



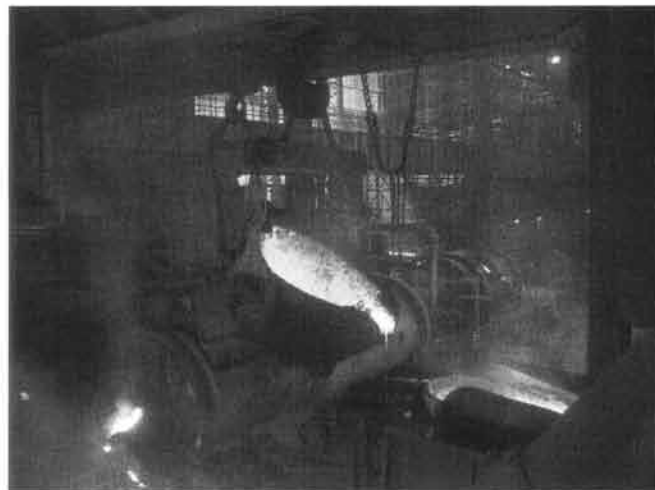
**CODELCO**  
**Ventanas**

860000

---

**Proyecto Aumento de Capacidad Planta de Ácido 2010  
Fundición Ventanas  
CODELCO**

---



## Abstract

### Proyecto Aumento de Capacidad Planta de Ácido Sulfúrico

El proyecto Aumento de Capacidad Planta de Ácido Sulfúrico se desarrolló con el fin de aumentar la capacidad de tratamiento de gases en la planta de ácido en 15.000 m<sup>3</sup>N/h, desde 125.000 m<sup>3</sup>N/h a 140.000 m<sup>3</sup>N/h, lo que equivale a un 12% de incremento nominal en la capacidad de flujo de gases procesados. Con esto se aumenta la captación de gases de Fundición, reduciendo las emisiones de azufre.

Para lograr el incremento de capacidad volumétrica de la planta, se realizaron trabajos de reemplazo de equipos y rellenos con el objetivo de reducir las restricciones de flujo en el sistema, permitiendo con esto operar el ventilador principal de la planta a su máxima capacidad. El proyecto significó una inversión de MUS\$ 9.5 y su ejecución se realizó durante las mantenciones generales de febrero 2009 y marzo 2010, mes en el que se realizó la puesta en marcha del proyecto. Las principales actividades realizadas fueron:

- Reemplazo de Venturi-Ciclones en la etapa de limpieza de gases por equipo atrapa gotas, para retener el arrastre en los gases a la salida de torre de enfriamiento.
- Instalación de 2 nuevos Precipitadores Húmedos conectados en paralelo con los existentes.
- Cambio del relleno cerámico en Torres de secado y absorción.
- Instalación parcial de catalizador de Cesio en 1° y 4° capa del reactor.
- Aumento de capacidad del intercambiador de calor gas-gas a la salida de la capa 1.

Los beneficios del proyecto son:

- Se han alcanzado flujos de 135.000-140.000 m<sup>3</sup>N/h de procesamiento de gases de Fundición (Convertidor Teniente + Peirce-Smith)
- Disminución de las emisiones de azufre en aproximadamente 2.000 t/año. El valor promedio de emisiones de azufre del último quinquenio (2004 a 2008), resultó 11.900 t/año. Al mes de septiembre 2010 la emisión acumulada de azufre es de 6.331 ton y se proyecta una emisión menor a 10.000 t/año durante el año 2010.
- Incremento de la producción de ácido sulfúrico considerado en el proyecto es de 6.000 t/año respecto de la condición sin proyecto. En igualdad de condiciones de carga en fundición, la producción diaria abril-octubre 2010 es de 1.100 ton/d, mayor en 25 ton/d respecto al mismo periodo de 2009, lo que proyectado equivale a 8.500 ton/año.
- Adicionalmente, el aumento de capacidad volumétrica de la planta ha permitido el levantamiento de restricciones operacionales del proceso de conversión, por condiciones ambientales. Esto ha permitido alcanzar el equilibrio en la generación y consumo de circulantes en Fundición.

**Objetivo del Documento**

El presente documento tiene como objetivo presentar un resumen de las actividades del proyecto Aumento de Capacidad Planta de Ácido. Se describen los procesos de la Planta y sus condiciones de operación sin proyecto, considerando los aspectos ambientales relevantes que impactaron en los años previos y que en su parte fundamental del origen del estudio de la ampliación de la Planta.

## 1- DESCRIPCION DE LA FUNDICIÓN

La Fundición de la División Ventanas dispone de un Convertidor Teniente (CT) para la fusión de concentrados de cobre y tres Convertidores Pierce Smith (CPS) para la conversión del cobre. Durante los procesos de soplado de estos reactores, se generan gases que se conducen a la planta de ácido para fijar el anhídrido sulfuroso contenido en ellos como ácido sulfúrico comercial. La operación del CT es continua y la de los CPS se realiza en modo batch, con sólo un convertidor en proceso a la vez.

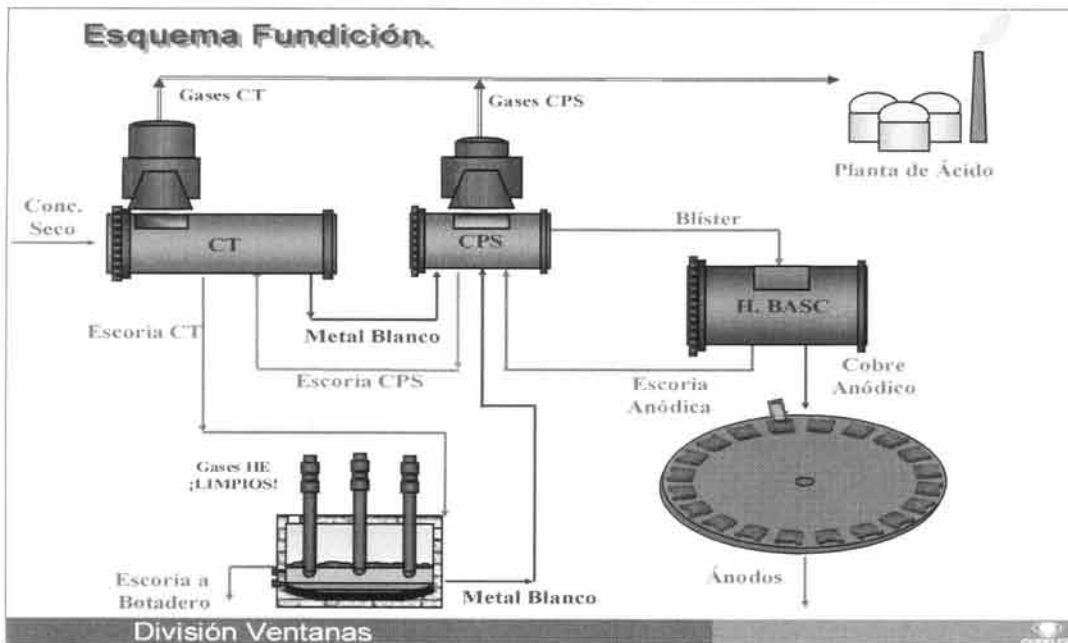


Figura 1. Esquema Fundición Ventanas

El diseño de la Fundición considera una fusión de 423.000 tms/año de concentrado de cobre, con 27.0% de azufre y 27,5% de cobre. El aire de dilución en CT y CPS es de 120% y la captación de gases en campana es de 90% en CT y 95% en CPS, todo esto para generar una mezcla de gases a planta de ácido de promedio 109.000 Nm<sup>3</sup>/h en base seca con 9,4% SO<sub>2</sub> en volumen.

## 2- DESCRIPCION DE LA PLANTA DE ACIDO

### 2.1- Bases de Diseño de la Planta de Acido

El diseño de la Planta de Acido Sulfúrico esta basado en las condiciones de proceso de los gases que genera la Fundición de Ventanas:

Flujo de Gas desde la Fundición (Máximo) 125.000 Nm<sup>3</sup>/h (seco)

Composición del Gas:

SO <sub>2</sub>	10.0% - 12.0%	(en vol. seco)
O <sub>2</sub>	11.0%	(en vol. seco)
CO+CO <sub>2</sub>	2.0% - 3.0%	(en vol. seco)
H <sub>2</sub> O	18.5%	(en vol. máx.)
Polvo (máximo)	1.0	gr/Nm <sup>3</sup>
Polvo (normal)	0.5	gr/Nm <sup>3</sup>

Principales Polvos Contaminantes en los gases:

Cu	23.0	kg/h
Zn	50.0	kg/h
As	100.0	kg/h
Hg	2.5	kg/h

Esquema de Flujo del Proceso

El proceso de la planta esta basado en doble absorción del trióxido de azufre, con cuatro lechos de conversión, en un esquema 3 - 1, esto significa que tras los tres primeros lechos de conversión, los gases pasan por una etapa de absorción intermedia, para a continuación pasar a través del cuarto lecho de conversión y la etapa de absorción final.

Eficiencia de Conversión

Cuando se opera con las condiciones de gas de entrada establecidas anteriormente, la planta logrará una conversión total de SO<sub>2</sub> a SO<sub>3</sub> de aproximadamente 99.2%.

Especificación del Acido Producto

Concentración de ácido sulfúrico:	98.5 % en peso
Temperatura:	40°C (máx)
Impurezas principales, As- Hg:	< 1ppm

## 2.2- Situación de la Planta antes del proyecto:

La Planta de Acido Sulfúrico de la División Ventanas tiene por finalidad la captación de los gases con anhídrido sulfuroso desde la Fundición, su limpieza y retiro de impurezas y la fijación del azufre como ácido sulfúrico comercial, descargando los gases limpios y sin azufre hacia la atmósfera. La planta está compuesta por seis secciones que son:

### 2.2.1- Captación y Manejo de Gases

Consta de dos líneas de limpieza de gases, una para los gases de los Convertidores Pierce Smith (CPS) y la otra para los gases del Convertidor Teniente (CT). Ambas líneas constan de un precipitador electrostático y ventiladores independientes para el movimiento de los gases.

### 2.2.2 Lavado de Gases

En esta sección se realiza el retiro de las impurezas contenidas en los gases, antes que estas produzcan daños a las instalaciones aguas abajo de la planta o contaminen el ácido producto. Consta de una torre de humidificación, que enfría los gases y retira gran parte de las impurezas arrastradas por ellos, tres lavadores venturi-ciclones, los que mediante la turbulencia generada remueven el material particulado de mayor tamaño, dos Torres empacadas operando en paralelo, en donde el contenido de agua de los gases se extrae por condensación y finalmente, los gases pasan a través de dos etapas de Precipitadores electrostáticos húmedos, donde es removida la neblina ácida con el resto de material particulado fino. El gas que sale de esta etapa es ópticamente transparente.

### 2.2.3 Secado de Gases

El sistema de Secado de Gases está diseñado para retirar la humedad remanente en el gas, antes que afecte al catalizador del reactor. Para cumplir su cometido se dispone de 2 Torres con relleno cerámico conectadas en serie, en las cuales el flujo de gas fluye en contracorriente con un flujo de ácido sulfúrico, que absorbe el vapor de agua desde los gases. A continuación de ambas Torres de Secado el gas pasa al Soplador principal, el cual mueve los gases a través de la Planta. La capacidad del Soplador es regulada mediante una válvula ubicada en la zona de aspiración de gases. El Soplador es una máquina que trabaja con una alimentación eléctrica de 6.000 Volt y 3.000 kW de potencia, que gira a una velocidad de motor de 1.490 rpm y la velocidad de compresión es de 3.770 rpm.

