



Mercado Chileno del ácido sulfúrico al año 2028

DEPP 21/2019

Resumen Ejecutivo

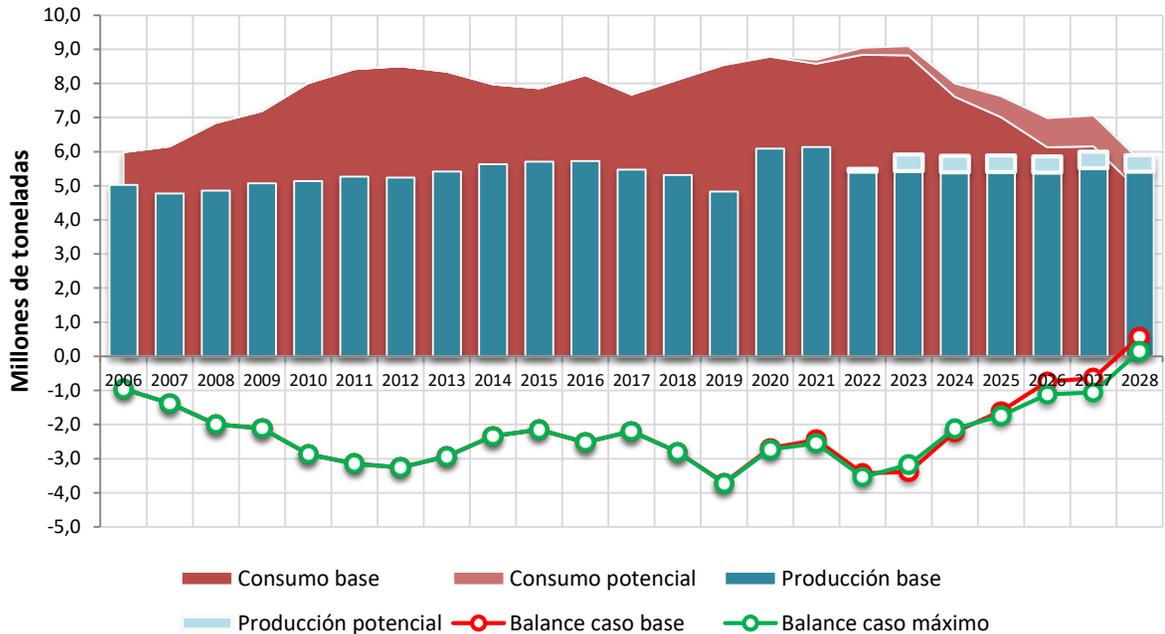
Los resultados de la encuesta “Consumo y Producción de Ácido Sulfúrico 2019”, permiten a Cochilco contar con una visión fundamentada del comportamiento del mercado chileno del ácido sulfúrico durante 2018 y a su vez, analizar las proyecciones entre los años 2019 y 2028 informadas por las compañías consideradas en la muestra, que para efectos de este trabajo se presentan en forma agregada.

Con respecto al balance del mercado hacia el 2018, se observa una caída en la oferta con respecto a 2017 de 2,8%, mientras que el consumo para el mismo periodo crece 5,8%. Esta situación se espera sea similar hacia 2019, debido a una extensión de las optimizaciones a los complejos FURE de Chuquicamata y Potrerillos hasta mediados de 2019, lo que reduciría la oferta interna en un 9,1%, pero el consumo aumentaría en 5,3% dejando un balance deficitario que crecería casi un 33% con respecto a 2018.

Ya en un análisis de mediano-largo plazo, se observa un consumo que caería hacia el 2028 en un 43% con respecto a 2019, mientras que la oferta interna aumentaría un 12% con respecto a 2019, este último el año más bajo de producción en el periodo de análisis. El balance nacional hacia 2028 entregaría un escenario excedentario de 151 mil toneladas de ácido sulfúrico, cambio en la estructura que ocurriría dos años después de lo estimado en 2018.



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



Fuente: Elaborado en COCHILCO, 2019

Es interesante observar cómo, debido a este movimiento de los balances de mercado en los últimos años, el precio del ácido se ha visto al alza entre fines de 2018 y principios de 2019, cerrando el tercer trimestre del presente año con valores cercanos a los 103,7 US\$/ton CIF. Se espera una tendencia a regular el precio de importación debido a que el balance se mantendrá estable durante los próximos 3 años, para empezar a disminuir el déficit posterior al 2023, influyendo negativamente en los precios futuros. Según estimaciones propias, se espera que el precio promedio cierre 2020 con valores cercanos a los 80 – 85 US\$/ton CIF, pero a largo plazo, el precio debería volver a bajar hasta llegar a los 62 – 65 US\$/ton CIF promedio hacia el 2024 debido a que la demanda interna bordearía los 8 Mton de ácido, muy lejos de 8,8 Mton que se espera sean demandadas en 2020 o de los 9,1 Mton demandados hacia 2023.



Índice

Resumen Ejecutivo	I
Índice de figuras	IV
Índice de tablas	IV
Introducción	6
1. El mercado chileno del ácido sulfúrico	8
1.1. Comportamiento del mercado nacional en el período 2009 - 2018	8
1.2. Producción y consumo de ácido sulfúrico en el año 2018	9
1.3. Tasas de producción y consumo de ácido sulfúrico	11
1.3.1. Tasa de producción unitaria de ácido sulfúrico en las fundiciones de cobre	11
1.3.2. Tasa de consumo unitario de H ₂ SO ₄ en lixiviación por tonelada de cobre Sx _{EW}	11
1.4. Comercio exterior chileno de ácido sulfúrico, periodo 2009 - 2018	14
1.4.1. Importaciones de ácido sulfúrico al año 2018	14
1.4.2. Exportaciones de ácido sulfúrico al año 2018	16
2. Proyección del mercado del ácido sulfúrico en Chile, 2019 – 2028	19
2.1. Comportamiento del consumo de ácido sulfúrico (2019 – 2028)	19
2.2. Comportamiento de la producción de ácido sulfúrico (2019 - 2028)	21
2.3. Balance del mercado chileno del ácido sulfúrico al año 2028	23
2.3.1. Análisis nacional del mercado del ácido sulfúrico	23
2.3.2. Análisis regional del mercado del ácido sulfúrico	25
3. Comentarios finales	29
Anexos	32
A1: Metodología	32
A1.1. Cobertura	32
A1.2. Criterio de segmentación	32
A1.2.1. Según su nivel de certeza	32
A1.2.2. Según el desarrollo cronológico	34
A1.3. Caracterización de las empresas productoras y/o consumidoras de ácido sulfúrico	34
A2: Principales productores y consumidores de ácido sulfúrico en Chile	35
A2.1. Principales productores y consumidores de ácido sulfúrico en Chile	35
A2.1.1. Plantas de producción de ácido sulfúrico	35
A2.1.2. Principales operaciones y proyectos consumidores de ácido sulfúrico	36
A3: Unidades de medida y abreviaciones	37



Índice de figuras

Figura 1: Balance del mercado nacional de ácido sulfúrico, histórico y futuro.	II
Figura 2: Producción chilena de cobre y participación por tipo de producto, periodo 2009 – 2018	9
Figura 3: Producción cát. SxEw, tasa de consumo de ácido y ley de óxidos promedio, 2009 – 2018	12
Figura 4: Relación entre la producción de cátodos SxEw y la tasa de consumo de H2SO4, año 2018. ...	13
Figura 5: Evolución de las importaciones de ácido sulfúrico, periodo 2009 – 2018.....	14
Figura 6: Valor unitario del ácido sulfúrico CIF (US\$/ton) versus volumen de importaciones	15
Figura 7: Volumen y distribución de las importaciones de H2SO4 según país de origen, 2009 - 2018... ..	16
Figura 8: Evolución de las exportaciones de ácido sulfúrico, periodo 2009 – 2018	17
Figura 9: Consumo de ácido sulfúrico base y potencial proyectado hacia el 2028	20
Figura 10: Consumo de H2SO4 en minería del cobre vs producción de cátodos SxEw, 2019 – 2028	20
Figura 11: Composición histórica y proyectada del origen de la producción de H2SO4 en Chile	21
Figura 12: Producción base y potencial proyectada a 2028	22
Figura 13: Balances del mercado chileno del ácido sulfúrico 2019 – 2028.....	24
Figura 14: Balance nacional y regional del mercado chileno del H2SO4, 2019 - 2028, caso potencial ...	27

Índice de tablas

Tabla 1: Evolución del mercado chileno del ácido sulfúrico, 2009 - 2018 (miles de toneladas)	8
Tabla 2: Distribución de la producción y consumo de ácido en el año 2018 y variación año anterior ...	10
Tabla 3: Tasa de producción unitaria de ácido sulfúrico por tonelada de cobre fundido 2009 – 2018 ..	11
Tabla 4: Balance del mercado del ácido sulfúrico en Chile (2019 – 2028).....	23
Tabla 5: Balances regionales del mercado del H2SO4 en Chile, en miles de toneladas (2019 – 2028)...	26
Tabla 6: Principales empresas productoras de ácido sulfúrico en Chile	35
Tabla 7: Principales operaciones consumidoras de ácido sulfúrico en Chile.....	36



Introducción



Introducción

La necesidad de contar con información actualizada que permita comprender los fundamentos y el comportamiento actual y proyectado del mercado chileno del ácido sulfúrico, especialmente para las fundiciones de cobre que lo producen y las operaciones de lixiviación de minerales oxidados y sulfuros lixiviables que lo consumen, permitió iniciar esta línea de trabajo en COCHILCO hace casi una década.

El presente informe corresponde a una actualización del informe anual del mercado del ácido sulfúrico a través del instrumento denominado “Encuesta de ácido sulfúrico 2019 y proyección hacia el 2028”, que considera información real hasta 2018 y proyectando el balance entre oferta y demanda hasta el año 2028.

