

Reunión Comité Operativo

Revisión Norma de Calidad Primaria de SO₂

Objetivo:

Conocer el efecto en la reducción de dióxido de azufre (SO₂) debido a la implementación de la norma de emisión para fundiciones de cobre.

25 de septiembre, 2014

Reunión Comité Operativo

Revisión Norma de Calidad Primaria de SO₂

Temas:

Efectos esperados en la reducción de SO₂ de la norma de emisión para fundiciones de cobre D.S. N° 28 de 2013 y resultados de la evaluación social económica

Carmen Gloria Contreras, Departamento de Normas MMA

Ejemplo: Comportamiento de las emisiones desde plantas de ácido declarado por las fundiciones

Priscilla Ulloa, Departamento de Normas MMA

Plan de Inversión que realizarán las fundiciones para cumplir con la norma

Pedro Santic, Dirección de Evaluación de Inversiones y Gestión Estratégica COCHILCO

25 de septiembre, 2014



Efectos esperados en la reducción de SO₂ de la norma de emisión para fundiciones de cobre D.S. N° 28 de 2013 y resultados de la evaluación social económica

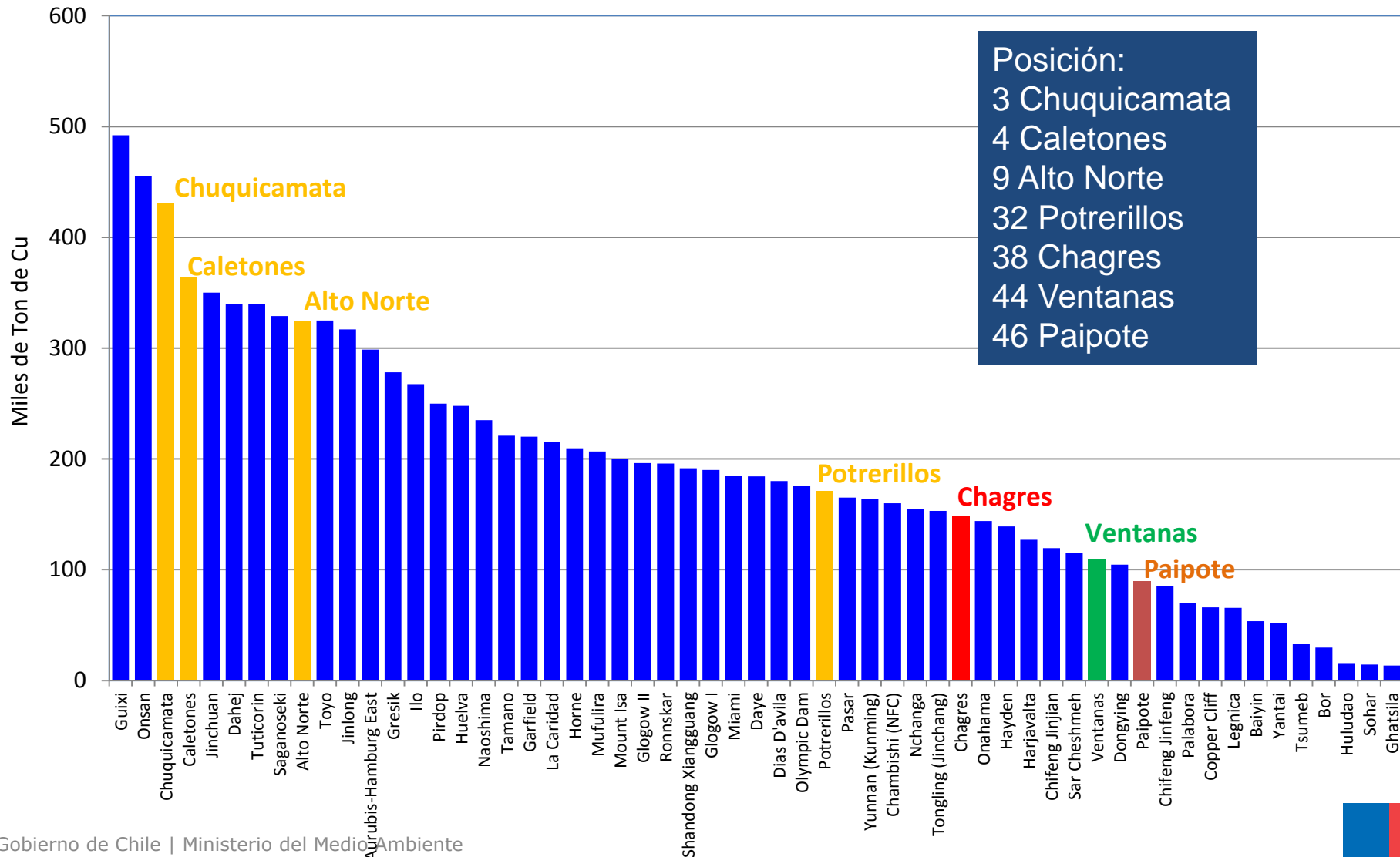
Carmen Gloria Contreras F
Departamento de Normas MMA



