



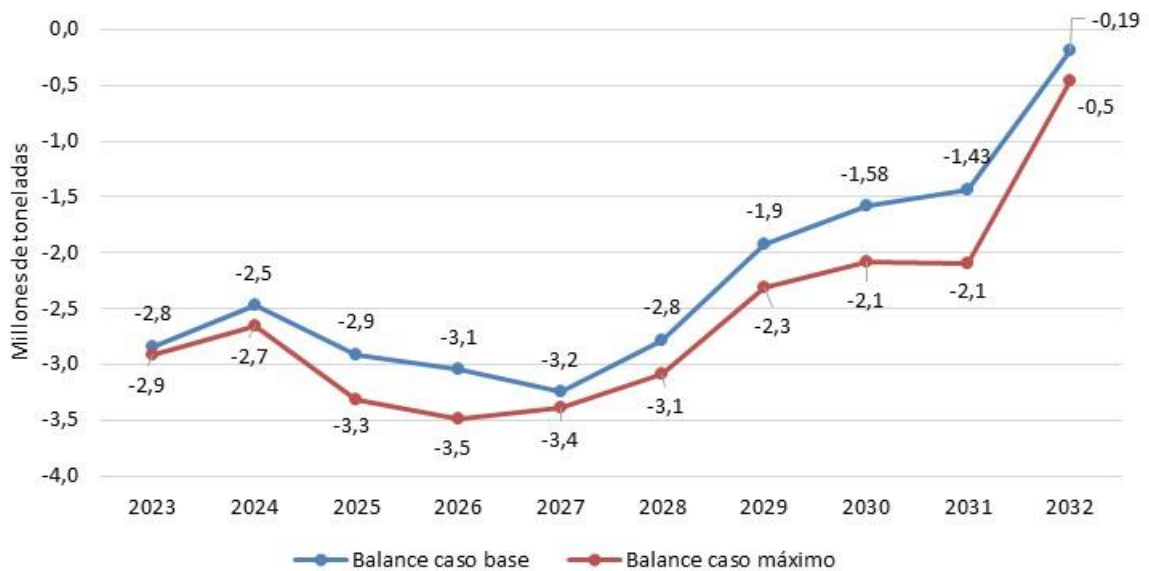
Mercado Chileno del ácido sulfúrico al año 2032

DEPP 24/2023

Resumen Ejecutivo

La presente actualización del balance del mercado del ácido sulfúrico al año 2032 no proyecta cambios en la condición deficitaria del mercado nacional, manteniendo la situación observada en informes previos, de los años 2021 y 2022. Esto se explica principalmente por la extensión de la vida útil de las actuales operaciones hidrometalúrgicas, así como, por el mayor consumo de ácido de las operaciones existentes a consecuencia de factores técnicos. El déficit proyectado al año 2032 implica precios de mediano plazo con tendencia al alza, consecuentemente, parte de los actuales recursos de óxidos se transformarían en reservas económicamente extraíbles.

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



Fuente: Elaborado en COCHILCO, 2023

En la figura 1 se observan dos puntos de inflexión en el balance proyectado de ácido sulfúrico. El primero al considerar el caso base (situación actual de producción y consumo de ácido, con cierre de fundición Paipote a partir del año 2026), el déficit máximo se produciría en 2027. En tanto, que al considerar la entrada de nuevos proyectos de reposición y potenciales de hidrometalurgia (caso máximo) el mayor déficit ocurriría en el 2026.

Durante el año 2022, se registró un aumento en el consumo aparente de ácido sulfúrico de 4,6% respecto al 2021. La región de Antofagasta destacó como la principal contribuyente al consumo indicado por las empresas, representando un considerable 83% del total. Por otro lado, la región de Tarapacá experimentó la mayor variación en volumen, con una disminución del consumo del -9,9% en comparación con el año 2021, respondiendo a la caída producción hidrometalúrgica proveniente de Quebrada Blanca, en su transición a la extracción de sulfuros.



La producción de ácido sulfúrico en Chile experimentó una disminución de 4,3% durante el año 2022, alcanzando un total de 4.866 miles de toneladas. Esta caída se fundamentó en el desempeño productivo de las regiones de Atacama, Valparaíso y O'Higgins, que contribuyeron con el -26,0%, el -21,3% y el -4,2% del total, respectivamente, comparándolo con el año 2021.

Por su parte, la relación entre la producción de ácido sulfúrico proveniente de fundición y la producción de ánodos, alcanzó las 3,47 toneladas de ácido generado por tonelada de cobre producido en FURE en 2022. Al segmentar la producción de cátodos SxEw de 2022 en quintiles se destacan 22 operaciones, que equivalen al 66,7% de la producción total de cátodos SxEw en 2022, que se sitúan por debajo de la tasa promedio nacional de consumo (5,46 toneladas de ácido sulfúrico por tonelada de cobre contenido en cátodos SxEw).



Índice

Resumen Ejecutivo	I
Índice de figuras	IV
Índice de tablas	IV
Introducción	5
1. El mercado chileno del ácido sulfúrico.....	6
1.1. Comportamiento del mercado nacional en el período 2013 - 2022	6
1.2. Producción y consumo de ácido sulfúrico en el año 2022	7
1.3. Tasas de producción y consumo de ácido sulfúrico	8
1.3.1. Tasa de producción unitaria de ácido sulfúrico en las fundiciones de cobre	8
1.3.2. Tasa de consumo unitario de H ₂ SO ₄ en lixiviación por tonelada de cobre SxEw ..	9
1.4. Comercio exterior chileno de ácido sulfúrico, periodo 2010 – 2023	11
1.4.1. Importaciones de ácido sulfúrico al año 2023	12
1.4.2. Exportaciones de ácido sulfúrico al año 2023	15
2. Proyección del mercado del ácido sulfúrico en Chile, 2023 – 2032	16
2.1. Comportamiento del consumo de ácido sulfúrico	16
2.2. Comportamiento de la producción de ácido sulfúrico	18
2.3. Balance del mercado chileno del ácido sulfúrico al año 2032.....	20
2.3.1. Análisis nacional del mercado del ácido sulfúrico	20
2.3.2. Análisis regional del mercado del ácido sulfúrico.....	22
3. Comentarios finales.....	26
Anexos	28
A1: Metodología.....	28
A1.1. Cobertura	28
A1.2. Criterio de segmentación	28
A1.2.1. Según su nivel de certeza.....	28
A1.2.2. Según el desarrollo cronológico	30
A1.3. Caracterización de las empresas productoras y/o consumidoras de ácido sulfúrico	30
A2: Principales productores y consumidores de ácido sulfúrico en Chile	31
A2.1. Principales productores y consumidores de ácido sulfúrico en Chile.....	31



A2.1.1. Plantas de producción de ácido sulfúrico.....	31
A2.1.2. Principales operaciones y proyectos consumidores de ácido sulfúrico	32
A3: Unidades de medida y abreviaciones	34

Índice de figuras

Figura 1: Balance del mercado nacional de ácido sulfúrico, histórico y proyectado	1
Figura 2: Producción cátodos SxEw, tasa de consumo de ácido y ley de óxidos promedio, 2012 – 2022	9
Figura 3: Relación entre la producción de cátodos SxEw y la tasa de consumo de H ₂ SO ₄ , año 2022 ...	10
Figura 4: Distribución de las faenas de gran minería privada y estatal respecto tasas de consumo 2022.	11
Figura 5: Evolución de las importaciones de ácido sulfúrico, periodo 2010 – 2023*	12
Figura 6: Valor unitario del ácido sulfúrico CIF (US\$/ton) versus volumen de importaciones 2010 - 2023	13
Figura 7: Volumen y distribución de las importaciones de H ₂ SO ₄ según país de origen, 2011 – 2023*	14
Figura 8: Volumen y distribución de las importaciones de H ₂ SO ₄ según país de origen, 2011 – 2022 .	14
Figura 9: Evolución de las exportaciones de ácido sulfúrico, periodo 2011 – 2023	15
Figura 10: Consumo de ácido sulfúrico base y potencial proyectado hacia el 2032	17
Figura 11: Consumo de H ₂ SO ₄ en minería del cobre vs producción de cátodos SxEw, 2023 – 2032	17
Figura 12: Composición histórica y proyectada del origen de la producción de H ₂ SO ₄ en Chile.....	18
Figura 13: Producción base y potencial proyectada a 2032.....	19
Figura 14: Balances del mercado chileno del ácido sulfúrico 2023 – 2032.....	21
Figura 15: Balance nacional y regional del mercado chileno del H ₂ SO ₄ , 2022 - 2032, caso potencial ..	24

Índice de tablas

Tabla 1: Evolución del mercado chileno del ácido sulfúrico, 2013 - 2022 (miles de toneladas)	6
Tabla 2: Distribución de la producción y consumo compañías de ácido en el año 2022 y variación año anterior.....	7
Tabla 3: Tasa de producción unitaria de ácido sulfúrico por tonelada de cobre fundido 2014 – 2022	8
Tabla 4: Balance del mercado del ácido sulfúrico en Chile (2023 – 2032).....	20
Tabla 5: Balances regionales del mercado del H ₂ SO ₄ en Chile, en miles de toneladas (2023 – 2032)...	23
Tabla 6: Principales empresas productoras de ácido sulfúrico en Chile	31
Tabla 7: Principales operaciones consumidoras de ácido sulfúrico en Chile	32



Introducción

Conocido es la importancia del ácido sulfúrico y su capacidad como herramienta imprescindible en la extracción y procesamiento en la minería del cobre. Por este motivo, conocer el mercado y avanzar en esta industria es fundamental para cumplir planes productivos, con el objetivo posterior de enfocarse en el desarrollo de una industria más sostenible.