Este informe se divide en tres secciones. La primera considera una revisión de los antecedentes del mercado del ácido sulfúrico en Chile recopilados a través de la encuesta de producción y consumo de ácido sulfúrico 2019, en lo que respecta a revisar el comportamiento del último decenio de la producción, consumo y comercio exterior, con énfasis en el comportamiento del último año calendario que para efectos de este trabajo es 2018. En este mismo contexto se revisa el comportamiento del precio del insumo en el último periodo, previo a la publicación de este trabajo, que para este caso corresponde a información actualizada hasta octubre de 2019.

La segunda sección es un análisis de las proyecciones de oferta y demanda del insumo para el periodo comprendido entre los años 2019 y 2028, y sus respectivos balances de mercado tanto a nivel nacional y regional. Este análisis se realiza en base a escenarios de corto, mediano y largo plazo.

Finalmente, como tercera sección, se presentan las principales conclusiones de este trabajo.



Capítulo 1:

El mercado chileno del ácido sulfúrico



1. El mercado chileno del ácido sulfúrico

Este capítulo presenta una actualización de la información sobre el mercado del ácido sulfúrico, resultado de la data obtenida en la “Encuesta de Producción y Consumo de Ácido Sulfúrico” durante los primeros meses de 2019, permitiendo caracterizar el mercado del ácido sulfúrico en Chile, tanto en la actualidad como en los últimos diez años.

1.1. Comportamiento del mercado nacional en el período 2009 - 2018

La producción de ácido sulfúrico en Chile durante 2018, alcanzó las 5,32 millones de toneladas, una caída de 2,8% con respecto a lo declarado en 2017, segundo año consecutivo con disminución de producción de este insumo debido a las sucesivas paradas de planta de los complejos FURE del país con el fin de dar cumplimiento del DS 28. Por otra parte, se registra un aumento de 46,3% con respecto a 2017 en las importaciones, con el fin de contrarrestar la disminución de la oferta interna, tendencia que se espera mantener por lo menos hasta 2020 (Tabla 1).

Tabla 1: Evolución del mercado chileno del ácido sulfúrico, 2009 - 2018 (miles de toneladas)

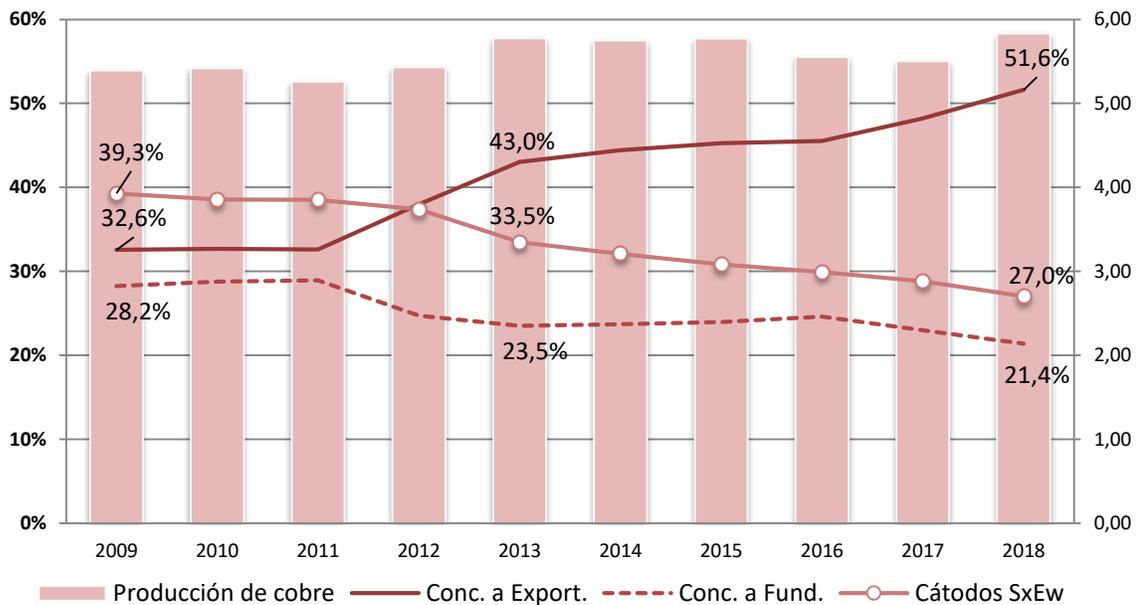
ÍTEM	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Producción	5.076,6	5.138,3	5.272,3	5.242,0	5.415,6	5.635,2	5.709,7	5.721,4	5.470,8	5.315,3
(+) Importaciones	1.872,3	2.643,7	3.164,0	3.211,5	2.834,3	2.246,9	2.180,7	1.727,2	2.046,5	2.993,2
(-) Exportaciones	-13,5	-13,4	-62,6	-15,0	-52,3	-17,3	-54,4	-72,2	-14,9	-14,6
CONSUMO APARENTE	6.935,4	7.768,6	8.373,7	8.438,4	8.197,6	7.864,8	7.836,1	7.376,4	7.502,4	8.293,8

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

A continuación, Figura 2, es posible ver el comportamiento de la producción total de cobre mina en Chile y la participación que tienen en esta los tres tipos de productos de cobre comerciales exportados en los últimos diez años, donde el ácido está íntegramente relacionado: cátodos SxEw, importante demandante de ácido sulfúrico; concentrados de cobre tratados en fundiciones nacionales, que genera una “producción obligada” de ácido sulfúrico; y concentrados exportados, sin tratamiento nacional.



Figura 2: Producción chilena de cobre y participación por tipo de producto, periodo 2009 – 2018



Fuente: Elaborado en COCHILCO, 2018

Chile sigue siendo un importante actor a nivel mundial en producción de cobre, sin embargo no se ha observado un gran aumento de producción en los últimos diez años. Más aún, a pesar de que se ha observado un fuerte crecimiento en la producción nacional de concentrados, la producción de refinados sigue cayendo, ya que no se ha traducido en una mayor producción de cátodos ER (FURE) y hace bastantes años se observa una disminución sostenida de la producción de cátodos SxEw. A pesar de esto, Chile sigue manteniendo el primer lugar en la producción mundial de cobre mina (28% de participación) y el segundo lugar en la producción de cobre refinado en el mundo con un 10,4% de participación, después de China que posee un 37,7%, y es el productor número 1 de cátodos SxEw en el mundo con un 41,3% de participación¹.

Con una producción SxEw en declive, el consumo de ácido seguiría estable debido a factores operacionales de las faenas hidrometalúrgicas que inciden en tasas de consumo mayores aunque la producción decaiga, tal como se verá más adelante en este trabajo.

1.2. Producción y consumo de ácido sulfúrico en el año 2018

Los datos recopilados por Cochilco durante los primeros meses de 2019 en la encuesta de “Consumo y Producción de Ácido Sulfúrico”, versión 2018, da cuenta de un aumento de 5,8% en el consumo de ácido sulfúrico en Chile, donde la región de Tarapacá muestra el mayor crecimiento (28,8%),

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



determinada por la fuerte influencia de la minería del cobre, específicamente en la lixiviación de minerales para producir cátodos de cobre SxEw, responsable del 95,1% del consumo y registrando un aumento de 5,8% con respecto a 2017. Las únicas regiones que muestran caídas en sus consumos con respecto a 2017 son Arica y Parinacota (-3,1% por el cierre de Pampa Camarones) y la región de O'Higgins (-13,7%).

Por el lado de la oferta, la producción nacional cayó 2,8% con respecto a 2017 y sigue dominada por las empresas estatales de minería del cobre con un 57,8% de participación, contrastando con la demanda que proviene mayormente de la industria privada (72,4%). Esta caída en la oferta se relaciona con disminuciones de producción de ácido provenientes de Molynor (-42,3% con respecto a 2017), Molymet (-23,6% con respecto a 2017), Chuquicamata (-13,4% con respecto a 2017) y Ventanas (-7,4% con respecto a 2017).

Tabla 2: Distribución de la producción y consumo de ácido en el año 2018 y variación año anterior

DISTRIBUCIÓN	PRODUCCIÓN			CONSUMO			DÉFICIT O EXCEDENTE Miles de ton
	Miles de ton	Variación 2018/2017	Part.	Miles de ton	Variación 2018/2017	Part.	
TOTAL NACIONAL	5.315	-2,8%	100%	8.115	5,8%	100%	-2.800
Regional							
Arica y Parinacota	0	0,0%	0,0%	80	-3,1%	1,0%	-80
Tarapacá	0	0,0%	0,0%	416	28,8%	5,1%	-416
Antofagasta	2.612	-6,0%	49,1%	6.256	5,1%	77,1%	-3.643
Atacama	658	15,7%	12,4%	893	2,0%	11,0%	-235
Coquimbo	0	0,0%	0,0%	105	14,8%	1,3%	-105
Valparaíso	822	-3,3%	15,5%	118	22,6%	1,5%	704
Metropolitana	44	-23,6%	0,8%	116	0,2%	1,4%	-72
O'Higgins	1.179	-3,0%	22,2%	22	-13,7%	0,3%	1.157
Sur (resto)	0	0,0%	0,0%	110	0,0%	1,4%	-110
Por origen o destino							
Minería del cobre	4.540	-2,7%	85,4%	7.719	5,8%	95,1%	-3.179
Otros	775	-3,5%	14,6%	396	4,4%	4,9%	379
Por tipo de abastecimiento							
Autoabastecimiento	1.533	3,8%	28,8%	1.533	3,8%	18,9%	0
Comercial	3.782	-5,3%	71,2%	6.582	6,2%	81,1%	-2.800
Por tipo de empresas							
Estatales	3.073	-2,5%	57,8%	2.243	0,3%	27,6%	830
Privadas	2.242	-3,3%	42,2%	5.872	8,0%	72,4%	-3.630

Fuente: Elaborado en COCHILCO según datos suministrado por las compañías

El balance nacional resultante de este resumen se mantiene deficitario, aumentando en 16,5% más que al año 2017.

1.3. Tasas de producción y consumo de ácido sulfúrico

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

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

Los complejos industriales como fundiciones y refinerías buscan mitigar las emisiones de gases a la atmosfera mediante plantas captadoras de gases sulfurosos, que a su vez son convertidos en ácido sulfúrico, donde la capacidad de captación de estos gases como de la producción de ácido va a depender de aspectos tecnológicos como también de la naturaleza de los minerales procesados, por eso la fuerte relación entre producción FURE y producción de ácido sulfúrico (Tabla 3).

