

Comisión Chilena del Cobre  
Dirección de Estudios

Colección de Estudios

**EL MERCADO DEL ÁCIDO SULFÚRICO EN CHILE  
PROYECTADO AL AÑO 2015  
(Actualizado a Diciembre 2006)  
DE / 001 / 2007**

Registro de Propiedad Intelectual  
© N° 160.763

## **Resumen Ejecutivo del Informe “EL MERCADO DEL ÁCIDO SULFÚRICO EN CHILE PROYECTADO AL AÑO 2015”**

El monitoreo de la evolución del mercado del ácido sulfúrico, es relevante debido a su importancia para el desarrollo actual y futuro de la minería del cobre en Chile, especialmente para las fundiciones de cobre que lo producen y las operaciones de lixiviación de minerales oxidados y sulfuros lixiviables, que lo consumen.

El propósito de este informe es actualizar los antecedentes sobre el mercado del ácido sulfúrico en Chile que permitan estimar su comportamiento hasta el año 2015 y poner a disposición esta información como un aporte significativo para la toma de decisiones, tanto de las empresas involucradas en su producción, consumo y comercialización, como para aquellas actividades complementarias de prestación de servicios logísticos, incluyendo, también, a las autoridades competentes en la formulación y control de normas regulatorias atinentes al tema, además de atender a las inquietudes de la comunidad.

Para este informe se contó con la información directa solicitada a las principales compañías productoras y/o consumidoras, cuyos datos permitieron la elaboración de los cuadros que proyectan los balances del mercado del ácido sulfúrico en Chile.

El contexto internacional donde se inserta el mercado chileno del ácido sulfúrico, se caracteriza por un nivel de producción y consumo anual en torno a las 195 millones de toneladas, donde gran parte de la producción se realiza a partir de azufre en plantas integradas a las faenas consumidoras (fertilizantes fosfatados). Se estima que sólo un 7% de dicho volumen se transa internacionalmente, mediante flujos desde áreas geográficas con excedentes a zonas deficitarias, empleando una logística compleja y muy dinámica, dada su condición de sustancia corrosiva de difícil almacenamiento prolongado.

Al respecto se consigna que el mercado internacional del ácido sulfúrico ha sufrido un drástico cambio a partir del 2001 con la emergencia de China como un primer actor a causa de su gran demanda por azufre, ácido sulfúrico y de fletes marítimos que transportan los crecientes volúmenes de importaciones de estos y otros materiales, lo que ha impactado con un mayor precio para el azufre y el ácido sulfúrico.

El precio del ácido sulfúrico está correlacionado con el precio del azufre. Se estima que las condiciones de estrechez en el mercado internacional del azufre se irán superando gracias a una mayor oferta de azufre recuperado en operaciones de gas y petróleo, particularmente en el Medio Oriente, lo que incidiría en una declinación en el precio internacional del azufre para el mediano plazo.

### **1.- EL MERCADO CHILENO DEL ÁCIDO SULFÚRICO EN EL PERÍODO 1996 - 2005**

El informe provee en primer término antecedentes del mercado chileno del ácido sulfúrico, tanto de su producción en las fundiciones como de su empleo en la hidrometalurgia del cobre que ha impulsado a Chile a ser el primer productor mundial de cobre en cátodos SxEw. Para ello se da una reseña del comportamiento del mercado local durante los últimos 10 años, resumida en el siguiente cuadro, donde se aprecia que el creciente perfil de consumo, más las exportaciones, superan al perfil de

producción, déficit que ha sido satisfecho vía importaciones, sobre la base de contratos de abastecimiento regular y compras spot. Por la magnitud y justificación de las importaciones anuales, se considera que el mercado chileno se caracteriza por una situación de déficit estructural.

**Producción y consumo aparente de ácido sulfúrico en Chile  
(Período 1996 – 2005)**

(Miles de toneladas)	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
PRODUCCIÓN	2.033	2.334	2.623	3.311	3.602	3.660	3.840	4.479	4.618	5.067
más IMPORTACIONES	300	396	523	381	529	559	522	488	340	552
menos EXPORTACIONES	(22)	(57)	(58)	(133)	(83)	(2)	(74)	(162)	(150)	(481)
CONSUMO APARENTE	2.311	2.673	3.088	3.559	4.048	4.217	4.288	4.805	4.808	5.138

Fuente: COCHILCO (Anuario Estadísticas del cobre y otros minerales 1986 – 2005)

También se entrega una caracterización actual tanto de los principales productores, donde predominan las fundiciones estatales, como de los principales consumidores, donde destacan las operaciones de lixiviación de minerales de cobre desarrolladas principalmente en la década pasada y a las que se están sumando nuevos e importantes yacimientos. Además se consigna el hecho que por cada tonelada de cobre procesada en una fundición se genera entre 2,9 a 3,0 toneladas de ácido sulfúrico, mientras que se requiere un promedio de 3,1 toneladas de ácido sulfúrico para obtener una tonelada de cobre SxEw.

Otro elemento notable es la distribución asimétrica del mercado nacional. La oferta comercial de ácido está principalmente en las fundiciones de la zona central y la demanda se concentra en las dos primeras regiones del Norte de Chile, lo que implica un esfuerzo logístico de envergadura.

Por sus señaladas características de déficit, el mercado chileno se ha constituido en un atractivo centro de destino en el mercado internacional, siendo Mejillones la zona de más alta demanda. Los precios de importación de ácido sulfúrico para el mercado chileno han reflejado lo acontecido en el mercado internacional. Es así como el valor promedio unitario CIF en el año 2001 alcanzó a los US\$ 26,6 por tonelada. En los años siguientes ha ido subiendo sistemáticamente: 30,4 (2002); 34,5 (2003); 45,2 (2004); 56,6 (2005) y 57,1 (2006). Estos valores de importación han ido orientando la formación de los precios internos.

A pesar del déficit, se registra un movimiento de exportaciones de ácido sulfúrico, que corresponden a contratos de abastecimiento con países vecinos y a excesos temporales de ácido que se registran por desajustes operacionales en el mercado interno, los cuales no se pueden acumular. Esto fue particularmente relevante el año 2005 cuando el mercado interno tuvo un comportamiento cercano al equilibrio.

## **2.- LA PROYECCIÓN PARA EL PERÍODO 2006 - 2015**

Visto el desarrollo histórico del mercado del ácido sulfúrico, en la segunda parte del documento se entrega la proyección del mercado chileno hasta el año 2015, obtenida gracias a la información provista por las compañías productoras y consumidoras, que fueron consultadas durante el cuarto trimestre del 2006.

**Balance nacional del ácido sulfúrico en Chile (Período 2006 – 2015)**  
(Miles de Toneladas)

ESCENARIOS	CORTO PLAZO				TRANSICIÓN			LARGO PLAZO		
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<b>1) CASO BÁSICO</b>										
PRODUCCIÓN	5.095	5.328	5.462	5.451	5.735	5.783	5.715	5.776	5.739	5.794
(CONSUMO)	(6.132)	(6.338)	(6.987)	(6.765)	(6.085)	(5.944)	(5.884)	(5.400)	(4.523)	(4.519)
(DÉFICIT) O EXCEDENTE BÁSICO	<b>(1.037)</b>	<b>(1.010)</b>	<b>(1.525)</b>	<b>(1.314)</b>	<b>(350)</b>	<b>(161)</b>	<b>(169)</b>	<b>376</b>	<b>1.216</b>	<b>1.275</b>
<b>2) CASO CONSUMO MÁXIMO</b>										
(DÉFICIT) O EXCED. BÁSICO	(1.037)	(1.010)	(1.525)	(1.314)	(350)	(161)	(169)	376	1.216	1.275
Menos CONSUMO POTENCIAL	0	(24)	(465)	(683)	(1.230)	(1.643)	(2.170)	(2.868)	(3.205)	(2.928)
(DÉFICIT) MÁXIMO	<b>(1.037)</b>	<b>(1.034)</b>	<b>(1.990)</b>	<b>(1.997)</b>	<b>(1.580)</b>	<b>(1.804)</b>	<b>(2.339)</b>	<b>(2.492)</b>	<b>(1.989)</b>	<b>(1.653)</b>
<b>3) CASO POTENCIAL</b>										
(DÉFICIT) MÁXIMO	(1.037)	(1.034)	(1.990)	(1.997)	(1.580)	(1.804)	(2.339)	(2.492)	(1.989)	(1.653)
Más PRODUCCIÓN POTENCIAL	0	0	102	208	344	720	1.439	1.624	1.832	1.714
(DÉFICIT) O EXCEDENTE POTENCIAL	<b>(1.037)</b>	<b>(1.034)</b>	<b>(1.888)</b>	<b>(1.789)</b>	<b>(1.236)</b>	<b>(1.084)</b>	<b>(900)</b>	<b>(868)</b>	<b>(157)</b>	<b>61</b>

FUENTE: Elaborado por la Comisión Chilena del Cobre - diciembre 2006, sobre la base de antecedentes proporcionados por empresas productoras y consumidoras

Para efectos de proyectar el balance del mercado chileno del ácido sulfúrico, mostrado en el cuadro anterior, se definen casos que varían en función del grado de certeza que se le asigna a los antecedentes disponibles. El mayor grado de certeza se le asigna a los datos aportados para las operaciones funcionando y 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 antes del 2015 aunque todavía no cuenten con la aprobación de su construcción. Estos nuevos datos son más inciertos, pues algunos de ellos pueden realizarse sólo parcialmente o nunca:

Se inicia con el “Caso Básico” que sólo contempla los perfiles de producción y de consumo de las operaciones vigentes más los proyectos en construcción, es decir lo previsible sobre bases más ciertas.

Se avanza con el “Caso Consumo Máximo”, agregando al caso anterior sólo los proyectos mineros potenciales de consumo, es decir aquellos proyectos que las compañías tienen la intención de desarrollar pero no han tomado la decisión aún de materializarlos. A estos perfiles potenciales se les asigna una buena probabilidad de materializarse dadas las condiciones del mercado internacional del cobre.

El tercer caso corresponde al “Caso Potencial” donde se incorporan también los proyectos potenciales de producción en algunas fundiciones y una planta de azufre, que las compañías tienen la intención de desarrollar pero no han tomado la decisión aún de materializarlos y están sujetos a condiciones de mercado menos favorables en comparación a la minería del cobre. Con ello que se recogen los máximos perfiles de producción y consumo proyectables para el mercado nacional. Su nivel de certeza es menor al incluir los perfiles potenciales de consumo y producción, sobre los cuales las empresas no han tomado decisión.

Cabe señalar que se omitió construir el otro caso intermedio de “Producción Máxima”, dada la baja probabilidad que se cumplan los perfiles de producción de ácido previstos en él. Esto debido al entorno poco favorable para el máximo crecimiento de la fundición y refinería nacional, en el contexto de las proyecciones sobre disponibilidad de concentrados, cargos de tratamiento, posible modificación del PND de Codelco, etc..

### **3.- ANÁLISIS DE LOS CASOS PROYECTADOS**

#### **3.1 Sobre el Caso Básico**

Analizando cronológicamente el desarrollo del caso básico se pueden destacar los siguientes aspectos.

- a) El brusco aumento del consumo en el año 2006 sitúa el déficit en torno al millón de toneladas situación que se mantendrá hasta el año 2009. Ello se debe, tanto a nuevos proyectos consumidores que entran en operación (Escondida sulfuros y Spence, a lo que seguirá Gaby el 2008), como al hecho que las operaciones vigentes vienen mostrando un incremento en la tasa de consumo de ácido (De 2,9 ton de ácido/ton de cobre SxEw en el año 2004 subió a una tasa de 3,1 el año 2005). Si bien las fundiciones tienen contemplados aumentos de producción de ácido, estos incrementos cubren sólo el 22% de los nuevos consumos esperados en el corto plazo.

Cabe señalar que esta situación de incremento del déficit nacional se está produciendo en un entorno adverso por la estrechez en el mercado internacional, tal como lo consignan publicaciones especializadas (Pentasil, British Sulphur), lo que en el mercado chileno se reflejó más agudamente en los últimos meses del 2006 afectando a las importaciones chilenas en el mercado spot con mayores precios, del orden de los US\$ 100 por tonelada CIF. Se estima que la estrechez se irá aliviando durante el 2007 de contar con mayor disponibilidad de ácido sulfúrico peruano y con ello se espera una disminución en los precios spot.

Los significativos incrementos de volumen de ácido involucrados, especialmente en la II Región, también están poniendo presión sobre los elementos logísticos necesarios, tanto para el almacenamiento en los puntos de origen y destino como para su transporte especializado, dada su condición de sustancia corrosiva.

- b) A contar del año 2010 se aprecia una drástica caída del déficit atribuible a la declinación de varias de las operaciones de lixiviación (El Abra óxidos, Escondida óxidos, Collahuasi, etc.) incluyendo el término de la vida útil de algunas de ellas (Mantos Blancos y Michilla) que conlleva una menor demanda de ácido sulfúrico. Por otra parte, se esperan nuevos aumentos moderados en la producción, lo que significa una transición en la tendencia del mercado.
- c) Luego del período de transición, hacia el 2013 emerge una pronunciada situación de excedente, que se produciría por una estabilización del nivel de producción de ácido y una aguda declinación del consumo en las operaciones vigentes ya manifestada en el período anterior.

Mientras el nivel de producción de ácido sulfúrico se estabiliza entre 5,7 y 5,8 millones de toneladas, las operaciones de lixiviación continúan en su fase de declinación, afectando principalmente a las operaciones de lixiviación actuales en CODELCO Norte y El Abra óxidos, así como el término de la explotación en el actual rajo de Lomas Bayas para dar paso a la extensión en un rajo vecino.

Con ello, el consumo del año 2015 habrá disminuido en 1,36 millones de toneladas en comparación al año 2012 y 2,46 millones de toneladas respecto al año 2008 cuando se estima que se registre el máximo consumo de las actuales operaciones.

El excedente de ácido sulfúrico creciente, que emergería en el curso de este segmento del largo plazo, expondría a los productores a significativas cantidades de ácido a colocar vía exportación (1,27 millones de toneladas al año 2015, comparable al actual excedente de Japón), con lo que el precio del ácido sulfúrico en el mercado interno tendería a bajar, influido por los precios de exportación que suelen ser sustancialmente menores comparados con los de importación por el factor flete de alto costo en este tipo de material.

### **3.2 Sobre el Caso de Consumo Máximo**

Partiendo de la base del caso anterior, el análisis del caso que incorpora todos los consumos potenciales proyectados, muestra lo siguiente:

- a) Las compañías tienen en estudio diversos proyectos de lixiviación, que se irían gradualmente poniendo en marcha a partir del 2007, pero con mayor vigor del 2010 en adelante, que en su conjunto llegarían a demandar en torno a las 3 millones de toneladas. Hacia el año 2015, la mitad de ese requerimiento es de CODELCO, un 41% corresponde a las compañías de la gran minería privada y el resto a la mediana minería.
- b) A su vez, manteniendo el nivel básico de producción de ácido, la presión de los nuevos consumos compensa las declinaciones del consumo en las operaciones básicas y podría llevar el nivel de déficit a partir del 2008 a niveles entre 2 a 2,5 millones de toneladas, empezando a declinar recién hacia el 2015.
- c) Algunos de los nuevos consumidores corresponden a desarrollo de nuevos recursos mineros (Caserones, El Abra sulfuros, Extensión Lomas Bayas, nuevos recursos lixiviables de Codelco Norte y tres nuevas operaciones de mediana minería). Cabe señalar que una cantidad significativa del potencial de nuevos consumos corresponde a proyectos de lixiviación de material ya minado en condiciones de recuperar el cobre contenido mediante la aplicación de altas tasas de consumo de ácido. Dadas las características de este último tipo de proyectos, su puesta en marcha es flexible, pues no requieren grandes inversiones pero el ítem ácido es muy significativo.
- d) Sin embargo, se estima que esta lista de proyectos potenciales es una clara señal de las compañías sobre sus perspectivas en los próximos años, en respuesta a las condiciones del mercado internacional del cobre donde la fortaleza de la demanda requiere de la entrada de nueva oferta sistemáticamente

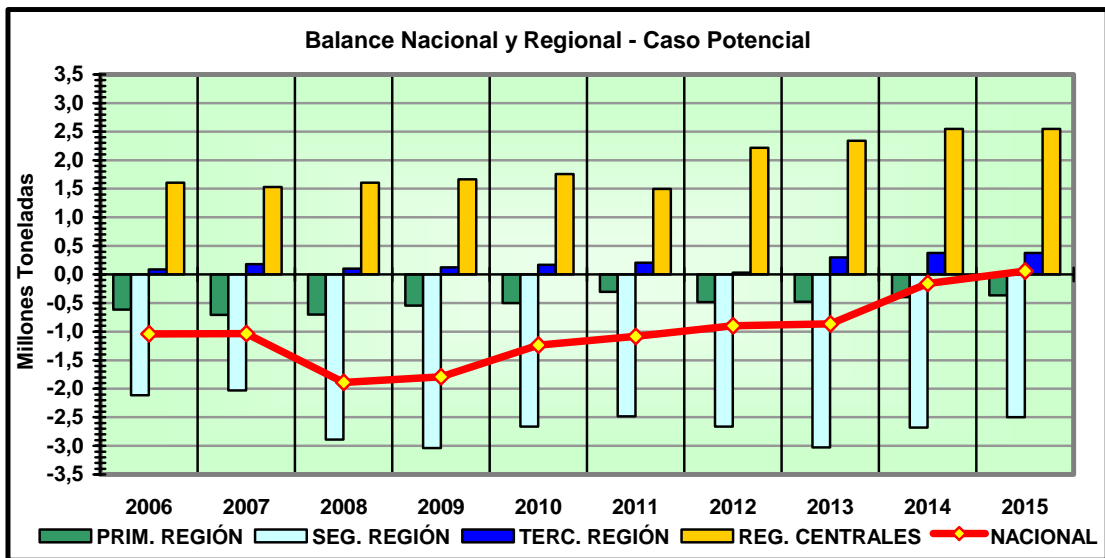
en los próximos años. Por ello se le otorga una buena probabilidad de materializarse durante el período en estudio.