Este informe representa una actualización anual del mercado del ácido sulfúrico mediante la "Encuesta de Ácido Sulfúrico 2023 y Proyección hasta 2032". La encuesta utiliza datos reales hasta 2022 y proyecta el equilibrio entre la oferta y la demanda hasta 2032. La encuesta se ha desarrollado durante más de una década con el propósito de obtener información actualizada para comprender los fundamentos y el comportamiento del mercado chileno del ácido sulfúrico, centrándose especialmente en las fundiciones de cobre que lo producen y las operaciones de lixiviación que lo consumen.

El informe se estructura en tres secciones.

- La primera aborda la revisión de antecedentes del mercado del ácido sulfúrico en Chile, utilizando datos de la encuesta de producción y consumo de ácido sulfúrico 2022. Se enfoca en el comportamiento de la producción, consumo y comercio exterior en la última década, con especial énfasis en el año 2022 y el precio del insumo hasta octubre de 2023.
- La segunda sección se dedica al análisis de las proyecciones de oferta y demanda del ácido sulfúrico para el periodo 2023-2032, evaluando los balances de mercado a nivel nacional y regional en escenarios de corto, mediano y largo plazo.
- Finalmente, la tercera sección presenta las principales conclusiones derivadas de este trabajo.



1. 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 2022, lo que permite tener una visión precisa de la dinámica y evolución de este mercado en el país.

1.1. Comportamiento del mercado nacional en el período 2013 - 2022

Durante el año 2022, la producción de ácido sulfúrico en Chile alcanzó un total de 4,9 millones de toneladas, lo que representa una disminución del -4,3% en comparación con las cifras registradas en 2021 (como se muestra en la Tabla 1). Por otro lado, se observa un incremento del 18,3% en las importaciones, con un volumen total de 3.7 millones de toneladas importadas con respecto al año anterior (2021).

Tabla 1: Evolución del mercado chileno del ácido sulfúrico, 2013 - 2022 (miles de toneladas)

ÍTEM	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Producción	5.415,6	5.635,2	5.709,7	5.721,4	5.497,8	5.326,2	4.644,5	5.306,0	5.083,2	4.866,1
(+) Importaciones	2.834,3	2.246,9	2.180,7	1.727,2	2.046,5	2.993,2	3.427,4	2.450,8	3.112,5	3.681,8
(-) Exportaciones	-52,3	-17,3	-54,4	-72,2	-14,9	-14,6	-3,2	-48,2	-20,5	-1,1
CONSUMO APARENTE¹	8.197,6	7.864,8	7.836,1	7.376,4	7.529,4	8.304,8	8.068,6	7.708,6	8.175,2	8.546,8

Fuente: "Anuario de Estadísticas del Cobre y Otros Minerales 2002-2022", Cochilco 2023

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 SxW, 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, a pesar de la disminución del 17,2% en la producción de cobre en fundiciones durante la última década (ver tabla 3), la producción de ácido sulfúrico ha experimentado fluctuaciones, destacándose los años de crecimiento sostenido entre 2012 y 2016, seguidos por una marcada caída hasta 2019 debido a la implementación de mejoras requeridas por el DS28. El 2020 sufrió consecuencias debido a mejoras en la captación de gases sulfurosos en las principales fundiciones del país. Por último, en 2021 y 2022 presentan dinámicas distintas, siendo el primero el resultado de efectos post pandemia,

¹ Consumo aparente que indica disponibilidad de producto, se obtiene de sumar producción con importaciones y restar las exportaciones. No necesariamente debe ser igual al consumo presentado en tabla 2, que presenta consumo declarado por las empresas.



mientras que el segundo responde a caída en el precio del ácido sulfúrico. En cuanto a la producción SxEw, a pesar de una disminución del 30,3% en la última década, el consumo de ácido ha experimentado una caída más moderada del 3%. 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.

1.2. Producción y consumo de ácido sulfúrico en el año 2022

Los resultados obtenidos de la encuesta 2022 de “Consumo y Producción de Ácido Sulfúrico”, recopilada por Cochilco, muestran un aumento del 4,8% en el consumo total de ácido sulfúrico en Chile. Las regiones de Arica y Parinacota, junto con la región de Tarapacá, registran las disminuciones porcentuales más significativas (-8,9% y -9,9%, respectivamente), mientras que en la región de Coquimbo se aprecia el aumento de consumo más notable (8,9%). La región de Antofagasta destaca por el mayor aumento de volumen adicional, con un total de 383 mil toneladas por sobre lo registrado el 2021. Este incremento se explica principalmente por el aumento del consumo en Radomiro Tomic (243,8 mil toneladas por encima de 2021). En contraste, las caídas de consumo en volumen en Arica y Parinacota, así como en Tarapacá, se ven influenciadas por las disminuciones de consumo en Pampa Camarones (-11,3 miles de toneladas) y Cerro Colorado (-27 miles de toneladas), respectivamente.

Tabla 2: Distribución de la producción y consumo compañías de ácido en el año 2022 y variación año anterior

DISTRIBUCIÓN	PRODUCCIÓN			CONSUMO			DÉFICIT O EXCEDENTE
	Miles de ton	Variación 2022/2021	Part.	Miles de ton	Variación 2021/2020	Part.	Miles de ton
TOTAL NACIONAL	4.866	-4,30%	100%	8.571	4,80%	100%	-3.705
Regional							
Arica y Parinacota	0	0,00%	0,00%	114	-8,90%	1,40%	-114
Tarapacá	0	0,00%	0,00%	264	-9,90%	3,20%	-264
Antofagasta	2.565	7,20%	50,50%	6.787	6,00%	83,00%	-4.222
Atacama	516	-26,00%	10,20%	867	-4,90%	10,60%	-351
Coquimbo	0	0,00%	0,00%	72	8,90%	0,90%	-72
Valparaíso	598	-21,30%	11,80%	108	0,50%	1,30%	490
Metropolitana	62	5,30%	1,20%	121	-2,90%	1,50%	-59
O'Higgins	1.125	-4,20%	22,10%	31	-7,60%	0,40%	1.094
Sur (resto)	0	0,00%	0,00%	110	0,00%	1,30%	-110
Por origen o destino							
Minería del cobre	4.114	-3,90%	80,90%	8.033	3,80%	98,30%	-3.919
Otros	752	-6,40%	14,80%	538	22,30%	6,60%	214
Por tipo de abastecimiento							
Autoabastecimiento	2.170	22,70%	42,70%	2.170	22,70%	26,50%	0
Comercial	2.696	-18,70%	53,00%	6.400	-0,10%	78,30%	-3.705
Por tipo de empresas							
Estatales	2.670	-10,40%	52,50%	2.720	22,60%	33,30%	-50
Privadas	2.196	4,40%	43,20%	5.753	-3,40%	70,40%	-3.557

Fuente: Elaborado en COCHILCO según datos suministrado por las compañías



Por el lado de la oferta, la producción nacional experimentó una nueva caída, esta vez del -4,3% con respecto a 2021 (en 2021 ya había caído un -4,2%). Esta disminución está influenciada por caídas de producción en Atacama, Valparaíso y O'Higgins, que registraron descensos del -26%, -21,3% y -4,2%, respectivamente.

El balance nacional resultante de este resumen se mantiene deficitario, con un aumento importante de la necesidad de importación de 3.705 miles de toneladas de ácido sulfúrico.

1.3. 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.

1.3.1. 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 refineras, 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 2014 – 2022

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Producción ácido sulfúrico (kton)*	4.665	4.593	4.687	4.442	4.271	3.675	4.297	4.042	3.859
Producción de cobre fundido (kton)	1.362	1.382	1.365	1.265	1.246	1.011	1.206	1.207	1.112
Tasa de producción unitaria (ton H₂SO₄/ton Cu)	3,42	3,32	3,43	3,51	3,43	3,63	3,56	3,35	3,47

(*) Gases de fundición

Fuente: Elaborado en Coquimbo 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 3,47 toneladas de ácido

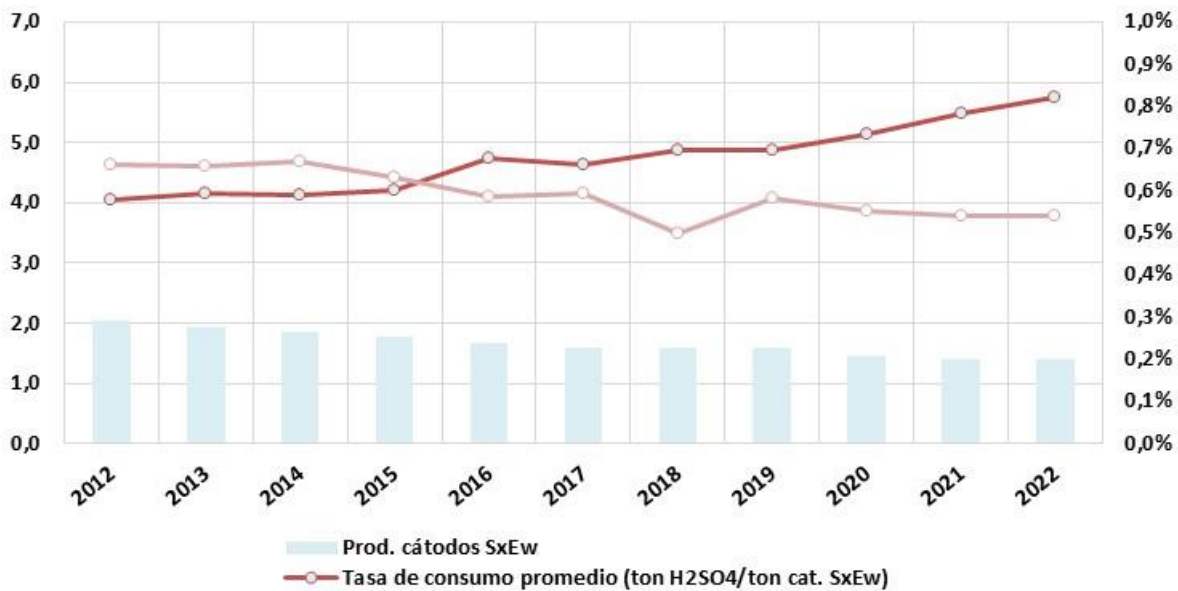


generado por tonelada de cobre producido en FURE en 2022. Esto representa un aumento del 3,6% con respecto a 2021 y un aumento del 1,3% en comparación con 2014.