Tabla 3: Tasa de producción unitaria de ácido sulfúrico por tonelada de cobre fundido 2009 – 2018

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Producción ácido sulfúrico (kton)	4.946	4.927	4.944	4.529	4.542	4.665	4.593	4.687	4.410	4.286
Producción de cobre fundido (kton)	1.522	1.560	1.522	1.342	1.358	1.362	1.382	1.365	1.265	1.246
Tasa de producción unitaria (ton H2SO4/ton Cu)	3,25	3,16	3,25	3,37	3,34	3,42	3,32	3,43	3,49	3,44

Fuente: Elaborado en Cochilco.

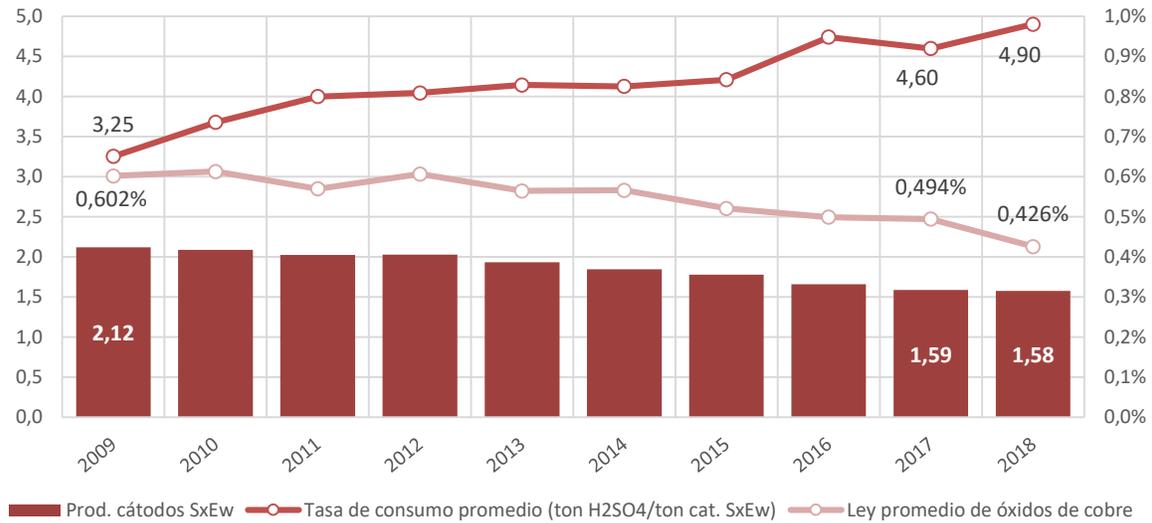
A esta relación se le denomina “*tasa de producción unitaria de ácido sulfúrico*”, la cual en 2018 alcanzó las 3,44 toneladas de ácido generado por tonelada de cobre producido en FURE, equivalente a una disminución de 1,4% con respecto a 2017 y un aumento de 5,9% con respecto a 2009, lo que se explicaría en parte por la calidad de los concentrados fundidos y refinados en el país.

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

La tasa de consumo de ácido sulfúrico se define como la cantidad de ácido necesaria para producir, mediante un proceso hidrometalúrgico, una tonelada de cobre fino en cátodos. El incremento de la tasa de consumo de ácido sulfúrico en la última década es observable en la Figura 3, donde además se puede ver la relación inversamente proporcional entre esta tasa de consumo y la ley promedio de mineral lixiviado del país. Adicionalmente se observa el contraste con la producción de cátodos SxEw.



Figura 3: Producción cát. SxEw, tasa de consumo de ácido y ley de óxidos promedio, 2009 – 2018



Fuente: Elaborado en Cochilco.

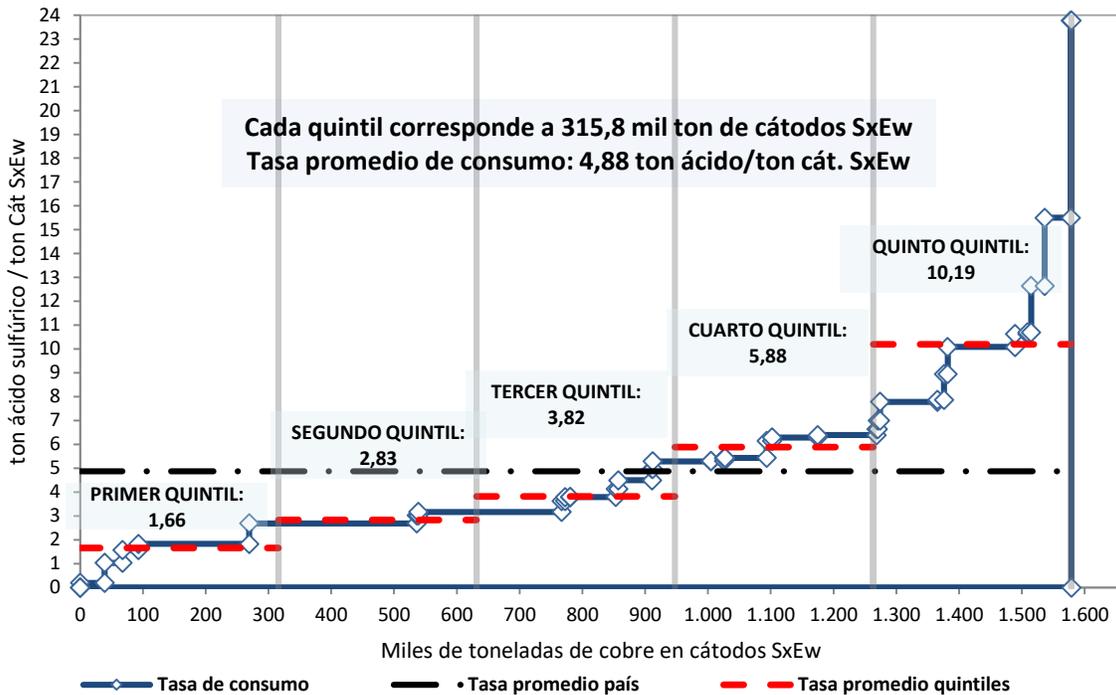
El rendimiento hidrometalúrgico ha caído² 6,6% entre 2017 y 2018, muy relacionado con lo observado con la ley promedio de mineral oxidado, la cual ha caído un 13,9% en el mismo periodo. Si se observa el comportamiento de la última década, la producción de cátodos SxEw ha disminuido un 25,6%, junto con una sostenida disminución de la ley promedio de óxidos (-29,3%) y una caída del rendimiento hidrometalúrgico de 50,7%.

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

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



Figura 4: Relación entre la producción de cátodos SxEw y la tasa de consumo de H2SO4, año 2018.



Fuente: Elaborado en Cochilco.

Al segmentar en quintiles la producción de cátodos SxEw, que para 2018 corresponden a 315,8 kt de Cu, es posible analizar las diferencias de consumo de ácido sulfúrico entre cada una de las 31 operaciones consideradas en la muestra³.

Existen doce operaciones, equivalentes al 57,7% de la producción 2018 de cátodos SxEw, que se ubican por debajo de la tasa promedio nacional de consumo de 4,88 ton de ácido sulfúrico/ton de cobre contenido en cat. SxEw, entre el primer y tercer quintil de la muestra. De estas, ocho pertenecen a la “gran minería del cobre”, tanto privada como estatal, y cuatro a la “mediana minería”, tanto privada como estatal. Una tasa baja de consumo se relaciona a un alto rendimiento hidrometalúrgico, lo que podría hacer pensar que estas operaciones corresponderían a “las más eficientes”, sin embargo es necesario considerar otras variables tales como el efecto escala que poseen, calidad de mineral (ley) e impurezas o alteraciones mineralógicas presentes (más o menos arcilla, por ejemplo).

Por otra parte, tenemos diecinueve operaciones que corresponderían a aquellas “menos eficientes” al ubicarse entre el cuarto y quinto quintil con tasas de consumo superiores al promedio nacional, que alcanzan una participación en la producción nacional de 42,3%.

³ La muestra recopila la información de 31 operaciones hidrometalúrgicas, que en conjunto agrupan el 100% de la producción de cátodos SxEw del país, entre medianas y grandes empresas.



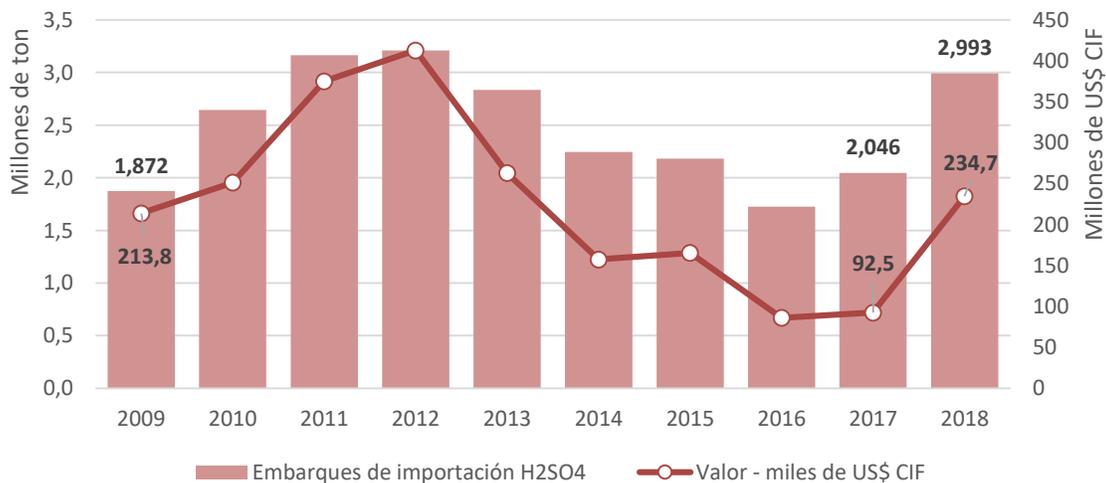
1.4. Comercio exterior chileno de ácido sulfúrico, periodo 2009 - 2018

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

1.4.1. Importaciones de ácido sulfúrico al año 2018

A diferencia de los últimos cuatro años, se observa en 2018 un alza de las importaciones bastante importante, casi a volúmenes similares al *peak* en 2012, aumentando en un 46,3% con respecto a 2017, esto respondiendo en mayor medida al déficit estructural existente en el mercado nacional producto de las mejoras de los complejos FURE en los últimos dos años con fines de cumplir con el DS28 (Figura 5).

