo de lomas bayas a partir 2031. Con relación a la región de Atacama, se identifica un saldo positivo en su balance de ácido

sulfúrico a partir del año 2031, principalmente por un menor consumo general de las faenas, no obstante, en caso de materializarse Nueva Paipote el superávit podría darse en 2027. Finalmente, la zona centro sur mantiene estables los excedentes de ácido sulfúrico, sin mayores cambios en el periodo de análisis.



4. Comentarios finales

El análisis del balance del mercado del ácido sulfúrico para la próxima década indica que la transición de un déficit a un superávit no se materializará en el periodo de estudio, en concordancia con las observaciones del informe anterior. Este fenómeno se atribuye principalmente a un escenario de precios del cobre al alza, que ha posibilitado la conversión de recursos existentes en reservas económicamente extraíbles para diversas compañías mineras en el país, prolongando la vida útil de muchos complejos hidrometalúrgicos. En adición se le debe agregar que en nivel de producción seguirá la misma ruta en el largo plazo, manteniendo el nivel de producción al menos entre 2029 y 2033.

Consumo de ácido sulfúrico en Chile

Durante el año 2023, se registró una leve disminución en el consumo de ácido sulfúrico, alcanzando un valor del 0,2% (8.393 mil toneladas frente a 8.412 mil toneladas en 2022) en comparación con el año anterior. La región de Tarapacá experimentó la mayor variación en volumen, con una disminución del consumo del 43,8% en comparación con el año 2022 (122 mil toneladas menos que el año anterior). Es importante destacar que esta región ya había sufrido una disminución del 5,2% en 2022. Estos datos subrayan la importancia regional en el consumo de ácido sulfúrico y las variaciones significativas en los patrones de consumo entre las distintas áreas geográficas. Por su parte, la región de Antofagasta destacó como la principal contribuyente al consumo, representando un considerable 81,6% del total. Su leve aumento de producción (1,5%; 103 mil toneladas de ácido sulfúrico) permitió amortiguar la caída en la región de Tarapacá.

- En el corto plazo, se proyecta una disminución del consumo base en un 3,1%, manteniendo así un balance deficitario, principalmente debido a la ausencia de proyectos nuevos en este periodo, la caída de leyes, eficiencia y últimas etapas de proyectos hidrometalúrgicos. No obstante, en caso de concretarse el proyecto de RayRock el consumo se vería menos afectado disminuyendo 1,0% promedio anual en el periodo.
- En el mediano plazo, y a pesar de la posibilidad de concretarse proyectos potenciales como la reapertura potencial de Sagasca y la puesta en marcha de proyectos como Marimaca, Diego de Almagro, Costa Fuego (anteriormente Productora) y Playa Verde, se espera para este periodo una disminución del 2,4% en el consumo total. El punto mínimo de consumo se espera en 2028, alrededor de los 7,6 millones de toneladas de ácido sulfúrico.

- Finalmente, a largo plazo (2029-2033), a pesar de sumar al consumo toneladas procedentes del proyecto Polo Sur, plena producción de cátodos de Marimarca, se prevé una disminución del consumo paulatina y constante en el tiempo, primero con una caída de del 4,2% (319 mil toneladas) en 2029, alcanzando una demanda de 7,3 millones de toneladas y continuando la tendencia descendente hasta 2033 (caída 3,1% promedio anual), donde se estima un consumo total de 6,5 millones de toneladas de ácido sulfúrico. Esto debido a cierres de líneas hidrometalúrgicas en el periodo, disminuyendo la demanda en aproximadamente 990 miles de toneladas.

Producción de ácido sulfúrico en Chile

La producción de ácido sulfúrico en Chile experimentó un leve aumento del 0,4% durante el año 2023 en comparación con el año anterior, alcanzando un total de 4.875 miles de toneladas. Este aumento estuvo fundamentado por el aumento de producción en las regiones de Atacama (21%) y Valparaíso (30,5%), las cuales representan 12,9 % y 15,4% de la producción total respectivamente. Este aumento de producción se vio opacado por la caída en la producción de las regiones de Antofagasta (6,4%) y O'Higgins (8,7%), que contribuyeron con el 49,4% y el 21,1% de la producción total, respectivamente. Este incremento se explica principalmente por el aumento de la producción en Potrerillos y en la Fundición Chagres. Mientras que las caídas en la producción se debieron principalmente a lo acontecido en Alto norte y en la División ministro Hales.