### 2.2.4 Conversión de SO<sub>2</sub>

El sistema de conversión está diseñado para que el 99.5% del SO<sub>2</sub> que transportan los gases sea convertido en SO<sub>3</sub> y consta de un reactor catalítico de 4 etapas en serie y de sus respectivos intercambiadores de calor gas-gas, del tipo tubo y carcaza. Dentro del Reactor, los catalizadores pentóxido de vanadio y de cesio, promueven la reacción de SO<sub>2</sub> con O<sub>2</sub> para formar SO<sub>3</sub>. Esta reacción es exotérmica y calienta el gas, el cual al salir del reactor es enfriado calentando el gas que entra al reactor.

### 2.2.5 Absorción del SO<sub>3</sub>

El sistema de absorción está diseñado para absorber el 99% del SO<sub>3</sub> de los gases y para ello cuenta con dos torres con relleno cerámico, en las cuales los gases fluyen en contracorriente con ácido sulfúrico concentrado. El gas antes de salir de ambas Torres de Absorción, fluye a través de filtros velas eliminadores de neblina de alta eficiencia, que remueven las gotas de ácido arrastradas por el gas, como asimismo cualquier neblina muy fina. Así, el gas expulsado por la chimenea de la planta de ácido contiene menos de 1.200 ppm de SO<sub>2</sub> y esencialmente nada de SO<sub>3</sub> o neblina ácida.

### 2.2.6 Enfriamiento de agua

El Sistema de Enfriamiento de agua está diseñado para suministrar agua de refrigeración para las diferentes etapas de la Planta de Acido y consta de dos torres de refrigeración de tiro inducido. El agua se enfría al pasar en contracorriente con un flujo de aire inducido por ventiladores montados en la parte superior de cada torre.

A continuación se muestra un esquema general del proceso de la Planta de Acido:

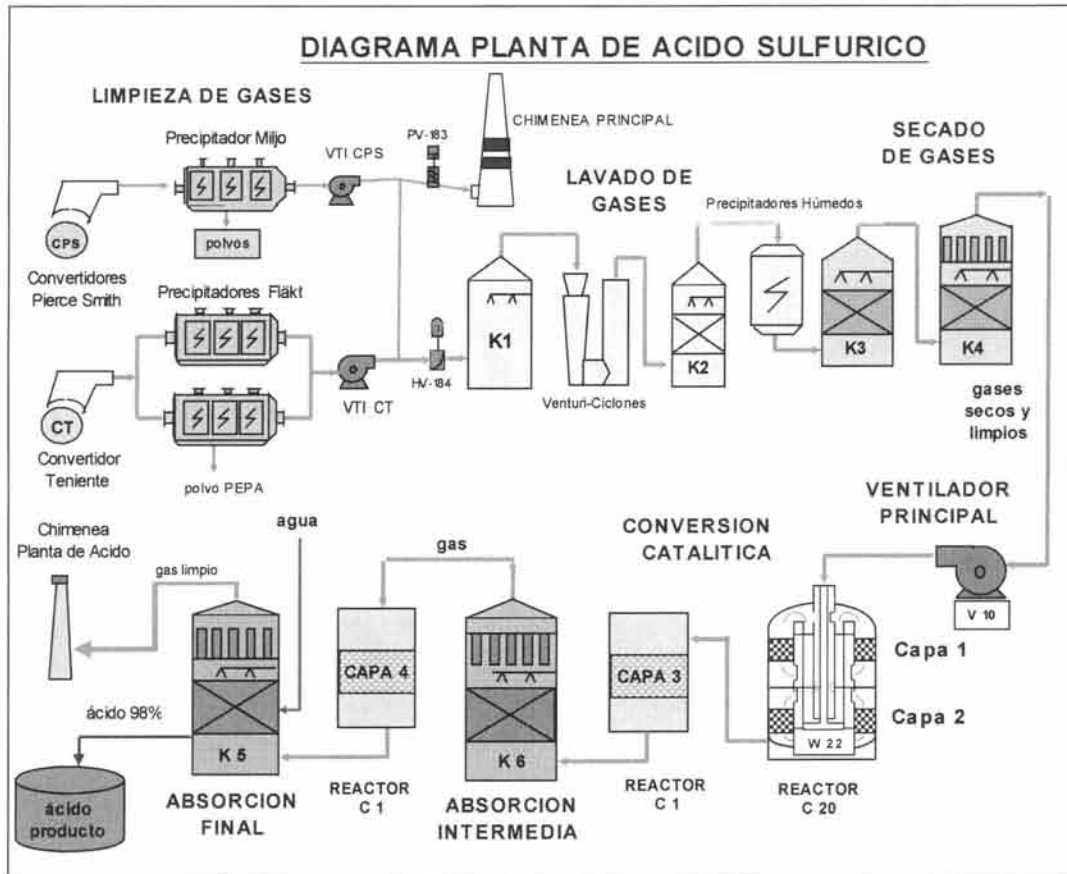


Figura 3. Diagrama Planta de Ácido sin Proyecto

### 3.- OPERACION DE LA PLANTA DE ACIDO ANTES DEL PROYECTO

En las condiciones de operación anteriores al proyecto, la planta de ácido procesa como promedio día, alrededor de 110.000 Nm<sup>3</sup>/h de gases en base seca, que corresponden a 120.000 Nm<sup>3</sup>/h en los sopladors de CT + CPS, 80.000 Nm<sup>3</sup>/h en los sopladors de CT solo y 60.000 Nm<sup>3</sup>/h cuando sopla solamente un CPS. El contenido promedio diario de SO<sub>2</sub> en los gases tratados en la planta, es igual a 9.5% en volumen, que equivale a una producción de 1.050 t/día de ácido

#### Situación Ambiental:

Las emisiones de azufre dependiendo de las condiciones atmosféricas, pueden provocar impacto sobre las estaciones de monitoreo de gases instaladas en los alrededores de la División y activan los planes de contingencia respectivos que pueden implicar la detención de los equipos de proceso de la fundición.

Durante los últimos años las excedencias horarias de SO<sub>2</sub> (más de 1.000 ug/Nm<sup>3</sup> como promedio hora), en las estaciones de monitoreo instaladas en los alrededores de la División y que corresponden en gran medida a las emisiones secundarias y fugitivas fueron las siguientes:



<b>Año</b>	<b>Excedencias</b>
2002	32
2003	14
2004	4
2005	3
2006	16
2007	22
2008	35
2009	15
2010	10 ( a Octubre)

Los niveles de emisión de azufre y arsénico están limitados actualmente a 15.000 y 120 t/año respectivamente.

#### **4.- PROYECTO AMPLIACIÓN CAPACIDAD PLANTA ACIDO**

##### **Objetivo**

Aumentar la capacidad máxima de tratamiento de gases en la planta de ácido, de 125.000 a 140.000 Nm<sup>3</sup>/h, ambos en base seca, conteniendo 10,5% de SO<sub>2</sub> (en volumen), permitiendo diluciones en los gases de 140% y una fusión de 58 TM por hora de concentrados seco.

##### **Alcance**

Disminuir el impacto ambiental que producen los gases fugitivos desde los gases generados en la fundición, aumentando en alrededor de un 2% la captación global de azufre de la División y marginalmente aumentar la producción de ácido en 921 Tn/mes.

El proyecto realiza un análisis a las diferentes etapas y equipos de la planta de ácido, para levantar aquellas restricciones y cuellos de botella existentes, determinando la necesidad de reemplazo o mejora, de tal manera de disminuir la caída de presión de los gases a través de la planta y lograr aumentar la capacidad de tratamiento de gases entre un 10 a 15%, obteniendo con ello una mayor captación de gases secundarios que se escapan por las campanas de los Convertidores, flexibilizando además la operación de la fundición.

La cantidad de flujo de gases a ampliar en la planta de ácido, está determinada por la máxima capacidad del soplador principal, para lo cual se realizan los mejoramientos y modificaciones en los equipos de la planta de ácido existentes, asegurando los estándares de eficiencia y calidad del ácido producido.

Este proyecto apunta a disminuir el impacto ambiental producto de las operaciones de la División Ventanas y está acorde al compromiso adquirido con la comunidad. La implementación total del proyecto se realiza en Febrero- Marzo del 2010.

Las intervenciones son:

- Eliminación de Venturis-Ciclones

Estos equipos fueron diseñados para condiciones de contenidos de impurezas en los gases de entrada a la planta de ácido, mucho más alto que los existentes en la actualidad, que correspondía a la mejor proyección de impurezas en los concentrados a tratar en Ventanas, existente a mediados de los años ochenta. En su reemplazo se considera instalar un atrapador de neblina, de mucho más baja caída de presión, que evite el paso de arrastre de gotas ácidas hacia las torres de enfriamiento de gases.

- Reemplazo de los rellenos en torres de secado y absorción

Los rellenos de las 2 torres de secado y 2 torres de absorción, producen una alta caída de presión y gran oposición al paso de gases, por lo que el proyecto consideró su reemplazo por rellenos de diferente diseño, en tamaño y forma, disminuyendo considerablemente la caída de presión en cada torre, manteniendo las condiciones de operación de transferencia de calor y masa requeridas.

- Instalación de un nuevo par de Precipitadores Húmedos

Con el aumento del flujo de gases en la planta, las condiciones de operación de los precipitadores electrostáticos húmedos superan las de diseño de los equipos originales en operación, por lo que para mantener los estándares de calidad del producto, se hace necesario la instalación de un nuevo par de precipitadores, en paralelo a los actuales, con lo que además se logra disminuir la caída de presión a través de estas unidades.

- Variación de la cantidad de catalizador en el reactor

Para convertir a  $\text{SO}_3$  y luego a ácido sulfúrico el incremento de  $\text{SO}_2$  en los gases, que considera el proyecto, se determina agregar catalizador de Vanadio en algunas capas del reactor y la adición de catalizador con Cesio en la primera y cuarta capa, para adecuar las temperaturas de operación del reactor y así mantener la eficiencia de conversión de  $\text{SO}_2$  sobre un 99,2%.

- Reemplazo del Intercambiador de calor caliente del reactor

Debido al aumento de flujo de gases en la planta y al incremento de  $\text{SO}_2$  al reactor, el intercambiador de calor caliente, que se encuentra inserto dentro del reactor y que enfría los gases que salen de la primera capa del reactor, requiere mayor área de intercambio para mantener la caída de presión a través del equipo dentro de valores razonables. El proyecto considera su reemplazo por un equipo que en la misma ubicación original, aumente el área de intercambio de calor que requieren las nuevas condiciones del proceso.