- e) Aunque no todos los proyectos se materialicen, las expectativas de un alto déficit se mantendrían. Ello implicaría que el precio en el mercado interno seguiría siendo influido por el valor unitario de importación hasta el fin del período en estudio.

### **3.3 Sobre el Caso Potencial**

Visto los efectos sobre el mercado chileno que tendría el impacto de los mayores consumos proyectados, el tercer caso hipotético considera el aporte de producción de los proyectos potenciales que estudian los actuales productores de ácido sulfúrico. Ellos significarían lo siguiente para el mercado:

- a) Salvo un proyecto de una nueva planta de ácido a partir de azufre de similares características a la única que opera en Chile, más ampliaciones marginales en ENAMI y MOLYMET, el perfil potencial de producción está explicado por los proyectos que CODELCO estudia para sus fundiciones.
- b) Para el presente análisis se utilizó las proyecciones informadas por CODELCO el año 2005, pues no se dispone de nuevas cifras sobre su proyecto corporativo de fundiciones. En base a esos antecedentes se aprecia que la producción potencial podría ir gradualmente enfrentando al pronunciado déficit, llevándolo a niveles más manejables, en torno al millón de toneladas hacia el 2013 y al equilibrio el año 2015 cuando empieza a aflojar el consumo.
- c) Sin embargo, como consecuencia del reestudio del proyecto de fundiciones, CODELCO puede variar la magnitud y oportunidad de las ampliaciones. La percepción es que ello significaría que el perfil de producción potencial de CODELCO podría ser menor durante el período considerado en este estudio y, por lo tanto, bajan las posibilidades de cubrir el déficit nacional durante el período en estudio.
- d) Dada la asimetría existente entre las principales regiones consumidoras del Norte y las productoras del Centro del país, es interesante apreciar las magnitudes de los respectivos déficit ó excedente que se generarían en cada área para el caso en que se despliegue toda la potencialidad de producción y consumo nacional, lo que se muestra en el gráfico siguiente:



### 3.4 Efecto de la oferta peruana de ácido sulfúrico

De acuerdo a los antecedentes disponibles del mercado peruano, la situación de su oferta exportable, se situaría en un excedente variable entre 0,5 y 1 millón de toneladas, según se materialicen los proyectos productores y consumidores en carpeta, algunos de ellos de carácter potencial.

Dado que los excedentes peruanos son estructuralmente crecientes, a partir del 2007, lo más probable es que la oferta peruana se negocie en base a contratos de suministro con consumidores chilenos como una fuente cercana para manejar el cuantioso déficit que se proyecta para las regiones del Norte. Esta situación, podría significar menores precios netos de importación y constituiría una real competencia en el Norte para los productores chilenos de la zona central.

## 4. PRINCIPALES CONCLUSIONES

- a) El desarrollo histórico del mercado chileno del ácido sulfúrico confirma la directa vinculación de la minería del cobre con su producción en las plantas integradas a las fundiciones, por razones medioambientales, y a su consumo en la lixiviación de minerales de cobre lixiviables. Gracias a la intensidad con que se emplea esta tecnología hidrometalúrgica, Chile es el principal productor de cátodos SxEw (62% de participación mundial en este tipo de producto). Ello trajo como consecuencia para el mercado chileno una situación de déficit de características estructurales.
- b) El corto plazo (2006 – 2009) muestra un drástico aumento del déficit del mercado nacional del ácido sulfúrico, explicado principalmente por la presión de mayor consumo que representan la puesta en marcha de diversos proyectos de lixiviación en Escondida (Lixiviación de sulfuros), Codelco Norte (Expansión norte mina sur), Spence. A ello se sumará la entrada en operación de Gaby a partir del 2008. Además se aprecian incrementos de consumo en las operaciones por razones metalúrgicas. En relación a la oferta, en el corto plazo se esperan sólo



aumentos de producción moderados en Chagres, Altonorte y las fundiciones de CODELCO.

Esta situación de incremento del déficit nacional se está produciendo en un entorno adverso por la estrechez en el mercado internacional, lo que en el mercado chileno se reflejó más agudamente en los últimos meses del 2006, estimándose que la estrechez se irá aliviando durante el 2007 de contar con mayor disponibilidad de ácido sulfúrico peruano y con ello una disminución en los precios spot.

- c) Ahora, prospectando el comportamiento de largo plazo de este mercado se visualiza que Chile se mantendrá estructuralmente en déficit, tornándose hacia el equilibrio no antes de los próximos 10 años. Las razones para esta conclusión son las siguientes:
- El caso básico, que considera sólo a las operaciones vigentes, insinúa un balance del mercado con un fuerte déficit en el corto plazo para tornarse en excedente a partir del año 2013.
  - Al incorporar los perfiles de consumo de los nuevos proyectos potenciales (caso consumo máximo) se mantendría un déficit de gran magnitud, el cual se atenuaría con el aporte de ácido producido con los aumentos potenciales de capacidad en las fundiciones hasta lograr el equilibrio hacia el 2015 (caso potencial).
  - Se reconoce que los perfiles de consumo son más probables de alcanzar, dadas las condiciones del mercado del cobre.
  - En cambio, la situación de las fundiciones para ampliar sus capacidades está sujeta a condiciones que se proyectan menos favorables en los próximos años, tales como la incierta disponibilidad de concentrados y los menores valores de los cargos de tratamiento, lo que afectaría el nivel de cumplimiento de los perfiles potenciales de producción, en cuyo caso no se alcanzaría el equilibrio previsto hacia el 2015.
- d) El precio del ácido sulfúrico en el mercado interno seguirá siendo influido por el mercado internacional, reflejado en el valor unitario de importación puesto en puertos del Norte de Chile.
- e) Se estima que en el mediano plazo los precios de importación del ácido sulfúrico se irán revirtiendo a menores niveles, tanto por la regularización en el mercado chileno de la oferta peruana, como por la percepción de la declinación paulatina del precio del azufre en el mercado internacional a causa de un fuerte incremento en la oferta (desulfurización de petróleo y gas natural, principalmente en el Medio Oriente).
- f) A raíz de dicha tendencia, se estima que los proyectos potenciales de producción de ácido sulfúrico, particularmente los situados en la zona central, enfrentarán condiciones más competitivas para colocar su producción en la zona norte. Ello implicará mantener activas las capacidades de negociación para la exportación (Brasil, Centroamérica, etc.).

- g) Finalmente, es necesario resaltar que el fuerte incremento del consumo, a partir del 2006, significa un apreciable desafío logístico que será necesario enfrentar con significativas inversiones en infraestructura de terminales, medios de transporte y una más rigurosa coordinación entre los actores involucrados en el movimiento diario de grandes volúmenes de ácido sulfúrico para dar confianza y seguridad efectiva a las comunidades vecinas a los flujos de esta temida, pero valiosa sustancia.

## INDICE

	<b>Pág.</b>
<b>RESUMEN EJECUTIVO</b>	<b>2.</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>12.</b>
1.1 Propósito y contenido del informe	12.
1.2 Justificación del informe	12.
1.3 Metodología	12.
<b>II. EL MERCADO CHILENO DEL ÁCIDO SULFÚRICO</b>	<b>16.</b>
2.1 Comportamiento en el decenio 1996 - 2005	16.
2.2 Caracterización de los principales productores y consumidores de ácido sulfúrico en Chile	17.
2.3 Producción y consumo de ácido sulfúrico en el año 2005	19.
2.4 Comercio exterior de ácido sulfúrico (Enero 2001 – Diciembre 2006).	21.
<b>III. PROYECCIÓN DEL BALANCE DEL ÁCIDO SULFÚRICO EN EL PERÍODO 2006 - 2015</b>	<b>28.</b>
3.1 Balance nacional	28.
3.2 Balances regionales	28.
<b>IV. ANÁLISIS DEL BALANCE DEL MERCADO DEL ÁCIDO SULFÚRICO EN CHILE PARA EL PERÍODO 2006 - 2015</b>	<b>30.</b>
4.1 Escenarios del caso básico	30.
4.2 El caso de consumo máximo	32.
4.3 El caso potencial	34.
4.4 Distribución regional del balance del mercado nacional	36.
4.5 Participación del ácido sulfúrico peruano en el mercado chileno	37.
4.6 Principales conclusiones	38.
<b>ANEXO: EL MERCADO INTERNACIONAL DEL ÁCIDO SULFÚRICO</b>	<b>40.</b>

# **I. INTRODUCCIÓN**

## **1.1 PROPÓSITO Y CONTENIDO DEL INFORME**

La Comisión Chilena del Cobre mantiene una línea de estudios referente al comportamiento de los mercados mineros, tanto de los metales y sustancias no metálicas, como de elementos estratégicos que inciden en el desenvolvimiento de la minería nacional.

Dentro de este contexto, el presente estudio sobre *“El mercado del ácido sulfúrico en Chile proyectado al año 2015”* tiene por objeto actualizar a Diciembre 2006 los antecedentes sobre el mercado del ácido sulfúrico en Chile y analizar los escenarios que se podrían presentar en los próximos 10 años y, con ello, aportar elementos de información indicativa para las empresas directa o indirectamente vinculadas a esta sustancia y a los profesionales interesados en los temas de mercados mineros.

El informe entrega en el capítulo II los antecedentes del comportamiento del mercado del ácido sulfúrico en Chile, donde se incluye la caracterización de sus principales productores y consumidores, las cifras históricas del decenio 1996 – 2005 y el detalle de las cifras relevantes del comportamiento del año 2005.

En el capítulo III, se presenta el balance del mercado nacional del ácido sulfúrico, en base a las proyecciones de la producción y el consumo de ácido sulfúrico en Chile para el período 2006 – 2015, más el correspondiente a cada una de las regiones relevantes.

Finaliza el informe con el capítulo IV dedicado al análisis de dichas proyecciones sobre el comportamiento de este mercado en Chile, para cada uno de los casos previstos en la metodología y se explicitan las principales conclusiones.

Adicionalmente, en el anexo se incorpora una síntesis de los principales aspectos del mercado internacional del ácido sulfúrico y antecedentes que permitan una mejor comprensión de los factores que inciden en la formación de sus precios de referencia.

## **1.2 JUSTIFICACIÓN DEL INFORME**

La Comisión Chilena del Cobre monitorea el tema del ácido sulfúrico, debido a su importancia para el desarrollo actual y futuro de la minería del cobre en Chile, especialmente para las fundiciones de cobre que lo producen y las operaciones de lixiviación de minerales oxidados y sulfuros lixiviables, que lo consumen.

En consecuencia, se considera que la información pública sobre el ácido sulfúrico es relevante para la toma de decisiones de las empresas involucradas en su producción, consumo y comercialización, de las compañías que prestan servicios logísticos y para las autoridades competentes en la formulación de normas regulatorias pertinentes para su control, además de atender a las inquietudes de la comunidad.

## **1.3 METODOLOGÍA**

### **1.3.1 Cobertura**

El marco de referencia es el mercado chileno en términos de producción y consumo en territorio nacional. Para ello, la información de sustentación 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 el período de 2006 – 2015, realizada entre Octubre y Diciembre 2006 por la Dirección de Estudios.

Por lo tanto, el balance nacional del ácido sulfúrico excluye otras fuentes de abastecimiento externas que compiten con las internas, por ejemplo sobre el mercado peruano, sin perjuicio que antecedentes referenciales sobre ese mercado sean considerados en el análisis de las proyecciones del mercado en Chile.

A pesar de la dificultad para las empresas de proyectar sus perfiles de producción y/o consumo por los 10 próximos años y la consecuente incerteza en las cifras más lejanas proyectadas, la extensión del período bajo análisis se justifica para detectar el inicio de la declinación en algunas operaciones de lixiviación por el agotamiento de reservas de sus recursos lixiviables e identificar los nuevos proyectos potenciales que emergerían a dentro del período.

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

La información sobre el mercado mundial se recogió de diversas publicaciones internacionales, preferentemente de Sulphur (British Sulphur Publishing) y World Sulphuric Acid Weekly (Pentasul Inc.)

### **1.3.2 Casos hipotéticos 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. El mayor grado de certeza se le asigna a los datos aportados para las operaciones funcionando y 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 antes del 2015 aunque todavía no cuenten con la aprobación de 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 tres casos que se señalan como los más probables:

- a) **CASO BÁSICO:** 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. A partir de 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 básico, se define un caso intermedio agregándole al caso anterior los antecedentes recogidos de los proyectos mineros potenciales en carpeta, es decir, que se encuentran en estudios 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.

Estos perfiles de consumo potencial tienen un buen grado de probabilidad de materializarse, apoyados por las favorables condiciones del mercado internacional del cobre.

Cabe señalar que se omitió construir un segundo caso intermedio de “Producción Máxima”<sup>1</sup>, dada la menor probabilidad que se cumplan los perfiles de producción previstos por el entorno menos favorable para las fundiciones nacionales (disponibilidad de concentrados, nivel de inversiones, cargos de tratamiento, etc.).

- c) **CASO POTENCIAL:** Sin embargo se estimó necesario construir un tercer caso hipotético, incorporando al caso anterior (Consumo máximo) los perfiles de producción de ácido sulfúrico que aportarían los proyectos que tienen en estudio los actuales productores de ácido, sean en ampliaciones en las plantas de ácido de las fundiciones como la instalación de una nueva planta a partir de tostación de azufre.

Aunque los perfiles potenciales de producción tienen menor probabilidad de cumplirse, este caso permite apreciar todo el potencial de producción y consumo de ácido sulfúrico en el territorio nacional en el período 2006 – 2015, 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.

---

<sup>1</sup> Para este caso se habría sumado al caso básico sólo el perfil de producción potencial, resultando una situación de excedente a partir del año 2011, lo que se descarta con los antecedentes disponibles.

### 1.3.3 Desarrollo cronológico de escenarios

Para efectos del análisis, el decenio se ha segmentado en tres escenarios siguiendo el comportamiento de balances anuales según el desarrollo cronológico del caso básico. Cada escenario se caracteriza por un definido nivel de déficit o excedente:

- a) **Corto plazo (2006 – 2009):** Es el período de mayor certeza, pues incluye las operaciones vigentes, más aquellas que se construirán efectivamente en el período, en tanto que los proyectos potenciales tienen una baja incidencia. Se caracteriza por un fuerte crecimiento en el perfil de consumo a partir del 2006, seguido por un crecimiento menor en la producción. En consecuencia, los balances anuales resultantes acusan un alto nivel de déficit.
- b) **Transición (2010 – 2012):** Se denomina así, pues en este período el caso básico registra una fuerte disminución del déficit estabilizándose a un menor nivel, insinuando una “transición” hacia un balance con excedente.
- c) **Largo plazo (2013 –2015):** Aunque las proyecciones de las compañías suelen ser parejas en este período, por ser más difíciles de estimar, ellas son indicativas del nivel de actividad esperada de las actuales operaciones, pudiéndose detectar aquellas que entrarían en fase de declinación.

Determinados los escenarios por el caso básico, es posible visualizar para los dos casos restantes los efectos que tendrían en cada uno de ellos los aportes de los proyectos potenciales, tanto de consumo como de producción.

### 1.3.4 Importancia de Codelco

La Corporación Nacional del Cobre de Chile es la entidad más relevante para el mercado chileno del ácido sulfúrico, por su condición de líder en su producción y consumo, además de importante actor en el comercio interno y exterior de esta sustancia.

Sin embargo, la información utilizada para CODELCO son los perfiles de producción y consumo en sus operaciones y en los futuros proyectos, que fueron provistas por la administración central a fines de septiembre 2005, debido a que la corporación comunicó que, en el período en que se le solicitó los nuevos antecedentes de producción y consumo de ácido sulfúrico, aún no estaba en condiciones de actualizar dichas proyecciones mientras no formulara su Plan de Negocios y Desarrollo para el 2007 (PND 2007).

En consecuencia los datos disponibles podrían no coincidir plenamente con las nuevas orientaciones y podrían afectar parcialmente a las tendencias determinadas para el largo plazo. Por esta razón el análisis del presente estudio no compromete en modo alguno a CODELCO para los efectos de la formulación de los planes y proyectos que considere su próximo PND 2007.

## II EL MERCADO CHILENO DEL ÁCIDO SULFÚRICO

### 2.1 COMPORTAMIENTO EN EL DECENIO 1996 - 2005

Para situar el contexto de las estimaciones del futuro comportamiento de la producción y el consumo, en el Cuadro N° 1 se reseñan las cifras del período 1996 – 2005 sobre la producción histórica y el consumo aparente, expresado éste como el resultado de sumar los flujos de producción y de importación y restar el flujo de las exportaciones.