1.3.2. 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.

Figura 2: Producción cátodos SxEw, tasa de consumo de ácido y ley de óxidos promedio, 2012 – 2022



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 experimentado un aumento del 30,7% en la última década y un incremento del 5,1% entre 2021 y 2022. Asimismo, la ley promedio de mineral oxidado ha disminuido en un -18,3% en la última década, manteniéndose en 0,54% entre 2021 y 2022, con una producción de cátodos SxEw que también muestra una clara tendencia a la baja.

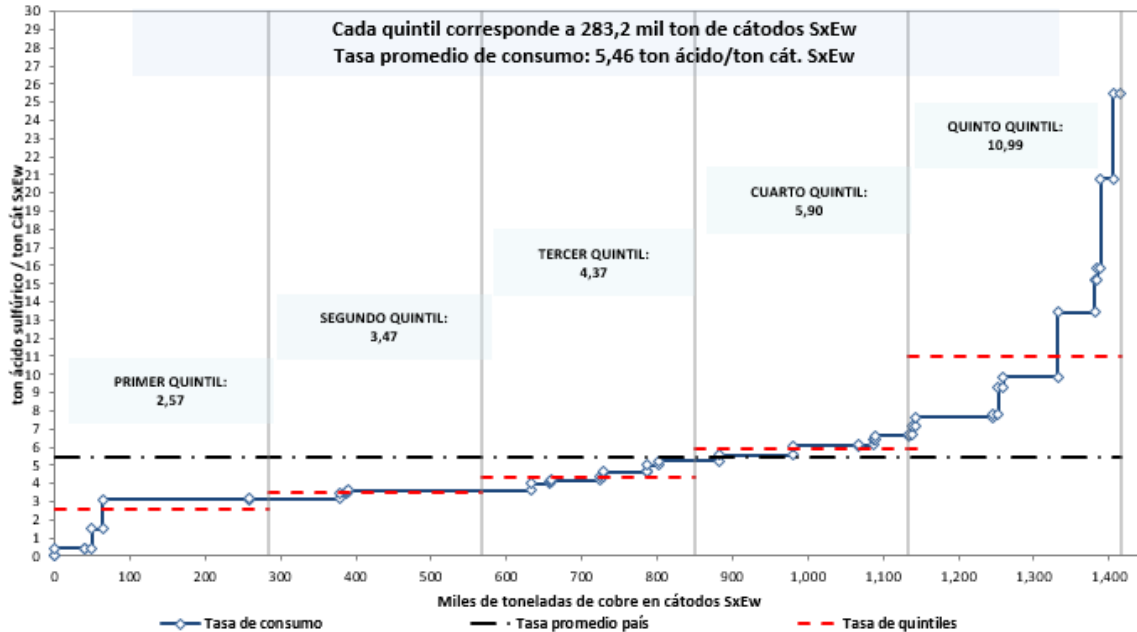
La tasa de consumo de ácido sulfúrico presenta una notable variabilidad entre diversas operaciones, con registros que oscilan entre 0,35 y 25,5 toneladas de ácido por tonelada de cátodos SxEw durante el año 2022. En la Figura 3, se exhiben un compilado de las principales operaciones mineras de cobre, 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

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



diferencias significativas en los patrones de consumo de ácido sulfúrico entre las diversas operaciones en la industria del cobre.

Figura 3: Relación entre la producción de cátodos SxEw y la tasa de consumo de H2SO4, año 2022



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

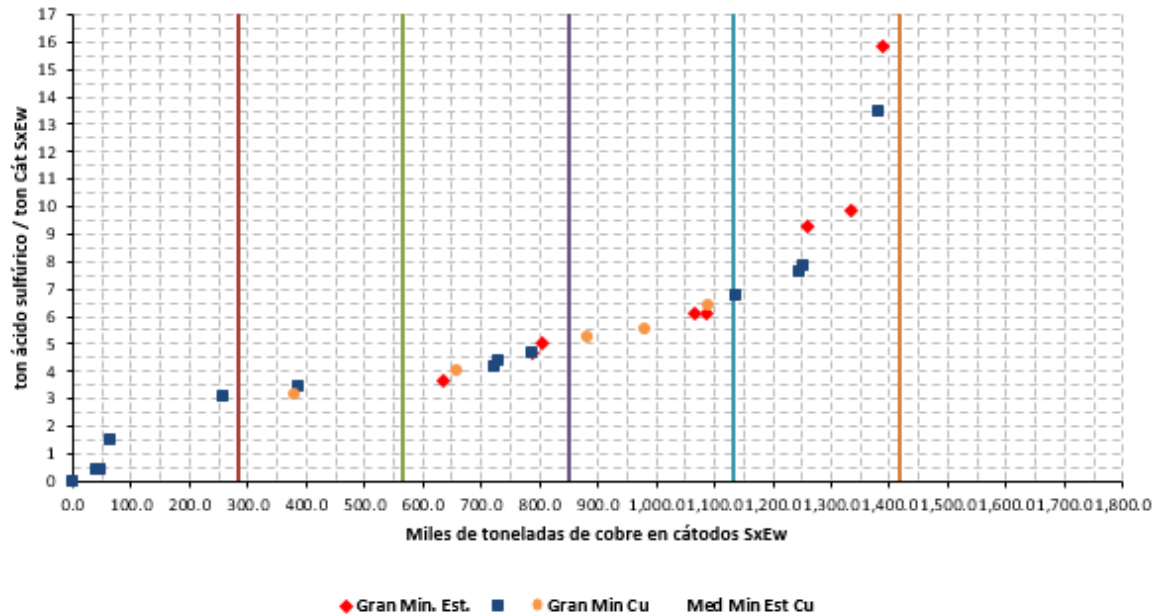
Al segmentar la producción de cátodos SxEw de 2022 en quintiles, donde cada quintil representa 283,2 kt de cobre, se puede realizar un análisis detallado de las disparidades en el consumo de ácido sulfúrico entre las 33 operaciones consideradas en la muestra³. Dentro de la muestra, 22 operaciones, que equivalen al 66,7% de la producción total de cátodos SxEw en 2022, se sitúan por debajo de la tasa promedio nacional de consumo, establecida en 5,46 toneladas de ácido sulfúrico por tonelada de cobre contenido en cátodos SxEw, abarcando desde el primer hasta parte del cuarto quintil. De estas, 12 pertenecen a la "gran minería del cobre", ya sea de propiedad privada o estatal, mientras que las otras diez son parte de la "mediana minería", también con participación tanto privada como estatal (ver figura 4).

Por otro lado, se identifican 11 operaciones que podrían considerarse "menos eficientes", ya que se sitúan entre el cuarto y quinto quintil, presentando tasas de consumo superiores al promedio nacional. A pesar de representar aproximadamente el 33,3% 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 las figura 4, donde se identifican las operaciones según sean gran minería privada o estatal, o mediana minería privada o estatal.

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



Figura 4: Distribución de las faenas de gran minería privada y estatal respecto tasas de consumo 2022.



En el caso de la gran minería, tanto privada como estatal, se observa que 12 operaciones, equivalentes al 72,9% de la producción de cobre en cátodos SxEW, se ubican por debajo de la tasa de consumo promedio (5,46 ton ácido/ton Cu fino). Para el caso de las medianas mineras se observa que solo ocho operaciones, tanto privadas como estatales, se encuentran bajo la tasa promedio de consumo de ácido.

1.4. Comercio exterior chileno de ácido sulfúrico, periodo 2010 – 2023⁴

El siguiente capítulo explorará el comercio exterior de ácido sulfúrico en Chile durante el período comprendido entre 2010 y 2023. 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.