En la tabla siguiente se indican los valores de las condiciones originales sin proyecto y las comprometidas con el proyecto:

	<b>unidades</b>	<b>Sin Proyecto</b>	<b>Con Proyecto</b>
Máx. flujo de gases	Nm <sup>3</sup> /h	125.000	140.000
Flujo de gases promedio	Nm <sup>3</sup> /h	110.000	125.000
Contenido SO <sub>2</sub> máximo	% en vol.	12.0	12.0
Contenido SO <sub>2</sub> promedio	% en vol.	10.0	9.0
Incremento flujo de gases	Nm <sup>3</sup> /h	0	15.000
Producción de ácido diaria	tpd	1.100	1.130
Aumento producción anual ácido	tpa	0	10.000
SO <sub>2</sub> en incremento de gases	% en vol.	0	2.0

### Estrategia de Ejecución

El proyecto consideró la intervención de la Planta de Ácido en las detenciones de mantenimiento anual de 2009 y 2010 y así reducir el tiempo de detención de la Fundición – Planta de Ácido por efecto del proyecto.

Se definió el desarrollo de los paquetes de trabajo en forma independiente, esto es, la materialización de compras de materiales (reellenos y catalizadores) y equipos de proceso (precipitadores e intercambiador W22) los cuales requirieron de fabricación previa.

Las fechas y plazos se detallan a continuación.

FASE / ACTIVIDAD	PROGRAMADA		REAL / ESTIMADA	
	INICIO	TERMINO	INICIO	TERMINO

Ingeniería	Jun-09	Nov-09	Jun-2009	Feb-2010
Adquisición	Jun-09	Feb-11	Jun-2009	Feb-2010
Construcción	Ene-10	May-11	Dic-2009	Mar-2010
Puesta en Marcha	Mar-10	May-11	Mar-2010	Mar-2010

	DURACION PROGRAMADA	DURACION REAL/ESTIMADA
DURACION PROYECTO (MESES)	24 meses	12 meses

**Inversiones**

A continuación se presenta un resumen de la inversión del proyecto

FASE	AUTORIZADA API (KUS\$)		ESTIMADA (KUS\$)	CUMPLIMIENTO (%)
	MON 2008	MON 2010	MON 2010	MON 2010
INGENIERIA	614	635	546	86 %
ADQUISICIONES	6.540	6.788	5.859	86 %
CONSTRUCCION	1.763	1.824	3.097	163 %
<b>TOTAL PROYECTO</b>	<b>8.917</b>	<b>9.247</b>	<b>9.502</b>	<b>+3%</b>

**5. PUESTA EN MARCHA**

La puesta en marcha se inicio el 18 de marzo de 2010. Luego de un periodo de inestabilidad y de ajuste de nuevos parámetros de operación, el complejo Fundición-Planta de Ácido alcanzó régimen estable a plena capacidad desde abril de 2010.

Los principales problemas que afectaron la puesta en marcha del proyecto fueron:

***Terremoto***

El terremoto del 27/02 produjo un retraso de la ejecución de obras del proyecto, por lo que la partida se retrasó en 2 días adicionales. Posteriormente durante las primeras horas de operación, se produjeron dos eventos relacionados con sobreesfuerzo de algunas piezas durante el sismo: una rotura importante en línea de fierro fundido de ácido concentrado y el desacople de compensador en la misma línea

***Ensuciamiento de Intercambiadores de calor***

Obstrucciones con relleno cerámico molido, en el lado ácido de los enfriadores de placas, producto de los cambios de rellenos de las torres de ácido. Esto origina altas temperaturas del ácido en la absorción y detenciones de la planta para limpieza.

### ***Rotura de líneas de agua***

La rotura de placa de un intercambiador de calor origina una importante baja de pH, cuya consecuencia fue la aparición de filtraciones de agua por rotura e ducto de agua de refrigeración.

No obstante los problemas registrados durante la puesta en marcha, el nivel de contingencias estimadas en el API fue menor a lo normalmente usado para este tipo de Proyecto.

## **5. RESULTADOS DEL PROYECTO**

El Proyecto consideró en su evaluación obtener los siguientes beneficios:

- Incremento de flujo de gases procesados, desde 125.000 Nm<sup>3</sup>/h a 140.000 Nm<sup>3</sup>/h.
- Aumento de captación de azufre en ácido, con una reducción de emisiones de 2.000 ton/año de azufre
- Aumento de producción de ácido en 6.000 ton.

### **5.1 Flujo de gases:**

El flujo de gases ha alcanzado valores máximos entre 135.000 a 140.000 Nm<sup>3</sup>/h, tal como se presenta en la figura 4. Tomando como referencia los meses de enero y febrero versus los meses desde mayo 2010 en adelante, el incremento de capacidad de la Planta en promedio alcanza las 12.000 Nm<sup>3</sup>/h, lo que significa un aumento de 10% de capacidad volumétrica.

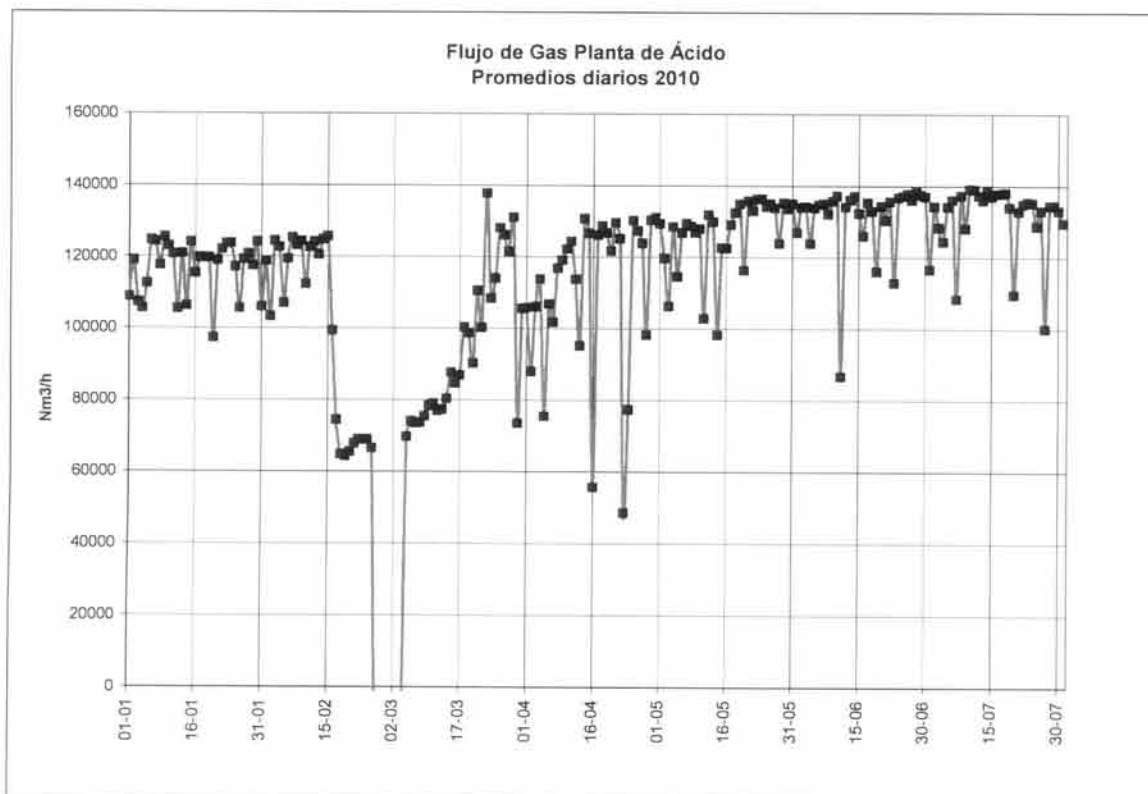


Figura 4. Flujo de gases procesados en Planta de Ácido

### 5.2 Emisiones de azufre:

La disminución de las emisiones de azufre definida por el proyecto fue de 2.000 t/año. En promedio, las emisiones de azufre del último quinquenio (2004 a 2008), alcanzaron un promedio de 11.900 t/año. Al mes de septiembre 2010 la emisión acumulada de azufre es de 6.331 ton y se proyecta una emisión menor a 10.000 t/año durante el año 2010. La información se presenta en la figura 5.

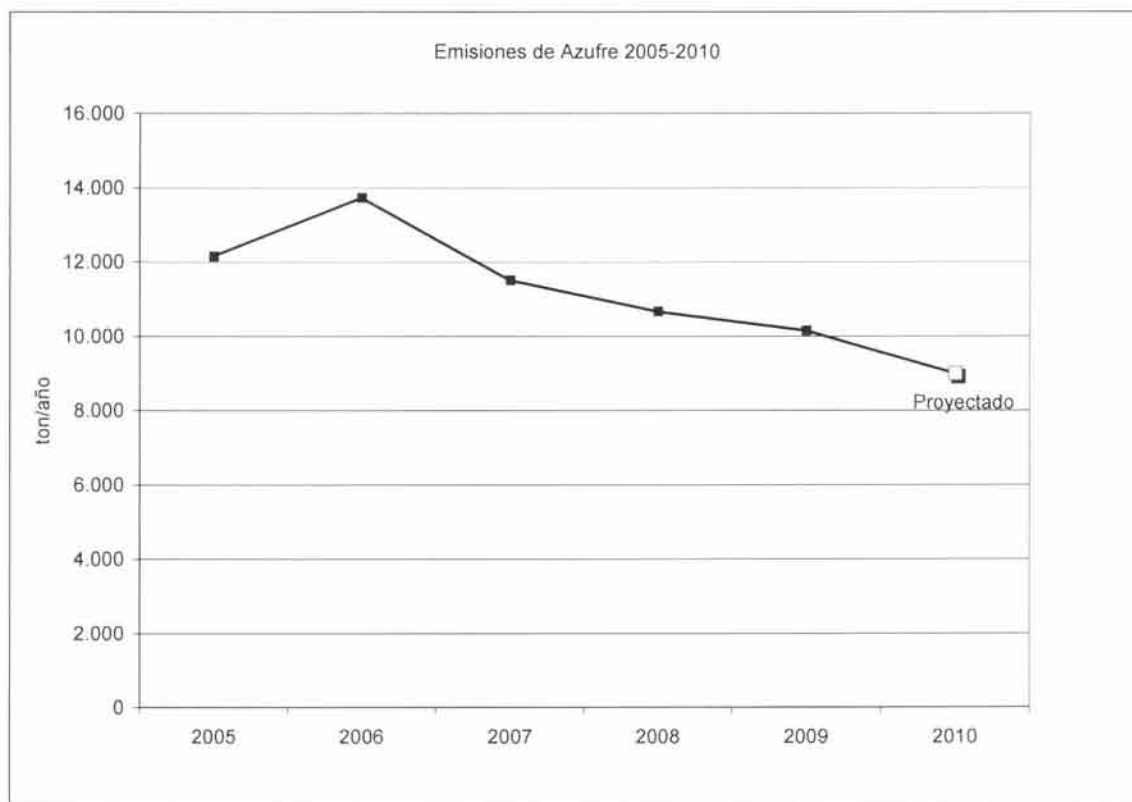


Figura 5. Emisiones de Azufre

### 5.3 Producción de Ácido

El proyecto determinó un incremento en la producción de ácido sulfúrico de 6.000 t/año respecto de la condición sin proyecto. Si bien la producción de ácido sulfúrico diaria se ha incrementado en un 7,6 %, considerando las producciones del año 2010, que se presentan en la figura 6, en igualdad de condiciones de carga en fundición (tasa de inyección, azufre en concentrado) la producción diaria equivalente es mayor en 25 ton/d respecto, lo que proyectado equivale a un adicional de 8.500 ton/año.