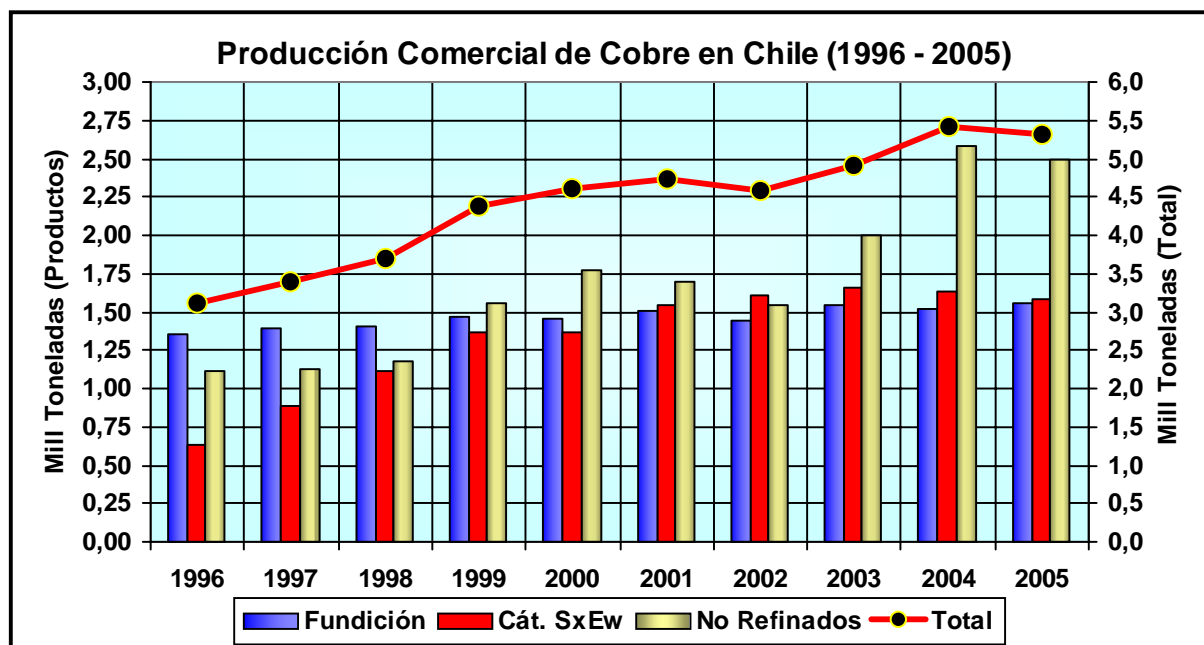
**Cuadro N° 1: Producción y consumo aparente de ácido sulfúrico en Chile  
(Período 1996 – 2005)**

(Miles de toneladas)	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
PRODUCCIÓN	2.033	2.334	2.623	3.311	3.602	3.660	3.840	4.479	4.618	5.067
más IMPORTACIONES	300	396	523	381	529	559	522	488	340	552
menos EXPORTACIONES	(22)	(57)	(58)	(133)	(83)	(2)	(74)	(162)	(150)	(481)
CONSUMO APARENTE	2.311	2.673	3.088	3.559	4.048	4.217	4.288	4.805	4.808	5.138

Fuente: COCHILCO (Anuario Estadísticas del cobre y otros minerales 1986 – 2005)

La minería del cobre ha sido la principal causa para el gran desarrollo del mercado nacional del ácido sulfúrico, tanto por la producción en las fundiciones como el consumo en las operaciones hidrometalúrgicas para la obtención de cátodos SxEw. El gráfico siguiente permite apreciar la importancia relativa adquirida por la producción hidrometalúrgica de cobre en Chile.

**Gráfico N° 1**



Fuente: COCHILCO (Anuario Estadísticas del cobre y otros minerales 1986 – 2005)

En el decenio la participación de la producción de cátodos SxEw en la producción total de cobre mina pasó del 20% en el año 1996 al 30% en el año 2005. A partir del año 2001 la producción hidrometalúrgica de cobre superó a la producción de cobre por la



vía pirometalúrgica (Fundición y refinería). Cabe agregar que Chile explica el 62% de la producción mundial de cátodos SxEw.

## 2.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS PRINCIPALES PRODUCTORES Y CONSUMIDORES DE ÁCIDO SULFÚRICO EN CHILE

### 2.2.1 Plantas y proyectos de producción de ácido sulfúrico

El siguiente cuadro resume a los productores considerados en este estudio, con sus atributos principales<sup>2</sup>:

**Cuadro N° 2: Principales empresas productoras de ácido sulfúrico en Chile**

REGIÓN	PRODUCTORES Operación o Proyecto	PROPIEDAD		DESTINO		CONDICIÓN	
		Estatal	Privada	Autoabast.	Oferta	Operac.	Proyecto
I	HALDEMAN-Sagasca		X	X	X	Base	Potencial
II	XSTRATA - Altonorte		X	X	X	Base	
II	CODELCO - Chuquicamata	X		X	X	Base	Potencial
III	CODELCO - Potrerillos	X		X	X	Base	
III	ENAMI - Paipote	X		X	X	Base	Potencial
V	ANGLO AMERICAN - Chagres		X	X	X	Base	
V	CODELCO - Ventanas	X		X	X	Base	Potencial
Met.	MOLYMET - Planta Molibdeno		X	X	X	Base	
VI	CODELCO - Caletones	X		X	X	Base	Potencial

FUENTE: Elaborado por la Comisión Chilena del Cobre

Todos los productores destinan una parte de su producción al consumo propio en sus operaciones ligadas.

Los proyectos potenciales de CODELCO corresponden a sus planes corporativos de reformulación de su sistema integral de fundiciones de Chuquicamata, Caletones y Ventanas, actualmente en estudios. A su vez los proyectos potenciales de mediano tamaño considerados corresponden a ENAMI que tiene en estudio una optimización de su Fundición Hernán Videla Lira y a la compañía Haldeman Mining que planea construir una segunda planta de ácido sulfúrico de igual capacidad a sus actuales instalaciones en Sagasca.

### 2.2.2 Principales operaciones y proyectos consumidores de ácido sulfúrico

En el Cuadro N° 3 se identifica a los mayores consumidores con sus atributos principales, incluyendo operaciones actuales y los proyectos en carpeta más relevantes,

<sup>2</sup> ATRIBUTOS DE LOS PRODUCTORES:

- La región en que están emplazadas
- El tipo de propiedad
- El destino de su producción, señalando como autoabastecimiento lo destinado al consumo en faenas del mismo propietario en la misma región y como oferta lo disponible para venta a terceros.
- La condición, distinguiendo entre sus operaciones vigentes, a las cuales se les asigna la condición base, y sus proyectos a las cuales se les asigna la condición de potenciales, pues no cuentan con la decisión de materializarse aún.

con niveles de consumo superior a 30 mil toneladas de ácido al año. El estudio considera adicionalmente a más consumidores menores, de tipo minero y de la industria.

**Cuadro N° 3: Principales operaciones consumidoras de ácido sulfúrico en Chile**

REGIÓN	CONSUMIDORES <sup>3</sup> Operación o Proyecto	PROPIEDAD		FUENTE		CONDICIÓN	
		Estatal	Privada	Autoab.	Externa	Operación	Proyectos
XV	QUIBORAX <sup>4</sup>		X		X	Base	
I	HALDEMAN - Sagasca		X	X		Base	
I	BHP - Cerro Colorado		X		X	Base	
I	Collahuasi		X		X	Base	Potencial
I	AUR R- Quebrada Blanca		X		X	Base	
II	CODELCO Norte	X		X		Base	Potencial
II	CODELCO - Gaby	X			X	Base	Potencial
II	P DODGE- El Abra		X		X	Base	
II	ANTOF. MIN.- El Tesoro		X		X	Base	
II	BHP - Escondida		X		X	Base	
II	XSTRATA - Lomas Bayas		X	X		Base	Potencial
II	MILPO - Iván		X		X	Base	
II	ANGLO AM. Mantos Bl.		X		X	Base	
II	Mantos de la Luna		X		X	Base	
II	ANTOF. MIN.- Michilla		X		X	Base	
II	BHP- Spence		X		X	Base	
II	Zaldívar		X		X	Base	
III	CODELCO - Salvador	X		X		Base	
III	CERRO DOM.-D.Almagro		X		X		Potencial
III	CONTINENTAL- Franke		X		X		Potencial
III	ENAMI - Plantas	X		X		Base	
III	Punta del Cobre		X		X	Base	
III	CEMIN – Dos Amigos		X		X	Base	Potencial
III	ANGLO AM. Manto Verde		X		X	Base	
III	P. P COPPER - Caserones		X		X		Potencial
IV	AUR R - Carmen de And.		X		X	Base	
V	ANGLO AM El Soldado		X	X		Base	
Met	ANGLO AM -Los Bronces		X	X		Base	
VI	CODELCO - El Teniente	X		X		Base	Potencial

FUENTE: Elaborado por la Comisión Chilena del Cobre

El cuadro señala proyectos potenciales en algunas de las operaciones vigentes, tales como: la incorporación de nuevas áreas de explotación de recursos lixiviables en Codelco Norte y los proyectos en estudio para la lixiviación de relaves en la División

<sup>3</sup> ATRIBUTOS DE LOS CONSUMIDORES.

- La región en que están emplazadas
- El tipo de propiedad
- El origen del ácido, señalando como autoabastecimiento lo proveniente desde plantas de ácido del mismo propietario y como demanda lo requerido a terceros.
- La condición, distinguiendo como base a la información correspondiente al perfil de consumo de sus operaciones actuales y las ampliaciones ya programadas, además de los proyectos en estudio avanzado de nuevas operaciones de lixiviación y/o ampliaciones con probabilidades de una próxima decisión positiva de construcción. Los casos potenciales corresponden a proyectos con estudios más preliminares y, por lo tanto, tienen un grado menor de certeza de llevarse a cabo en lo que resta del decenio.

<sup>4</sup> Compañía minera no metálica, productora de ácido bórico, ubicada en la nueva Región de Arica (Región XV).

Teniente, la lixiviación de rípios de baja ley en Collahuasi, y una extensión en Lomas Bayas.

El proyecto Gaby, se encuentra en construcción. En la proyección se considera además un proyecto potencial de lixiviación secundaria de rípios, una vez iniciada sus operaciones.

Otros proyectos potenciales agregados al cuadro son: el proyecto de gran minería Caserones (ex Regalito), de propiedad de Pan Pacific Copper, y otros tres proyectos de mediana minería (Franke, a cargo de Continental Minerals, Diego de Almagro a desarrollar por Cerro Dominador y Amalia Catemu de CEMIN).

## 2.3 PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE ÁCIDO SULFÚRICO EN EL AÑO 2005

### 2.3.1 Distribución regional en el año 2005

La distribución regional de la producción y el consumo de ácido sulfúrico registrada el año 2005 se muestra en el siguiente cuadro:

**Cuadro N° 4**  
**Distribución de la producción y consumo de ácido sulfúrico en el año 2005**  
**(Miles de toneladas)**

	Producción		Consumo <sup>5</sup>		(Déficit) ó Excedente
<b>TOTAL NACIONAL</b>	<b>5.067</b>	<b>100%</b>	<b>5.287</b>	<b>100%</b>	<b>(220)</b>
<b>Por Regiones:</b>					
Primera	117	2,3%	615	11,6%	(498)
Segunda	2.252	44,4%	3.598	68,1%	(1.346)
Tercera	830	16,4%	719	13,6%	111
Cuarta	0	0,0%	44	0,8%	(44)
Quinta	719	14,2%	48	0,9%	671
Metropolitana	44	0,9%	157	3,0%	(113)
Sexta	1.105	21,8%	50	1,0%	1.055
Resto	0	0,0%	56	1,0%	(56)
<b>Por tipo de abastecimiento</b>					
Autoabastecimiento	1.869	36,9%	1.869	35,4%	0
Comercial	3.198	63,1%	3.418	64,6%	(220)
<b>Por tipo empresas</b>					
Estatales	3.715	73,3%	1.421	26,9%	2.294
Privadas	1.352	26,7%	3.866	73,1%	(2.514)

Fuente: Elaborado en COCHILCO según datos suministrado por las compañías

Del cuadro se destaca la fuerte asimetría geográfica entre centros productores (principalmente en el centro) y centros de consumo (principalmente en el norte).

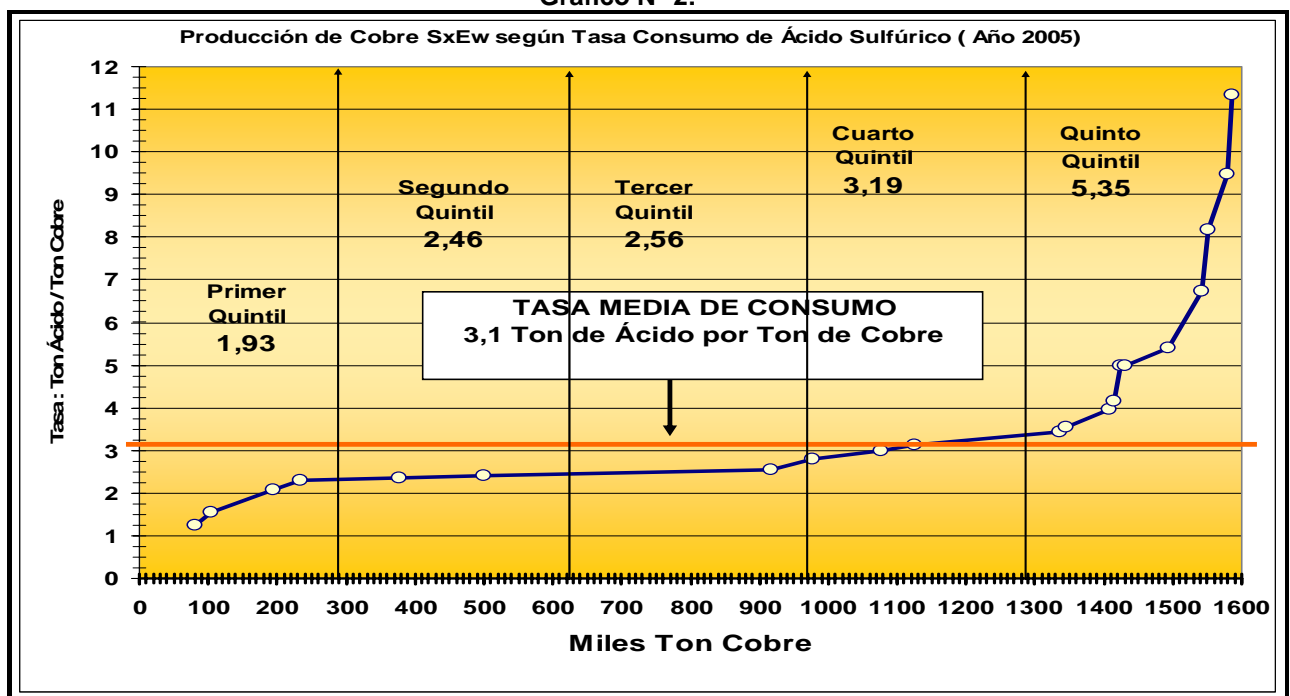
<sup>5</sup> Cabe señalar que las cifras de consumo indicadas en el cuadro N° 4, son estimaciones basadas en datos de las principales empresas consumidoras, cuya suma total no necesariamente debe ser coincidente con el valor calculado para el "consumo aparente" indicado en el cuadro N° 1, por variaciones de stock no consideradas y sesgos en las cifras informadas.

### 2.3.2 Relación producción y consumo de ácido sulfúrico en Chile

Dada la relevante participación de la minería del cobre en Chile es necesario destacar dos antecedentes fundamentales:

- a) El consumo de ácido del año 2005 alcanzó a 5,29 millones de toneladas, de las cuales 4,91 millones se destinaron a las principales operaciones de lixiviación de minerales de cobre para producir 1,58 millones de toneladas de cátodos SxEw. Ello significa una tasa promedio de 3,1 toneladas de ácido por cada tonelada de cátodo obtenido. El comportamiento de la tasa de consumo en las principales operaciones se aprecia en el siguiente gráfico.<sup>6</sup>

Gráfico N° 2:



Fuente: Elaborado en COCHILCO, en base a datos de producción de cobre y consumo de ácido de las empresas.

Las tasas de consumo promedio de cada operación van desde 1,2 a 11,3. Al segmentar la producción de cátodos en quintiles de 317 mil toneladas c/u, resulta que el primer quintil tiene una tasa de consumo promedio de 1,93 (12,5% del consumo total de ácido), 2,46 para el segundo (15,8%), 2,56 para el tercero (16,5%), 3,19 para el cuarto (20,6%) y 5,35 para el último quintil (34,6%).

Cabe señalar que de la información suministrada por las empresas para el año 2005 se desprende un leve aumento en sus tasas de consumo, en comparación con el año 2004 cuya tasa promedio calculada fue de 2,86 ton ácido/ton Cu, atribuible a un deterioro en la calidad del mineral lixiviado.

<sup>6</sup> Las operaciones de lixiviación están ordenadas de menor tasa de consumo de ácido a mayor tasa y la distancia entre ellas en el eje de las abscisas representa el aporte de tonelaje de cátodos SxEw.

- b) A su vez, en Chile se produjo 5,07 millones de toneladas de ácido, de las cuales 4,91 millones fueron producidas en las fundiciones de cobre. Cabe señalar que las fundiciones producen aproximadamente 1 tonelada de ácido sulfúrico por cada tonelada de concentrado de cobre tratado (equivalente a 2,90 a 3,00 de ácido por cada tonelada de cobre fino moldeado, dependiendo de la naturaleza del concentrado y el grado de captura de gases sulfurosos).

De ambos antecedentes aparece tangible el circuito complementario del ácido sulfúrico en la minería del cobre chilena, pues a partir de la generación en la fundición de una tonelada de cobre de 2,9 ton de ácido sulfúrico, éste es consumido íntegramente para recuperar por lixiviación de otra tonelada de cobre SxEw (3,1 ton de ácido aprox.).

## **2.4 COMERCIO EXTERIOR CHILENO DE ÁCIDO SULFÚRICO (Enero 2001 a Diciembre 2006)**

Chile es reconocido como una importante plaza en el comercio exterior del ácido sulfúrico, tanto por el nivel de importaciones como en las crecientes exportaciones.