Figura 5: Evolución de las importaciones de ácido sulfúrico, periodo 2009 – 2018

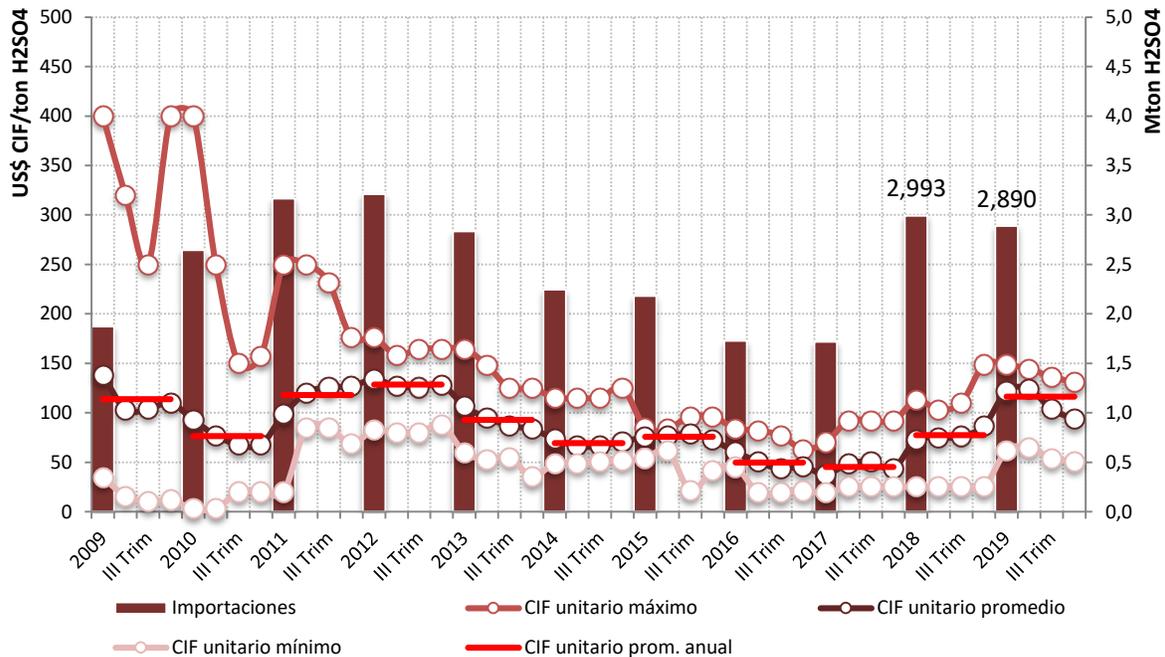


Fuente: Elaborado por Cochilco sobre la base de datos del Servicio de Aduanas.

El precio no siempre se relaciona directamente a las alzas de las importaciones, por lo cual, para un mejor análisis de esta variable, es recomendable realizar una revisión de los precios promedio trimestrales de importación de ácido sulfúrico. Un registro de esto, en un rango de precios máximos, mínimos y promedios, se puede observar en la Figura 6, para el periodo comprendido entre el primer trimestre de 2009 hasta octubre de 2019.



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



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

Desde 2008 el valor CIF promedio viene disminuyendo (Figura 6), con el sucesivo aumento del volumen de exportaciones hasta 2012 donde se rompe la relación inversamente proporcional. Posterior a este año, el precio promedio comienza a descender, de la mano de una disminución del volumen de importaciones.

La tendencia al descenso en las importaciones de ácido sulfúrico luego de su *peak* en 2012, está fuertemente relacionada con el agotamiento de los recursos lixiviables, sin embargo desde 2016 en adelante hemos visto un aumento sustancial de las importaciones, contrario a lo que se pudiese esperar por la disminución de producción de cátodos SxEw observada. Este aumento es responsabilidad de la disminución de la oferta interna debido a las modificaciones en complejos FURE para dar cumplimiento al DS28.

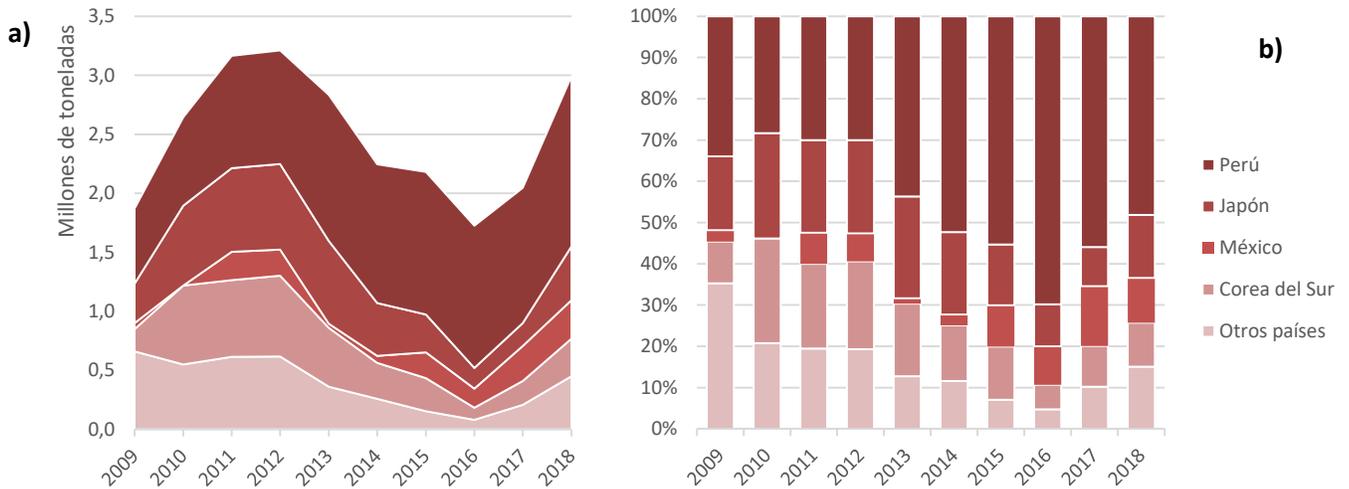
Posterior al 2017 vemos un precio promedio al alza, pasando de 37,8 US\$/ton CIF el primer trimestre de 2017 a 93,6 US\$/ton CIF el cierre de octubre del presente, con máximos de 148,7 US\$/ton entre el último trimestre de 2018 y el primer trimestre de 2019. Se espera una tendencia a regular el precio de importación debido a que el balance se mantendrá estable durante los próximos 3 años, para empezar a disminuir el déficit posterior al 2023, influyendo negativamente en los precios futuros. Según estimaciones propias, se espera que el precio promedio cierre 2020 con valores

⁴ Importaciones registradas desde el primer trimestre de 2009 a octubre de 2019, años 2009 – 2018 importaciones anuales, mientras que para 2019 corresponde a las realizadas hasta octubre de 2019.



cercanos a los 80 – 85 US\$/ton CIF, pero a largo plazo, el precio debería volver a bajar hasta llegar a los 62 – 65 US\$/ton CIF promedio hacia el 2024 debido a que la demanda interna bordearía los 8 Mton de ácido, muy lejos de 8,8 Mton que se espera sean demandadas en 2020 o de los 9,1 Mton demandados hacia 2023.

Figura 7: Volumen y distribución de las importaciones de H2SO4 según país de origen, 2009 - 2018



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

En la Figura 7 se muestra la distribución de las importaciones en cantidad (figura 7-a) y en participación (figura 7-b) de los principales países de origen. Perú ha sido el principal importador desde 2007, seguido por Japón y Corea del Sur, en forma alternada. Sin embargo México desde 2011, con un periodo casi inexistente como origen de importaciones entre 2013 y 2014, ha cobrado más importancia que Corea del Sur o incluso superando en 2017 a Japón como el segundo país más importante.

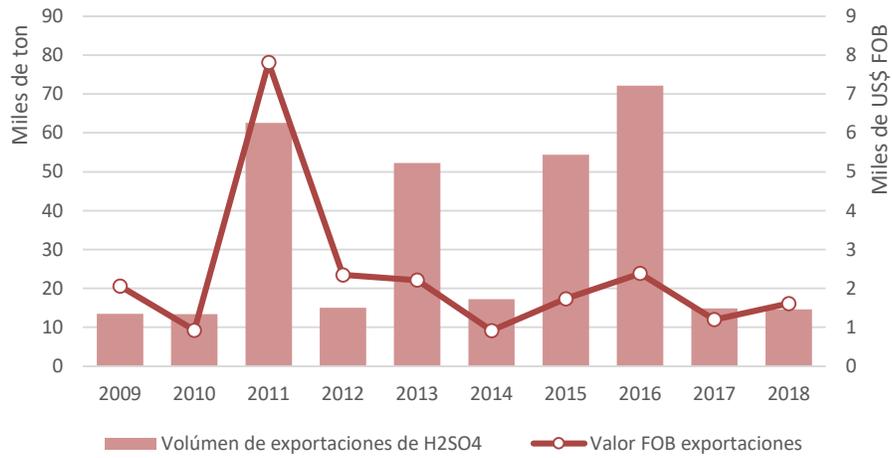
1.4.2. Exportaciones de ácido sulfúrico al año 2018

Durante 2018 las exportaciones de ácido sulfúrico alcanzaron las 14.649 toneladas de ácido, dirigidas plenamente a Bolivia, así como ha sido desde 2017, por un valor FOB de US\$ 1,6 millones y a un valor promedio de 110 US\$ FOB la tonelada.