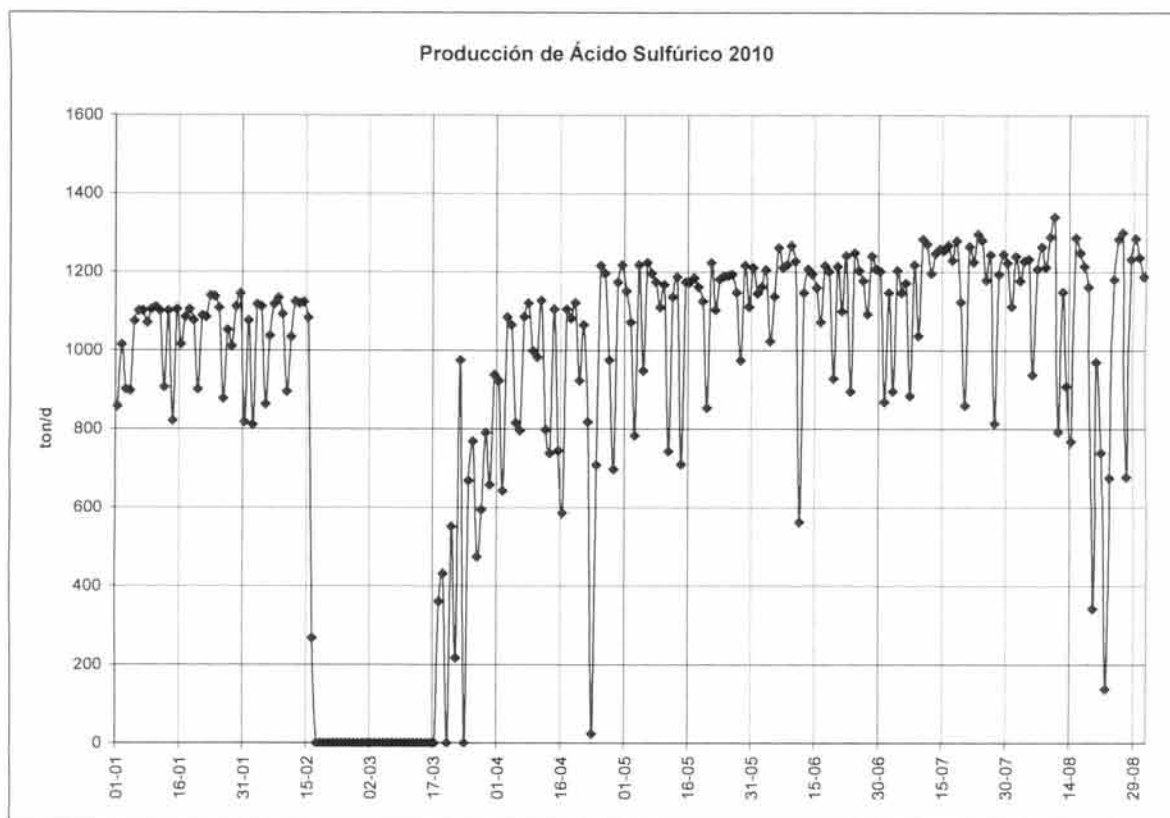


Figura 6. Producción diaria de ácido sulfúrico 2010.

#### 5.4 Otros Beneficios del Proyecto

##### *Consumo Específico de Energía Eléctrica*

Se ha registrado un el menor consumo específico de energía eléctrica del soplador principal V10 respecto de la situación sin proyecto. Esto se debe principalmente a la menor caída de presión en los equipos de la planta.

##### *Incremento de Eficiencia de Conversión de SO<sub>2</sub>*

La eficiencia de la planta se ha incrementado de 98,6% a 99,5% desde mayo en adelante, debido principalmente al cambio de catalizador considerado en el proyecto. Las emisiones por chimenea se muestran en la figura 7.

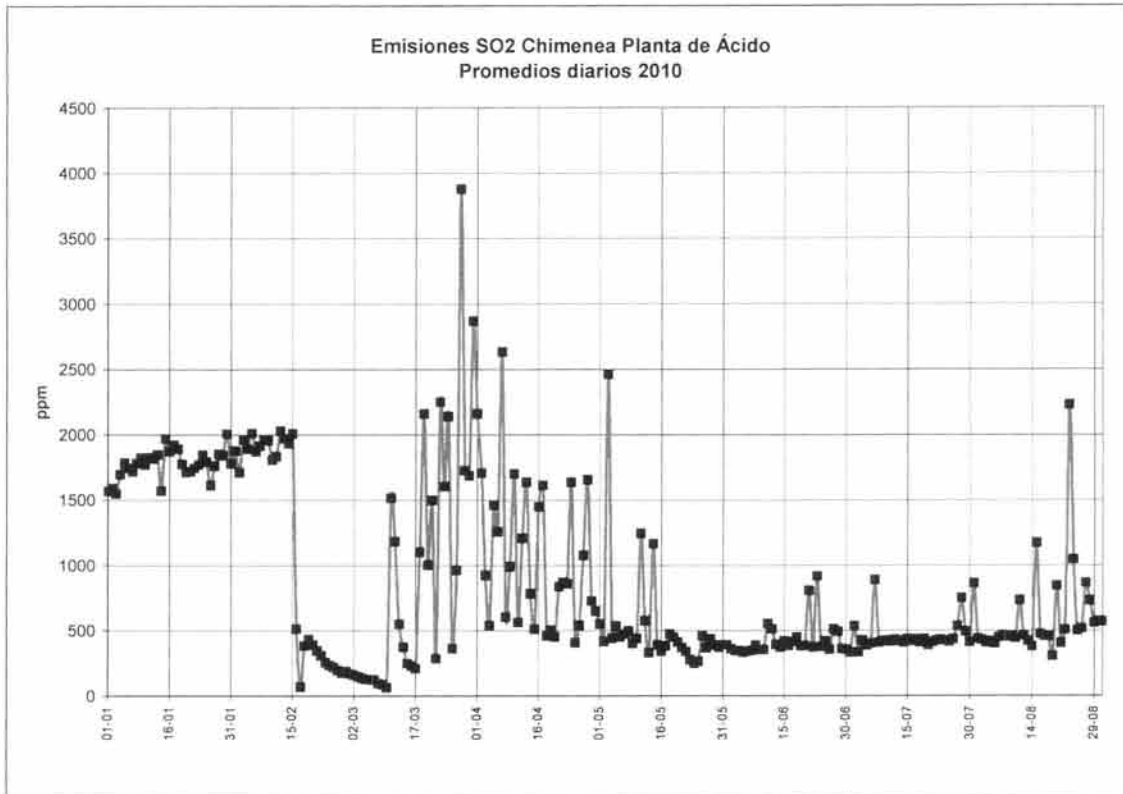


Figura 7. Emisiones por chimenea Planta de Ácido

#### ***Levantamiento de restricciones en Convertidores Peirce-Smith (CPS)***

El aumento de capacidad volumétrica de la planta ha permitido el levantamiento de restricciones operacionales del proceso en CPS, por condiciones ambientales. Se logró aumentar el flujo de aire de soplado y con ello reducir el tiempo de ciclo de convertidores. Con esto se ha incrementado el número de cargas de CPS por día, mayor generación de cobre blíster, mayor consumo de carga fría y menor generación de circulantes, con lo que se ha alcanzado el equilibrio en la generación y consumo de circulantes en Fundición. Los datos se presentan en las figuras 9 y 10



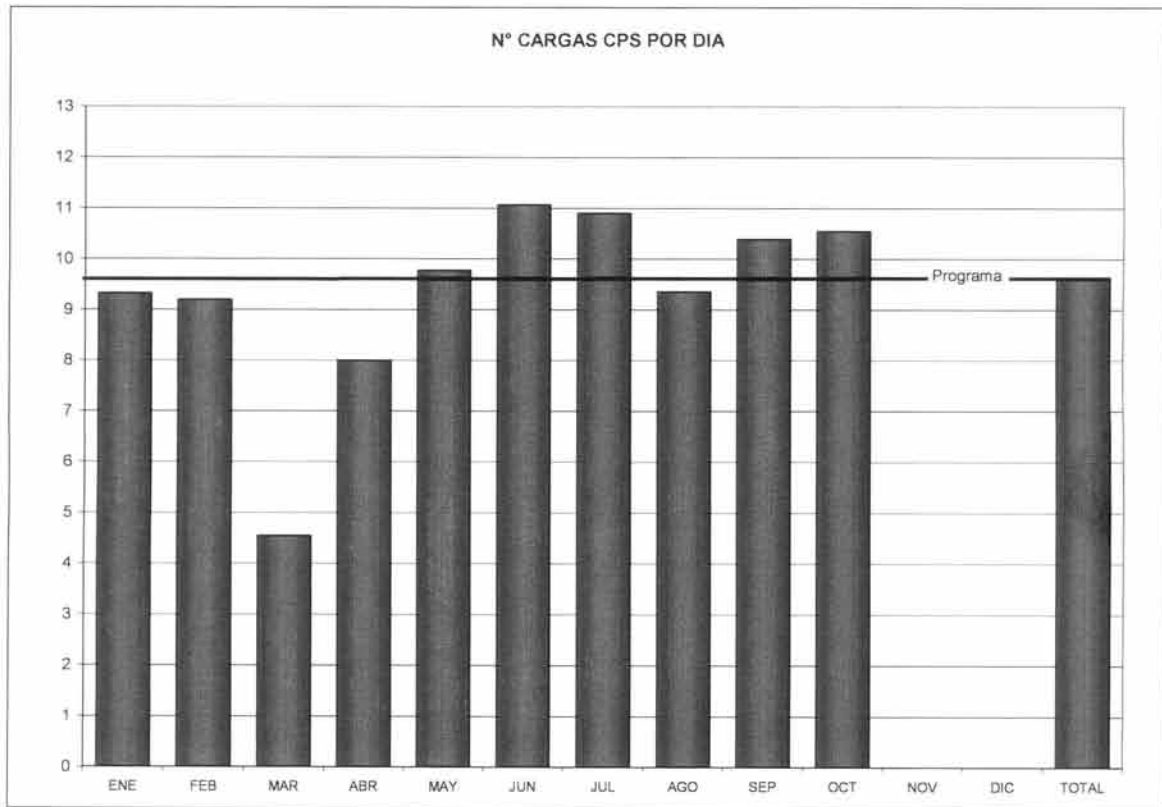


Figura 9. Cargas de CPS por día, año 2010

#### Condición Actual

Luego de la puesta a régimen del sistema Fundición-Planta de Ácido alcanzado desde abril de 2010, la operación se mantuvo estable, aunque en un punto de operación límite debido a las altas temperaturas de ácido concentrado en las torres de absorción K5, K6. Para ello se tomó acción sobre los intercambiadores de calor, realizando una limpieza programada de ellos y reemplazo de intercambiador de calor de absorción final. Esto ha permitido alcanzar temperaturas óptimas de operación en esta etapa.