En el Anexo se resumen antecedentes sobre el mercado internacional del ácido sulfúrico, que permiten contextualizar el comportamiento de los flujos de comercio exterior y de los precios.

De las estadísticas del Cuadro N° 1 sobre producción y consumo de ácido sulfúrico en Chile, se aprecia la existencia de un déficit estructural, que necesariamente se debe satisfacer con importaciones.

No obstante ello, en Chile también se registra exportaciones de magnitudes variables. Ello se debe en primer lugar para atender requerimientos de países limítrofes en base a contratos regulares de abastecimiento y a situaciones coyunturales que enfrentan productores al registrarse excesos de producción puntuales que no pueden ser almacenados ni puestos en el mercado nacional. En este caso se debe recurrir al mercado spot y colocar el ácido en zonas deficitarias (Golfo de México y Brasil).

### **2.4.1 Importaciones**

En el Cuadro N° 5, las importaciones se desglosan trimestralmente desde el primer trimestre del 2001 hasta el cuarto trimestre del año 2006, donde también se indican las cantidades y su valor global correspondiente, más el valor unitario promedio de importación y agregando, en este cuadro, el rango en que ha oscilado dicho valor en cada trimestre.

**Cuadro N° 5: Importaciones de ácido sulfúrico en Chile (Ene 2001 – Dic 2006)**

Período	Toneladas	Miles US\$ CIF <sup>7</sup>	US\$/Ton promedio.	Rango US\$/Ton
I Trim. 2001	170.962	4.518,1	26,4	20,0 – 35,0
II Trim. 2001	178.109	4.883,0	27,4	21,0 – 42,2
III Trim. 2001	149.320	3.815,2	25,6	20,5 – 33,2
IV Trim. 2001	<u>60.070</u>	<u>1.651,5</u>	27,5	20,5 – 35,0
<b>Total 2001</b>	<b>558.461</b>	<b>14.867,8</b>	<b>26,6</b>	<b>20,0 – 42,2</b>
I Trim. 2002	178.506	5.459,5	30,6	25,0 – 36,8
II Trim. 2002	155.300	4.354,5	28,0	23,5 – 38,9
III Trim. 2002	102.348	2.962,3	28,9	26,5 – 39,8
IV Trim. 2002	<u>86.361</u>	<u>3.130,9</u>	36,3	26,4 – 55,3
<b>Total 2002</b>	<b>522.515</b>	<b>15.907,3</b>	<b>30,4</b>	<b>23,5 – 55,3</b>
I Trim. 2003	158.962	6.219,2	39,1	28,0 – 50,1
II Trim. 2003	114.743	3.533,8	30,8	15,0 – 40,1
III Trim. 2003	107.403	3.446,4	32,1	15,0 – 40,5
IV Trim. 2003	<u>106.713</u>	<u>3.647,1</u>	34,2	22,4 – 52,6
<b>Total 2003</b>	<b>487.821</b>	<b>16.846,5</b>	<b>34,5</b>	<b>15,0 – 52,6</b>
I Trim. 2004	80.941	3.154,0	39,0	20,0 – 52,6
II Trim. 2004	76.185	3.202,1	42,0	32,2 – 74,7
III Trim. 2004	83.154	3.362,5	40,4	22,1 – 72,0
IV Trim. 2004	<u>99.946</u>	<u>5.648,8</u>	56,5	22,1 – 78,0
<b>Total 2004</b>	<b>340.226</b>	<b>15.367,4</b>	<b>45,2</b>	<b>20,0 – 78,0</b>
I Trim. 2005	179.828	10.109,9	56,2	22,1 – 81,0
II Trim. 2005	150.573	9.529,5	63,3	22,5 – 104,7
III Trim. 2005	75.313	3.483,9	46,3	22,5 – 74,5
IV Trim. 2005	<u>146.693</u>	<u>8.146,9</u>	55,5	22,5 – 78,2
<b>Total 2005</b>	<b>552.407</b>	<b>31.270,2</b>	<b>56,6</b>	<b>22,1 – 104,7</b>
I Trim. 2006	174.993	10.045,9	57,4	23,0 – 78,2
II Trim. 2006	120.398	7.278,4	60,5	23,0 – 83,2
III Trim. 2006	135.986	7.143,7	52,5	23,0 – 88,2
IV Trim. 2006	<u>175.491</u>	<u>10.165,9</u>	57,9	26,7 – 98,5
<b>Total 2006</b>	<b>606.868</b>	<b>34.633,9</b>	<b>57,1</b>	<b>23,0 – 98,5</b>

Fuente: Elaborado en COCHILCO, sobre la base de datos del Servicio de Aduanas

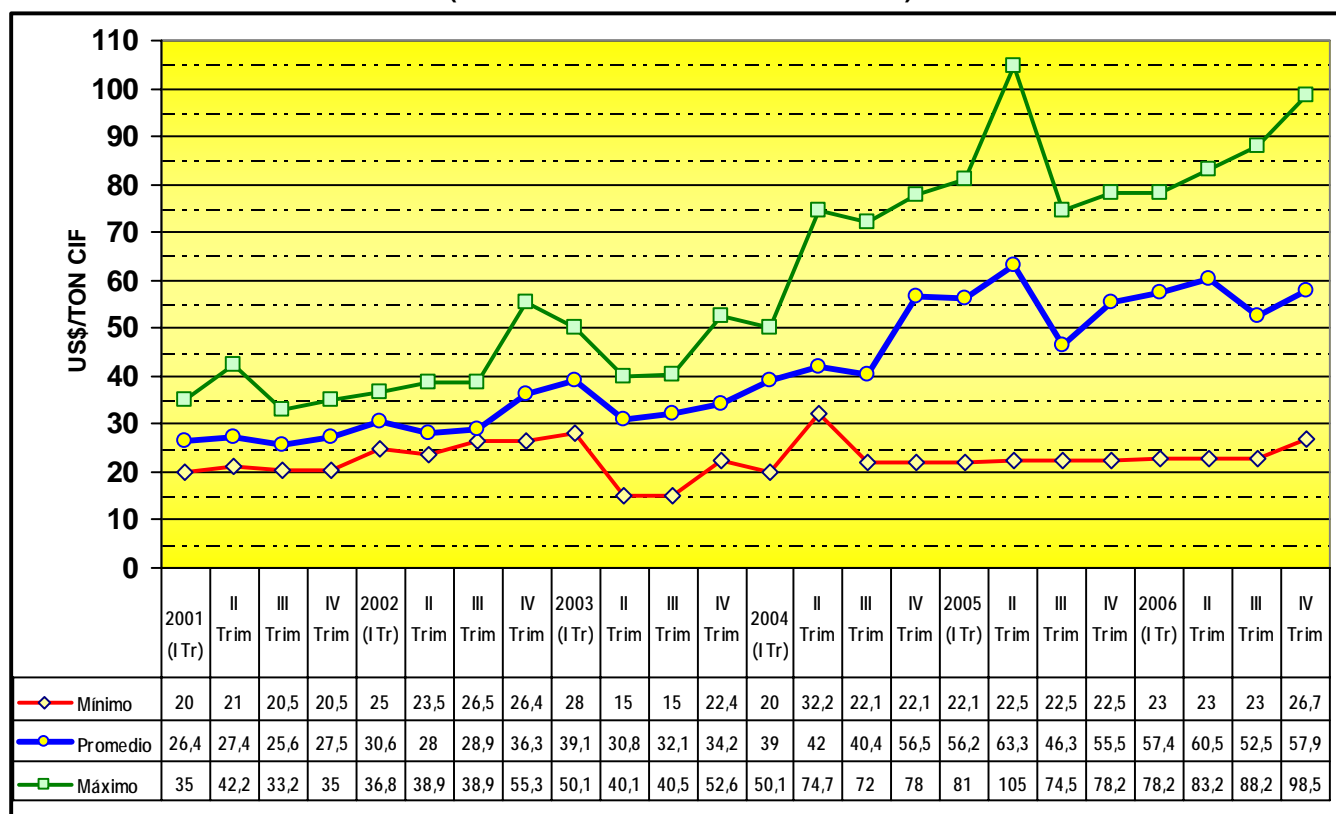
La mayor parte de las importaciones se reciben en los terminales de Mejillones, por lo que el precio CIF Mejillones<sup>8</sup> se constituye como elemento de referencia para la valorización del ácido sulfúrico en el mercado nacional.

Del cuadro anterior se puede apreciar el comportamiento del precio de importación del ácido (CIF Mejillones), cuya evolución se grafica a continuación.

<sup>7</sup> Cabe señalar que el valor unitario es CIF para la mayoría de las importaciones, excepto las realizadas por CODELCO, que emplea la modalidad "C y F", la cual no incluye el costo de los seguros comprometidos en el transporte.

<sup>8</sup> Mejillones (II Región) es el principal puerto de destino de las importaciones de ácido sulfúrico en Chile

**Gráfico N° 3: Precio de importación del ácido sulfúrico CIF Mejillones  
(I Trimestre 2001 al IV Trimestre 2006)**



Fuente: Elaborado por COCHILCO en base a datos del Servicio de Aduanas

Cabe señalar que los valores mínimos corresponden a importaciones basadas en contratos de largo plazo y los valores máximos reflejan compras puntuales en el mercado spot.

A su vez, en el Cuadro N° 6 se consignan para el mismo período las importaciones chilenas registradas<sup>9</sup> en Chile, distribuidas anualmente por países de origen del ácido sulfúrico. Contiene las cantidades y su valor global correspondiente, más el valor unitario promedio registrado en cada año y la fracción de dicho valor que corresponde al cargo por fletes y seguros que permite apreciar la relevancia del factor logístico.

Por otra parte, en el Cuadro N° 7 se indican las importaciones anuales a partir del 2001 distribuidas por principales importadores, consignando los volúmenes físicos y valorizados de sus transacciones y su participación en el mercado nacional. Los principales importadores considerados son: CODELCO por su relevancia en el mercado, las Cias. Mineras que realizan importación directa de ácido sulfúrico y los “traders” especializados en este mercado. En el cuadro se indica la participación que les correspondió en la cantidad importada.

<sup>9</sup> No incluye importaciones de ácido sulfúrico de uso especializado, cuyo valor excede los 200 US\$/Ton CIF

Cuadro N° 6: Importaciones de ácido sulfúrico en Chile según país de origen

País de Origen / Año	Cantidad (Toneladas)	Valor CIF (Miles US\$)	Valor Promedio (US\$/Ton CIF)	Flete + Seg. (US\$/Ton)
Japón	181.722	4.209,3	23,2	13,8
Perú	168.191	4.664,6	27,7	13,8
Alemania	60.912	1.654,1	27,2	19,1
Australia	52.470	1.479,1	28,2	20,0
EE.UU.	36.644	1.152,2	31,4	20,6
México	32.911	1.056,0	32,0	24,4
Corea	14.054	371,7	26,4	13,2
Filipinas	1.365	277,9	24,4	12,2
Canadá	113	2,9	25,5	22,0
<b>Total 2001</b>	<b>558.461</b>	<b>14.867,8</b>	<b>26,6</b>	
Japón	220.034	5.950,6	27,0	10,5
Perú	108.981	3.621,2	33,1	13,8
México	82.238	3.074,5	37,4	26,6
Suecia	74.488	2.112,7	28,4	27,9
Filipinas	18.207	582,6	25,4	25,8
Canadá	10.173	271,9	32,0	20,0
Suiza	8.383	293,8	35,0	27,5
<b>Total 2002</b>	<b>522.514</b>	<b>15.907,3</b>	<b>30,2</b>	
Japón	191.846	6.846,4	35,7	3,4
Perú	105.717	3.248,6	30,7	14,2
Suecia	96.899	2.763,5	28,5	24,9
Corea	49.487	2.461,7	49,7	30,1
Australia	25.190	933,7	37,1	30,1
España	12.637	353,8	28,0	26,0
Argelia	6.045	238,8	39,5	12,5
<b>Total 2003</b>	<b>487.821</b>	<b>16.846,5</b>	<b>34,5</b>	
Japón	122.618	4.413,5	36,0	4,4
Perú	97.631	3.605,6	36,9	14,2
Suecia	78.819	4.328,7	54,9	37,5
Corea del Sur	21.988	1.583,1	72,0	43,5
Filipinas	16.000	1.201,5	75,1	50,1
México	3.170	235,0	74,1	37,1
<b>Total 2004</b>	<b>340.226</b>	<b>15.367,4</b>	<b>45,2</b>	
Japón	161.270	5.617,2	34,8	1,7
México	150.880	11.071,9	73,4	42,2
Perú	107.412	4.362,2	40,6	15,8
Corea del Sur	68.504	5.181,7	75,6	45,4
Suecia	41.935	3.018,4	72,0	53,3
Bulgaria	19.024	1.764,8	92,8	66,2
Filipinas	3.382	254,0	75,1	50,1
<b>Total. 2005</b>	<b>552.407</b>	<b>31.270,2</b>	<b>56,6</b>	
México	184.012	12.485,3	67,9	40,3
Japón	102.105	4.592,9	45,0	2,2
Corea del Sur	96.389	6.290,9	65,3	44,6
Perú	89.615	3.831,0	42,7	16,8
Alemania	49.741	2.801,4	56,3	48,2
Finlandia	31.648	1.507,9	47,6	38,3
Suecia	30.697	1.627,0	53,0	52,7
Canadá	16.155	856,6	53,0	52,0
Bulgaria	6.506	640,9	98,5	64,2
<b>Total 2006</b>	<b>606.868</b>	<b>34.633,9</b>	<b>57,1</b>	

Fuente: Elaborado en COCHILCO, sobre la base de datos del Servicio de Aduanas



**Cuadro N° 7: Importaciones de ácido sulfúrico en Chile según importador**

Importador Año	Toneladas	Miles US\$ CIF	US\$/Ton prom.	Participación
Interacid	216.507	5.142,2	23,8	38,8%
CODELCO	147.415	4.106,1	27,9	26,4%
Cias. Mineras	146.638	4.363,1	29,8	26,3%
Chemtrade <sup>10</sup>	<u>47.901</u>	<u>1.256,3</u>	26,2	8,6%
<b>Total 2001</b>	<b>558.461</b>	<b>14.867,8</b>	<b>26,6</b>	<b>100,0%</b>
CODELCO	254.640	6.977,9	27,4	48,7%
Cias. Mineras	138.607	4.507,7	32,5	26,5%
Interacid	82.238	3.074,5	37,4	15,7%
Chemtrade	<u>47.029</u>	<u>1.347,3</u>	28,6	9,0%
<b>Total 2002</b>	<b>522.514</b>	<b>15.907,3</b>	<b>30,4</b>	<b>100,0%</b>
CODELCO	181.846	6.320,5	34,8	37,3%
Cias. Mineras	110.446	3.125,0	28,3	22,6%
Trans Sud	95.245	2.986,8	31,4	19,5%
Interacid	84.677	3.921,2	46,3	17,4%
Chemtrade	10.472	261,8	25,0	2,1%
BCT Chemtrade	<u>5.136</u>	<u>231,1</u>	45,0	1,1%
<b>Total 2003</b>	<b>487.822</b>	<b>16.846,5</b>	<b>34,5</b>	<b>100,0%</b>
CODELCO	112.652	3.889,5	34,5	33,1%
Trans Sud	90.189	3.687,1	40,9	26,5%
Cias. Mineras	63.402	3.013,4	47,5	18,6%
BCT Chemtrade	44.847	2.816,9	62,8	13,2%
Interacid	<u>29.136</u>	<u>1.960,5</u>	67,3	8,6%
<b>Total 2004</b>	<b>340.226</b>	<b>15.367,4</b>	<b>45,2</b>	<b>100,0%</b>
Cias. Mineras	218.967	15.886,9	72,6	39,6%
CODELCO	161.270	5.617,2	34,8	29,2%
Trans Sud	88.390	3.331,4	37,7	16,0%
Interacid	53.669	4.183,8	78,0	9,7%
BCT Chemtrade	<u>30.111</u>	<u>2.250,9</u>	74,8	5,5%
<b>Total 2005</b>	<b>552.407</b>	<b>31.270,2</b>	<b>56,6</b>	<b>100,0%</b>
Cias. Mineras	207.297	13.073,5	63,1	34,2%
CODELCO	144.598	7.573,8	52,4	23,8%
Interacid	115.934	7.532,5	65,0	19,1%
Trans Sud	89.321	3.299,4	36,9	14,7%
BCT Chemtrade	<u>49.718</u>	<u>3.154,7</u>	63,5	8,2%
<b>Total 2006</b>	<b>606.868</b>	<b>34.633,9</b>	<b>57,1</b>	<b>100,0%</b>

Fuente: Elaborado en COCHILCO, sobre la base de datos del Servicio de Aduanas

## 2.4.2 Exportaciones

Las exportaciones chilenas correspondientes al período Enero 2001 a Diciembre 2006 y distribuidas por país de destino, se resumen en el Cuadro N° 8, consignando el tonelaje exportado, su valor global FOB y el valor unitario resultante.

<sup>10</sup> Cabe señalar que Chemtrade Chile Ltda. operó como tal hasta el año 2003, dando paso a dos nuevas compañías BCT Chemtrade Ltda. y Comercial Trans Sud Ltda.