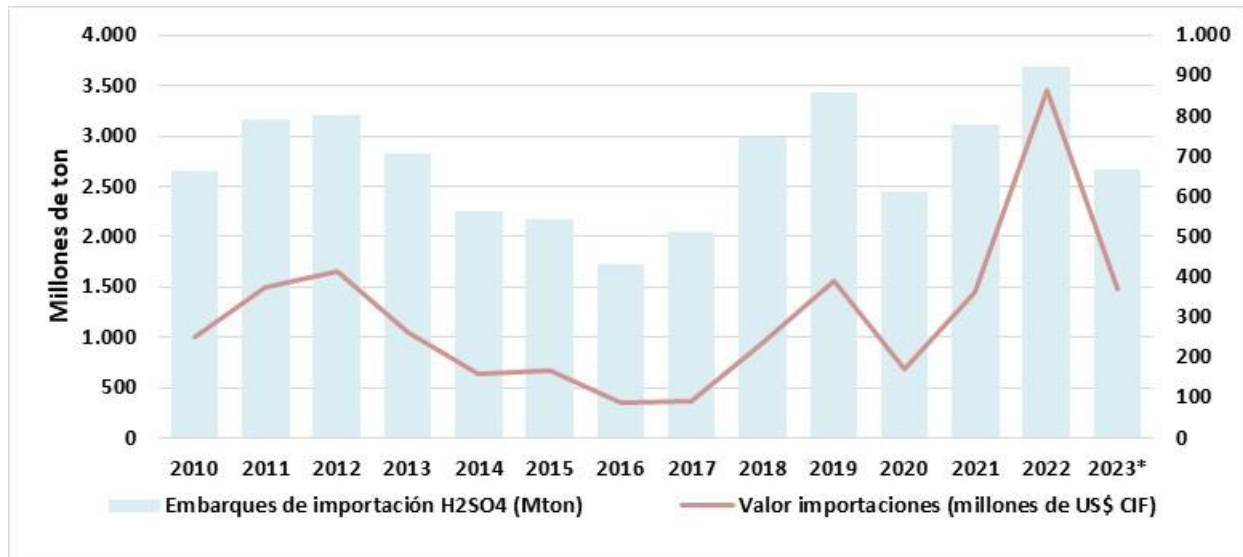
⁴ Valores actualizados hasta septiembre 2023



1.4.1. Importaciones de ácido sulfúrico al año 2023

Se observa en 2022 un alza de las importaciones, retomando la tendencia pre pandemia. Es así como, respecto a 2021, se registra un aumento de 18,3% en las importaciones, y un 50,2% si se compara con 2020. A septiembre 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 2022 (figura 5).

Figura 5: Evolución de las importaciones de ácido sulfúrico, periodo 2010 – 2023*



(*) Actualizado a septiembre de 2023

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

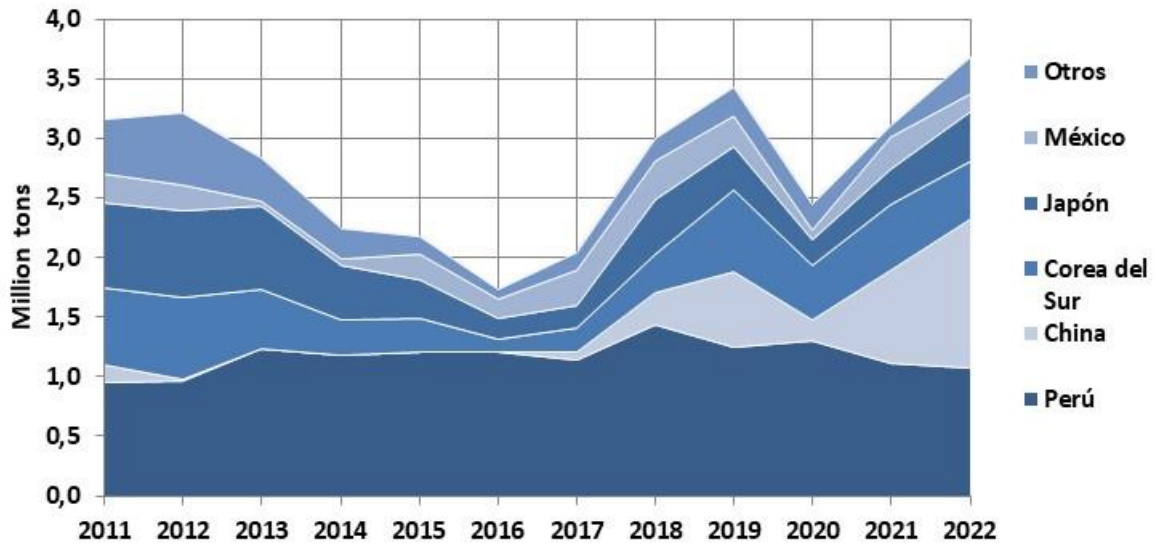
No solo los volúmenes de importaciones han crecido, sino también el valor CIF de estas. Es así como entre 2021 y 2022 se registra un aumento de valor de 137,5% (Es importante destacar que 2021, ya había existido un aumento de 112%), no obstante, a septiembre de 2023 el valor de dichas importaciones es un -57,2% menor a lo registrado durante todo el año 2022.

El análisis del precio del ácido sulfúrico no siempre se correlaciona directamente con aumentos en el volumen de importaciones. Por lo tanto, 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 2010 hasta septiembre de 2023. Este enfoque permite una comprensión más detallada de las fluctuaciones de precios a lo largo del tiempo.



Respecto al origen de las importaciones, la 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.

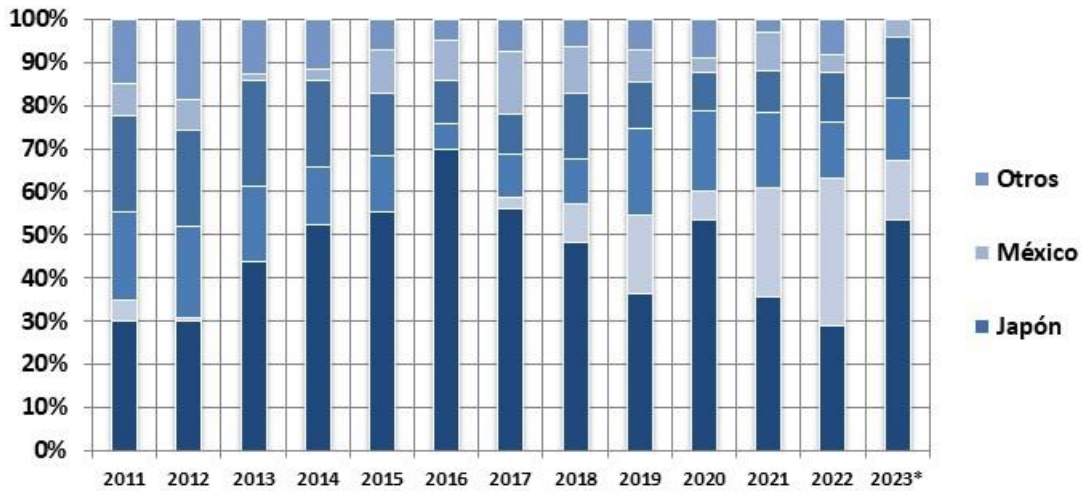
Figura 7: Volumen y distribución de las importaciones de H2SO4 según país de origen, 2011 – 2023*



(*) Actualizado a agosto de 2023

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, 2011 – 2022



(*) Actualizado a septiembre de 2023

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

En resumen, las importaciones en Chile están dominadas por Perú (38,1% a septiembre de 2023) como origen en los últimos 10 años, sin embargo, China (9,8%) cada vez adquiere un rol más importante.

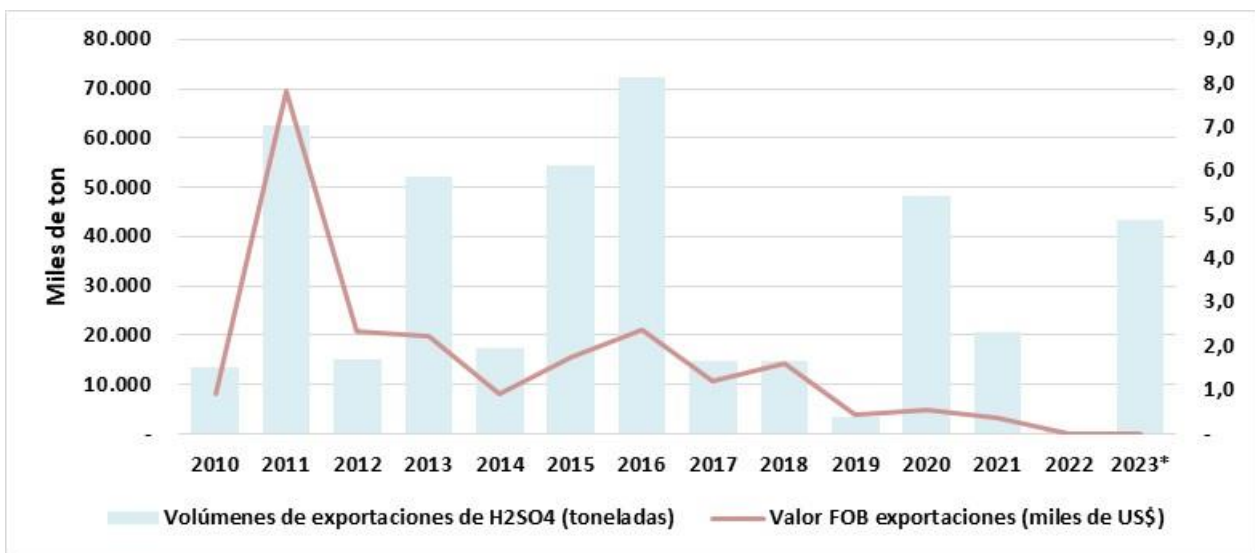


1.4.2. Exportaciones de ácido sulfúrico al año 2023⁶

Durante el año 2021, las exportaciones de ácido sulfúrico totalizaron 20.534 toneladas. En el año 2022, se exportaron 1,1 toneladas, pero hasta septiembre de 2023, se han exportado 43.264 toneladas de ácido sulfúrico. Notablemente, un 87,7% de estas exportaciones tuvo como destino Perú, mientras que el 12,3% restante se dirigió a Bolivia, generando un valor FOB de US\$ 0,14 millones.