Además, las altas temperaturas de gases salientes de la torre de enfriamiento K2 estaba originando un problema de desbalance de agua en la planta, por lo que también se realizó un programa de limpieza de los intercambiadores de calor, lo que resultó en mejoramiento significativo de la

En agosto del presente año se detectó un nivel de ensuciamiento significativo en la torre de limpieza de gases (K1). Se ha determinado que el origen de este ensuciamiento se debe a una operación con ácido más concentrado que lo normal (sobre 45% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), que ha facilitado la cristalización de sales. Esto se ha regularizado con el aumento del despacho de ácido de esta torre para su comercialización.

#### Desafíos Futuros

En el corto plazo, se debe asegurar la continuidad operacional de la Planta manteniendo las condiciones actuales y controlando permanentemente los puntos que han originado vulnerabilidades durante el presente año. Esto se traduce en:

- Mantener de un chequeo permanente de la operación de los intercambiadores de calor de ácido concentrado (control de temperaturas de ácido K5, K6)
- Realizar inspecciones y programa de retrolavado de intercambiadores de ácido diluido (control de temperaturas de K2)
- Asegurar la continuidad del despacho de ácido de torre de limpieza K1 para evitar el incremento de concentración.

Respecto a la organización de la Planta, está en proceso la reingeniería en materia de dotación, para enfrentar los actuales desafíos de la División, como es el Plan de Egreso y la implementación del cambio de jornada a turnos 4x4 Modificado.

El plan de desarrollo de la Planta considera realizar las inversiones que permitan la optimización de los procesos de Fusión-Conversion, las cuales tendrán como base la recomendación del estudio corporativo FURE Centro. No obstante lo anterior, se cuenta con una importante cartera de proyectos, tanto de quiebres de gestión, potenciamiento, incremento de disponibilidad y capacidad y recuperación de calor.

### Acta: 2da Reunión norma de emisión para fundiciones

Fecha de la reunión: <b>28-04-2011</b>	Hora: <b>10:30 a 13:00</b>	Lugar: Auditórium CORFO. Moneda 921, Santiago.
---	-------------------------------	---

#### 1. Objetivos de la reunión

- a. Informar sobre los resultados de las visitas técnicas a terreno
- b. Informar sobre temas administrativos: plazos formales del proceso
- c. Informar sobre los criterios para el diseño regulatorio

Se adjunta presentación en versión corregida a través de las observaciones que se recibieron de las 7 funciones por correo electrónico.

#### 2. Principales resultados

Temas planteados por el sector a regular:

a) ¿Cuáles son los contaminantes a regular?

Respuesta: La prioridad del Ministerio del Medio Ambiente es regular la emisión al aire de los contaminantes: SO<sub>2</sub>, MP, NO<sub>x</sub>, As y Hg. Lo anterior se traduce además en iniciar la revisión de la norma de arsénico vigente.

b) El sector manifiesta la necesidad que el Estado defina o indique una visión estratégica respecto al cobre fino y al rol de las fundiciones de cobre, dado las señales del mercado internacional.

Respuesta: Se recoge la opinión. No obstante, se aclara que la regulación ambiental se focaliza en un ámbito de mejorar, controlar y reducir las emisiones al aire de las fundiciones. Sin duda que la regulación integrará en sus análisis económicos dos objetivos: sustentabilidad ambiental y rentabilidad.

c) Sobre el enfoque de la Regulación, el sector (en particular CODELCO) indica que se debe mantener consistencia y que se ha regulado las emisiones en función de la calidad del aire. Se insiste que debe ser elaborada esta regulación usando el mismo enfoque.

Respuesta: Se requiere que el regulado diferencie entre los instrumentos de gestión ambiental: planes y normas de emisión. Los cuales tienen objetivos distintos, sin embargo persiguen un fin de orden mayor. La norma de emisión en elaboración tendrá aplicación nacional y tendrá por objetivo controlar y reducir las emisiones de fuentes existentes y propondrá exigencias para nuevas fuentes. La norma de emisión se elabora considerando criterios de mejor tecnología disponible, tendencia de la regulación internacional, disponibilidad y calidad de los combustibles (que en este caso no aplica prioritariamente), entre otros; y utilizando principios: como el que contamina paga, gradualidad, eficiencia, costo efectividad, entre otros. Las normas de emisión al reducir las emisiones permiten que sigan creciendo los sectores económicos que se desarrollan en una cuenca atmosférica, dejando espacio para que entren otros sectores u actividades económicas entren.

La norma de emisión se evaluará aplicando un análisis costo-beneficio y en el caso de las fundiciones, se debe considerar que:

- c.1) se elaboró un programa priorizado para regular a las fuentes emisoras más importantes del país, los sectores son: termoeléctricas, fundiciones, calderas y otros procesos de combustión y

grupos electrógenos. Ya se cuenta con la regulación de cementeras (incineración y co incineración) y en plantas de celulosa (TRS).

c.2) Está en revisión la norma de calidad primaria de SO<sub>2</sub>, con el fin de adecuar la regulación a la posición que ocupa Chile en la Región y a nivel Mundial. En el caso de Chile se establece en el D.S. N°113 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia (publicado en el diario oficial 06.03.2003), un valor de SO<sub>2</sub> de 24 horas de 250 µg/m<sup>3</sup>, valor **12 veces más alto** que el recomendado por la Organización Mundial de Salud (20 µg/m<sup>3</sup>); y **el doble que** el de la Unión Europea (125 µg/m<sup>3</sup>). A parte, la OMS recomienda un valor para exposiciones de 10 minutos de 500 µg/m<sup>3</sup> y la Agencia ambiental de los Estados Unidos (US-EPA), establece un valor de 196 µg/m<sup>3</sup> de SO<sub>2</sub> en una hora. **Nótese que para estos periodos de exposición Chile no cuenta con estándares.**

c.3) La OCDE, indica en la Evaluación de Desempeño Ambiental de Chile<sup>1</sup>, que las fundiciones de cobre han logrado reducir las emisiones de SO<sub>2</sub>, sin embargo "las actividades de fundición todavía son causantes del grueso de las emisiones y deberían reducir más aún".

c.4) Se reconocen importantes reducciones en las emisiones de SO<sub>2</sub> por exigencias realizadas en planes. Los planes vigentes han exigido cronogramas de reducción de emisiones tanto para SO<sub>2</sub> y MP en toneladas anuales; y además, establece que desde cierto año el cumplimiento se basará en las normas de calidad del aire. Este es el paradigma a cambiar.

Los techos de emisión establecidos en los planes se observan en el siguiente cuadro:

Fundiciones	PDA	Meta Reducción (ton/año)
<b>Chuqucamata (No vigente)</b>	D.S. 206/2000 Saturada por SO <sub>2</sub> y MP10	SO <sub>2</sub> : 56.600 MP: 1.850 Año: 2003 <sup>(1)</sup>
<b>Potrerillos</b>	D.S. 179/1998 Saturada por SO <sub>2</sub> y MP10	SO <sub>2</sub> : 100.000 MP: 5.500 Año: 2000 <sup>(2)</sup>
<b>Paipote (HVL)</b>	D.S. 180/1995 Saturada por SO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub> : 40.000 MP: 600 Año: 1999 <sup>(3)</sup>
<b>Ventanas</b>	D.S. 252/1992 Saturada por SO <sub>2</sub> y MP10	SO <sub>2</sub> : 90.000 MP: 1.000 Año: 1999 <sup>(4)</sup>
<b>Caletones</b>	D.S. 81/1998 Saturada por SO <sub>2</sub> y MP10	SO <sub>2</sub> : 230.000 MP: 1.987 Año: 2001 <sup>(5)</sup>

Fuente: Recopilación de cronograma de reducción establecido en los siguientes decretos

(1) D.S. 206/2000, art. 7º. La fuente estuvo antes regulada por el D.S. 132/1993, art. 5º, el cual fijó reducciones para SO<sub>2</sub> de 324.000 ton/año; MP: 3.240 ton/año, para el año 1998.

<sup>1</sup> "Evaluaciones del desempeño ambiental CHILE". OCDE – CEPAL, 2005. Las recomendaciones se entregan en tres ejes principales: (1) La gestión ambiental. Capítulos 2, 3 y 4. P. 35-122. (2) El desarrollo sustentable. Capítulos 5, 6 y 7. P. 123-205. (3) El fortalecimiento de los compromisos internacionales. Capítulo 8, p. 207-226.

- (2) D.S. 179/1998, art. único, inciso 6º.
- (3) D.S. 180/1995, art. 3º.
- (4) D.S. 252/1992, art. 4º y 5º.
- (5) D.S. 81/1998, art. único, inciso 7º.

c.5) Está vigente una norma de arsénico que aplica a las fundiciones, la que de acuerdo al propio sector ha ayudado a tener un mejor control en los balances.

d) ¿Cuáles son los plazos del proceso de elaboración de la norma y cuando se prevé que entre en vigencia?

Respuesta: De acuerdo al D.S. Nº93/95 MINSEGPRES, Reglamento para la dictación de normas de calidad ambiental y de emisión, los plazos formales del proceso son:

Hito	Fecha (días hábiles)
Publicación programa priorizado	1 de abril 2010
Resolución de inicio	7 de marzo 2011
Publicación resolución de inicio en diario oficial	15 de marzo de 2011
Publicación resolución diario circulación nacional	19 de marzo de 2011
<b>Etapas elaboración de anteproyecto (150 días)</b>	<b>19 marzo – 21 de octubre</b>
Recepción de antecedentes (70 días)	21 de marzo -29 de Junio
• Estudio beneficios sociales (4 meses)	junio a septiembre
• Estudio costos sociales (5 meses)	mayo a septiembre
Análisis general del impacto económico social	junio a octubre
Resolución que aprueba el anteproyecto	21 de octubre
Publicación anteproyecto diario oficial	15 de diciembre
Publicación anteproyecto diario circulación nacional	2 de enero 2012
<b>Etapas Consulta Pública (60 días)</b>	<b>Enero a marzo 2012</b>

Este proceso será vinculante a la revisión de la norma de emisión de arsénico (vigente).

**Otros temas:**

1. Altonorte, es la única fundición que indica que cerca de 1/3 de sus emisiones de azufre de las emisiones globales proviene de la planta de secado. Explica que hay temperaturas entre 100 y 120 °C.  
Profesionales del MMA, señalan que se analizará esta situación dado que es anómalo para este tipo de proceso.
2. Indicadores: se aclara que no se va a normar el consumo de combustible. El consumo de energía tiene que ver con los sistemas de control y procesos unitarios de la fundición.  
Altonorte señala que su indicador está en función del concentrado fundido.  
Chagres indica lo mismo. El indicador puede ser de acuerdo a la producción, el cual incluye: cobre fino (cátodo o ánodo) y ácido. Un indicador en unidades de energía, incluye una visión estratégica.  
ENAMI plantea que al parecer el sector público cree que no se quieren la regulación, cuando el

sector está consciente en que es necesario mejorar. Como unidades independientes imposible, pero si como unidades estratégicas.

Chuquicamata, el mejor indicador sería el cobre moldeado. MMA, cada unidad de fundición y refinera reporta sus balances por ánodo y cátodo por separado.

3. Ministerio de Minería, precisa que la OCDE entrega "recomendaciones", que no es una obligación.

MMA, indica que el diagnóstico ambiental es realizado por el Gobierno de Chile con el fin de aspirar a construir una visión del país y mejorar la calidad de vida de la sociedad chilena.