**Cuadro N° 8: Exportaciones chilenas de ácido sulfúrico según país de destino**

País de Destino Año	Toneladas	Miles US\$ FOB	US\$/Ton
Argentina	1.316	44,4	33,7
Bolivia	<u>550</u>	<u>36,4</u>	66,2
<b>Total 2001</b>	<b>1.866</b>	<b>80,8</b>	<b>43,3</b>
Perú	57.417	1.477,9	25,7
Brasil	10.314	350,7	34,0
Bolivia	<u>5.949</u>	<u>303,4</u>	51,0
<b>Total 2002</b>	<b>73.680</b>	<b>2.132,0</b>	<b>28,9</b>
Brasil	77.351	2.362,1	30,5
Perú	72.487	1.933,8	26,7
Bolivia	10.723	449,4	41,9
Argentina	1.740	47,8	27,5
Costa Rica	<u>23</u>	<u>31,6</u>	110,0
<b>Total 2003</b>	<b>162.324</b>	<b>4.795,7</b>	<b>29,5</b>
Perú	107.926	4.618,8	42,8
Brasil	26.098	950,1	36,4
Bolivia	13.615	772,7	56,8
Argentina	2.394	99,6	41,6
Costa Rica	<u>259</u>	<u>31,5</u>	121,6
<b>Total 2004</b>	<b>150.292</b>	<b>6.472,7</b>	<b>43,1</b>
EE. UU.	199.401	1.978,6	9,9
Perú	180.311	10.618,1	58,9
Brasil	43.692	378,4	8,7
Cuba	29.300	795,0	27,1
Bolivia	12.420	974,5	78,5
Argentina	10.633	612,1	57,6
México	5.084	68,6	13,5
Costa Rica	<u>52</u>	<u>6,7</u>	127,5
<b>Total 2005</b>	<b>480.893</b>	<b>15.432,0</b>	<b>32,1</b>
Brasil.	55.921	1.048,6	18,8
Perú	48.192	2.163,9	44,9
Argentina	14.501	521,6	36,0
Bolivia	<u>12.699</u>	<u>954,5</u>	75,2
<b>Total 2006</b>	<b>131.313</b>	<b>4.688,6</b>	<b>35,7</b>

Fuente: Elaborado en COCHILCO, sobre la base de datos del Servicio de Aduanas

Asimismo, la distribución de dichas exportaciones por principales exportadores se registra en el Cuadro N° 9, indicando la participación que les correspondió en la cantidad exportada.

**Cuadro N° 9: Exportaciones de ácido sulfúrico en Chile según exportador**

Exportador Año	Toneladas	Miles US\$ FOB	US\$/Ton prom.	Participación
ENAMI	1.316	44,4	33,7	70,5%
CODELCO	<u>550</u>	<u>36,4</u>	66,2	29,5%
Total 2001	<b>1.866</b>	<b>80,8</b>	<b>43,3</b>	<b>100,0%</b>
INTERACID	47.594	1.134,1	23,8	64,6%
CODELCO	<u>26.087</u>	<u>998,0</u>	38,3	35,4%
Total 2002	<b>73.680</b>	<b>2.132,0</b>	<b>28,9</b>	<b>100,0%</b>
CODELCO	84.255	2.420,8	28,7	51,9%
TRANS SUD	60.550	1.904,3	31,4	37,3%
INTERACID	15.756	420,2	26,7	9,7%
ENAMI	1.740	47,9	27,5	1,1%
OTROS	<u>23</u>	<u>2,6</u>	110,0	0,0%
Total 2003	<b>162.324</b>	<b>4.795,7</b>	<b>29,5</b>	<b>100,0%</b>
INTERACID	61.569	2.524,4	41,0	41,0%
TRANS SUD	47.131	1.809,4	38,4	31,4%
CODELCO	38.938	2.007,8	51,6	25,9%
ENAMI	2.150	81,4	37,9	1,4%
OTROS	<u>503</u>	<u>49,6</u>	98,7	0,3%
Total 2004	<b>150.292</b>	<b>6.472,7</b>	<b>43,1</b>	<b>100,0%</b>
CODELCO	279.500	7.337,1	26,3	58,1%
INTERACID	101.798	3.824,6	37,6	21,2%
TRANS SUD	82.954	3.845,9	46,4	17,2%
BCT CHEMTRADE	12.610	124,3	9,9	2,6%
ENAMI	276	10,5	38,0	0,1%
OTROS	<u>3.755</u>	<u>289,7</u>	77,2	0,8%
Total 2005	<b>480.893</b>	<b>15.432,1</b>	<b>32,1</b>	<b>100,0%</b>
TRANS SUD	66.210	2.517,1	38,0	50,4%
CODELCO	65.103	2.171,5	33,4	49,6%
Total. 2006	<b>131.313</b>	<b>3.748,0</b>	<b>35,7</b>	<b>100,0%</b>

Fuente: Elaborado en COCHILCO, sobre la base de datos del Servicio de Aduanas

### III. PROYECCIÓN DEL BALANCE DEL ÁCIDO SULFÚRICO EN CHILE PARA EL PERÍODO 2006 - 2015

#### 3.1 BALANCE NACIONAL

El balance nacional del ácido sulfúrico se proyecta sólo para tres de los posibles casos que en función de los antecedentes disponibles se señalan como los más probables (Caso Básico, Caso de Consumo Máximo y Caso Potencial), contruidos según lo señalado en la metodología del estudio.<sup>11</sup> Cada caso se desarrolla cronológicamente en tres escenarios (Corto plazo, transición y largo plazo) durante el transcurso del período en estudio.

Las cifras resultantes se indican en el siguiente cuadro:

**Cuadro Nº 10: Balance nacional del ácido sulfúrico en Chile (Período 2006 – 2015)**  
(Miles de Toneladas)

ESCENARIOS	CORTO PLAZO				TRANSICIÓN			LARGO PLAZO		
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<b>1) CASO BÁSICO</b>										
PRODUCCIÓN	5.095	5.328	5.462	5.451	5.735	5.783	5.715	5.776	5.739	5.794
(CONSUMO)	(6.132)	(6.338)	(6.987)	(6.765)	(6.085)	(5.944)	(5.884)	(5.400)	(4.523)	(4.519)
(DÉFICIT) O EXCEDENTE BÁSICO	(1.037)	(1.010)	(1.525)	(1.314)	(350)	(161)	(169)	376	1.216	1.275
<b>2) CASO CONSUMO MÁXIMO</b>										
(DÉFICIT) O EXCED. PROBABLE	(1.037)	(1.010)	(1.525)	(1.314)	(350)	(161)	(169)	376	1.216	1.275
Menos CONSUMO POTENCIAL	0	(24)	(465)	(683)	(1.230)	(1.643)	(2.170)	(2.868)	(3.205)	(2.928)
(DÉFICIT) MÁXIMO	(1.037)	(1.034)	(1.990)	(1.997)	(1.580)	(1.804)	(2.339)	(2.492)	(1.989)	(1.653)
<b>3) CASO POTENCIAL</b>										
(DÉFICIT) MÁXIMO	(1.037)	(1.034)	(1.990)	(1.997)	(1.580)	(1.804)	(2.339)	(2.492)	(1.989)	(1.653)
Más PRODUCCIÓN POTENCIAL	0	0	102	208	344	720	1.439	1.624	1.832	1.714
(DÉFICIT) O EXCEDENTE POTENCIAL	(1.037)	(1.034)	(1.888)	(1.789)	(1.236)	(1.084)	(900)	(868)	(157)	61

FUENTE: Elaborado por la Comisión Chilena del Cobre - diciembre 2006, sobre la base de antecedentes proporcionados por empresas productoras y consumidoras

#### 3.2 BALANCES REGIONALES

El detalle del comportamiento de la producción y consumo de ácido sulfúrico se presenta en los respectivos balances regionales, en sus casos máximos.

En el Cuadro Nº 11 se muestran los respectivos balances individuales para las principales regiones donde se concentra el consumo de interés minero, más la zona

<sup>11</sup> Ver punto 1.3 METODOLOGÍA del presente informe

centro sur (Coquimbo hasta la nueva Región de Los Ríos). Para cada sector geográfico se indican tanto sus respectivas producciones probables y potenciales, como sus consumos probables y potenciales y saldo resultante, sea de déficit o excedente.

**Cuadro N° 11: Balances regionales del ácido sulfúrico en Chile  
Caso Potencial en el periodo 2006 – 2015  
(Miles de Toneladas)**

ESCENARIOS REGIONALES	CORTO PLAZO				TRANSICIÓN			LARGO PLAZO		
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<b>1) REGIONES DE ARICA Y DE TARAPACÁ</b>										
Producción Probable	121	140	140	140	140	140	140	140	140	140
+ Producción Potencial	0	0	0	70	140	140	140	140	140	140
- (Consumo Probable)	(738)	(845)	(844)	(754)	(783)	(585)	(546)	(531)	(452)	(418)
- (Consumo Potencial)	0	0	0	0	0	0	(221)	(228)	(227)	(227)
<b>(Déficit Arica y Tarapacá)</b>	<b>(617)</b>	<b>(705)</b>	<b>(704)</b>	<b>(544)</b>	<b>(503)</b>	<b>(305)</b>	<b>(487)</b>	<b>(479)</b>	<b>(399)</b>	<b>(365)</b>
<b>2) REGIÓN DE ANTOFAGASTA</b>										
Producción Probable	2.140	2.337	2.434	2.367	2.633	2.683	2.593	2.643	2.593	2.643
+ Producción Potencial	0	0	62	62	62	426	444	519	525	409
- (Consumo Probable)	(4.250)	(4.364)	(4.942)	(4.825)	(4.344)	(4.509)	(4.419)	(4.321)	(3.592)	(3.622)
- (Consumo Potencial)	0	(6)	(447)	(640)	(1.013)	(1.084)	(1.278)	(1.870)	(2.206)	(1.929)
<b>(Déficit Antofagasta)</b>	<b>(2.110)</b>	<b>(2.033)</b>	<b>(2.893)</b>	<b>(3.036)</b>	<b>(2.662)</b>	<b>(2.484)</b>	<b>(2.660)</b>	<b>(3.029)</b>	<b>(2.680)</b>	<b>(2.499)</b>
<b>3) REGIÓN DE ATACAMA</b>										
Producción Probable	872	909	901	915	933	940	933	926	936	936
+ Producción Potencial	0	0	30	60	60	60	60	60	60	60
- (Consumo Probable)	(787)	(732)	(829)	(826)	(628)	(521)	(590)	(219)	(150)	(150)
- (Consumo Potencial)	0	0	0	(25)	(195)	(270)	(370)	(470)	(470)	(470)
<b>Excedente Atacama</b>	<b>85</b>	<b>177</b>	<b>102</b>	<b>124</b>	<b>170</b>	<b>209</b>	<b>33</b>	<b>297</b>	<b>376</b>	<b>376</b>
<b>4) REGIONES DE COQUIMBO HASTA LOS RÍOS</b>										
Producción Probable	1.962	1.942	1.987	2.029	2.029	2.020	2.049	2.067	2.070	2.075
+ Producción Potencial	0	0	10	16	82	94	795	905	1.107	1.105
- (Consumo Probable)	(358)	(396)	(371)	(360)	(330)	(329)	(329)	(329)	(329)	(329)
- (Consumo Potencial)	0	(18)	(18)	(18)	(22)	(289)	(301)	(300)	(302)	(302)
<b>Excedente Centro Sur</b>	<b>1.604</b>	<b>1.528</b>	<b>1.608</b>	<b>1.667</b>	<b>1.759</b>	<b>1.496</b>	<b>2.214</b>	<b>2.343</b>	<b>2.546</b>	<b>2.549</b>

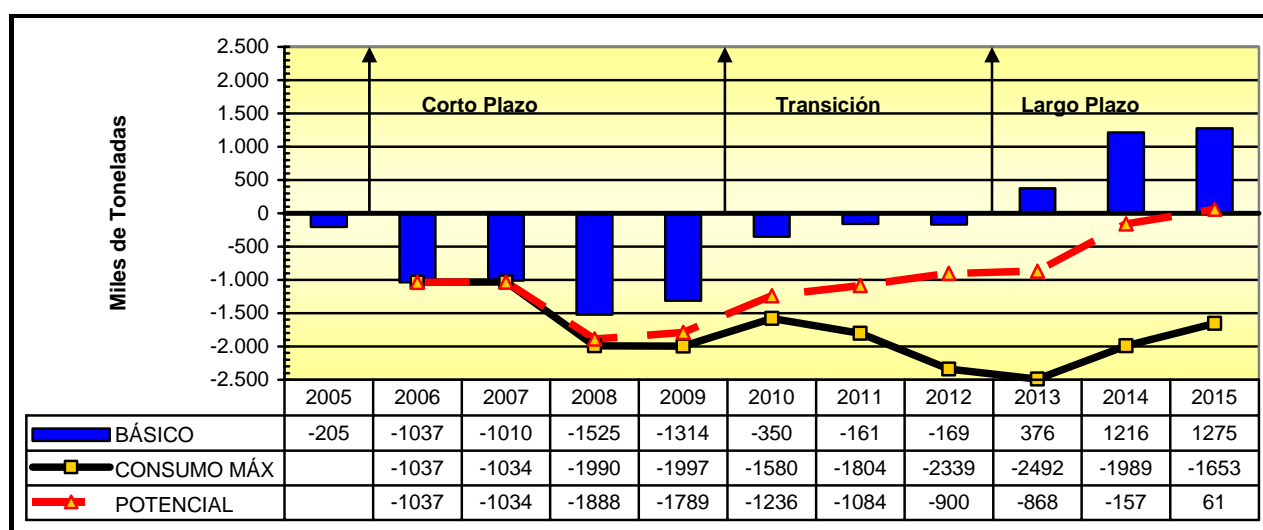
FUENTE: Elaborado por la Comisión Chilena del Cobre - diciembre 2006, sobre la base de antecedentes proporcionados por empresas productoras y consumidoras

## IV. ANÁLISIS DEL BALANCE DEL MERCADO DEL ÁCIDO SULFÚRICO EN CHILE PARA EL PERÍODO 2006 - 2015

El análisis identifica los elementos que irían determinando el futuro comportamiento del mercado del ácido sulfúrico en Chile hasta mediados de la próxima década, según los casos previstos en la metodología y siguiendo su respectivo desarrollo en orden cronológico.

El resultado de los balances del mercado para los escenarios del “Caso Básico”, del “Caso de Consumo Máximo” y del “Caso Potencial” se grafica a continuación.

**Gráfico N° 4: Balances del mercado del ácido sulfúrico 2006 - 2015**  
Según cada caso



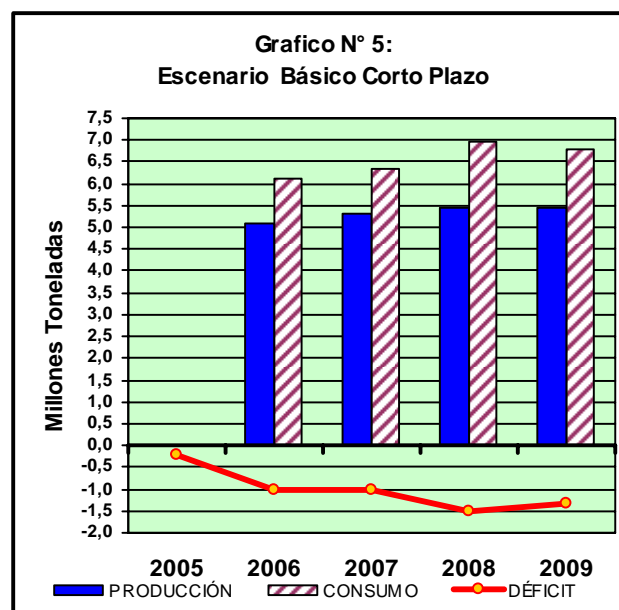
Fuente: Elaborado en COCHILCO

### 4.1 ESCENARIOS DEL CASO BÁSICO

Para este escenario se consideran los perfiles de producción y consumo de ácido sulfúrico de las operaciones vigentes para constituir la base del análisis, dado el alto grado de confianza que tienen estas estimaciones. El desarrollo cronológico de este caso básico es el siguiente:

#### 4.1.1 Corto plazo (2006 – 2009)

El escenario inicial muestra un drástico cambio en la situación del mercado nacional del ácido sulfúrico. Después de un moderado déficit en el año 2005, estimado en 220 mil toneladas, éste se incrementa a un millón de toneladas aproximadamente, en los años



2006 y 2007. Ello se explica principalmente por la presión de mayor consumo que representan la puesta en marcha de diversos proyectos de lixiviación en Escondida (Lixiviación de sulfuros), Codelco Norte (Expansión norte mina sur), Spence, más otros de menor tamaño (Mantos de la luna, Santa Margarita, etc.), además de incrementos de consumo en las operaciones por razones metalúrgicas.

A ello se sumará la entrada en operación de Gaby a partir del 2008. Es así como el consumo alcanzaría un máximo de casi 7 millones de toneladas en el año 2008, es decir crecería en 1,7 millones de toneladas respecto al consumo registrado el pasado año 2005.

En relación a la oferta, en el corto plazo se esperan aumentos de producción moderados en Chagres, Altonorte y las fundiciones de CODELCO, los que irán sumando gradualmente unas 384 mil toneladas respecto a la producción del 2005, es decir sólo un 22% del aumento del consumo.