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 9.

Figura 9: Evolución de las exportaciones de ácido sulfúrico, periodo 2011 – 2023



(*) Actualizado a Septiembre de 2023

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

Datos actualizados hasta septiembre de 2023



2. Proyección del mercado del ácido sulfúrico en Chile, 2023 – 2032

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 2032.

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.

2.1. Comportamiento del consumo de ácido sulfúrico

Según los datos recopilados, el consumo base⁷ se mantiene estable en el corto plazo (2023 – 2024), pasando de 8,47 a 8,45 millones de toneladas, donde se observa un descenso paulatino de los consumos. En el mediano plazo (2025 – 2027), se observa un descenso constante del consumo para terminar con un valor de 8,1 millones de toneladas en 2027. Esto se da debido a cambios fuertes que se dan en 2027: el potencial cierre de la línea hidrometalúrgica de Chuquicamata (-320 mil toneladas), y disminuciones fuertes en el consumo de faenas tales como Spence (-114 mil toneladas), Escondida (-95 mil toneladas) y Lomas Bayas (-49 mil toneladas). En el largo plazo (2028 – 2032), el consumo base sufrirá una fuerte caída, desde las cifras esperadas para 2027 hasta las 4,84 millones de toneladas estimadas para 2032, una caída de -39,9% en el período.

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 proyectos que inicien en este periodo. En el mediano plazo, por otra parte, se observa un crecimiento importante del consumo, 7,3% en el periodo, donde el pico de consumo esperado se ubicaría en 2027 con un total de 8.97 millones de toneladas de ácido sulfúrico. Los consumos nuevos que influyen el crecimiento en este periodo son provenientes de las reaperturas potenciales de Sagasca y Collahuasi, junto a la entrada en operación de los proyectos Marimaca, Diego de Almagro, Costa Fuego (Ex Productora) y Playa Verde, que en conjunto aportan alrededor de 834 mil toneladas de ácido sulfúrico hacia el 2026.

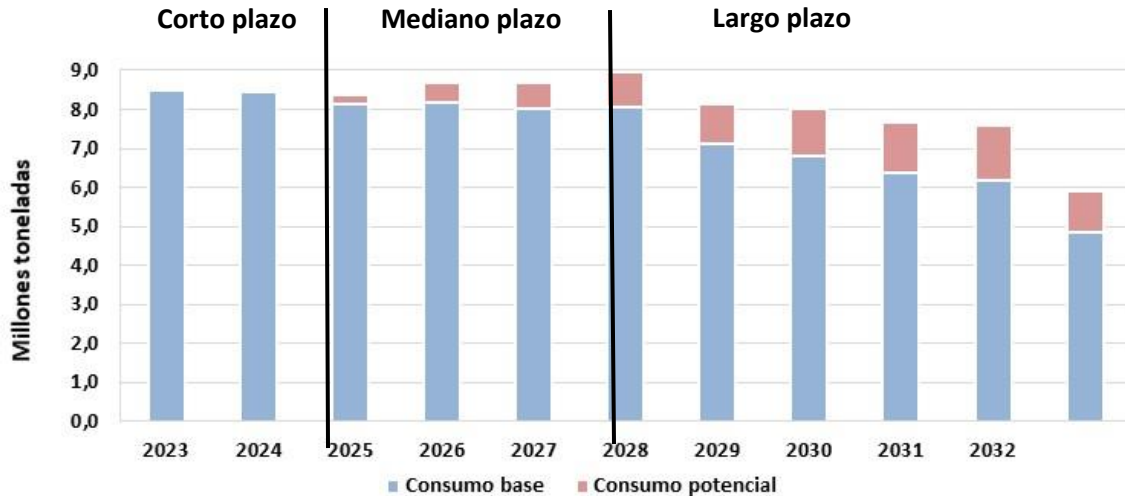
Finalmente, en el largo plazo (2028 a 2032), si bien se agregan al consumo 368 mil toneladas de consumo de ácido provenientes del proyecto Polo Sur y de la plena operación de Sierra Gorda, el

⁷ 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.



consumo seguirá a la baja con una caída estimada de -34,2% en el periodo, con una demanda de 6,14 millones de toneladas hacia el 2032.

Figura 10: Consumo de ácido sulfúrico base y potencial proyectado hacia el 2032



Fuente: Elaborado por Cochilco

El peso de la minería del cobre en la demanda de ácido sulfúrico ha sido predominante en este mercado en los últimos 30 años, situación que seguirá siendo así en el próximo decenio. Sin embargo, se observa una disminución de la participación. Mientras que para 2020 se declaró una participación de la minería del cobre del 94,6% en el consumo nacional de ácido sulfúrico, se espera que para 2030 esta cifra se reduzca al 93%. Esta tendencia se visualiza en la Figura 11, que muestra la evolución de las tasas de consumo.

Figura 11: Consumo de H2SO4 en minería del cobre vs producción de cátodos SxEw, 2023 – 2032



Fuente: Elaborado por Cochilco



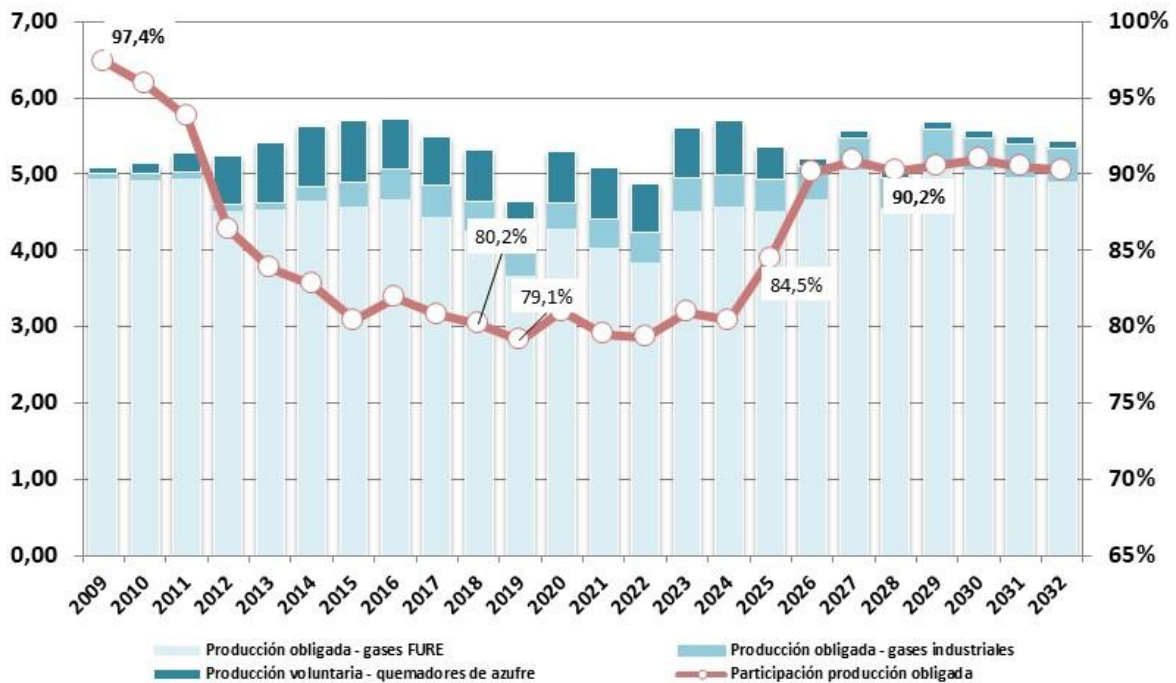
La tasa de consumo aumentara notoriamente, en torno a las 7,26 toneladas de ácido consumido por tonelada de cobre fino producido en la próxima década, como promedio, un crecimiento de 28% respecto a la tasa promedio estimada en el informe anterior. Sin embargo, esta tasa tendrá un descenso de alrededor de -29% hacia el 2032. Por otro lado, la producción de cobre fino en cátodos SxEw se verá disminuida en un 34,2% en la próxima década.

2.2. 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, seguido por un reinicio de un crecimiento acelerado a partir del 2020, para luego mantenerse por 2021 y luego volver a aumentar en 2022.

Los antecedentes recopilados indican que la producción obligada en 2023 alcance un 80,9% de participación en la producción total de ácido sulfúrico. Para 2032 se estima que la participación de la producción obligada alcance el 90,3% alcanzando su máximo en 2030 con 91%.