La evolución de las exportaciones de ácido sulfúrico en el último decenio, tanto en volumen como en valor FOB, se registra en la Figura 8.



Figura 8: Evolución de las exportaciones de ácido sulfúrico, periodo 2009 – 2018



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

Capítulo 2:

Proyección del mercado del ácido sulfúrico en Chile, 2019 – 2028



2. Proyección del mercado del ácido sulfúrico en Chile, 2019 – 2028

En este capítulo se analizará el comportamiento de la proyección de consumo y producción de ácido, y la estrecha relación con la producción de cátodos SxEw en el próximo decenio. Posteriormente se revisa en forma general y en detalle el balance nacional del mercado del ácido, para finalmente mostrar a líneas generales el balance regional de este insumo, todo con horizonte hacia el 2028.

2.1. Comportamiento del consumo de ácido sulfúrico (2019 – 2028)

La encuesta de producción y consumo de ácido sulfúrico para el periodo 2019 – 2028, sumado a ajustes obtenidos durante lo que lleva de 2019, permitió visualizar que el consumo base⁵ se mantiene relativamente estable en el corto plazo (2019 – 2020), con un crecimiento de 2,8%. En el mediano plazo (2021 – 2023) se observa un *peak* de consumo en 2022 de 8,84 millones de toneladas, el cual sería el último máximo consumo a registrar en la próxima década. El año 2023 se observa como un año con reducción de demanda en cerca de 1,5 Mton de ácido sulfúrico debido al cierre de Cerro Colorado, Mantos Blancos, Franke y Mantoverde, lo que radica en la caída de la demanda del siguiente periodo. Ésta es levemente contrastada con aumento de consumo provenientes de Gaby, Escondida y Zaldívar por alrededor de 325 mil toneladas.

En el largo plazo (2024 – 2028), el consumo base sufrirá una fuerte caída, desde las 7,61 millones de toneladas esperadas para 2024 hasta las 4,84 millones de toneladas estimadas para 2028, una caída de 36,4% en el período.

Con respecto al consumo potencial, esto quiere decir que consideramos aquellos futuros proyectos que podrían ser consumidores del insumo, en el corto plazo se mantendría similar al caso base, con un crecimiento de 2,9%. Aquí se observa la entrada de Michilla y Delirio en 2019, con un aumento promedio de la demanda de alrededor de 115 mil toneladas de ácido. Ya en 2020 se registran aumentos provenientes de RT óxidos, Zaldívar, Mantos Blancos, Franke y otras operaciones de mediana envergadura, que generan un aumento de demanda de alrededor de 470 mil toneladas.

El aumento se registraría en el mediano plazo, donde se observaría un crecimiento de la demanda de 4,7% con un *peak* de consumo esperado hacia el 2023 con alrededor de 9,09 millones de toneladas de ácido sulfúrico. Este aumento es producto de la inclusión de Playa Verde, Productora y la reapertura potencial de Sagasca, aportando alrededor de 70 mil toneladas de ácido hacia 2023.

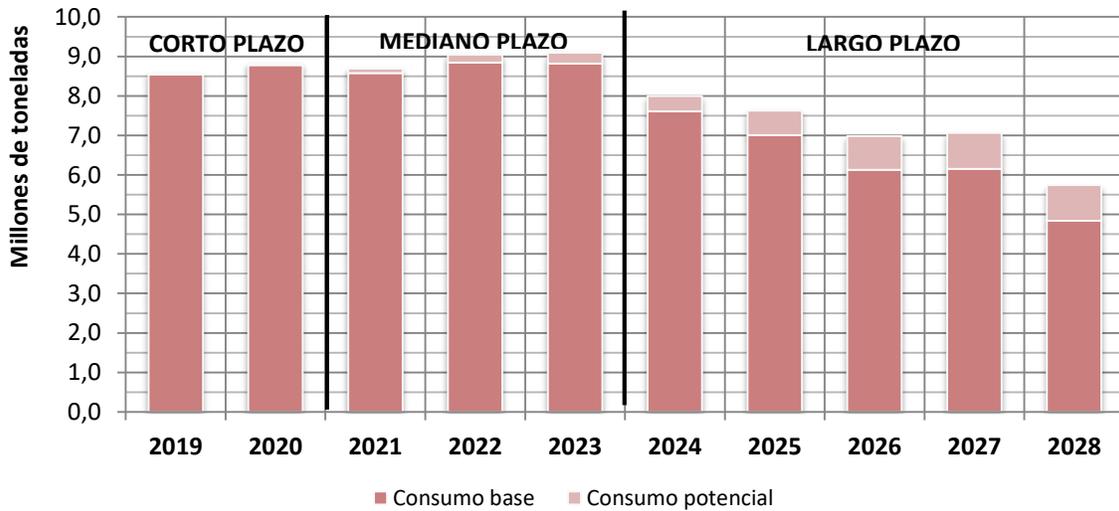
Finalmente, en el largo plazo, periodo 2024 a 2028, el consumo seguirá a la baja con una caída estimada de 28,2% en el periodo, cerrando el periodo de análisis con una demanda de 5,75 millones de toneladas. La caída por el cierre de Chuquicamata, Spence, Gaby, Lomas Bayas, Cenizas Taltal y otras operaciones de mediana envergadura, disminuyendo en consumo promedio en alrededor de

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



2,2 Mton de ácido, es regulada por aumentos provenientes de la reapertura de Collahuasi desde 2024 (~245 mil toneladas), Marimaca a partir de 2025 (~250 mil toneladas) y otros proyectos menores en Centinela desde 2026 (~150 mil toneladas). En resumen, el consumo nacional de ácido sulfúrico caerá un 32,9% con respecto a lo esperado para 2019. La Figura 9 muestra gráficamente este análisis.

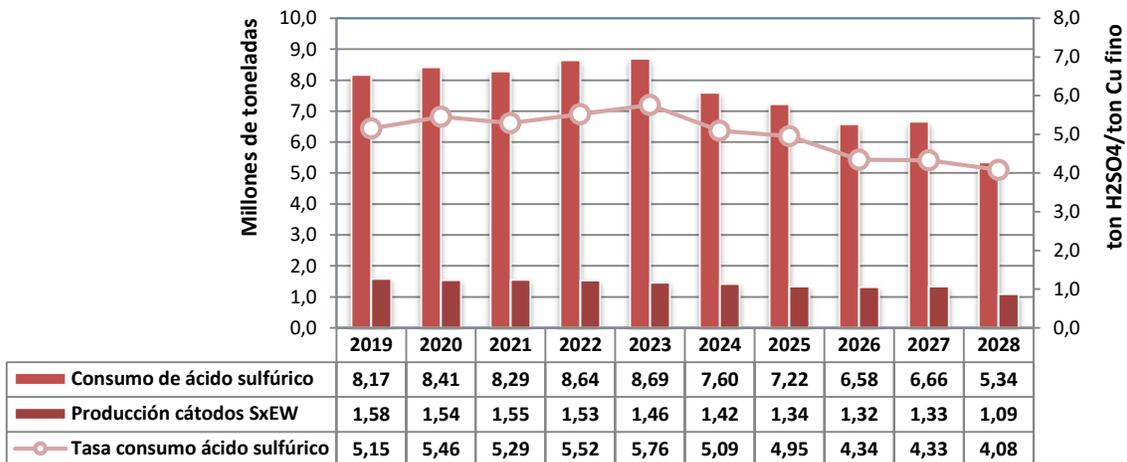
Figura 9: Consumo de ácido sulfúrico base y potencial proyectado hacia el 2028



Fuente: Elaborado por Cochilco

La importancia en los consumos de ácido sulfúrico de la minería del cobre se mantendrá durante el próximo decenio, sin embargo se observa una disminución de la participación: si durante 2018 el consumo proveniente de la minería del cobre representó un 95,1% del consumo nacional, para 2028 se espera que corresponda a un 93%. Una vista de la tendencia de las tasas de consumo se observa en la Figura 10.

Figura 10: Consumo de H₂SO₄ en minería del cobre vs producción de cátodos Sx₂EW, 2019 – 2028



Fuente: Elaborado por Cochilco

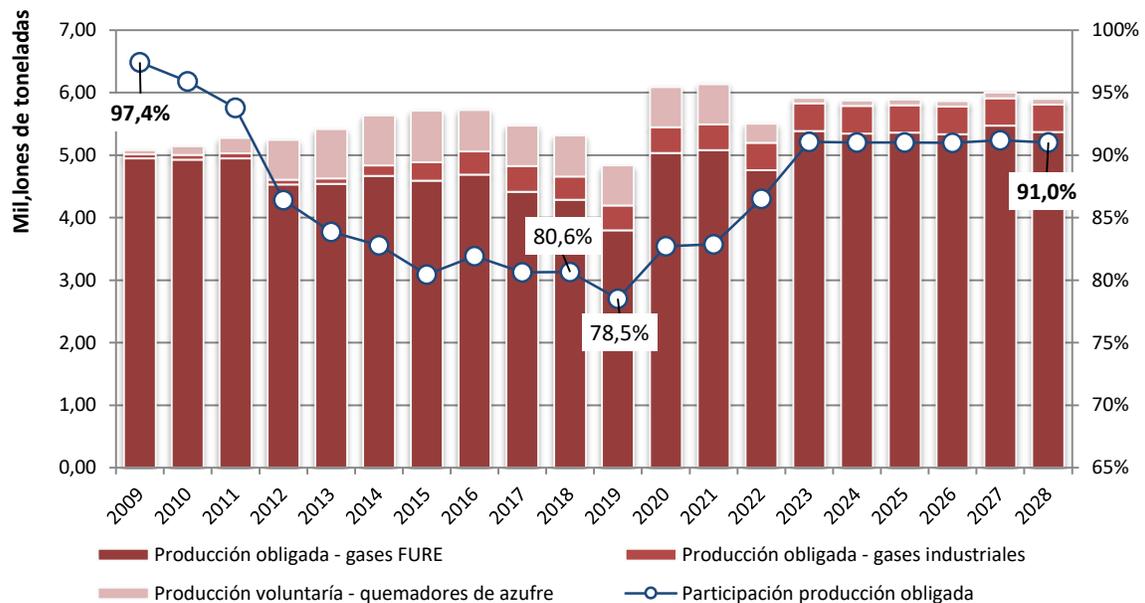


La tasa de consumo se mantendría en torno a las 5,0 toneladas de ácido consumido por tonelada de cobre fino producido en la próxima década, como promedio, con una caída de 20,8% entre 2019 y 2028.