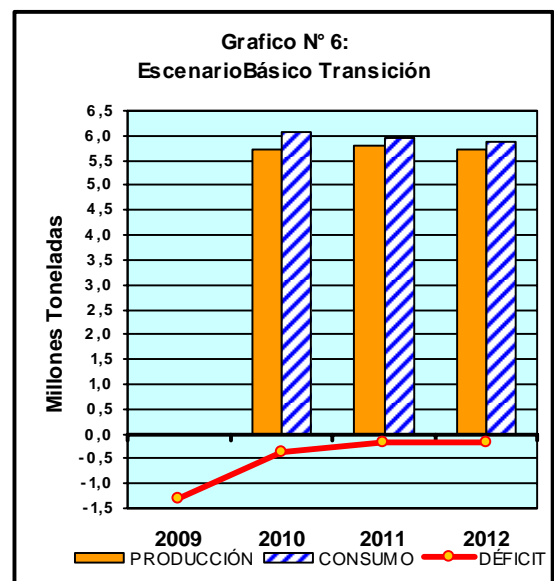
Esta situación de incremento del déficit nacional se está produciendo en un entorno adverso por la estrechez en el mercado internacional, tal como lo consignan publicaciones especializadas,<sup>12</sup> lo que en el mercado chileno se reflejó más agudamente en los últimos meses del 2006 afectando a las importaciones chilenas no amparadas en contratos de abastecimiento anteriores con mayores precios en el mercado spot, del orden de los US\$ 100 por tonelada CIF. Se estima que la estrechez se irá aliviando durante el 2007 de contar con mayor disponibilidad de ácido sulfúrico peruano<sup>13</sup> y con ello una disminución en los precios spot.

Los significativos incrementos de volumen de ácido involucrados, especialmente en la II Región, también están poniendo presión sobre los elementos logísticos necesarios, tanto para el almacenamiento en los puntos de origen y destino como para su transporte especializado, dada su condición de sustancia corrosiva.

#### 4.1.2 Transición (2010 – 2012)

En este período el mercado del ácido sulfúrico registra la estabilización del déficit a un nivel moderado entre 350 mil toneladas y 160 mil toneladas, significando una transición desde la situación de alto déficit en el período anterior a una situación de excedente en periodo posterior.

Ello obedece al efecto combinado de menor consumo y un moderado aumento de producción. La drástica disminución del consumo en las operaciones vigentes, en unas 880 mil toneladas entre el consumo estimado para el 2009 y el año



<sup>12</sup> World Sulphuric Acid Weekly (Pentastul), Sulphur (British Sulphur)

<sup>13</sup> Ver punto 4.5 de este informe

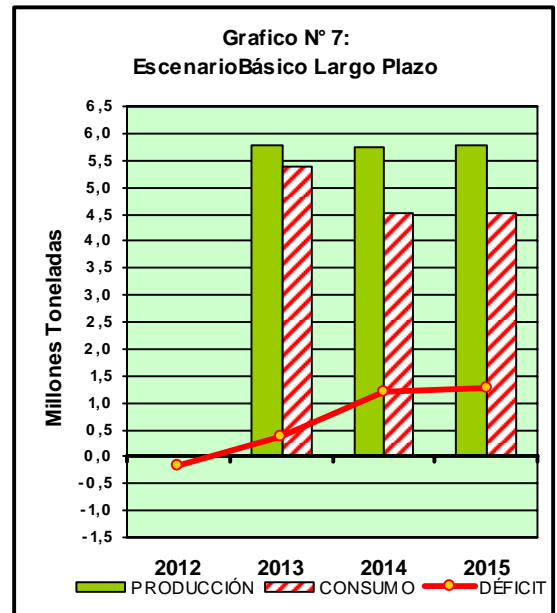
2012, se debe a una fuerte caída del consumo en El Abra, Collahuasi, y Escondida óxidos. También se registraría el término de operaciones en Michilla y Mantos Blancos durante este período. A su vez, se proyecta un moderado aumento de la producción de 260 mil toneladas en el mismo período, principalmente en Chuquicamata.

#### 4.1.3 Largo plazo (2013 – 2015)

En este período se manifestaría una pronunciada situación de excedente a partir del año 2013.

Mientras el nivel de producción de ácido sulfúrico se estabiliza entre 5,7 y 5,8 millones de toneladas, las operaciones de lixiviación continúan en su fase de declinación, afectando principalmente a las operaciones de lixiviación actuales en CODELCO Norte y El Abra óxidos, así como el término de la explotación en el actual rajo de Lomas Bayas para dar paso a la extensión en un rajo vecino.

Con ello, el consumo del año 2015 habrá disminuido en 1,36 millones de toneladas en comparación al año 2012 y menos 2,46 millones de toneladas respecto al año 2008 cuando se estima que se registre el máximo consumo de las actuales operaciones.



El excedente de ácido sulfúrico creciente, que emergería en el curso de este segmento del largo plazo, expondría a los productores a significativas cantidades de ácido disponibles para la exportación (1,27 millones de toneladas al año 2015<sup>14</sup>), con lo que el precio en el mercado interno tendería a disminuir influido por los valores FOB que sea posible obtener en los mercados externos.

Visto el escenario básico correspondiente a la continuidad de las operaciones actuales, a continuación se analizan los efectos sobre el balance que tendrían los proyectos potenciales tanto consumidores como productores de ácido sulfúrico.

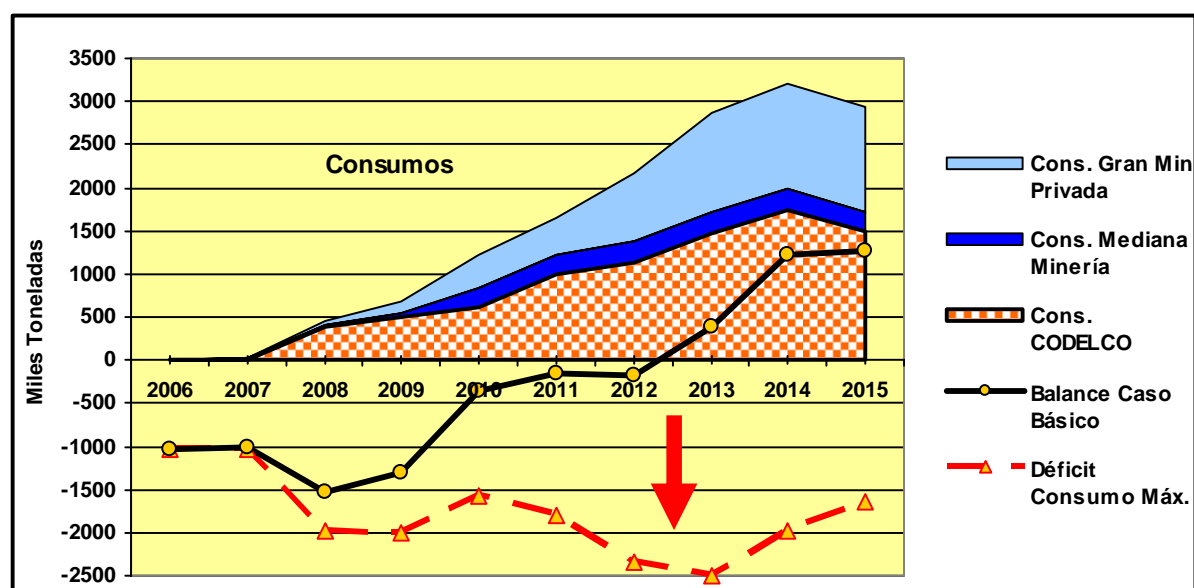
#### 4.2 EL CASO DE CONSUMO MÁXIMO

En este caso se visualiza el efecto sobre el caso básico que tendría la inclusión sólo de los nuevos consumos de los proyectos mineros potenciales, es decir aquellos proyectos en estudio que aún no cuentan con las aprobaciones del caso para su construcción, con lo que este caso muestra el consumo máximo esperado y sólo el perfil de producción de las plantas de ácido vigentes.

<sup>14</sup> Este volumen de excedente es comparable con el excedente registrado en Japón el año 2005 (actual tercer país exportador con 1,36 mill ton)



**Gráfico N° 8: Consumos potenciales de ácido sulfúrico y Déficit del Caso Consumo Máximo (2006 – 2015)**



Fuente: Elaborado en COCHILCO

El panorama general se aprecia en el gráfico donde resalta el desplazamiento de la curva del balance del caso básico hacia una situación de gran déficit, como consecuencia de los nuevos consumos potenciales.

Existe una diversidad de proyectos potenciales en estudio que representan una gran demanda adicional de ácido sulfúrico en torno a las 3 millones de toneladas hacia el 2015. El siguiente cuadro reseña la lista de los principales proyectos potenciales considerados y su fecha tentativa de puesta en marcha:

**Cuadro N° 12: Principales proyectos mineros de lixiviación en estudio (Período 2006 – 2015)**

Compañía / Proyecto / Región	Fecha tentativa	Descripción
<b>1) CODELCO</b>		
Codelco Norte / Varios / II Región	2008	Reposición de recursos lixiviables
Gaby / Lixiviación secundaria ripios / II Reg.	2009	En estudio de ingeniería de perfil
Teniente / Lixiviación relaves varios / VI Reg	2011	En estudios de ingeniería
<b>2) GRAN MINERÍA PRIVADA</b>		
Antofagasta Minerals / El Tesoro / II Región	2008	Mayor nivel de lixiviación
El Abra / Lixiviación sulfuros / II Región	2010	Lixiviar recursos sulfurados
Xstrata / Extensión Lomas Bayas / II Región	2011	Desarrollo de un nuevo rajo cercano al actual
Pan Am. Copper / Caserones / III Región	2011	Desarrollo del yacimiento (ex Regalito)
Collahuasi / Botaderos / I Región	2012	Lixiviación secundaria en botaderos
<b>3) MEDIANA MINERÍA</b>		
Cemin / Amalia Catemu / V Región	2007	Desarrollo de una nueva operación
Continental / Franke / III Región	2009	Desarrollo del yacimiento Franke
Cerro Dominador / Diego de Alm. / III Reg.	2010	Desarrollo de una nueva operación

FUENTE: Elaborado por la Comisión Chilena del Cobre - diciembre 2006, sobre la base de antecedentes públicos

En este escenario del caso de consumo máximo, se destaca la fortaleza de la demanda de los nuevos proyectos consumidores potenciales, que llevarían el déficit a un máximo de 2,5 millones de toneladas hacia el año 2013 y a un no menos significativo déficit de más de 1,5 millones de toneladas hacia el 2015.

Por cierto que los perfiles de consumo de estos proyectos son inciertos dado el limitado avance de los estudios que los fundamenta, especialmente en las fechas de inicio y las cantidades a consumir. Cabe agregar que algunos de los proyectos tendrían una alta tasa de consumo de ácido, cuyo costo debiera ser compensado con los menores costos de disponibilidad del mineral (lixiviación secundaria, relaves, etc.). Sobre ellos podría existir una mayor flexibilidad para su inicio.

Particularmente relevante son los proyectos de CODELCO que explican la mitad de la demanda potencial y dispondría de la opción de iniciar alguno de ellos en períodos donde aprecie un superávit de ácido que podría utilizar a bajo costo de oportunidad.

Sin embargo, se estima que esta lista de proyectos potenciales es una clara señal de las compañías sobre sus perspectivas en los próximos años, en respuesta a las condiciones del mercado internacional del cobre donde la fortaleza de la demanda requiere de la entrada de nueva oferta sistemáticamente en los próximos años. Por ello se le otorga una buena probabilidad de materializarse durante el período en estudio.

Aún en el evento que sólo una fracción de la lista señalada se materialice, ello ocasionará una fuerte demanda adicional de ácido sulfúrico que mantendría al mercado chileno en su crónico estado de déficit. Esto representa el espacio máximo que tendrían los productores nacionales de ácido sulfúrico para mantener el mercado interno en equilibrio, lo que se analiza en el caso potencial.

Dadas estas consideraciones, el precio del ácido en el mercado interno seguiría siendo influido por el valor unitario de importación (CIF puesto en Mejillones), hasta el fin del período en estudio.

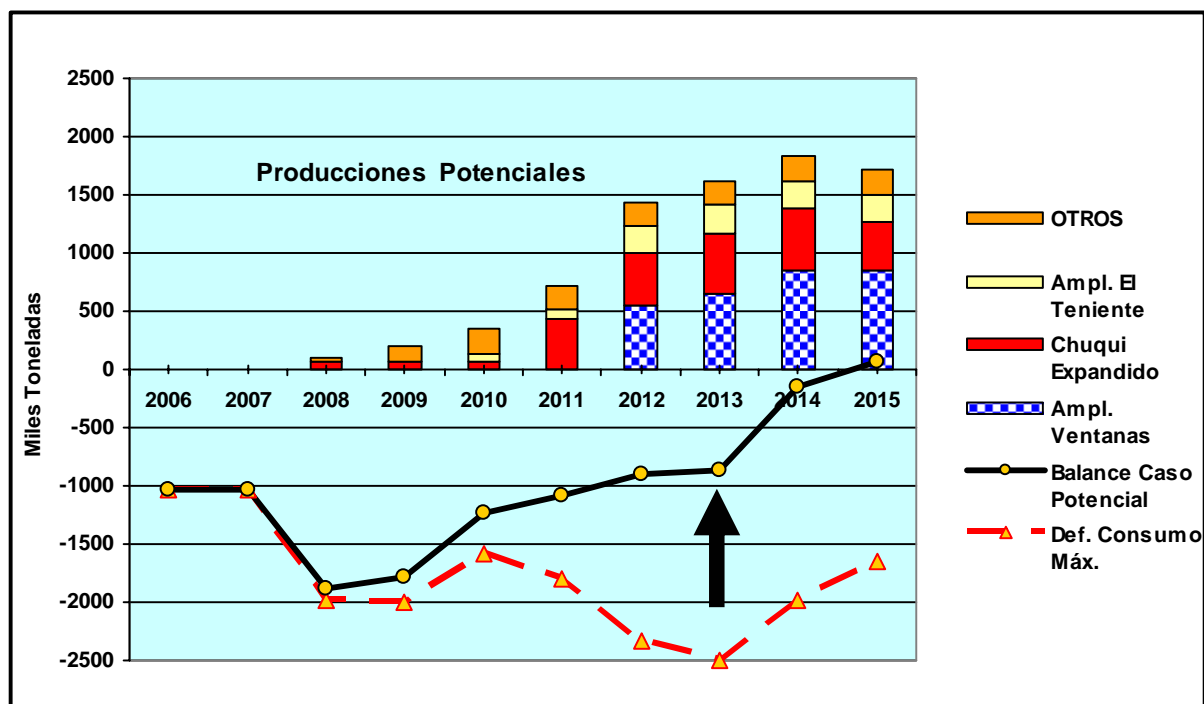
Tal como se señala en la metodología, se omitió analizar un segundo caso intermedio de "Producción Máxima", el cual supondría un gran excedente a partir del año 2011. Esta hipotética situación se descarta en virtud de los antecedentes disponibles, que le asignan una mayor probabilidad de ocurrencia a los perfiles de consumo potencial que a los perfiles de producción potencial previstos, por razones de sus respectivos mercados. No obstante ello, sí resulta de interés analizar el efecto combinado de los ambos perfiles potenciales, lo que se desarrolla a continuación.

### **4.3 EL CASO POTENCIAL**

El tercer caso considera aportar al caso de consumo máximo los perfiles de producción de ácido sulfúrico adicionales correspondientes a los proyectos en estudio en algunos de los actuales productores. Ello configura el caso potencial al incluir tanto el consumo máximo como la producción máxima esperable en las operaciones actuales y las nuevas capacidades que se agregarían hasta el año 2015.

El panorama general de este caso se muestra en el siguiente gráfico donde se compara los balances estimados para el caso de consumo máximo y con el nuevo balance resultante por los nuevos aportes de producción potencial, apreciándose un desplazamiento del balance hacia la zona de equilibrio que se alcanzaría el año 2015.

**Gráfico N° 9: Producciones Potenciales de ácido sulfúrico y Balance del Caso Potencial (2006 – 2015)**



Fuente: Elaborado en COCHILCO

El mayor potencial de nueva producción de ácido radica en CODELCO, pues bajo el concepto de “Otros” sólo se consideran una nueva planta de ácido a partir de azufre, similar a la actual en Sagasca, y ampliaciones marginales en las plantas de ácido en ENAMI y Molymet cuyo aporte conjunto de ellas alcanzaría a las 210 mil toneladas.

Cabe precisar que, a la fecha de elaboración del presente informe, CODELCO mantiene en revisión a sus principales proyectos sobre fundiciones.<sup>15</sup> Sin embargo, para efectos de este informe se han utilizado las cifras actualmente disponibles, previas al resultado de sus revisiones. Ellas contemplan que los proyectos en las fundiciones empezarán a incrementar paulatinamente su producción de ácido a contar del 2010.

<sup>15</sup> Ver en punto en 1.3.4 donde se señala “ la información utilizada para CODELCO son los perfiles de producción y consumo en sus operaciones y en los futuros proyectos, que fueron provistas por la administración central a fines de septiembre 2005, debido a que la corporación comunicó que, en el período en que se le solicitó los nuevos antecedentes de producción y consumo de ácido sulfúrico, aún no estaba en condiciones de actualizar dichas proyecciones mientras no formulara su Plan de Negocios y Desarrollo para el 2007 (PND 2007).