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

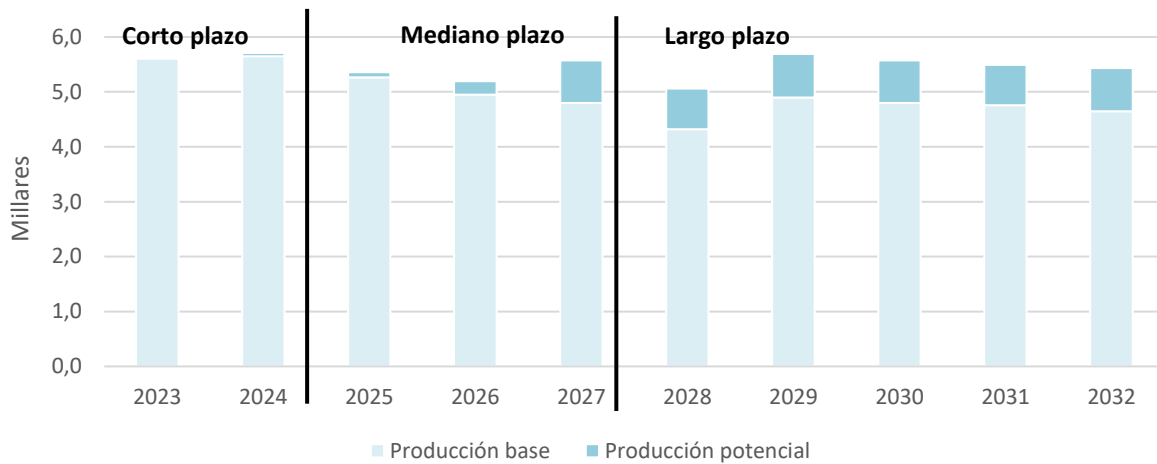


Fuente: Elaborado por Cochilco

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 2032



Fuente: Elaborado por Cochilco

- i. **En el corto plazo (2023–2024):** se anticipa un incremento del 15,2% en la producción para el año 2023 en comparación con 2022, impulsado por la recuperación productiva de instalaciones como Altonorte, Potrerillos, Chuquicamata y Paipote⁸. Es importante destacar que esta magnitud se debe a que en 2022 no se materializó el aumento de producción esperado, por lo que se espera que ocurra en 2023, junto con mejoras productivas en Chuquicamata, y un desempeño mejorado de Paipote y Caletones. Para el año 2024, se observa un leve incremento del 0,8% en la producción de ácido, reflejando la continuidad de las mejoras previamente mencionadas.
- ii. **Mediano plazo (2025 – 2027):** Caída de producción de alrededor de -5,3% promedio. Si bien se registran algunos aumentos importantes en el periodo, provenientes de Altonorte, Potrerillos y Caletones, la salida de NORACID es la que golpea fuertemente este periodo, sacando del mercado alrededor de 660 mil toneladas de ácido sulfúrico.
- iii. En el **largo plazo (2028 – 2032)**, se observa una producción mínima en 2028, alcanzando 4,3 millones de toneladas (-10%). Posteriormente, se registra un crecimiento cercano al 13,4% en 2029 (4,9 millones de toneladas), impulsado específicamente por la producción plena de Nueva Paipote al final del período de análisis anterior. Después de este punto, la producción entra en un período de declive con un promedio de -1,8%, llegando así la producción nacional de ácido sulfúrico a 4,8 millones de toneladas en 2031, considerablemente inferior

⁸ El presente informe no considera los últimos cambios hechos por la compañía, por ende, al igual que la actualización previa, la producción de Paipote se considera hasta 2026.



a las 6,04 millones de toneladas pronosticadas en el informe anterior. Finalmente, la producción en 2032 alcanzaría un valor de 4,6 millones de toneladas.

2.3. Balance del mercado chileno del ácido sulfúrico al año 2032

A continuación se muestra el balance nacional del ácido sulfúrico (Anexo 1. Metodología), bajo tres escenarios: corto plazo (2023 – 2024), mediano plazo (2025 – 2027) y largo plazo (2028 – 2032).

Tabla 4: Balance del mercado del ácido sulfúrico en Chile (2023 – 2032)

PERFILES	CORTO PLAZO		MEDIANO PLAZO			LARGO PLAZO				
	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
CASO BASE										
(+) Producción Base	5,604.2	5,647.9	5,267.1	4,948.3	4,799.2	4,320.5	4,898.4	4,797.9	4,755.9	4,645.1
(-) Consumo Base	8,445.4	8,123.8	8,181.7	8,000.4	8,048.9	7,104.7	6,819.5	6,378.3	6,190.2	4,835.8
Balance Caso Base	-2,841.2	-2,475.9	-2,914.6	-3,052.1	-3,249.7	-2,784.2	-1,921.1	-1,580.4	-1,434.4	-190.7
CASO PRODUCCIÓN MÁXIMA										
(+) Producción máxima (Base+Potencial)	5,604.2	5,707.9	5,357.1	5,197.8	5,576.7	5,059.1	5,688.9	5,575.4	5,494.5	5,435.5
(-) Consumo Base	8,445.4	8,123.8	8,181.7	8,000.4	8,048.9	7,104.7	6,819.5	6,378.3	6,190.2	4,835.8
Balance Caso Consumo Máximo	-2,841.2	-2,415.9	-2,824.6	-2,802.6	-2,472.2	-2,045.6	-1,130.6	-802.8	-695.7	599.8
CASO CONSUMO MÁXIMO										
(+) Producción Base	5,604.2	5,647.9	5,267.1	4,948.3	4,799.2	4,320.5	4,898.4	4,797.9	4,755.9	4,645.1
(-) Consumo máximo (Base+Potencial)	8,519.0	8,359.6	8,678.1	8,689.5	8,966.5	8,149.1	7,998.8	7,657.3	7,596.6	5,895.8
Balance Caso Producción Máxima	-2,914.8	-2,711.6	-3,410.9	-3,741.2	-4,167.4	-3,828.6	-3,100.4	-2,859.4	-2,840.8	-1,250.7
CASO CONSUMO POTENCIAL										
(+) Producción máxima (Base+Potencial)	5,604.2	5,707.9	5,357.1	5,197.8	5,576.7	5,059.1	5,688.9	5,575.4	5,494.5	5,435.5
(-) Consumo máximo (Base+Potencial)	8,519.0	8,359.6	8,678.1	8,689.5	8,966.5	8,149.1	7,998.8	7,657.3	7,596.6	5,895.8
Balance Caso Consumo Potencial	-2,914.8	-2,651.6	-3,320.9	-3,491.7	-3,389.8	-3,090.0	-2,310.0	-2,081.9	-2,102.1	-460.2

Fuente: Elaborado por Cochilco, en base a los antecedentes proporcionados por emp. Productoras y consumidoras a septiembre 2022

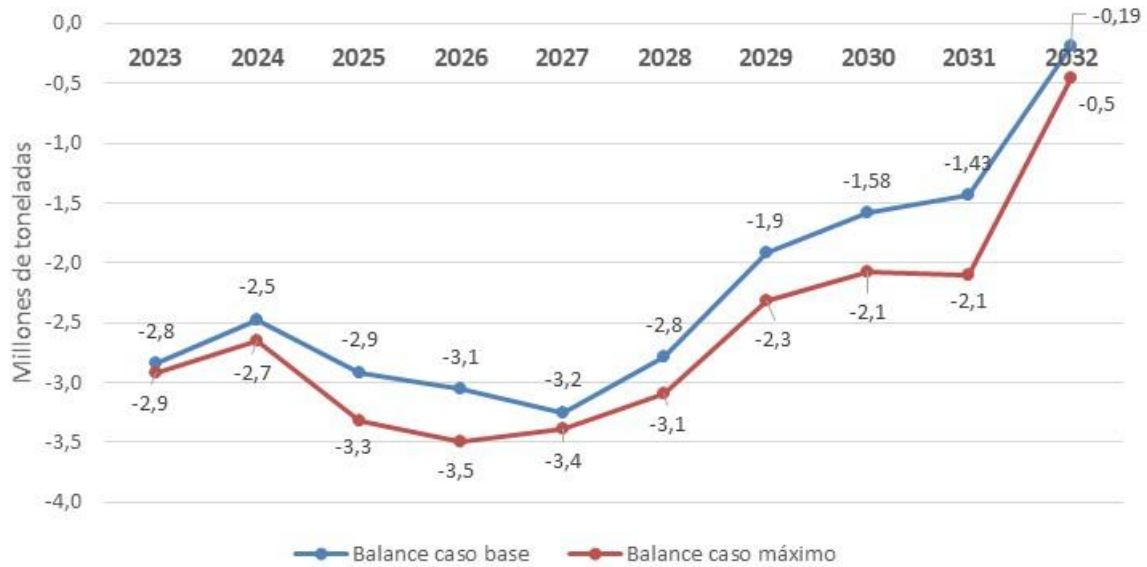
Un análisis más detallado de estos perfiles, tanto a nivel nacional como regional, se verá a continuación.