2.2. Comportamiento de la producción de ácido sulfúrico (2019 - 2028)

Durante los últimos diez años se ha observado una tendencia creciente en la producción de ácido sulfúrico en el país, donde 2016 corresponde al máximo alcanzable por la industria nacional, 5,72 millones de toneladas de ácido sulfúrico, para posteriormente ajustarse a la baja debido a las sucesivas paralizaciones de las fundiciones nacionales en busca de optimizar sus captaciones de gases sulfurosos con miras a cumplir con el DS 28 a fines de 2018. La producción obligada recuperará su importancia relativa en la estructura productiva del país, luego de la caída esperable durante este 2019 luego de la paralización hasta mediados de año de las fundiciones de Potrerillos (Salvador) y Chuquicamata. Si la producción obligada de FURE alcanza un 80,6% de participación en la producción total de ácido sulfúrico hacia 2018, compuesta por el ácido producido gracias a la captura de gases de fundición (81%) y gases industriales (7,3%), hacia 2028 alcanzará el 91% (Figura 11).

Figura 11: Composición histórica y proyectada del origen de la producción de H2SO4 en Chile

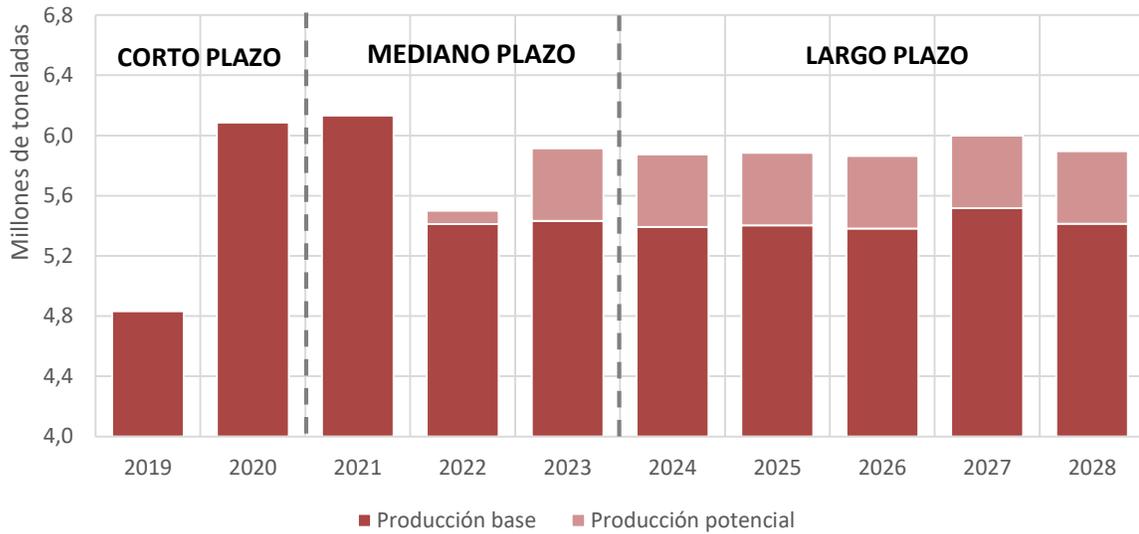


Fuente: Elaborado por Cochilco

La tendencia creciente de la producción de ácido se puede analizar en tres periodos, tal cual se observa en la Figura 12.



Figura 12: Producción base y potencial proyectada a 2028



Fuente: Elaborado por Cochilco

- i. **Corto plazo (2019 – 2020):** Se espera una disminución de la producción en 2019 de 9,1% respecto a 2018 debido a las optimizaciones de las fundiciones por cumplimiento del DS 28 que se extendieron hasta junio del presente año. Producción voluntaria se mantiene estable con una participación promedio de 11,9%.
- ii. **Mediano plazo (2021 – 2023):** Producción estable hasta 2021, para luego caer hacia 2022 en casi un 10% debido al cierre de la planta de NORACID (~650 mil toneladas de producción) y mantención programada para Chuquicamata (*-250 mil toneladas). La potencial reapertura del quemador de Haldeman sería el único aporte “nuevo” al perfil productivo (~+90 mil toneladas).
- iii. **Largo plazo (2024 – 2028):** Durante este periodo se observa una producción estable en torno a las 5,5 Mton a 6 Mton, debido particularmente a la potencial inclusión de aportes provenientes de Nueva Paipote a partir de 2023, lo que añadiría en promedio alrededor de 390 mil toneladas de ácido sulfúrico en el periodo.

2.3. Balance del mercado chileno del ácido sulfúrico al año 2028

A continuación se muestra el balance nacional del ácido sulfúrico (Anexo 1. Metodología), bajo tres escenarios: corto plazo (2019 – 2020), mediano plazo (2021 – 2023) y largo plazo (2024 – 2028).

Tabla 4: Balance del mercado del ácido sulfúrico en Chile (2019 – 2028)

PERFILES	CORTO PLAZO		MEDIANO PLAZO			LARGO PLAZO				
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
CASO BASE										
(+) Producción Base	4.832,3	6.084,9	6.131,5	5.410,7	5.433,3	5.392,8	5.404,0	5.382,4	5.516,5	5.414,4
(-) Consumo Base	8.542,2	8.780,5	8.577,5	8.842,5	8.821,4	7.607,4	7.011,0	6.128,5	6.156,5	4.841,2
Balance Caso Base	-3.709,9	-2.695,7	-2.446,0	-3.431,8	-3.388,1	-2.214,6	-1.607,1	-746,1	-640,0	573,2
CASO PRODUCCIÓN MÁXIMA										
(+) Producción máxima (Base+Potencial)	4.832,3	6.084,9	6.131,5	5.500,7	5.915,3	5.874,8	5.886,0	5.864,4	5.998,5	5.896,4
(-) Consumo Base	8.542,2	8.780,5	8.577,5	8.842,5	8.821,4	7.607,4	7.011,0	6.128,5	6.156,5	4.841,2
Balance Caso Consumo Máximo	-3.709,9	-2.695,7	-2.446,0	-3.341,8	-2.906,1	-1.732,6	-1.125,1	-264,1	-158,0	1.055,2
CASO CONSUMO MÁXIMO										
(+) Producción Base	4.832,3	6.084,9	6.131,5	5.410,7	5.433,3	5.392,8	5.404,0	5.382,4	5.516,5	5.414,4
(-) Consumo máximo (Base+Potencial)	8.562,3	8.809,9	8.686,9	9.044,8	9.093,7	8.000,9	7.625,5	6.983,0	7.061,0	5.745,7
Balance Caso Producción Máxima	-3.730,0	-2.725,0	-2.555,4	-3.634,2	-3.660,5	-2.608,1	-2.221,6	-1.600,6	-1.544,5	-331,3
CASO CONSUMO POTENCIAL										
(+) Producción máxima (Base+Potencial)	4.832,3	6.084,9	6.131,5	5.500,7	5.915,3	5.874,8	5.886,0	5.864,4	5.998,5	5.896,4
(-) Consumo máximo (Base+Potencial)	8.562,3	8.809,9	8.686,9	9.044,8	9.093,7	8.000,9	7.625,5	6.983,0	7.061,0	5.745,7
Balance Caso Consumo Potencial	-3.730,0	-2.725,0	-2.555,4	-3.544,2	-3.178,5	-2.126,1	-1.739,6	-1.118,6	-1.062,5	150,7

Fuente: Elaborado por Cochilco, en base a los antecedentes proporcionados por empresas productoras y consumidoras a julio 2019

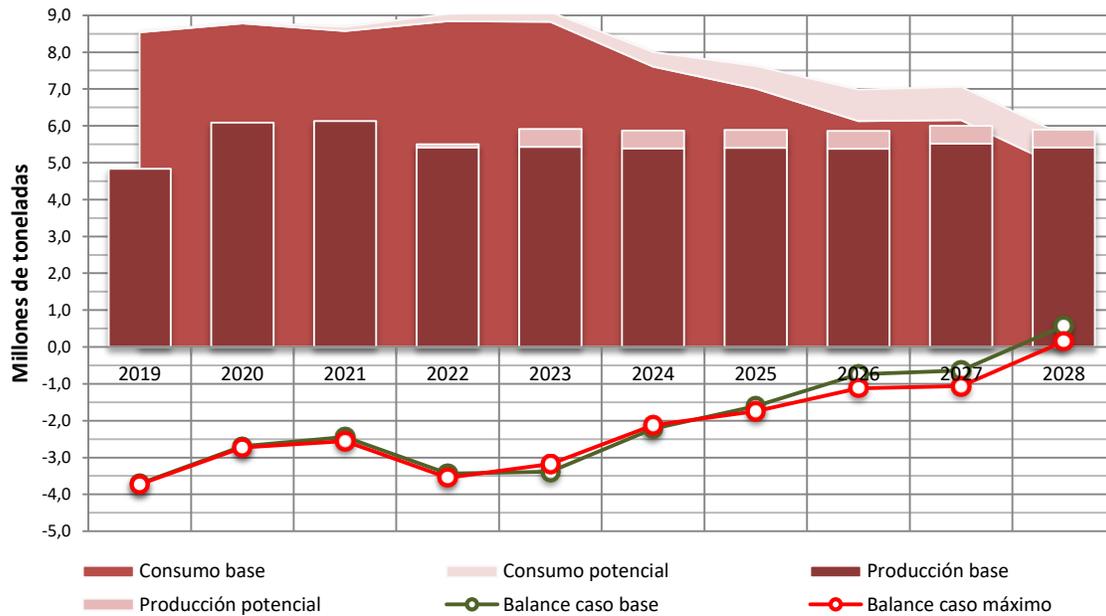
Un análisis más detallado de estos perfiles, tanto a nivel nacional como regional, se verá a continuación.