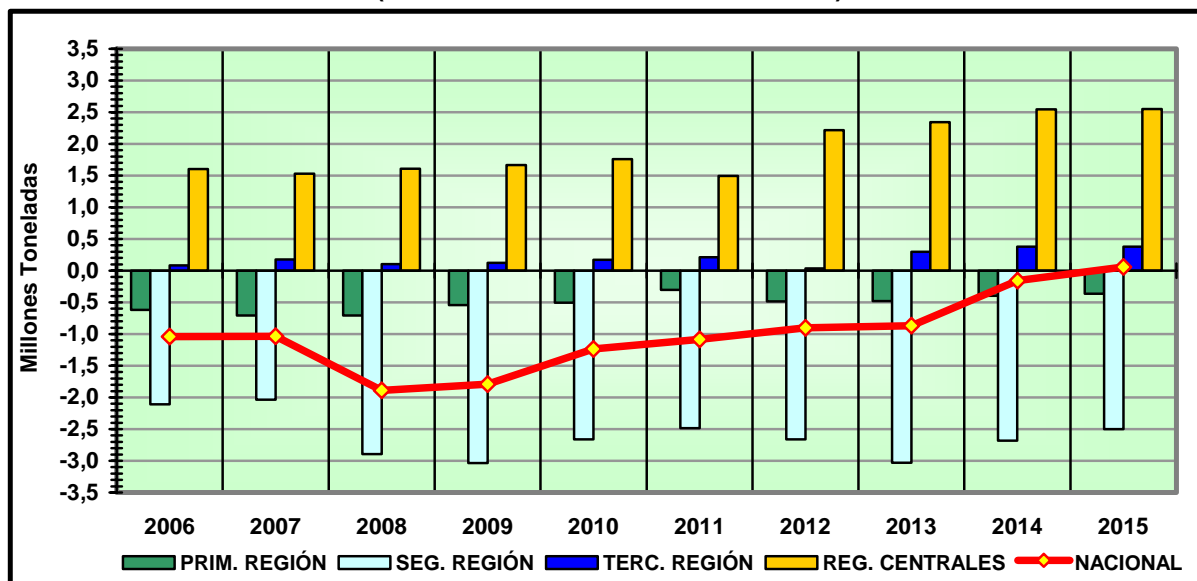
Es necesario considerar que los nuevos estudios de ingeniería requeridos por la corporación, para mejor decidir sobre su proyecto corporativo de fundiciones y refinerías, podrían incidir en la postergación de la ejecución de las inversiones que finalmente se decidan y, con ello, el perfil potencial de producción de ácido de CODELCO sería menor durante el período considerado en el presente estudio.

#### 4.4 DISTRIBUCIÓN REGIONAL DEL BALANCE DEL MERCADO NACIONAL

Al considerar al mercado nacional con todo su potencial de producción y consumo de ácido sulfúrico resalta una vez más la asimetría existente en el país donde el consumo se concentra en el Norte y la oferta comercial en la zona central.

Ello queda manifiesto en el siguiente gráfico donde se muestra el comportamiento del balance nacional y los respectivos balances regionales, para el caso potencial durante el período en estudio, es decir el caso que recoge el efecto de agregar a las operaciones vigentes los perfiles potenciales de proyectos en cada región, tanto de consumo como de producción.

**Gráfico N° 10: Saldo Nacional y Regional del Mercado del Ácido Sulfúrico (Caso Potencial - Período 2006 - 2015)**



Fuente: Elaborado en COCHILCO

Esto representa un notable esfuerzo logístico para el sistema de distribución de ácido sulfúrico en el territorio nacional. Particularmente por el crecimiento del consumo desde un nivel de 5 millones de toneladas el pasado año 2005 a un nivel de 7,5 millones de toneladas hacia el 2015.

El elemento más crítico es la capacidad de almacenamiento en puntos estratégicos (San Antonio y Mejillones principalmente) y en las áreas cercanas a la producción o al consumo, temas que deben ser abordados con prontitud.

A ello hay que sumar una mayor capacidad de transporte para asegurar la fluidez del flujo diario desde su origen al destino final.

#### **4.5 PARTICIPACIÓN DEL ÁCIDO SULFÚRICO PERUANO EN EL MERCADO CHILENO**

Dado el déficit estructural del mercado chileno, es pertinente incluir una consideración sobre el mercado peruano, aunque cabe señalar que COCHILCO no realiza el balance integrado para la región Chile – Perú, dado que no dispone de los antecedentes directos de productores y consumidores peruanos, como sí sucede para el ámbito chileno.

El mercado peruano tiene similares características al de Chile, pues su oferta proviene de las fundiciones de cobre y zinc y sus principales consumos están en la lixiviación de minerales de cobre.

Sin embargo, a contar del año 2007 el mercado peruano del ácido sulfúrico entrará en una condición de excedente estructural. Se estima que la producción peruana subiría desde el nivel de 600 mil toneladas/año a 1,4 millones de toneladas/año a contar del 2007 con el potencial de alcanzar unas 2,1 millones de toneladas/año hacia el 2010.

Por su parte, el consumo peruano es cercano a las 700 mil toneladas y aumentaría a 900 mil toneladas hacia el 2010. Además tiene proyectos potenciales que podrían consumir hasta unas 600 mil toneladas/año.

También debe considerarse el proyecto Bayóvar.<sup>16</sup> Allí CVRD tiene comprometido una operación para extraer roca fosfórica, a partir de la cual podría producir fertilizantes fosfatados con un consumo de ácido estimado en un millón de toneladas/año, iniciándose gradualmente a partir del año 2009. Aunque esta operación virtualmente eliminaría el excedente peruano, es necesario señalar que proyectos de esta naturaleza tienden a disponer de su propia planta de ácido a partir de azufre.

Ello implica que el mercado chileno dispondrá por largo plazo de la oferta peruana de ácido sulfúrico entre 500 mil y 1 millón de toneladas/año, dada su cercanía geográfica con el Norte de Chile, el principal centro consumidor chileno.

Esta circunstancia constituye, por un lado, un alivio a los consumidores afectados por la magnitud del déficit previsto para los próximos años y, por el otro, una significativa competencia para los productores de ácido de la zona central, pues presionaría a la baja el precio del ácido puesto en puertos del Norte y a desplazar sus despachos hacia la opción de exportación.

---

<sup>16</sup> Bayóvar es un depósito de roca fosfórica, ubicado en la costa de Piura, al Norte de Perú, recientemente privatizado a la brasileña CRVD.

## 4.6 PRINCIPALES CONCLUSIONES

- a) El desarrollo histórico del mercado chileno del ácido sulfúrico confirma la directa vinculación de la minería del cobre con su producción en las plantas integradas a las fundiciones, por razones medioambientales, y a su consumo en la lixiviación de minerales de cobre lixiviables. Gracias a la intensidad con que se emplea esta tecnología hidrometalúrgica, Chile es el principal productor de cátodos SxEw (62% de participación mundial en este tipo de producto). Ello trajo como consecuencia para el mercado chileno una situación de déficit estructural de diversas magnitudes anualmente.
- b) En el corto plazo (2006 – 2009) muestra un drástico cambio en la situación del mercado nacional del ácido sulfúrico. explicado principalmente por la presión de mayor consumo que representan la puesta en marcha de diversos proyectos de lixiviación en Escondida (Lixiviación de sulfuros), Codelco Norte (Expansión norte mina sur), Spence. A ello se sumará la entrada en operación de Gaby a partir del 2008. Además se aprecian incrementos de consumo en las operaciones por razones metalúrgicas. En relación a la oferta, en el corto plazo se esperan sólo aumentos de producción moderados en Chagres, Altonorte y las fundiciones de CODELCO.

Esta situación de incremento del déficit nacional se está produciendo en un entorno adverso por la estrechez en el mercado internacional, lo que en el mercado chileno se reflejó más agudamente en los últimos meses del 2006, estimándose que la estrechez se irá aliviando durante el 2007 de contar con mayor disponibilidad de ácido sulfúrico peruano y con ello una disminución en los precios spot.

- c) Ahora, prospectando el comportamiento de largo plazo de este mercado se visualiza que Chile se mantendrá estructuralmente en déficit, tornándose hacia el equilibrio no antes de los próximos 10 años. Las razones para esta conclusión son las siguientes:
- El caso básico, que considera sólo a las operaciones vigentes, insinúa un balance del mercado con un fuerte déficit en el corto plazo para tornarse en excedente a partir del año 2013.
  - Al incorporar los perfiles de consumo de los nuevos proyectos potenciales (caso consumo máximo) se mantendría un déficit de gran magnitud, el cual se atenuaría con el aporte de ácido producido con los aumentos potenciales de capacidad en las fundiciones hasta lograr el equilibrio hacia el 2015 (caso potencial).
  - Sin embargo, se reconoce que los perfiles de consumo son más probables de alcanzar, dadas las condiciones del mercado del cobre.
  - En cambio, la situación de las fundiciones para ampliar sus capacidades están sujetas a condiciones menos favorables, tales como la incierta disponibilidad de concentrados, los menores valores de los cargos de tratamiento y la magnitud de las inversiones requeridas, lo que afectaría el

nivel de cumplimiento de los perfiles potenciales de producción, en cuyo caso no se alcanzaría el equilibrio previsto hacia el 2015.

- d) El precio del ácido sulfúrico en el mercado interno seguirá siendo influido por el mercado internacional, reflejado en el valor unitario de importación puesto en puertos del Norte de Chile.
- e) Se estima que en el mediano plazo los precios de importación del ácido sulfúrico se irán revirtiendo a menores niveles, tanto por la regularización en el mercado chileno de la oferta peruana, como por la percepción de la declinación paulatina del precio del azufre en el mercado internacional a causa de un fuerte incremento en la oferta (desulfurización de petróleo y gas natural, principalmente en el Medio Oriente).
- f) A raíz de dicha tendencia, se estima que los proyectos potenciales de producción de ácido sulfúrico, particularmente los situados en la zona central, enfrentarán condiciones más competitivas para colocar su producción en la zona norte. Ello implicará mantener activas las capacidades de negociación para la exportación (Brasil, Centroamérica, etc.).
- g) Finalmente, es necesario resaltar que el fuerte incremento del consumo, a partir del 2006, significa un apreciable desafío logístico que será necesario enfrentar con significativas inversiones en infraestructura de terminales, medios de transporte y una más rigurosa coordinación entre los actores involucrados en el movimiento diario de grandes volúmenes de ácido sulfúrico para dar confianza y seguridad efectiva a las comunidades vecinas a los flujos de esta temida, pero valiosa sustancia.

## ANEXO: EL MERCADO INTERNACIONAL DEL ÁCIDO SULFÚRICO

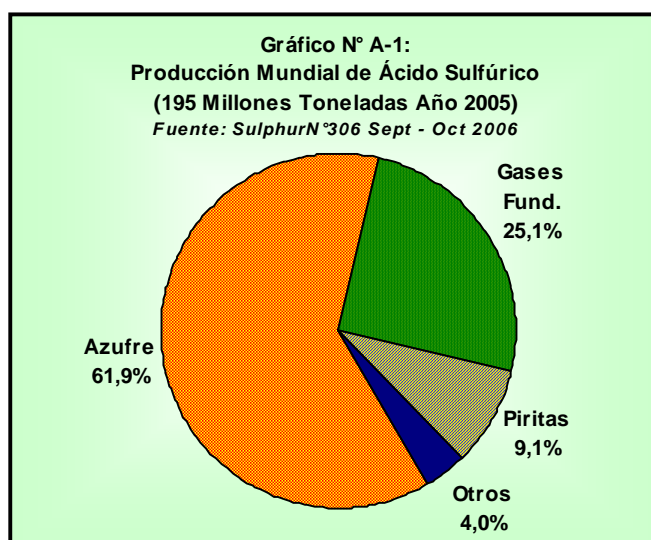
El ácido sulfúrico<sup>17</sup> es reconocido como el principal ácido inorgánico y reactivo de la industria química por sus propiedades, abundancia y bajo valor. Sus propiedades corrosivas condicionan significativamente su producción, manejo y consumo.

### 1.- PRODUCCIÓN Y CONSUMO MUNDIAL

El nivel de producción y consumo es similar, estimado para el año 2005 en torno a las 195 millones de toneladas.

#### 1.1 Producción mundial

Se produce por síntesis en plantas especializadas principalmente a partir de tostación directa de azufre elemental y de piritas (minerales de hierro sulfurados). Ambas explican el 71% de la producción mundial del año 2005.



Esta “producción voluntaria” se efectúa en plantas emplazadas junto a los lugares de consumo y de acuerdo a la demanda, a fin de evitar transportes y almacenamientos significativos.

Siendo el azufre la materia prima principal para la producción de ácido sulfúrico, cabe destacar que su oferta está dominada por el producto obtenido de la separación obligada del azufre contenido en el petróleo y gas natural. Ello ha desplazado el uso de piritas y eliminado al azufre elemental de origen natural.

A su vez la producción obligada de ácido sulfúrico aporta con el 25,1%. Esta forma se denomina “obligada” porque se realiza en plantas integradas a fundiciones de metales básicos y otras usinas generadoras de gases sulfurosos, que deben ser abatidos en cumplimiento de las normas ambientales cada vez más estrictas en todos los países.

<sup>17</sup> El ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) es un líquido viscoso y denso (1,83 veces más pesado que el agua), incoloro y transparente en estado puro o de aspecto gris turbio si contiene impurezas. Químicamente es un ácido de alta reactividad, corrosivo e hidrófilo. No es combustible, inflamable ni explosivo, pero en contacto con agua reacciona exotérmicamente, con materiales orgánicos es oxidante y puede causar explosión. Es altamente corrosivo en contacto con la piel pudiendo causar severas quemaduras y sus vapores, irritación a las vías respiratorias.

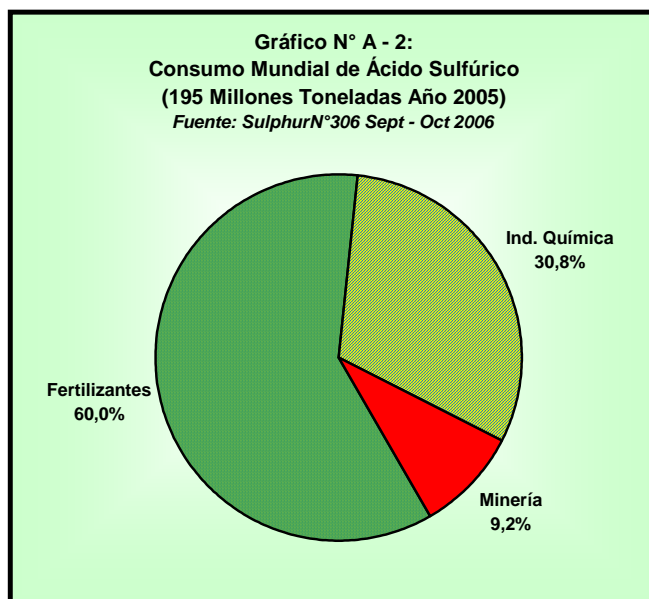


El resto de la oferta de ácido sulfúrico proviene de la generación como sub-producto en procesos industriales y en la regeneración de ácido gastado previamente en otros procesos industriales.

## 1.2 Consumo internacional

Por su parte, el consumo mundial de ácido sulfúrico está dominado por la industria de los fertilizantes fosfatados (60% del consumo). Se estima que en el año 2005 unas 97 millones de toneladas se emplearon en la generación de ácido fosfórico, principalmente destinado para la fabricación de fertilizantes y algunas aplicaciones industriales para la obtención de productos fosforados, más unas 27 millones de toneladas adicionales para la elaboración de otros fertilizantes.

China ha mostrado en el último decenio un explosivo crecimiento de demanda para el desarrollo de su industria de fertilizantes. Es así como la capacidad de producción de ácido fosfórico creció desde 1,2 millones de toneladas en 1995 a 7,3 millones de toneladas el año 2005 (cantidades expresadas en el equivalente a  $P_2O_5$  contenido). Otras áreas de crecimiento están en Marruecos, Túnez, Egipto, Arabia Saudita y Vietnam. A su vez se tiende a bajar capacidad instalada en EE.UU. y Europa.



Las aplicaciones mineras explican el 9,2% del consumo, donde predomina la lixiviación de cobre (unas 9 millones de ton/año), el tratamiento de minerales de titanio para obtener rutilo y para la lixiviación a presión de minerales de níquel-cobalto.

La mayor parte del ácido consumido en la minería del cobre proviene de ácido de las fundiciones. Chile es el principal productor de cátodos de cobre SxEw,<sup>18</sup> lo que le otorga relevancia en el mercado internacional del ácido sulfúrico, situándose entre los primeros diez países productores y consumidores de esta sustancia.

A su vez, la minería del níquel representa un gran potencial de crecimiento por las nuevas operaciones de lixiviación en construcción que duplicarán las capacidades existentes, más otros proyectos en carpeta.

<sup>18</sup> En el año 2005, la producción mundial de cobre en cátodos SxEw alcanzó a 2.535.900 toneladas. Chile explica el 62,5% de dicha cantidad, seguido por EE.UU. con el 21,9%, Perú con el 6,5% y otros 6 países producen el 9,1% restante. (Fuente: COCHILCO, Anuario, Estadísticas del cobre y otros minerales 1986 -2005).

Cabe destacar que esta industria consume unas 30 toneladas de ácido por cada tonelada de níquel recuperado. Este factor, más el aprovechamiento de la energía calórica favorecen contar con plantas de ácido a partir de azufre integradas a las operaciones metalúrgicas.

Finalmente, la diversidad de aplicaciones de la industria química y otros usos explica el 30,8% del consumo global.

### 1.3 Los flujos de comercio del ácido sulfúrico

Las siguientes distribuciones de la producción y el consumo de ácido sulfúrico se muestran ordenadas según la condición de excedente o déficit en los principales países.