2.3.1. Análisis nacional del mercado del ácido sulfúrico

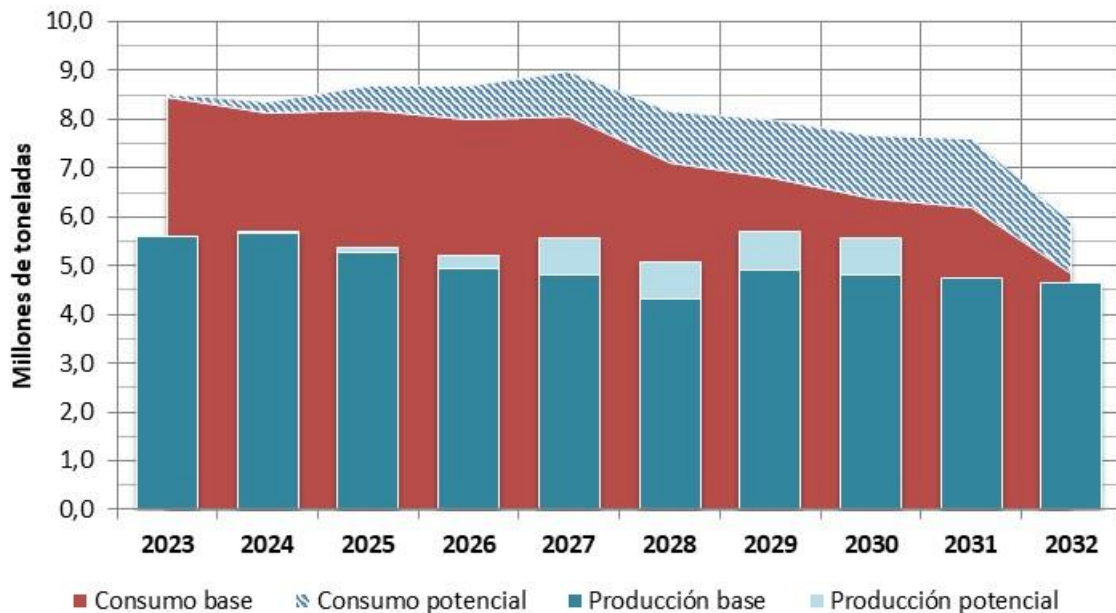
Para realizar el análisis del balance futuro hacia 2030 del mercado del ácido sulfúrico en Chile, bajo los cuatro escenarios posibles mostrados anteriormente, es necesario graficarlos según su disposición temporal.



Figura 14: Balances del mercado chileno del ácido sulfúrico 2023 – 2032



Fuente: Elaborado en Cochilco



Fuente: Elaborado en Cochilco

En la figura 14 se observan dos puntos de inflexión en el balance proyectado de ácido sulfúrico. El primero al considerar el caso base (situación actual de producción y consumo de ácido, con cierre de fundición Paipote a partir del año 2026), el déficit máximo se produce en 2027. En tanto, que al considerar la entrada de nuevos proyectos y expansiones de operaciones de hidrometalurgia (caso máximo) el mayor déficit ocurre en 2026.



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 (2023-2024):** Balance deficitario, el cual pasa de 2,84 millones de toneladas en 2023 a 2,48 millones el 2024.
- ii Mediano plazo (2025-2027):** En este periodo se registra una caída de -0,3% en el consumo base promedio y de un -5,3% en la producción. Esta menor producción presiona al alza el balance deficitario en 31,3%, cerrando el periodo con una necesidad de importación de alrededor de 3,25 millones de toneladas.
- iii Largo plazo (2028-2032):** Oferta decreciente de -0,4% en promedio, sin embargo, el consumo caería alrededor de un -9,4% en promedio, teniendo una caída del -42,7% en 2032, si se compara con 2023. Sin embargo, esta caída del consumo no alcanzaría a cambiar la situación de déficit en el balance teniendo como déficit un valor mínimo de 0,2 millones de toneladas.

b. Balance caso máximo:

- i Corto plazo (2023-2024) :** Balance deficitario cae un 9,0%, influenciado por un aumento en la producción de 1,9% y disminución del consumo de 1,9% entre 2023 y 2024. Se cierra el periodo con déficit de 2,65 millones de toneladas.
- ii Mediano plazo (2025-2027):** La oferta cae en promedio un -0,6%, mientras que la demanda aumenta 2,4%, presionando al alza el déficit del insumo en 16,3%. Este periodo cierra con un balance deficitario de 3,90 millones de toneladas hacia 2027, el déficit más alto de la década.
- iii Largo plazo (2028-2032):** El cambio de balance deficitario a excedentario no ocurre en este periodo, a igual del caso base, desplazándose más allá del período de análisis. Esto ocurre debido a que muchos proyectos extendieron sus vidas útiles respecto a lo catastrado en el informe anterior, lo que desplazo el cambio del balance. El periodo de análisis cierra con un déficit de menos de mil toneladas, 84,2% menos que el déficit registrado en 2023.

2.3.2. 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 6.



Tabla 5: Balances regionales del mercado del H2SO4 en Chile, en miles de toneladas (2023 – 2032)

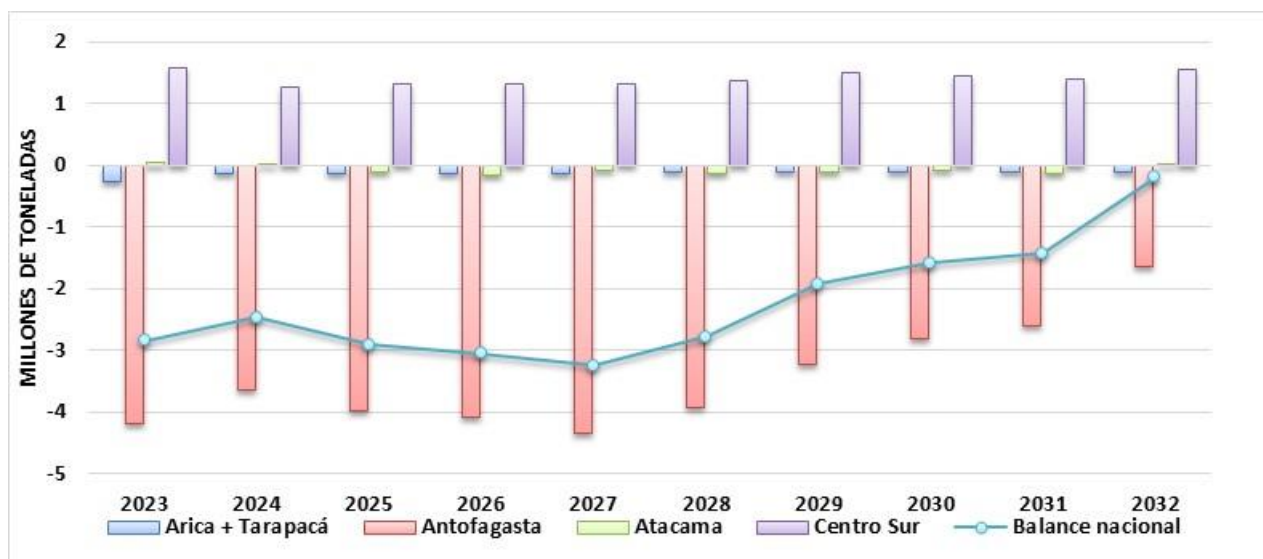
ESCENARIOS REGIONALES	PERÍODOS	CORTO PLAZO		MEDIANO PLAZO			LARGO PLAZO				
		2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
CASO BASE REGIONES TARAPACÁ Y ARICA - PARINACOTA											
(+) Producción Base	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(-) Consumo Base	-	262.3	135.3	134.5	126.7	129.5	104.3	101.3	101.3	101.3	101.3
Balance Caso Base regiones XV y I	-	-262.3	-135.3	-134.5	-126.7	-129.5	-104.3	-101.3	-101.3	-101.3	-101.3
CASO POTENCIAL REGIONES TARAPACÁ Y ARICA - PARINACOTA											
(+) Producción Base	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(+) Producción Potencial	-	-	60.0	90.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
(+) Producción máxima regional (Base+Potencial)	-	-	60.0	90.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
(-) Consumo Base	-	262.3	135.3	134.5	126.7	129.5	104.3	101.3	101.3	101.3	101.3
(-) Consumo Potencial	-	-	33.0	181.0	301.0	304.0	296.0	289.0	301.0	287.0	282.0
(-) Consumo máximo regional (Base+Potencial)	-	-	262.3	168.3	315.5	427.7	433.5	400.3	390.3	402.3	388.3
Balance Caso Potencial regiones XV y I	-	-262.3	-108.3	-225.5	-327.7	-333.5	-300.3	-290.3	-302.3	-288.3	-283.3
CASO BASE REGIÓN DE ANTOFAGASTA											
(+) Producción Base	-	2721.8	3035.1	2646.8	2418.6	2427.6	2000.1	2469.5	2419.8	2437.1	2395.1
(-) Consumo Base	-	6904.3	6671.9	6617.0	6511.3	6763.6	5920.6	5686.3	5239.7	5037.6	4037.7
Balance Caso Base II región	-	-4182.6	-3636.9	-3970.2	-4092.8	-4336.0	-3920.4	-3216.8	-2819.9	-2600.5	-1642.6
CASO POTENCIAL REGION DE ANTOFAGASTA											
(+) Producción Base	-	2721.8	3035.1	2646.8	2418.6	2427.6	2000.1	2469.5	2419.8	2437.1	2395.1
(+) Producción Potencial	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(+) Producción máxima regional (Base+Potencial)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(-) Consumo Base	-	2721.8	3035.1	2646.8	2418.6	2427.6	2000.1	2469.5	2419.8	2437.1	2395.1
(-) Consumo Potencial	-	-	25.0	54.0	67.7	135.6	360.5	523.4	659.6	748.9	891.8
(-) Consumo máximo regional (Base+Potencial)	-	-	6929.3	6725.9	6684.7	6646.9	7124.1	6444.0	6345.9	5988.6	5929.4
Balance Caso Potencial II región	-	-4207.6	-3690.9	-4037.9	-4228.4	-4696.5	-4443.8	-3876.4	-3568.8	-3492.3	-2316.6
CASO BASE REGIÓN DE ATACAMA											
(+) Producción Base	-	828.8	856.2	843.0	750.4	605.1	589.8	592.0	607.7	580.1	586.1
(-) Consumo Base	-	797.8	834.7	955.8	902.8	698.7	716.0	697.6	703.1	716.8	573.9
Balance Caso Base III región	-	31.1	21.5	-112.9	-152.4	-93.5	-126.2	-105.5	-95.4	-136.7	12.1
CASO POTENCIAL REGION DE ATACAMA											
(+) Producción Base	-	828.8	856.2	843.0	750.4	605.1	589.8	592.0	607.7	580.1	586.1
(+) Producción Potencial	-	-	-	-	149.6	677.5	638.7	690.5	677.5	638.7	690.5
(+) Producción máxima regional (Base+Potencial)	-	-	-	-	899.9	1282.6	1228.4	1282.5	1285.2	1218.7	1276.6
(-) Consumo Base	-	797.8	834.7	955.8	902.8	698.7	716.0	697.6	703.1	716.8	573.9
(-) Consumo Potencial	-	-	48.6	148.8	247.7	252.5	225.0	230.8	229.1	227.6	104.0
(-) Consumo máximo regional (Base+Potencial)	-	-	846.4	983.5	1203.5	1155.3	951.9	941.0	928.3	944.5	677.9
Balance Caso Potencial III región	-	-17.5	-127.2	-360.5	-255.4	330.8	287.5	354.2	353.0	274.3	598.6
CASO BASE REGIONES CENTRO-SUR											
(+) Producción Base	-	2053.6	1756.7	1777.4	1779.4	1766.4	1730.5	1836.9	1770.4	1738.6	1663.9
(-) Consumo Base	-	481.0	481.8	474.4	459.6	457.1	363.9	334.3	334.2	334.5	122.8
Balance Caso Base regiones centro-sur	-	1572.6	1274.8	1303.0	1319.8	1309.4	1366.6	1502.5	1436.2	1404.2	1541.0
CASO POTENCIAL REGIONES CENTRO-SUR											
(+) Producción Base	-	2053.6	1756.7	1777.4	1779.4	1766.4	1730.5	1836.9	1770.4	1738.6	1663.9
(+) 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)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(-) Consumo Base	-	481.0	481.8	474.4	459.6	457.1	363.9	334.3	334.2	334.5	122.8
(-) Consumo Potencial	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
(-) Consumo máximo regional (Base+Potencial)	-	-	481.0	481.8	474.4	459.6	457.1	363.9	334.3	334.5	122.8
Balance Caso Potencial regiones centro-sur	-	1572.6	1274.8	1303.0	1319.8	1309.4	1366.6	1502.5	1436.2	1404.2	1541.0