- Para el corto plazo (2024-2025) se prevé un aumento de la producción en promedio anual del 1,7%, en este periodo ocurre dos eventos, el primero se debe a que en 2024 la fundición de alto norte no debería contar con mantenciones por lo cual su nivel de producción aumentara en comparación con lo ocurrido en 2023, por su parte la división de Chuquicamata proyecta producir en 2024, un 29% por sobre lo producido en 2023. Todo esto haría aumentar la producción en un 5,4% con un total de 5,14 millones de toneladas. Por otro lado, en 2025 y ante las actuales negociaciones de NORACID, se estima una caída de producción de 1,9%
- En el mediano plazo (2026-2028) se espera en promedio anual un aumento de la producción de alrededor de 1,2%, fundamentado principalmente por el aumento de producción en 2027 (11,2%) ante la posibilidad de operación de Nueva Paipote.
- Durante el periodo comprendido entre los años 2029 y 2033 se estima que habrá una caída de producción de 1,9% en promedio, donde el mínimo se observa en 2031 con un total de 5,5 millones de toneladas de ácido sulfúrico producidas.



Balance del mercado chileno del ácido sulfúrico

El balance de caso mínimo y el balance de caso máximo siguen la misma tendencia durante el periodo de análisis, lo que varía es la magnitud de esta tendencia. Para el corto plazo se aprecia un mayor déficit en el balance del caso potencial debido a la ya mencionada consolidación de línea de óxidos de Rajo Inca de la división Salvador, playa verde, entre otros. A eso se le debe sumar el cierre de Paipote a principio de 2024, lo que genera que la oferta se va disminuida en 226 mil toneladas de ácido. De esta manera el mayor déficit se da en 2025 y 2026 con un déficit de 3,0 millones de toneladas de ácido promedio anual. Al mediano plazo el déficit va disminuyendo levemente desde 3,0 en 2026 a 2,4 millones de toneladas en 2028. Posterior a esto, el déficit disminuye en gran medida, debido al ya comentado cierre de líneas hidrometalúrgicas y que no existe nuevos proyectos en carpeta que indiquen un aumento del consumo posterior al 2030. De esta manera en 2033 el balance implicaría un estado deficitario de 0,8 millones de toneladas.

Ante la situación de déficit, se vuelve crucial la necesidad de importar ácido sulfúrico. Como se analizó en el capítulo 2.4 y en los gráficos de la figura 7, Chile ha buscado satisfacer esta demanda principalmente a través de importaciones desde Perú y, más recientemente, desde China. Por lo tanto, establecer cooperaciones logísticas con las empresas productoras de estos países podría ser beneficioso, no solo por los acuerdos que podrían garantizar el abastecimiento del mercado, sino también porque, en algunos casos, podría reducir los costos. Sin embargo, es importante considerar los nuevos proyectos en estos países que podrían afectar su oferta de ácido sulfúrico, con posibles implicaciones para el balance nacional. Un ejemplo de esto es el proyecto Tía María de Southern Copper Corporation en la provincia de Islay, Arequipa. Este proyecto, que cuenta con todas las licencias y permisos requeridos por el Estado Peruano, busca extraer 650,72 millones de toneladas métricas de material de cobre oxidado en sus dos yacimientos (La Tapada y Tía María), lo que podría reducir la cantidad de ácido disponible para importar desde Perú.

Como se mencionó en capítulos anteriores, la tasa de consumo irá aumentando, lo que implica un mayor consumo de ácido sulfúrico para producir la misma cantidad de cátodos. Además, la logística del transporte del ácido se ve aún más desafiada por la compleja geografía de Chile. La mayor parte de la oferta interna de ácido proviene de la zona centro-sur del país, mientras que la demanda se concentra en la zona norte. Este escenario presiona a los proveedores a ubicar las importaciones lo más cerca posible de los consumidores, con el objetivo de mitigar los elevados costos de transporte. Por estos motivos, es crucial fortalecer el mercado nacional estableciendo acuerdos con las productoras locales para asegurar un suministro continuo y buscar, a través de convenios, el aumento de la producción. Esta medida permitiría disminuir costos en el transporte de ácido sulfúrico, sobre todo para regiones como la de Antofagasta que en 2023 requirió importar 4.443



miles de toneladas de ácido. Es similar el caso del ácido sulfúrico que se obtiene como subproducto del proceso de refinación; Incentivar la implementación de procesos más eficientes podría aumentar el nivel de producción de este subproducto. Por último, y no menos importante, es fundamental incentivar la innovación en la producción de cátodos para disminuir las tasas de consumo futuro y así reducir el estado de déficit.

Precio del ácido sulfúrico

El valor CIF se vio fuertemente disminuido en un 46,1% en 2023 en comparación con 2022. De esta manera, el CIF 2023 alcanzó valores similares a los presenciados antes de la pandemia, con un total de aproximadamente 466 millones de US\$, muy lejano de los 864 millones de US\$ registrados en 2022.