2.3.1. Análisis nacional del mercado del ácido sulfúrico

Para realizar el análisis del balance futuro hacia 2028 del mercado del ácido sulfúrico en Chile, bajo los cuatro escenarios posibles mostrados anteriormente, es necesario graficarlos según su disposición temporal (Figura 13).



Figura 13: Balances del mercado chileno del ácido sulfúrico 2019 – 2028



Fuente: Elaborado en Cochilco

A líneas generales se observa como el déficit aumenta fuertemente en 2019 debido a las condiciones ya explicadas en párrafos anteriores, para luego volver a aumentar el 2022 debido al cierre de la planta de NORACID y la mantención de Chuquicamata que reduce la oferta interna. Posterior a esto, el cierre de faenas hidrometalúrgicas hace descender la demanda interna, pero a diferencia de versiones anteriores de este trabajo, el descenso producto de cierre de faenas mineras es más lento ya que se ha optado por extender la vida útil de operaciones aunque esto requiera aumentar las tasas de consumo de ácido sulfúrico. Es así como, el cambio de deficitario a excedentario se dará no antes del 2028, dos años después de lo estimado en 2018.

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

a. Balance caso base:

- i Corto plazo: Balance deficitario, el cual pasa de 2,8 millones de toneladas en 2018 a 3,7 millones el 2019, estabilizándose en torno a las 2,7 millones de toneladas al cierre del 2020. El déficit de ácido estimado para 2019 sería el mayor a observar en el decenio.
- ii Mediano plazo: En este periodo se registra un aumento del 2,8% en el consumo base, sin embargo la producción nacional cae 11,4%, lo que hace aumentar el déficit del periodo en 38,5%, cerrando hacia el 2023 con un déficit de 3,4 millones de toneladas.



- iii Largo plazo: Oferta interna estable en el periodo, con crecimiento de 0,4%. Sin embargo, el consumo caería alrededor de 36% lo que haría cambiar de deficitario a excedentario el balance hacia el 2028, con un excedente de producción interna de 573 mil toneladas.

b. Balance caso máximo:

- i Corto plazo: Balance deficitario se mantiene, donde 2019 sigue siendo el mayor déficit de los próximos diez años. Se cierra el periodo con déficit de 2,73 millones de toneladas.
- ii Mediano plazo: Oferta se reduce en 3,5% y demanda aumenta 4,7%, lo que hace que el déficit de ácido sulfúrico sea menor que el caso base (de 38,5% de crecimiento del déficit a solo un 24,4% de crecimiento). Este periodo cierra con un balance deficitario de 3,18 millones de toneladas hacia 2023.
- iii Largo plazo: El cambio de balance deficitario a excedentario ocurre en el mismo periodo que el caso base, sin embargo el excedente es menos de un tercio de lo estimado para el caso base. Esto ocurre debido a la inclusión de la reapertura de Collahuasi y del proyecto Marimaca, que en conjunto significan una demanda adicional de 500 mil toneladas de ácido.

2.3.2. Análisis regional del mercado del ácido sulfúrico

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



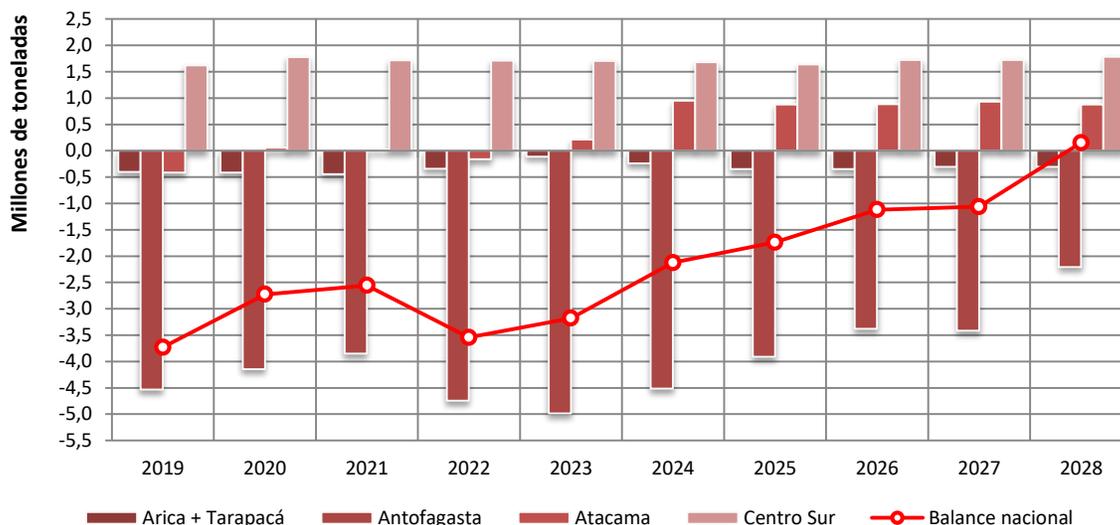
Tabla 5: Balances regionales del mercado del H2SO4 en Chile, en miles de toneladas (2019 – 2028)

ESCENARIOS REGIONALES	CORTO PLAZO		MEDIANO PLAZO				LARGO PLAZO			
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
1) CASO BASE REGIONES TARAPACÁ Y ARICA - PARINACOTA										
(+) Producción Base	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(-) Consumo Base	402,5	412,5	442,9	409,1	150,2	150,2	144,9	141,2	101,5	101,5
Balance Caso Base regiones XV y I	(402,5)	(412,5)	(442,9)	(409,1)	(150,2)	(150,2)	(144,9)	(141,2)	(101,5)	(101,5)
CASO POTENCIAL REGIONES TARAPACÁ Y ARICA - PARINACOTA										
(+) Producción Base	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(+) Producción Potencial	-	-	-	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0
(+) Producción máxima regional (Base+Potencial)	-	-	-	90,0						
(-) Consumo Base	402,5	412,5	442,9	409,1	150,2	150,2	144,9	141,2	101,5	101,5
(-) Consumo Potencial	-	-	-	25,0	50,0	182,0	295,0	295,0	295,0	295,0
(-) Consumo máximo regional (Base+Potencial)	402,5	412,5	442,9	434,1	200,2	332,2	439,9	436,2	396,5	396,5
Balance Caso Potencial regiones XV y I	(402,5)	(412,5)	(442,9)	(344,1)	(110,2)	(242,2)	(349,9)	(346,2)	(306,5)	(306,5)
2) CASO BASE REGIÓN DE ANTOFAGASTA										
(+) Producción Base	2.247,9	2.893,5	2.974,7	2.275,2	2.328,4	2.268,9	2.381,0	2.288,3	2.375,4	2.283,9
(-) Consumo Base	6.781,4	7.039,6	6.793,2	6.965,7	7.258,9	6.729,2	6.134,2	5.270,2	5.342,4	4.045,3
Balance Caso Base II región	(4.533,5)	(4.146,1)	(3.818,5)	(4.690,5)	(4.930,6)	(4.460,4)	(3.753,2)	(2.981,9)	(2.967,0)	(1.761,4)
CASO POTENCIAL REGION DE ANTOFAGASTA										
(+) Producción Base	2.247,9	2.893,5	2.974,7	2.275,2	2.328,4	2.268,9	2.381,0	2.288,3	2.375,4	2.283,9
(+) Producción Potencial	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(+) Producción máxima regional (Base+Potencial)	2.247,9	2.893,5	2.974,7	2.275,2	2.328,4	2.268,9	2.381,0	2.288,3	2.375,4	2.283,9
(-) Consumo Base	6.781,4	7.039,6	6.793,2	6.965,7	7.258,9	6.729,2	6.134,2	5.270,2	5.342,4	4.045,3
(-) Consumo Potencial	1,5	1,5	31,5	55,5	55,5	55,5	155,5	395,5	445,5	445,5
(-) Consumo máximo regional (Base+Potencial)	6.782,9	7.041,1	6.824,7	7.021,2	7.314,4	6.784,7	6.289,7	5.665,7	5.787,9	4.490,8
Balance Caso Potencial II región	(4.535,0)	(4.147,6)	(3.850,0)	(4.746,0)	(4.986,1)	(4.515,9)	(3.908,7)	(3.377,4)	(3.412,5)	(2.206,9)
3) CASO BASE REGIÓN DE ATACAMA										
(+) Producción Base	496,5	931,5	973,1	952,4	931,5	972,9	918,9	925,8	973,8	913,8
(-) Consumo Base	893,2	846,4	871,9	994,1	943,6	258,3	269,1	272,2	269,3	263,5
Balance Caso Base III región	(396,7)	85,0	101,2	(41,7)	(12,1)	714,6	649,8	653,7	704,6	650,3
CASO POTENCIAL REGION DE ATACAMA										
(+) Producción Base	496,5	931,5	973,1	952,4	931,5	972,9	918,9	925,8	973,8	913,8
(+) Producción Potencial	0,0	0,0	0,0	0,0	392,0	392,0	392,0	392,0	392,0	392,0
(+) Producción máxima regional (Base+Potencial)	496,5	931,5	973,1	952,4	1.323,5	1.364,9	1.310,9	1.317,8	1.365,8	1.305,8
(-) Consumo Base	893,2	846,4	871,9	994,1	943,6	258,3	269,1	272,2	269,3	263,5
(-) Consumo Potencial	18,6	27,8	77,8	121,8	166,8	156,0	164,0	164,0	164,0	164,0
(-) Consumo máximo regional (Base+Potencial)	911,8	874,3	949,7	1.115,9	1.110,4	414,3	433,1	436,2	433,3	427,5
Balance Caso Potencial III región	(415,3)	57,2	23,4	(163,5)	213,1	950,6	877,8	881,7	932,6	878,3
4) CASO BASE REGIONES CENTRO-SUR										
(+) Producción Base	2.088,0	2.259,9	2.183,7	2.183,1	2.173,4	2.151,1	2.104,1	2.168,2	2.167,2	2.216,6
(-) Consumo Base	465,1	482,0	469,5	473,6	468,7	469,7	462,8	444,9	443,3	430,8
Balance Caso Base regiones centro-sur	1.622,8	1.777,9	1.714,1	1.709,5	1.704,7	1.681,4	1.641,3	1.723,4	1.723,9	1.785,8
CASO POTENCIAL REGIONES CENTRO-SUR										
(+) Producción Base	2.088,0	2.259,9	2.183,7	2.183,1	2.173,4	2.151,1	2.104,1	2.168,2	2.167,2	2.216,6
(+) Producción Potencial	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(+) Producción máxima regional (Base+Potencial)	2.088,0	2.259,9	2.183,7	2.183,1	2.173,4	2.151,1	2.104,1	2.168,2	2.167,2	2.216,6
(-) Consumo Base	465,1	482,0	469,5	473,6	468,7	469,7	462,8	444,9	443,3	430,8
(-) Consumo Potencial	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(-) Consumo máximo regional (Base+Potencial)	465,1	482,0	469,5	473,6	468,7	469,7	462,8	444,9	443,3	430,8
Balance Caso Potencial regiones centro-sur	1.622,8	1.777,9	1.714,1	1.709,5	1.704,7	1.681,4	1.641,3	1.723,4	1.723,9	1.785,8