4. Altonorte señala que la línea base consistente existe para SO<sub>2</sub> y As pero no para los otros contaminantes que se pretenden normar.

MMA indica que la norma priorizará la regulación de los contaminantes indicados.

5. Caletones, señala que desearían tener un primer documento borrador de anteproyecto con los escenarios regulatorios.

MMA la próxima reunión tiene por objeto discutir sobre escenarios regulatorios.

6. MMA se comprometió a enviar los links donde se encuentra los siguientes documentos:

- decreto supremo N°93
- la estrategia de industria
- el estudio de AMBAR.

7. A la presentación se le introducirán los cambios solicitados por las fundiciones para mejorar la información obtenida desde las visitas técnicas realizadas a las fundiciones.

CGC/PU/JT/SG

# 2ª reunión de trabajo

## Norma de emisión para Fundiciones

Carmen Gloria Contreras - Priscilla Ulloa – Jenny Tapia

28 de abril de 2011 - versión corregida

Departamento de Asuntos Atmosféricos  
División de Política y Regulación Ambiental  
Ministerio del Medio Ambiente

## Objetivos de la Reunión

1. Resultados visitas técnicas a terreno
2. Temas administrativos
3. Criterios para el diseño regulatorio

## Visitas técnicas a fundiciones

Fundición	Fecha
Chagres	03.09.2009/10.12.2010
Altonorte	09.09.2009/05.01.2011
Chuquicamata	25.08.2009/03.03.2011
Hernán Videla Lira	26.08.2009/09.03. 2011
Caletones	24.09.2009/17.03. 2011
Ventanas	15.04.2009/28.09.2009/30 .03. 2011
Potrerrillos (*)	19.08.2009/ pendiente

versión corregida



## Resultados de las visitas técnicas a fundiciones

¿Cuál es el potencial de mejoramiento de las fundiciones?

¿Qué proyecto implementa o planea para aumentar la rentabilidad y mejorar la sustentabilidad?

¿Evolución de la captura y tratamiento de contaminantes?

¿Qué aspectos de la configuración física se consideran para implementar medidas?

¿Qué contaminantes son medidos en chimenea?

¿Parámetros físicos de chimeneas?

.....



**Captación anual de las emisiones de azufre  
Mediante balance para toda la fundición**

000111

Fundiciones	Captación de Azufre (%)			
	1989 -1990	2006	2009	2010 <sup>(8)</sup>
Chagres <sup>(2)</sup>	75 <sup>(4)</sup>	95,2	95,6	95,7
Ventanas	9 <sup>(1)</sup>	85 <sup>(4)</sup>	92,3 <sup>(7)</sup>	93,8
Altonorte	--	90 <sup>(4)</sup>	93,3 <sup>(3)</sup>	93,5
Chuquicamata	31 <sup>(1)</sup>	90 <sup>(4)</sup>	91,1 <sup>(7)</sup>	91,0
Paipote (HVL)	23 <sup>(1)</sup>	92 <sup>(6)</sup>	87,7 <sup>(6)</sup>	89,4
Caletones	6 <sup>(4)</sup>	90 <sup>(4)</sup>	87,3 <sup>(5)</sup>	88,0
Potreriillos	3 <sup>(1)</sup>	89 <sup>(4)</sup>	76,2 <sup>(7)</sup>	83,5

Fuente: Elaboración propia a partir de:

(1) COCHILCO, 2010.

(2) Información entregada por Chagres, 2011.

(3) Puesta en marcha 1993. Información obtenida de la visita a la fundición de Altonorte, 2011.

(4) Environmental Management of Chilean Copper Smelters, Economic and Technical Options. Jaime A. Solari, General Manager, SGA.

(5) Información obtenida del Informe de la U. Chile, 2009.

(6) Fundición HVL (Paipote), 2010. Información entregada por Alejandro Diez.

(7) Estimación a partir del concentrado tratado y emisiones reportadas por las fundiciones.

(8) Visitas técnicas realizadas por Asuntos Atmosféricos, división Política y Regulación Ambiental. Ministerio del Medio Ambiente.

5

**Fundiciones de cobre:  
tecnología actual de fusión/conversión y planta de ácido al 2011**

Fundición	Año Puesta en Marcha	Tecnología		Tecnología Planta de ácido
		Fusión	Conversión	
Chuquicamata	1952	Flash Outokumpu Convertidor Teniente	Pierce Smith	Simple contacto
Altonorte	1993	Convertidor Noranda	Pierce Smith	Simple y doble contacto
Potreriillos	1927	Convertidor Teniente	Pierce Smith	Simple contacto
Hernán Videla Lira	1952	Convertidor Teniente	Pierce Smith	Simple contacto
Ventanas	1965	Convertidor Teniente	Pierce Smith	Doble contacto
Chagres	1960	Flash Outokumpu	Pierce Smith	Doble contacto
Caletones	1922	Convertidor Teniente	Pierce Smith	Simple contacto

**Fundiciones de cobre:****Plantas de ácido operando y emisiones esperadas al 2010 (1 de 2)**

Fundición/ Nº plantas de ácido	Puesta en marcha plantas de ácido	Tipo de Contacto	Capacidad máxima de producción de ácido (TPD)	Emisión SO <sub>2</sub> (ppm)
<b>Chuquicamata 3</b>	1988	Simple	1.720	3.000
	1993	Simple	1.720	3.000
	1993	Simple	1.720	3.000
<b>Potrerillos 1</b>	1999	Simple	1.870	3.000
<b>Altonorte 2</b>	2003	Simple	2.200	2.600
	2008	Doble	2.200	660

Eficiencia de conversión de SO<sub>2</sub> a H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
Simple contacto: 98% - Doble contacto: 99%

Fuente: "Antecedentes Técnicos y Económicos para Elaborar una Norma de Emisión para Fundiciones de Cobre", CONAMA (2009), visitas técnicas a fundiciones, base de datos de plantas de ácido <http://www.sulphuric-acid.com>

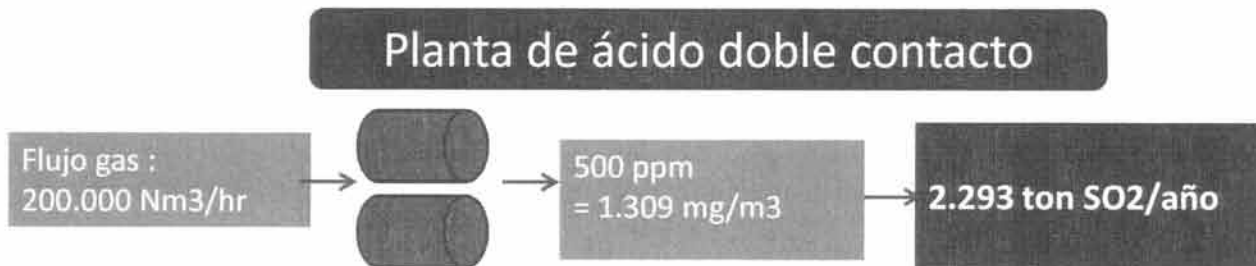
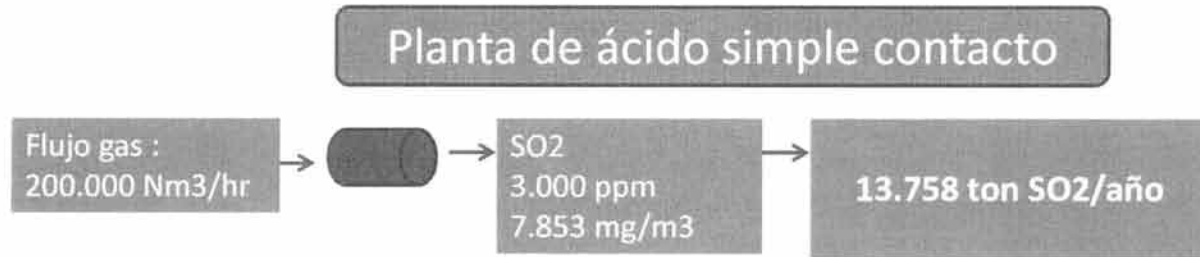
**Fundiciones de cobre:****Plantas de ácido operando y emisiones esperadas al 2010 (2 de 2)**

Fundición Nº plantas de ácido	Puesta en marcha plantas de ácido	Tipo de Contacto	Capacidad nominal ácido sulfúrico (TPD)	Emisión SO <sub>2</sub> (ppm)
<b>Hernán Videla Lira 2</b>	1970	Simple	390	3.000
	1998 <sup>(1)</sup>	Simple	550	3.000
<b>Caletones 2</b>	1999	Simple	1760	3.000
	2001	Simple	2350	3.000
<b>Ventanas 1</b>	1992	Doble	1200	500
<b>Chagres 1</b>	1994	Doble	1500	< 500

(1) La planta de ácido 2 de VHL es del año 1970 y comprada de segunda mano. Se trasladó el año 1998.

Fuente: "Antecedentes Técnicos y Económicos para Elaborar una Norma de Emisión para Fundiciones de Cobre", CONAMA (2009), visitas técnicas a fundiciones, base de datos de plantas de ácido <http://www.sulphuric-acid.com>

## Reducción de emisiones SO<sub>2</sub> con plantas de ácido doble



Chuquicamata está en el orden de 400.000 Nm<sup>3</sup>/hr  
versión corregida

9

## Reemplazo de una planta de ácido simple a doble

Flujo de gas: 200.000 Nm<sup>3</sup>/hr

Reducción estimada 11.465 ton SO<sub>2</sub>/año

Flujo de gas: 400.000 Nm<sup>3</sup>/hr

Reducción de 22.000 ton SO<sub>2</sub>/año

## Campanas primarias y secundarias: captura y tratamiento

Fundición	Hornos de Fusión			
	Campana Primaria	Tratamiento de los gases capturados de campana primaria	Campana Secundaria	Tratamiento de los gases capturados de campana secundaria
Chuquicamata	Si	100%	Si	0%
Altonorte	Si	100%	Si	0%
Potrerillos	Si	100%	No	0%
Hernán Videla Lira	Si	100%	No	0%
Ventanas	Si	100%	No	0%
Chagres	No necesita	100%	Si (*)	0%
Caletones	Si	100%	No	0%

(\*) Chagres: campanas para encerramiento de Ollas de Eje y Canales definida como campanas para gases fugitivos.