Fuente: Elaborado por Cochilco, en base a los antecedentes proporcionados por empresas productoras y consumidoras a septiembre 2022



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, 2022 - 2032, caso 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 Pampa Camarones (2028), Cerro Colorado (2023) y Quebrada Blanca (2024) sugiere una disminución estimada de consumos cercana a las 300 mil toneladas. Sin embargo, las posibles reaperturas de las líneas de óxidos de Collahuasi y Sagasca en 2024 podrían contrarrestar este efecto, 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 un marcado aumento en el déficit de ácido sulfúrico hasta el año 2027, alcanzando niveles superiores a las 4 millones de toneladas de déficit. Sin embargo, a partir de ese año, se evidencia una tendencia a la baja en el desequilibrio, disminuyendo gradualmente hasta situarse por debajo de las 2 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.

En relación a Atacama, se identifica un saldo positivo en su balance de ácido sulfúrico hasta el año 2025, a partir del cual experimenta un cambio hacia un déficit, llegando a niveles muy similares a los de Arica-Parinacota y Tarapacá. Esta evolución contrasta con las proyecciones anteriores, que indicaban un superávit sostenido desde el año 2025, manteniéndose relativamente estable a lo largo de todo el periodo de estudio. Estos ajustes en el panorama regional señalan la importancia

de monitorear de cerca los factores que inciden en la oferta y demanda de ácido sulfúrico en la región de Atacama.

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



3. 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.

Consumo de ácido sulfúrico en Chile

Durante el año 2022, se registró un incremento significativo en el consumo de ácido sulfúrico, alcanzando un aumento del 4,8% en comparación con el año anterior. La región de Antofagasta destacó como la principal contribuyente al consumo, representando un considerable 83% del total. Por otro lado, la región de Tarapacá experimentó la mayor variación en volumen, con una disminución del consumo del -9,9% en comparación con el año 2021. 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.

- En el corto plazo, se proyecta un aumento del consumo en un 3,81%, manteniendo así un balance deficitario, principalmente debido a la ausencia de proyectos nuevos en este periodo.
- En el mediano plazo, se observa una ligera disminución del consumo, en promedio, del 0,3% durante el periodo. El punto mínimo de consumo se espera en 2025, alrededor de 8 millones de toneladas de ácido sulfúrico. Aunque existirán nuevas demandas derivadas de reaperturas potenciales como Sagasca y Collahuasi, y la puesta en marcha de proyectos como Marimaca, Diego de Almagro, Costa Fuego (anteriormente Productora) y Playa Verde, se anticipa un aumento del consumo del 0,7% en 2025.
- Finalmente, a largo plazo (2028-2032), a pesar de sumar al consumo 368 mil toneladas procedentes del proyecto Polo Sur y la operación plena de Sierra Gorda, se prevé una disminución del consumo del 11,7% en 2028, alcanzando una demanda de 7,1 millones de toneladas y continuando la tendencia descendente hasta 2032, donde se estima un consumo total de 4,8 millones de toneladas de ácido sulfúrico.

Producción de ácido sulfúrico en Chile

La producción de ácido sulfúrico en Chile experimentó una disminución significativa del -4,3% durante el año 2022, alcanzando un total de 4.866 miles de toneladas. Esta caída en la producción se fundamentó principalmente en el desempeño productivo de las regiones de Antofagasta y O'Higgins, que contribuyeron con el 50,5% y el 22,1% del total, respectivamente.

- Para el corto plazo se observa un aumento de la producción en 2022 de 5,8% respecto a 2021 debido a recuperaciones productivas de Altonorte, Potrerillos, Chuquicamata y Paipote. El año 2023, se observa un aumento de 8,9% en la producción de ácido, lo que se relaciona a la continuación de mejoras productivas en Chuquicamata, más un buen desempeño de Paipote y Caletones.
- En el mediano plazo se espera una caída de producción de alrededor de 2,2% promedio. Si bien se registran algunos aumentos importantes en el periodo, provenientes de Altonorte, Potrerillos y Caletones, la salida de NORACID es la que golpea fuertemente este periodo, sacando del mercado alrededor de 660 mil toneladas de ácido sulfúrico.
- Durante el periodo comprendido entre los años 2027 y 2031 se observa un aumento productivo de 3,8%, proveniente específicamente de la producción plena de Nueva Paipote a fines del periodo anterior de análisis. La producción nacional de ácido sulfúrico alcanzaría las 6,04 millones de toneladas hacia el 2031.

Balance del mercado chileno del ácido sulfúrico

Existen dos puntos de inflexión en el balance proyectado de ácido sulfúrico. El primero al considerar el caso base (situación actual de producción y consumo de ácido, con cierre de fundición Paipote a partir del año 2026), el déficit máximo se produce en 2027. En tanto, que al considerar la entrada de nuevos proyectos y expansiones de operaciones de hidrometalurgia (caso máximo) el mayor déficit ocurre en 2026.

Precio futuro del ácido sulfúrico

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. De esta manera el precio promedio del 2022 fue de 234,9 US\$/ton. Para 2023 el precio promedio⁹ está en el orden de 147,6 US\$/ton, diferenciándose mucho el primer trimestre de 2023 que marcó un valor de 172,4 US\$/ton con el tercer trimestre del presente año donde se alcanzó un valor de 126,3 US\$/ton. De esta manera hasta la fecha, el precio se ha ido ajustando como se indicó en el informe anterior. Se espera que, a largo plazo, el precio se siga ajustando levemente hasta alcanzar un valor de 95 US\$/ton a largo plazo.

⁹ Hasta septiembre 2023.



Anexos

A1: Metodología

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

A1.1. Cobertura

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

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

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

A1.2. Criterio de segmentación

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

A1.2.1. Según su nivel de certeza

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



A1.2.2. Según el desarrollo cronológico

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

- a) Corto plazo (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 a los siguientes atributos:

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



A2: Principales productores y consumidores de ácido sulfúrico en Chile

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

A continuación se revisarán los principales productores y consumidores de ácido sulfúrico en Chile, caracterizándolos según sus 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 Tabla 6 muestra las principales empresas productoras de ácido sulfúrico en Chile, ordenadas según origen.

Tabla 6: Principales empresas productoras de ácido sulfúrico en Chile

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

Fuente: Elaborado en COCHILCO, 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.

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



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

Para efectos de destacar los consumidores más importantes de ácido sulfúrico, en la Tabla 7 se muestran aquellas operaciones y proyectos con consumos mayores a 13 mil toneladas de ácido¹¹, destacando sus atributos principales.

Tabla 7: Principales operaciones consumidoras de ácido sulfúrico en Chile

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

Fuente: Elaborado en Coquimbo.

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



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



A3: Unidades de medida y abreviaciones

Peso y medida

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

Elementos químicos y minerales

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

Concentración y tasas de producción

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

Procesos e insumos

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

Procesos de producción

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

Moneda y precios

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

Abreviaciones geográficas

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

Tipos de sociedades

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

Otras

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



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

Cristóbal Muñoz Cáceres

Analista de Estrategias y Políticas Públicas

Patricia Gamboa Lagos

Directora de Estudios y Políticas Públicas

Diciembre, 2023