Fuente: Elaborado por Cochilco, en base a los antecedentes proporcionados por empresas productoras y consumidoras a julio 2019

La Figura 14 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 14: Balance nacional y regional del mercado chileno del H2SO4, 2019 - 2028, caso potencial



Fuente: Elaborado en Cochilco

Para Arica-Parinacota y Tarapacá se observa un balance deficitario estable hasta 2022, para luego disminuir en un 68% debido al paso de óxidos a sulfuros de Quebrada Blanca. Desde 2024 este balance vuelve a valores similares de principios del periodo de análisis debido a la potencial reapertura de Collahuasi.

En Antofagasta se observa un alza de déficit del insumo durante 2019, cayendo hacia el 2021 y retomando fuerza a partir del 2022, registrando el peak de déficit en 2023 de 4,99 millones de toneladas. Posterior a ese año se observa que el balance deficitario cae a una tasa promedio anual de 16% hasta llegar a 2,21 millones de toneladas de déficit hacia el año 2028. A diferencia del año 2018, el déficit de esta región no cae tan abruptamente debido a la inclusión de Marimaca como potencial consumidor y a la extensión de Radomiro Tomic y Gaby en los perfiles de consumidor.

Atacama en cambio pasa a balance excedentario a partir de 2023, debido al cierre de operaciones como Mantoverde, Franke y otras operaciones de mediana envergadura como Cenizas Taltal.

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

Capítulo 3:

Comentarios finales



3. Comentarios finales

Debido a variables operacionales de los principales consumidores de este insumo, el aumento de la vida útil de faenas hidrometalúrgicas, con mayores consumos de por medio, y sumado al cierre de productores voluntarios como NORACID, hace que este trabajo registre un cambio de la estructura deficitaria del mercado del ácido sulfúrico recién a fines del periodo de análisis, muy distinto a trabajos anteriores que adelantaban entre 3 a 6 años incluso este paso.

Consumo de ácido sulfúrico en Chile

- En el corto plazo, tanto el caso base como el potencial, el consumo se mantendría estable con un crecimiento de 2,9%. Principales *drivers* de este periodo son la entrada de Michilla y Delirio en 2019 (~+ 115 mil toneladas de ácido), y aumentos provenientes de RT óxidos, Zaldívar, Mantos Blancos, Franke y otras operaciones de mediana envergadura hacia 2020 (~+ 470 mil toneladas)
- Para el mediano plazo se registraría un crecimiento de la demanda de 4,7% con un peak de consumo esperado hacia el 2023 con alrededor de 9,09 millones de toneladas de ácido sulfúrico. Este aumento es producto de la inclusión hacia 2023 de Playa Verde, Productora y la reapertura potencial de Sagasca (~+70 mil toneladas de ácido), sumado a aumentos provenientes de Gaby, Escondida y Zaldívar (~+ 325 mil toneladas). Sin embargo, para el año 2023 se observa una disminución de la demanda de alrededor de 1,5 millones de toneladas debido al cierre de Cerro Colorado, Mantos Blancos, Franke y Mantoverde.
- Finalmente, en el largo plazo, el consumo seguirá a la baja, esperando una demanda de 5,75 millones de toneladas hacia 2028. Esta caída en la demanda es debido al cierre de Chuquicamata, Spence, Gaby, Lomas Bayas, Cenizas Taltal y otras operaciones de mediana envergadura (~- 2,2 millones de toneladas de ácido), sin embargo la caída es regulada por aumentos provenientes de la reapertura de Collahuasi (2024), Marimaca (2025) y otros proyectos menores en Centinela desde 2026 (~+ 650 mil toneladas).

Producción de ácido sulfúrico en Chile

- Para el periodo 2019 – 2020, se espera una disminución de la producción en 2019 de 9,1% respecto a 2018 debido a las optimizaciones de las fundiciones por cumplimiento del DS 28 que se extendieron hasta junio del presente año. Producción voluntaria se mantiene estable con una participación promedio de 11,9%.
- Ya en el mediano plazo, la producción sería estable hasta 2021, para luego caer hacia 2022 en casi un 10% debido al cierre de la planta de NORACID y mantención programada para Chuquicamata (~- 900 mil toneladas en conjunto). La potencial reapertura del quemador de Haldeman sería el único aporte “nuevo” al perfil productivo.

- Finalmente, hacia el largo plazo, se observa una producción estable en torno a las 6 millones de toneladas, debido particularmente a la potencial inclusión de aportes provenientes de Nueva Paipote a partir de 2023, lo que añadiría en promedio alrededor de 390 mil toneladas de ácido sulfúrico en el periodo.

Balance del mercado chileno del ácido sulfúrico

- A líneas generales se observa como el déficit aumenta fuertemente en 2019 debido a las condiciones ya explicadas en párrafos anteriores, para luego volver a aumentar el 2022 debido al cierre de la planta de NORACID y la mantención de Chuquicamata que reduce la oferta interna. Posterior a esto, el cierre de faenas hidrometalúrgicas hace descender la demanda interna, pero a diferencia de versiones anteriores de este trabajo, el descenso producto de cierre de faenas mineras es menor debido a la extensión de la vida útil, aun cuando esto signifique aumentos de tasas de consumo de ácido sulfúrico. Es así como, el cambio de deficitario a excedentario se dará no antes del 2028, dos años después de lo estimado en 2018.
- Corto plazo: Balance deficitario se mantiene, donde 2019 sigue siendo el mayor déficit de los próximos diez años. Se cierra el periodo con déficit de 2,73 millones de toneladas.
- Mediano plazo: Oferta se reduce en 3,5% y demanda aumenta 4,7%, lo que hace que el déficit de ácido sulfúrico sea menor que el caso base (de 38,5% de crecimiento del déficit a solo un 24,4% de crecimiento). Este periodo cierra con un balance deficitario de 3,18 millones de toneladas hacia 2023.
- Largo plazo: El cambio de balance deficitario a excedentario ocurre en el mismo periodo que el caso base, sin embargo el excedente es menos de un tercio de lo estimado para el caso base. Esto ocurre debido a la inclusión de la reapertura de Collahuasi y del proyecto Marimaca, que en conjunto significan una demanda adicional de 500 mil toneladas de ácido.

Precio futuro del ácido sulfúrico

- Desde 2017 se observa un precio promedio al alza, pasando de 37,8 US\$/ton CIF el primer trimestre de 2017 a 93,6 US\$/ton CIF el cierre de octubre de 2019, con máximos de 148,7 US\$/ton entre el último trimestre de 2018 y el primer trimestre de 2019.
- Se espera una tendencia a estabilización del precio de importación debido a que el balance se mantendrá estable durante los próximos 3 años, para empezar a disminuir el déficit posterior al 2023, influyendo negativamente en los precios futuros. Se espera que el precio promedio cierre 2020 con valores cercanos a los 80 – 85 US\$/ton CIF, pero a largo plazo, el precio debería volver a bajar hasta llegar a los 62 – 65 US\$/ton CIF promedio hacia el 2024 debido a que la demanda interna bordearía los 8 Mton de ácido, muy lejos de 8,8 Mton que se espera sean demandadas en 2020 o de los 9,1 Mton demandados hacia 2023.



Anexos



Anexos

A1: Metodología

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

A1.1. Cobertura

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

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

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

A1.2. Criterio de segmentación

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

A1.2.1. Según su nivel de certeza

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



A1.2.2. Según el desarrollo cronológico

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

- a) Corto plazo (2019 – 2020): Corresponde al bienio más inmediato en cual incluye las operaciones vigentes, lo que confiere un alto grado de certeza.
- b) Mediano Plazo (2021 – 2023): 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 (2024 – 2028): Aunque las proyecciones para el quinquenio final se hacen más inciertas, su interés principal radica en los efectos de la declinación de varias operaciones de lixiviación y el probable cambio en la situación de déficit estructural hacia un excedente.

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

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

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



A2: Principales productores y consumidores de ácido sulfúrico en Chile

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

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

A2.1.1. Plantas de producción de ácido sulfúrico

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

Tabla 6: Principales empresas productoras de ácido sulfúrico en Chile

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

Fuente: Elaborado en COCHILCO, 2019.

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.

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



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

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

Tabla 7: Principales operaciones consumidoras de ácido sulfúrico en Chile

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

Fuente: Elaborado en Coquimbo.

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”.

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

A3: Unidades de medida y abreviaciones

Peso y medida

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

Elementos químicos y minerales

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

Concentración y tasas de producción

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

Procesos e insumos

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

Procesos de producción

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

Moneda y precios

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

Abreviaciones geográficas

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

Tipos de sociedades

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

Otras

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



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

Cristian Cifuentes González

Analista de Estrategias y Políticas Públicas

Victor Garay L.

Director de Estudios y Políticas Públicas (s)

Diciembre / 2019