Fuente: "Antecedentes Técnicos y Económicos para Elaborar una Norma de Emisión para Fundiciones de Cobre", CONAMA (2009), Visitas técnicas a fundiciones

versión corregida

11

## Campanas primarias y secundarias: captura y tratamiento

Fundición	Hornos de Conversión			
	Campana Primaria	Tratamiento de los gases capturados campana primaria	Campana Secundaria	Tratamiento de los gases capturados campana secundaria
Chuquicamata	Si	100%	Si	100% tratamiento y abatimiento As
Altonorte	Si	100%	Si	0%
Potrerillos	Si	100%	No	0%
Hernán Videla Lira	Si	100%	No	0%
Ventanas	Si	100%	No	0%
Chagres	Si	100%	No	0%
Caletones	Si	100%	No	0%

Fuente: "Antecedentes Técnicos y Económicos para Elaborar una Norma de Emisión para Fundiciones de Cobre", CONAMA (2009), Visitas técnicas a fundiciones

versión corregida

12

## Hornos de limpieza de escoria (emisiones arsénico)

000113

Fundición	Tipo	Combustible	Tratamiento de los gases de hornos de limpieza	¿Equipo de control de gases sucios?
Chuquicamata	Eléctrico	Coke Metalúrgico	No	NO
Altonorte	Flotación	Flotación de escoria en agua (s/combustible)	No aplica	No aplica
Potreriillos	Basculante	Petróleo Nº6	No	NO
Hernán Videla Lira	Eléctrico	Coke Metalúrgico	si	Si, precipitador electroestático
Ventanas	Eléctrico	Coke Metalúrgico	Si	Si, precipitador electroestático
Chagres	Basculante	Petróleo Nº6	No	NO, existe campana para captura y conducción a chimenea
Caletones	Basculante	Coke Metalúrgico <small>versión corregida</small>	No	NO <sub>13</sub>

## Planta de secado

Fundición	Tipo de horno	Combustible	¿Usa filtro de mangas (FM) o PPEE?	Concentración MP (mg/m <sup>3</sup> N)
Chuquicamata	Rotatorio	Petróleo Nº6	PPEE	s/i
Altonorte	Rotatorio	Petróleo Nº6	FM	s/i
Potreriillos	Fluosólido	Petróleo Nº6	FM	s/i
Hernán Videla Lira	Rotatorio	Petróleo Nº6	FM	s/i
Ventanas	Rotatorio	Petróleo Nº6	FM	Caudal: 40-45 KNm <sup>3</sup> /hr. Eficiencia del FM :99.7%. 306 mg/m <sup>3</sup> N (*)
Chagres	Adaptado de industria de alimentos usa vapor de HF	No necesita	FM	s/i
Caletones	Fluosólido	Petróleo Nº6	FM	s/i

s/i: sin información

(\*): reportado a la U. de Chile, año 2009

versión corregida

¿Caudal de gases?

¿Eficiencia del equipo de control?

## Transporte y manejo de concentrado

Fundición	Acopio de Concentrado	Correas transportadoras	Camiones
Chagres	Sistema encapsulado, para evitar al máximo la generación y pérdida de Partículas.	Bajo galerías cerradas Sistema de captura usando pantallas	Cubiertos con lona
Chuquicamata	Techado	Bajo galerías cerradas	Cubiertos con lona
Altonorte	Techado	Bajo galerías cerradas	Cubiertos con lona
Potrerrillos	Sector de recepción no techado y área de mezcla se encuentra techado	Bajo galerías cerradas	Cubiertos con lona
Hernán Videla Lira	Techado	Bajo galerías cerradas	Cubiertos con lona
Ventanas	Techado	Bajo galerías cerradas	Cubiertos con lona
Caletones	Techado	Bajo galerías cerradas	Cubiertos con lona

versión corregida

15

Indicador: Emisiones de SO<sub>2</sub> por tonelada de Cu fino al 2010

Puesta en marcha	Fundición	Empresa	Localización	Región	Capacidad de Fusión (miles de ton)	Emisiones SO <sub>2</sub> (kg/ton Cu fino)
1922	Caletones	CODELCO	Cachapoal	VI	1.600	413
1927	Potrerrillos	CODELCO	Chañaral	III	680	454
1952	Hernán Videla Lira	ENAMI	Copiapó	III	357	244
1965	Ventanas	CODELCO	Puchuncaví	V	450	147 (2010)
1952	Chuquicamata	CODELCO	El Loa	II	1.650	171
1993	Altonorte	XSTRATA COPPER	La Negra	II	1.160	103
1960	Chagres	ANGLO AMERICAN	San Felipe	V	610	79 (2008)

Fuente: Elaboración propia a partir de:

- (1) COCHILCO, 2010. Información entregada por Sara Pimentel.
- (2) Información obtenida de la visita a la fundición de Chagres, 2010.
- (3) Puesta en marcha 1993. Información obtenida de la visita a la fundición de Altonorte, 2011.
- (4) Environmental Management of Chilean Copper Smelters, Economic and Technical Options. Jaime A. Solari, General Manager, SGA.
- (5) Información obtenida del Informe de la U, Chile, 2009.
- (6) Fundición HVL (Paipote), 2010. Información entregada por Alejandro Díaz, versión corregida
- (7) Estimación a partir del concentrado tratado y emisiones reportadas por las fundiciones.

## Otros indicadores que estamos analizando:

- Emisión de SO<sub>2</sub> por tonelada de concentrado
- Consumo de energía por tonelada de concentrado

versión corregida

17

## Planes de Descontaminación y reducción de emisión:

Fundiciones	PDA	Techo de emisión (ton/año)	Emisión (ton/año) MP : 2009 SO <sub>2</sub> : 2010
<b>Chuquicamata</b>	D.S. 206/2000 Saturada por SO <sub>2</sub> y MP10	SO <sub>2</sub> : 56.600 MP: 1.850 Año: 2003 <sup>(1)</sup>	SO <sub>2</sub> : 115.100 MP: 470
<b>Caletones</b>	D.S. 81/1998 Saturada por SO <sub>2</sub> y MP10	SO <sub>2</sub> : 230.000 MP: 1.987 Año: 2001 <sup>(5)</sup>	SO <sub>2</sub> : 128.470 MP: S/i
<b>Potrerrillos</b>	D.S. 179/1998 Saturada por SO <sub>2</sub> y MP10	SO <sub>2</sub> : 100.000 MP: 5.500 Año: 2000 <sup>(2)</sup>	SO <sub>2</sub> : 62.000 MP: 850 (2010)
<b>Paipote (HVL)</b>	D.S. 180/1995 Saturada por SO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub> : 40.000 MP: 600 Año: 1999 <sup>(3)</sup>	SO <sub>2</sub> : 21.360 MP: 250 (2001)
<b>Ventanas</b>	D.S. 252/1992 Saturada por SO <sub>2</sub> y MP10	SO <sub>2</sub> : 90.000 MP: 1.000 Año: 1999 <sup>(4)</sup>	SO <sub>2</sub> : 15.600 MP: 550

Fuente:

Recopilación de cronograma de reducción establecido en los siguientes decretos:

(1) D.S. 206/2000, art. 7º. La fuente estuvo antes regulada por el D.S. 132/1993, art. 5º, el cual fijó reducciones para SO<sub>2</sub> de 324.000 ton/año; MP: 1.240 ton/año, para el año 1998.

(2) D.S. 179/1998, art. único, inciso 5º.

(3) D.S. 180/1995, art. 1º.

(4) D.S. 252/1992, art. 4º y 5º.

(5) D.S. 81/1998, art. único, inciso 2º.

Emisiones atmosféricas, Sustentabilidad: Indicadores de Resultados, <http://www.codelco.cl/desarrollo/tr-transparencia.html>

Visita técnica a HVL, 9 de marzo 2011, Informe Resumen de ENAM

versión corregida

18

Emisión de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)

Fundición	Emisión SO <sub>2</sub> (ton/año)	Emisión comprometida SO <sub>2</sub> (ton/año) por RCA Resolución Exenta N° 212/ 2007
Altonorte	39.000 (año 2010)	23.285 (*)
Chagres	11.580 (año 2008)	No aplica

(\*) Este valor se debe cumplir a partir del 2012 si Altonorte opera a plena capacidad

¿ Emisión de MP ?

versión corregida

19

Techo de emisión de arsénico que aplica a las fundiciones de Cu (de acuerdo al D.S. 165/1999 y D.S. 75/2008 del MINSEGPRES) y emisión actual al 2010

Fundición	Provincia	Capacidad concentrado de cobre (ton/año)	Emisión máxima de arsénico (ton/año)	Emisión de arsénico, año 2010 (ton/año)
Chuquicamata	El Loa II región	=> 1.400.000	800 (desde 2001)	74
Altonorte	Antofagasta II región	=> 350.000	126 (desde 2000)	83
Potreros	Chañaral III región	=> 500.000	800 (desde 2001)	460
Hernán Videla Lira	Copiapó III región	=> 200.000	34 (desde 2003)	19 (2009)
Chagres	San Felipe V región	=> 350.000	95 (desde 2000)	17 (2009)
Ventanas	Valparaíso V Región	=> 400.000	120 (desde 2000)	118 (78 ton descontando polvos de limpieza)
Caletones	Cachapoal VI región	=> 1.100.000	375 (desde 2001)	200

versión corregida

20



## Hornos de Refino: combustible y control de gases sucios

Fundición	Combustible	Tratamiento de los gases de hornos de refinación	Se observa humos negros desde chimeneas (*)	¿Equipo de control de gases sucios?
Chuquicamata	Petróleo Nº6	No	Si	NO
Altonorte	Petróleo Nº6	No	Si	NO
Potrerrillos	Petróleo Nº6	No	Si	NO
Hernán Videla Lira	Petróleo Nº6	No	Si	NO
Ventanas	Gas Natural	No. Aporte emisiones 0,5% a 1%	No	NO
Chagres	Petróleo Nº6	No	Si	NO
Caletones	Petróleo Nº6	No	Si	NO

(\*) Visitas técnicas realizadas por profesionales del Ministerio del Medio Ambiente

¿Es marginal este aporte en las emisiones? ¿Cuánto menos? Es necesario conocer el aporte.

## *Temas administrativos*

## Ministerio del Medio Ambiente

(Resoluciones)

## DA INICIO A LA ELABORACIÓN DE LA NORMA DE EMISIÓN PARA FUNDICIONES

Núm. 300 exenta.- Santiago, 7 de marzo de 2011.-  
Vistos: Lo dispuesto en la ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente; lo prescrito en el decreto supremo N°93, de 1995, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, que aprueba el Reglamento para la Dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión; la resolución N° 1.600, de 2008, de la Contraloría General de la República, que fija normas sobre exención del trámite de toma de razón; el memorándum N° 36, de 14 de enero de 2011, de la Jefa de la División de Política y Regulación Ambiental, y

Considerando: Que de conformidad con lo preceptuado en el artículo 11 del decreto supremo N°93, de 1995, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, corresponde a este Ministerio, continuador legal de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, dictar la resolución pertinente que permita dar inicio al proceso de elaboración del anteproyecto de norma,

Resuelvo:

- 1.- Inicie la elaboración de la Norma de Emisión para Fundiciones.
- 2.- Fórmese un expediente para la tramitación del proceso de elaboración de la referida norma.
- 3.- Fijase como fecha límite para la recepción de antecedentes sobre el o los contaminantes a normar

LATERCERA Sábado 19 de marzo de 2011



**REPÚBLICA DE CHILE**  
**MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE**  
**DA INICIO A LA ELABORACIÓN DE LA NORMA DE EMISIÓN PARA FUNDICIONES.**  
**RESOLUCIÓN EXENTA N° 300**  
**SANTIAGO, 07 MAR. 2011**

**VISTOS:**

Lo dispuesto en la Ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente; lo prescrito en el Decreto Supremo N° 93, de 1995, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia que aprueba el Reglamento para la Dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión; la Resolución N° 1.600, de 2008, de la Contraloría General de la República, que fija normas sobre exención del trámite de toma de razón; el Memorándum N° 36, de 14 de enero de 2011, de la Jefa de la División de Política y Regulación Ambiental, y

**CONSIDERANDO:**

Que de conformidad con lo preceptuado en el artículo 11 del Decreto Supremo N° 93, de 1995, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, corresponde a este Ministerio, continuador legal de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, dictar la resolución pertinente que permita dar inicio al proceso de elaboración del anteproyecto de norma;

**RESUELVO:**

- 1.- Inicie la elaboración de la Norma de Emisión para Fundiciones.
- 2.- Fórmese un expediente para la tramitación del proceso de elaboración de la referida norma.
- 3.- Fijase como fecha límite para la recepción de antecedentes sobre el o los contaminantes a normar, el día hábil sábado, contado desde la fecha de publicación de la presente resolución en el Diario Oficial y en un diario o periódico de circulación nacional. Cualquier persona natural o jurídica podrá, dentro del plazo señalado precedentemente, aportar antecedentes técnicos, científicos y sociales sobre la materia a normar. Dichos antecedentes deberán ser fundados y entregarse por escrito en la Oficina de Partes del Ministerio del Medio Ambiente o de la Secretaría Regional Ministerial del Medio Ambiente respectiva.
- 4.- Publíquese la presente resolución en el Diario Oficial y en un diario o periódico de circulación nacional. Anótese, comuníquese, publíquese y archívese.