Durante 2022, se evidenció un incremento significativo en los precios del ácido sulfúrico, con un promedio anual 234,85 US\$/ton, este aumento marcó una tendencia al alza que viene desde el cuarto trimestre de 2020. Este fenómeno se manifestó tras algunas señales de problemas en el suministro internacional del insumo a finales de 2020, impactando en la dinámica del mercado durante el año siguiente. Mientras que en 2022 se observó un alza importante en el precio influenciado principalmente por el conflicto bélico de Ucrania y Rusia y la consecuencia en la paralización de la refinación de petróleo. No obstante, durante 2023 el precio volvió a tender a la baja y alcanzar los valores previos al conflicto bélico de 2022, de esta manera el precio promedio para 2023 fue de 147,55 US\$/ton y fue el primer trimestre el que alcanzó la mejor marca de 167,70 US\$/ton. En 2024 el precio sigue cayendo y durante los dos primeros trimestres se registraron precios de 133,26 US\$/ton y 128,80 US\$/ton. No obstante, en Julio de este año se alcanzó un valor de 156.7 US\$/ton en julio. Este incremento se debe principalmente a la escasez de ácido causada por la situación en el puerto de Mejillones. Se espera que esta situación mejore en el segundo semestre, debido a las importaciones desde China, las cuales deberían dinamizar el mercado del ácido sulfúrico en Chile.



Anexos

A1: Metodología

El presente capítulo muestra las notas metodológicas que inciden en la confección del presente informe, desde la cobertura de este 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 les asigna a los antecedentes disponibles. La mayor certeza se les 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 (2023 - 2024): Corresponde al bienio más inmediato en cual incluye las operaciones vigentes, lo que confiere un alto grado de certeza.
- b) Mediano Plazo (2025 - 2027): 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 (2028 -2032): 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 con 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 atributos¹⁰.

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 ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. Muestra as principales empresas productoras de ácido sulfúrico en Chile, ordenadas según origen.

¹⁰ Ver anexo A1.3. Caracterización de las empresas productoras y/o consumidoras de ácido sulfúrico



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 | Potrerillos | 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, 2021.

Para efectos del análisis de la producción proyectada de ácido sulfúrico, todas las operaciones vigentes se considerarán en condición base. Todo proyecto que se vaya a materializar en el periodo de análisis, sin considerar en el estado de ingeniería o permisos ambientales, se consideran para el caso potencial.

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

Para efectos de destacar los consumidores más importantes de ácido sulfúrico, en la presente se muestra el origen de la referencia. Se muestran aquellas operaciones y proyectos con consumos mayores a 13 mil toneladas de ácido¹¹, destacando sus atributos principales.

¹¹ El estudio estima a más consumidores menores, de tipo minería no metálica, del cobre y otros sectores industriales.



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 | Sproot Resources | 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 entran en construcción o con estudios de factibilidad/prefactibilidad en curso son considerados como iniciativas del tipo “Potencial”.



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 |

TiO₂ 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 | | Ltda. | Limitada |
| US\$ | Dólar estadounidense | Ltd. | <i>Limited</i> |
| MUS\$ | Miles de dólares estadounidenses | S.A. | Sociedad anónima |
| MMUS\$ | Millones de dólares estadounidenses | SCM | Sociedad contractual minera |
| US\$/lb | Dólares por libra | CCM | Compañía contractual minera |
| cUS\$/lb | Centavos de dólar por libra | Otras | |
| US\$/oz | Dólares por onza troy | Ind. | Industrial |
| | | Min. | Mineral |
| Abreviaciones geográficas | | RCA | Resolución de calificación ambiental |
| m.s.n.m. | Metros sobre el nivel del mar | DIA | Declaración de impacto ambiental |
| UTM | <i>Universal Transversal Mercator</i> | EIA | Estudio de impacto ambiental |
| Tipos de sociedades | | SAG | Semiautógeno |
| Cía. | Compañía | API | Autorización de Proyectos de Inversión |
| Inc. | <i>Incorporated</i> | PND | Plan de Negocios y Desarrollo. |
| Int. | <i>International</i> | | |



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

Cristóbal Muñoz Cáceres
Analista de Estrategias y Políticas Públicas

Nicolas Rojas Cueva
Analista de Mercado Minero

Patricia Gamboa Lagos
Directora de Estudios y Políticas Públicas

Septiembre, 2024

Copyright by Cochilco, todos los derechos reservados

Se autoriza la reproducción total o parcial de este Informe, siempre que la fuente “Comisión Chilena del Cobre” y/o “Cochilco” sea citada, salvo que se indique lo contrario.