**Cuadro A - 1: PRODUCCIÓN Y CONSUMO MUNDIAL DE ÁCIDO SULFÚRICO<sup>19</sup>**  
(Miles de toneladas - Distribución por principales países)

	2003			2004			2005		
<b>Principales países con excedente</b>									
	Produc.	Consumo	Exced.	Produc.	Consumo	Exced.	Produc.	Consumo	Exced.
CANADA	3.817	-2.605	1.212	4.194	-2.363	1.831	4.450	-2.539	1.911
SUR COREA	4.302	-2.652	1.650	4.145	-2.462	1.683	4.390	-2.697	1.693
JAPÓN	6.471	-5.249	1.222	6.378	-5.229	1.149	6.494	-5.130	1.364
MÉXICO	2.584	-2.107	477	3.018	-2.192	826	3.074	-2.443	631
ALEMANIA	4.065	-3.488	577	3.762	-3.129	633	4.124	-3.574	550
SUDÁFRICA	3.280	-3.230	50	3.129	-3.076	53	2.681	-2.551	130
<b>Principales países con déficit</b>									
	Produc.	Consumo	Déficit	Produc.	Consumo	Déficit	Produc.	Consumo	Déficit
EE.UU.	37.150	-39.701	-2.551	37.523	-40.706	-3.183	36.528	-39.479	-2.951
CHINA	33.712	-35.703	-1.991	39.946	-41.795	-1.849	46.250	-48.296	-2.046
BÉLGICA	2.038	-2.542	-504	2.037	-2.561	-524	1.843	-2.502	-659
BRASIL	5.827	-6.346	-519	6.105	-6.677	-572	5.884	-6.414	-530
AUSTRALIA	4.840	-4.938	-98	4.509	-4.686	-177	4.150	-4.508	-358
INDIA	6.076	-6.256	-180	6.638	-6.809	-171	6.619	-6.808	-189
MARRUECOS	8.450	-8.533	-83	9.500	-9.553	-53	10.380	-10.490	-110
ex URSS	13.036	-13.138	-102	13.588	-13.673	-85	14.302	-14.403	-101
TÚNEZ	4.781	-4.805	-24	4.931	-5.011	-80	4.917	-5.011	-94
CHILE	4.550	-4.908	-358	4.662	-4.937	-275	5.007	-5.079	-72
OTROS	31.024	-32.287	-----	30.722	-32.396	-----	31.285	32.889	-----
<b>TOTAL MUNDIAL</b>	<b>176.003</b>	<b>-178.488</b>	<b>-----</b>	<b>184.787</b>	<b>-187.255</b>	<b>-----</b>	<b>192.378</b>	<b>194.813</b>	<b>-----</b>
<b>% Principales Países</b>	<b>82,4%</b>	<b>81,9%</b>		<b>83,4%</b>	<b>82,7%</b>		<b>81,4%</b>	<b>83,1%</b>	

Fuente: Elaborado en COCHILCO en base a datos de SULPHUR Sept -Oct 2006

<sup>19</sup> Las estadísticas de producción no se equilibran con las de consumo pues no incluyen las cantidades de ácido que se recuperan después de haber sido empleado en procesos industriales y una vez regenerado se consumen en otros procesos.

Del cuadro se desprende la existencia de países estructuralmente deficitarios de ácido sulfúrico y otros con excedentes, lo que genera flujos desde las zonas con excedentes a las deficitarias, cuyo volumen se estima que no supera al 7% del consumo mundial.

Aunque la logística del ácido sulfúrico es compleja, debido a su condición de sustancia corrosiva, este mercado es muy dinámico por los flujos programados desde zonas con excedentes a las zonas deficitarias, más los flujos imprevistos por desajustes en la cadena producción-consumo, sea por excedentes puntuales que deben buscar colocación inmediata y/o déficit que deben ser satisfechos prontamente, dado que es una sustancia que no admite stocks significativos.

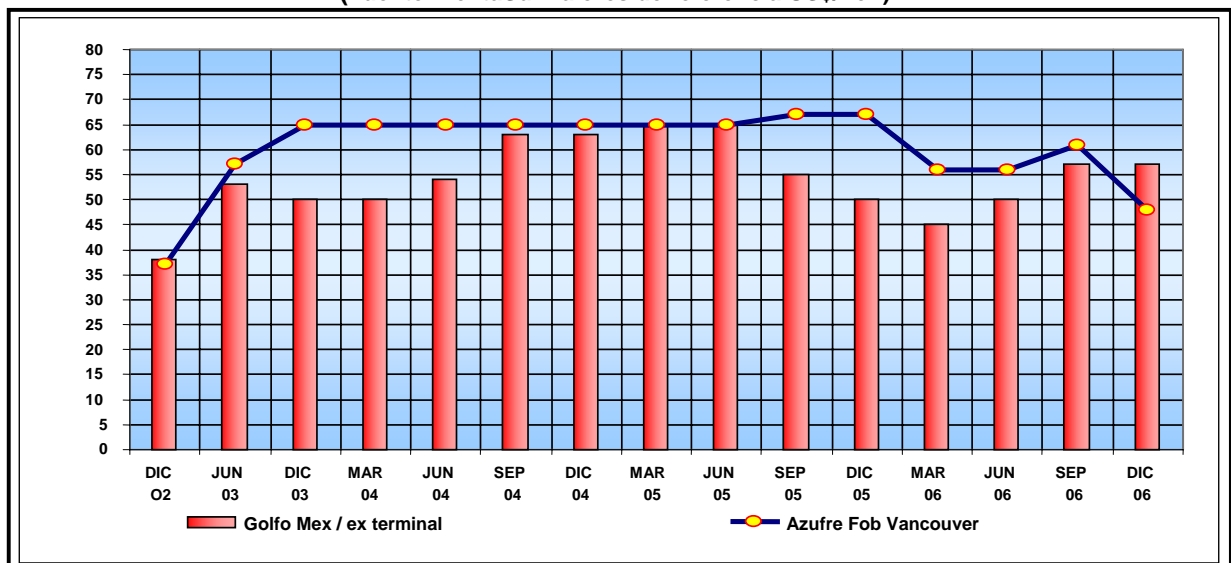
## 2. FACTORES RELEVANTES EN LA FORMACIÓN DEL PRECIO DEL ÁCIDO SULFÚRICO

Dado que el ácido sulfúrico transable es una pequeña fracción de la producción global, generalmente excedentes que es necesario colocar rápidamente, su precio no refleja necesariamente el verdadero costo de producción. No obstante ello, una serie de factores inciden en la determinación de los precios en el mercado internacional.

### 2.1 Precio del azufre

El azufre es el insumo principal en producción voluntaria de ácido sulfúrico.<sup>20</sup> A los costos directos de producción se le suelen restar los créditos por aprovechamiento del vapor y/o energía eléctrica. El costo de producir ácido a partir de azufre constituye un valor de referencia para el mercado del ácido. Existe una correlación positiva entre el precio ácido sulfúrico con el precio del azufre.

Gráfico N° A - 3: PRECIOS DEL AZUFRE Y DEL ÁCIDO SULFÚRICO (2003 – 2006)  
(Fuente: PentaSul Valores de referencia US\$/Ton)



<sup>20</sup> Una tonelada de azufre rinde aproximadamente 3 toneladas de ácido sulfúrico

El gráfico precedente muestra la evolución reciente del precio del ácido sulfúrico en el Golfo de México y del azufre en Vancouver, áreas geográficas relevantes para la determinación de sus respectivos precios.

Los factores principales del precio del azufre son:

- a) La disponibilidad de azufre, donde cabe considerar que en el mercado internacional hay un excedente estructural por la recuperación obligada de azufre desde el petróleo y gas natural.
- b) La demanda de la industria de fertilizantes fosfatados (TSP, MAP, DAP), principal consumidor de azufre para producir ácido (plantas de ácido integradas al proceso industrial de estos fertilizantes)

El comercio internacional del azufre<sup>21</sup> en el año 2005, significó un volumen de 27,7 millones de toneladas de azufre (26,6 mill ton en año 2004), según las estadísticas 2005 contenidas en el cuadro A-2.

**Cuadro A – 2: COMERCIO INTERNACIONAL DEL AZUFRE (AÑO 2005)**

<b>Principales Países Exportadores</b>	<b>(Miles de Ton)</b>	<b>Principales Países Importadores</b>	<b>(Miles de Ton)</b>
CANADA	8.103	CHINA	8.129
RUSIA	3.919	MARRUECOS	3.529
ARABIA SAUDITA	2.679	EE.UU.	2.978
EMIRATOS ARABES	1.866	INDIA	1.961
JAPÓN	1.263	BRASIL	1.680
EE.UU.	1.089	TÚNEZ	1.625
IRÁN	1.034	SUDÁFRICA	699
ALEMANIA	914	JORDANIA	654
POLONIA	594	ISRAEL	572
OTROS	6.218	OTROS	5.852
<b>TOTAL</b>	<b>27.679</b>	<b>TOTAL</b>	<b>27.679</b>
<b>% Principales Países</b>	<b>77,5%</b>	<b>% Principales Países</b>	<b>78,9%</b>

Fuente: Elaborado en COCHILCO en base a datos de SULPHUR Sept –Oct 2006

Canadá sigue siendo el exportador dominante, seguido de Rusia, Arabia Saudita y los Emiratos Árabes. A su vez, actualmente China es por lejos el principal importador, con 8,1 mill ton el año 2005. El aumento de las compras chinas ha sido fenomenal, con incrementos promedios de 0,8 mill ton anuales desde 1995, considerando que previamente las importaciones no eran mayores a 0,2 mill ton/año.

A pesar del aumento de la demanda de China, desde 1992 se ha estado registrando un excedente promedio anual de 1,7 mill ton/año, siendo el año 2001 el que registró el mayor excedente (3,4 mill ton) formándose un gran stock en Canadá y en la anterior

<sup>21</sup> Antecedentes extraídos de “Recent trends in the sulphur and sulphuric acid markets” - Mike Kitto, British Sulphur Consultants, SULPHUR Sept –Oct 2006

URSS. Después del 2001 la oferta y la demanda se han ido equilibrando con períodos recientes de un mercado estrecho.

Sin embargo los grandes stocks formados están ubicados en lugares lejanos a los centros de mayor demanda, lo que significa dificultades logísticas y altos costos, lo que los mantiene en una situación no económica, aún con precios altos. Esta situación fue particularmente pronunciada en el año 2004, cuando las plantas de Alberta y Rusia tuvieron que incrementar sus stocks en 1,3 mill ton. Los incrementos de estos involuntarios stocks en dichos lugares excedieron la cantidad necesaria para balancear el mercado, lo cual fue, por consiguiente, una menor oferta efectiva.

Más recientemente, en el 2006 la estrechez del mercado se ha ido calmando, lo que se ha reflejado en niveles de precios más amortiguados. De hecho las importaciones de China en el primer semestre 2006 alcanzaron sólo a 3,9 mill ton, lo que significó un 5% menos de importaciones en los últimos 12 meses comparados con el cierre a Junio 2005. Sin embargo China aumentó sus importaciones de ácido sulfúrico en un 33%.

Otro factor adicional, es el aumento de las exportaciones norteamericanas desde dos nuevas plantas en el Golfo de México y el notable aumento del flujo azufre desde Kazakhstan desde fines del 2005.

En consecuencia, el mercado se estaría encaminando a un período de un mucho mayor excedente anual que en los años recientes y es esperable una cierta restricción de la oferta para evitar un colapso en el precio.

## **2.2 Precios en mercados relacionados al ácido sulfúrico**

Además del azufre, otros mercados se relacionan directa o indirectamente con el mercado del ácido sulfúrico y, por lo tanto, sus precios tienen algún grado de correlación positiva con el comportamiento del precio del azufre y del ácido.

Estos mercados son:

- a) Precios de los metales básicos (Cu, Ni y Zn): El tratamiento pirometalúrgico del Cu y del Zn requiere del abatimiento de los gases sulfurosos, mediante la producción de ácido sulfúrico.

A su vez los procesos de lixiviación de Cu y de Ni son los principales consumidores de ácido sulfúrico en la minería. El Cu consume entre 1 a 6 ton de ácido por tonelada de cobre obtenida. Mientras que el Ni consume entre 15 y 30 ton de ácido por tonelada de Ni obtenido. Después del 2003, los precios de los metales básicos han tenido un crecimiento acelerado, esperándose una lenta declinación a partir del 2007.

- b) Fertilizantes fosfatados: Es el principal mercado demandante de azufre y de ácido sulfúrico. Su precio se incrementó y luego se ha estabilizado.

- c) Gas natural y petróleo: Gran parte del azufre se obtiene de la desulfurización del gas natural y del petróleo por razones ambientales. El precio de los hidrocarburos ha registrado un alza creciente, que tiende a estabilizarse a un nuevo alto nivel.

El siguiente cuadro resume la tendencia de precios registrada en el mercado internacional para el ácido sulfúrico y de los productos relacionados, con datos a diciembre de cada año.

**Cuadro Nº A - 3: Precios en mercados relacionados al ácido sulfúrico**

Producto	Referencia	Unidad	A Dic 2003	A Dic 2004	A Dic 2005	A Dic 2006
Ácido Sulfúrico	Golfo (EE.UU.) (ex term)	US\$/ton	48 - 53	58 - 63	45 - 50	52 - 57
	Norte de Europa (Fob)	US\$/ton	25 - 30	30 - 34	25 - 30	25 - 30
	Chile (cfr) contract	US\$/ton	33 - 37	45 - 52	70 - 75	60 - 63
Azufre	Vancouver (fob)	US\$/ton	54 - 65	60 - 65	62 - 67	35 - 56
DAP (Fosf. Diamonio )	Tampa (fob)	US\$/ton	200 - 233	230 - 233	260 - 265	255 - 257
Gas Natural	Henry Hub	US\$/MM Btu	5,45 - 5,95	6,8 - 7,1	13,6 - 13,8	6,15 - 6,50
Petróleo	WTI	US\$/bbl spot	31 - 32	44 - 45	57 - 58	62 - 63
Cobre	LME	CtvsUS\$/lb	96 - 98	140 - 145	208 - 210	292 - 300
Níquel			560 - 575	590 - 605	590 - 625	1.480 - 1.590
Zinc			43 - 44	53 - 54	82 - 83	194 - 202

Fuente: PentaSul Inc: "World sulphuric acid weekly" " [rboyd@pentasul.com](mailto:rboyd@pentasul.com)

### 2.3 Producción obligada

Los productores deben deshacerse del ácido a un valor de mercado independiente de sus costos de producción y de colocación en el centro de distribución o consumo. Incluso en el evento que obtenga retornos netos negativos que deben ser absorbidos por el negocio principal.

Constituye la mayor parte de la oferta transable en el mercado internacional (estimada en no más de 7% de la producción mundial). Los compradores finales de este ácido son aquellos consumidores que les resulta más conveniente que producir autónomamente a partir de azufre.

Los factores principales a considerar son:

- a) Capacidad de producción de ácido no voluntario, por ejemplo en fundiciones de cobre (1 tonelada de concentrado de cobre genera 1 tonelada de ácido aprox.). Lo relevante es el incremento en la capacidad de fusión de concentrados, el

incremento en las tasas de ocupación de las fundiciones y el incremento en los % de captación de azufre en las fundiciones.

- b) Creciente participación de la producción de ácido no voluntario sobre el total de producción de ácido
- c) Inelasticidad en la oferta frente a cambios en el entorno

Por las características de la no voluntariedad, esta oferta tiende a atenuar la tendencia alcista del precio del ácido. En los últimos 15 años la producción obligada de ácido ha registrado una tasa de crecimiento el doble comparada con la correspondiente a la producción a partir de azufre.

## **2.4 Mercados de referencia**

La existencia de zonas geográficas que presentan excedentes o déficit estructurales, genera flujos desde las áreas con excedentes hacia las deficitarias, lo que da forma a zonas de referencia formadoras de precios relevante para el mercado internacional.

Las zonas más importantes son la costa del Golfo de México (Sur Este de EE.UU./ deficitaria), Norte de Europa (Báltico/ excedentaria), Sur de Europa (Mediterráneo / excedentaria), Sudeste Asiático (Japón y otros / excedentaria, China / deficitaria), Sudamérica (deficitaria).

Los precios del azufre y del ácido CIF Tampa se han constituido como una referencia relevante en el mercado internacional. Ello se debe a que en la zona del Golfo de México (Tampa) radica la principal concentración de productores de fertilizantes fosfatados de EE.UU., dada su disponibilidad de roca fosfórica y su posición cercana a las grandes áreas agrícolas que los consumen. Aunque esta industria tiene integrada la producción de ácido sulfúrico en base a azufre, demanda externamente grandes cantidades de ácido para complementar sus necesidades.

Entonces, esta zona al ser demandante tanto de azufre - para la producción integrada de ácido sulfúrico - como de ácido sulfúrico, adquiere una capacidad de arbitraje, pues dependiendo de los precios relativos entre ambos insumos, puede disminuir producción directa de ácido – demandando menos azufre – e importar más ácido si se precio resulta más atractivo.

El efecto práctico es que cualquier productor puede colocar su excedente de ácido al precio vigente en el Golfo, asumiendo el costo del transporte desde el origen al terminal en la zona. A su vez, cualquier consumidor sabe que puede conseguir ácido al precio señalado más el costo de flete desde el golfo al destino. Ello permite configurar los precios de referencia en las restantes zonas. Es así como el precio FOB en una zona excedentaria es del orden del precio Golfo menos el flete de allí al Golfo.

A su vez el área asiática ha sido tradicionalmente una zona excedentaria por el significativo aporte de ácido sulfúrico desde Japón y Corea del Sur, como resultado de sus importantes actividades de fundición de metales. Sin embargo, han encontrado en

la fuerte demanda de China un mercado propicio para colocar su ácido, incluyendo un redireccionamiento de los flujos hacia el mercado chino en vez del mercado americano.

Dados los flujos a grandes distancias, el valor de los fletes marítimos es muy relevante en las negociaciones y el costo de importación de ácido sulfúrico. Este se realiza en naves especializadas en transporte de sustancias químicas.



**Este trabajo fue elaborado en la Dirección de Estudios por**

**VICENTE PÉREZ VIDAL**

**ENERO 2007**

**Se reciben publicaciones en canje al  
Fono (56) (2) 3828222  
Fax (56) (2) 3828300**