**MARÍA IGUACIA BENTÉZ PEREIRA**  
Ministra del Medio Ambiente

## Fechas elaboración norma de emisión fundiciones

D.S. 93/95 Minsegapres. Reglamento para la dictación de normas de calidad ambiental y de emisión

Hito	Fecha (días hábiles)
Publicación programa priorizado	1 de abril 2010
Resolución de inicio	7 de marzo 2011
Publicación resolución de inicio en diario oficial	15 de marzo de 2011
Publicación resolución diario circulación nacional	19 de marzo de 2011
<b>Etapa elaboración de anteproyecto (150 días)</b>	<b>19 marzo – 21 de octubre</b>
Recepción de antecedentes (70 días)	21 de marzo -29 de Junio
Estudio beneficios sociales (4 meses)	junio a septiembre
Estudio costos sociales (5 meses)	Mayo a septiembre
Análisis general del impacto económico social	Julio a octubre
Resolución que aprueba el anteproyecto	21 de octubre
Publicación anteproyecto diario oficial	15 de diciembre
Publicación anteproyecto diario circulación nacional	2 de enero 2012
<b>Etapa Consulta Pública (60 días)</b>	<b>Enero a marzo 2012</b>

## Estudios de evaluación social

### Estudio de Costos

Licitación N° 608897-16-LP11

“Evaluación de escenarios regulatorios para una norma de emisión de fundiciones de cobre en Chile”.

Adjudicado: SMELTEC S.A.

### Estudio de Beneficios

Licitación N° 608897-15-LE11

“Evaluación de beneficios de una norma de emisión para fundiciones de cobre”.

Adjudicado: Asesorías en Ingeniería Ambiental PEDRO ALEX SANHUEZA HERRERA E.I.R.L.

versión corregida

25

## Contenidos del anteproyecto norma de emisión

1. Definiciones
2. Aplicación territorial
3. Fuente a regular
4. Contaminantes a regular
5. Límites de emisión: valores y unidades
6. Plazo para cumplimiento de las fuentes existentes (Principio gradualidad)
7. Monitoreo de emisiones
8. Fiscalizador

# Criterios para la elaboración de la norma de emisión

Buenas prácticas de operación

Mejores técnicas disponibles (BAT)

Tendencia de la regulación internacional

- Mejores técnicas disponibles (BREF) sector metalúrgico no ferroso. Comunidad Europea, 2001 <http://eippcb.jrc.es/reference/nfm.html>
- Guía sobre medio ambiente, salud y seguridad para la fusión y refinado de metales IFC, Banco Mundial, 2007 <http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/Content/EHSGuidelines>
- Recomendaciones de la OCDE a la evaluación ambiental de Chile

Calidad y disponibilidad de combustibles

Co-beneficios:

- Reducir MP → reducir metales
- Reducir SO2 → reducir MP secundario
- Reducir As → reducir otros metales
- Reducir NOx → reducir MP secundario

versión corregida

27



Las chimeneas de Ventanas están a un metro de la escuela La Creola, que la semana pasada fue cerrada por contaminación.

## Corte ordena a Codelco Ventanas paralizar obras tras intoxicación en escuela

El tribunal acogió el recurso de protección y de no innovar hecho por organizaciones sociales tras la emergencia del 23 de marzo pasado.

La suspensión de la fundición impactaría principalmente en la mediana minería, que vende su producción a la división de Codelco.

M. E. Pérez y C. Espinoza

Ministerio de Energía y Minería, el Tribunal de Justicia de la Corte de Apelaciones de Santiago y el Tribunal de Justicia de la Corte de Apelaciones de Valparaíso se reunieron para discutir el caso de la contaminación en la escuela La Creola de Ventanas, tras la emergencia del 23 de marzo pasado.

### FRASES DESTACADAS

"Codelco tiene una deuda histórica (sobre la fundición de Ventanas) de la que debe hacerse cargo".

Laureano Colburne

coordinador de la Junta de Defensa de la Escuela La Creola

"Obras de limpieza de Codelco han permitido remover siete centímetros de suelo de la escuela".

Alfonso Marchant

coordinador de la Junta de Defensa de la Escuela La Creola

corte de energía por el hecho que afectará a la zona industrial de Ventanas. A principios de mayo, tras un diagnóstico de contaminación en la escuela La Creola, se ordenó a la división de fundición de Codelco que paralice las obras de limpieza de la escuela y se ordenó a los alumnos para abandonar la zona durante un periodo de tiempo debido a la contaminación que se está generando en el área. El Gobierno de Ventanas, tras un diagnóstico de contaminación en la escuela La Creola, se ordenó a la división de fundición de Codelco que paralice las obras de limpieza de la escuela y se ordenó a los alumnos para abandonar la zona durante un periodo de tiempo debido a la contaminación que se está generando en el área.

una de equipos complejos. El que exigirá una compra de maquinaria y equipos. Fuentes de la planta agregaron que el proceso de limpieza de la escuela, además de ser un proceso complejo, requiere de una inversión de 10 millones de dólares. Fuentes de la planta agregaron que el proceso de limpieza de la escuela, además de ser un proceso complejo, requiere de una inversión de 10 millones de dólares.

Nuevo colegio  
Ayer se anunció el nombre del nuevo colegio que se construirá en Ventanas, tras la emergencia del 23 de marzo pasado. El nuevo colegio se llamará 'Escuela Nueva' y se construirá en un terreno que fue donado por una familia local. El nuevo colegio se llamará 'Escuela Nueva' y se construirá en un terreno que fue donado por una familia local.

**CODELCO tiene una deuda histórica (sobre la fundición de Ventanas) de la que debe hacerse cargo...**

*Laurence Golborne*

*Ministro de Minería*

*La Tercera, 31 de marzo 2011*

# Vecinos de Maitencillo y Zapallar piden informes ante posible contaminación desde Ventanas

► Mediciones analizadas por el Cenma indican alta presencia de plomo y manganeso en el suelo del lugar.

► Localidades afectadas se encuentran entre 18 y 30 kilómetros de distancia del parque industrial.

000117

M.E. Pérez y S. Lubrin

## DECLARACIONES

La posible presencia de metales pesados para la salud, como el plomo, en el suelo de lugares como Maitencillo y Zapallar, tiene en alerta a vecinos y autoridades de la zona de la V Región. Según muestras de suelo analizadas por el Centro Nacional del Medio Ambiente (Cenma), parte de esa área costera está afectada por la operación del Parque Industrial Ventanas, donde opera, entre otras, la división Ventanas de Codelco.

La preocupación aumentó luego que un reporte emitido por Quilcristión Noticias difundiera que muestras del suelo de Maitencillo y Maitencillo tenían niveles sobre lo recomendable de plomo y manganeso.

El alcalde de Zapallar, Nicolás Cist, dijo que la situación es "preocupante", y que en



**"Es necesario que estos resultados sean expuestos a los municipios para conocer su impacto".**

**Nicolás Cist,**  
alcalde de Zapallar.

**"Son 40 años de contaminación del complejo industrial de Ventanas y un tercio de ellos sin regulación".**

**Agustín Valencia,**  
alcalde de Puchuncaví.



► Maitencillo se ubica a alrededor de 18 kilómetros del Parque Industrial de Ventanas.

Son 40 años de contaminación del complejo industrial de Ventanas y un tercio de ellos sin regulación

*Agustín Valencia*

*Alcalde de Puchuncaví*

*La Tercera, 21 de abril 2011*

versión corregida



"2° Reunión Norma de Fundiciones"  
 Lugar: Corfo - Sala de Reuniones.  
 Hora inicio: 10:30  
 Hora termino: 13:00  
 Santiago, 28 de Abril del 2011

N°	NOMBRE	INSTITUCIÓN	TELEFONO	EMAIL	FIRMA
1.	Otto Kutz	Cochilco	3828 100	okutz@cochilco	
2.	Alberlo Ugalde	Cochilco	382 8212	augalde@cochilco.cl	
3.	Daniel Smith C.	ENAMI	435 5495	DSMITH@ENAMI.CL	
4.	Alejandro Díez V	ENAMI	435 5200	adiez@enami.cl	
5.	Roberto Sáez S	ENAMI	52 - 533305	rsaez@enami.cl	
6.	ORLANDO ROSAS D.	Codelco	6845 15 27	oroja012@code.cl	
7.	Alejandro Arce	Codelco Salvador	6878 0026	AARON@code.cl	
	Franisco Gonzalez	Codelco	72-29 5917	f.gonzos@code.cl	

000118

N°	NOMBRE	INSTITUCIÓN	TELEFONO	EMAIL	FIRMA
8.	Juan Camacho Palma	Xstrata Copper Santiago	628 359	JCamacho@xstrata copper.cl	
9.	Laura Ellis	Xstrata Copper	478 2290	lellis@xstratacopper.cl	
10.	C. Caballero	Codelco - Chuqui	93261800	ccaball4@codelco.cl	
11.	Fco. Dominguez	Codelco	6903594	fdominguez@codelco.cl	
12.	Guriga Gomez C.	Codelco - Vent.	8/221438	gomezpp3@codelco.cl	
13.	Alejandro Rebio H	Codelco - Ventanas	92403027	arubiop1@codelco.cl	
14.	Christina Soto N.	Codelco - UP.	2506316	csoto48@codelco.cl	
15.	n. Soledad Robres	Codelco - UP	2506486	SROBRES@codelco.cl	
16.	David Sanz R.	CODACO - VENTANAS	95094483	dsanz@codelco.cl	
17.	CHRISTOPHER SALVO P	ANGLO AMERICAN CHILE	230-8686	CSALVO@ANGLOCHILE.CL	
18.	FRANCISCO DONOSO G.	MMA/DPTO. ECONOMIA AMBIENTAL	2411880	FDONOSO6@MMA.GOB.CL	
19.	Adolfo Uribe ?	MMA/Dpto Economía Ambiental	2411880	AUribe@MMA.GOB.CL	
20.	CONRADO RAUVAL	MMA DIV Juridica	2405624	crauval@mma.gob.cl	
21.	Julio Recordon H.	MMA/DIV. Juridica	2411847	JRECORDON@mma.gob.cl	