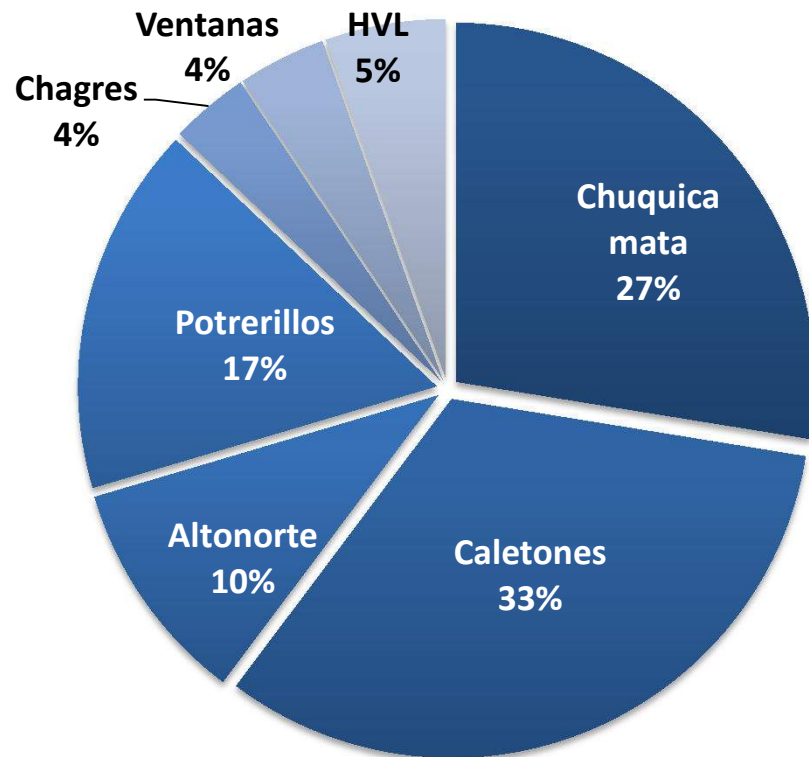
Posicionamiento internacional de las Fundiciones en términos de la producción de cobre fino, 2011



Fuente: Elaboración Cochilco con base Brook Hunt.



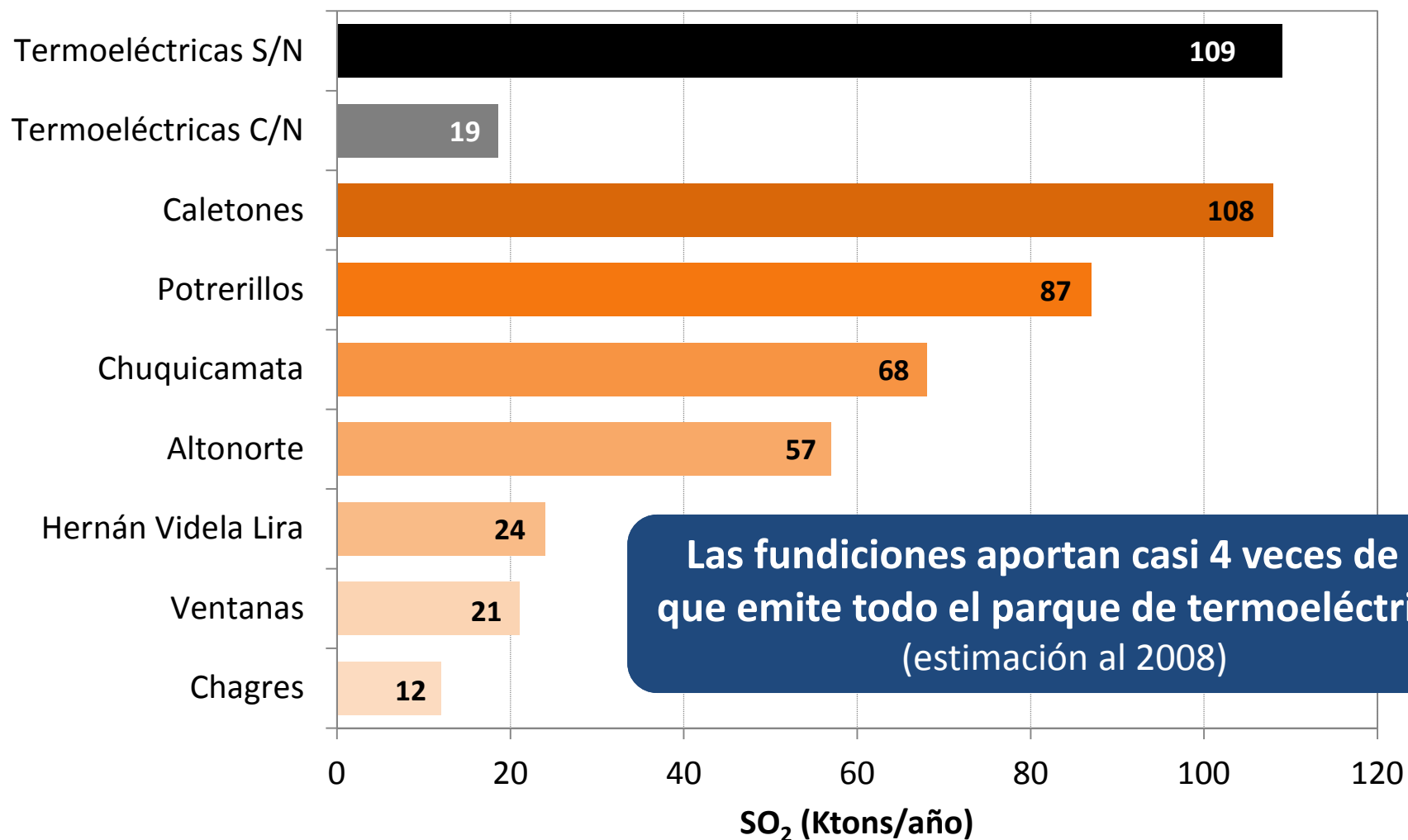
Aporte de cada fundición en las emisiones de SO₂:



El 87% de las emisiones de SO₂ proviene de Chuquicamata, Caletones, Altonorte y Potrerillos

EL 13% de Chagres, Ventanas y HVL

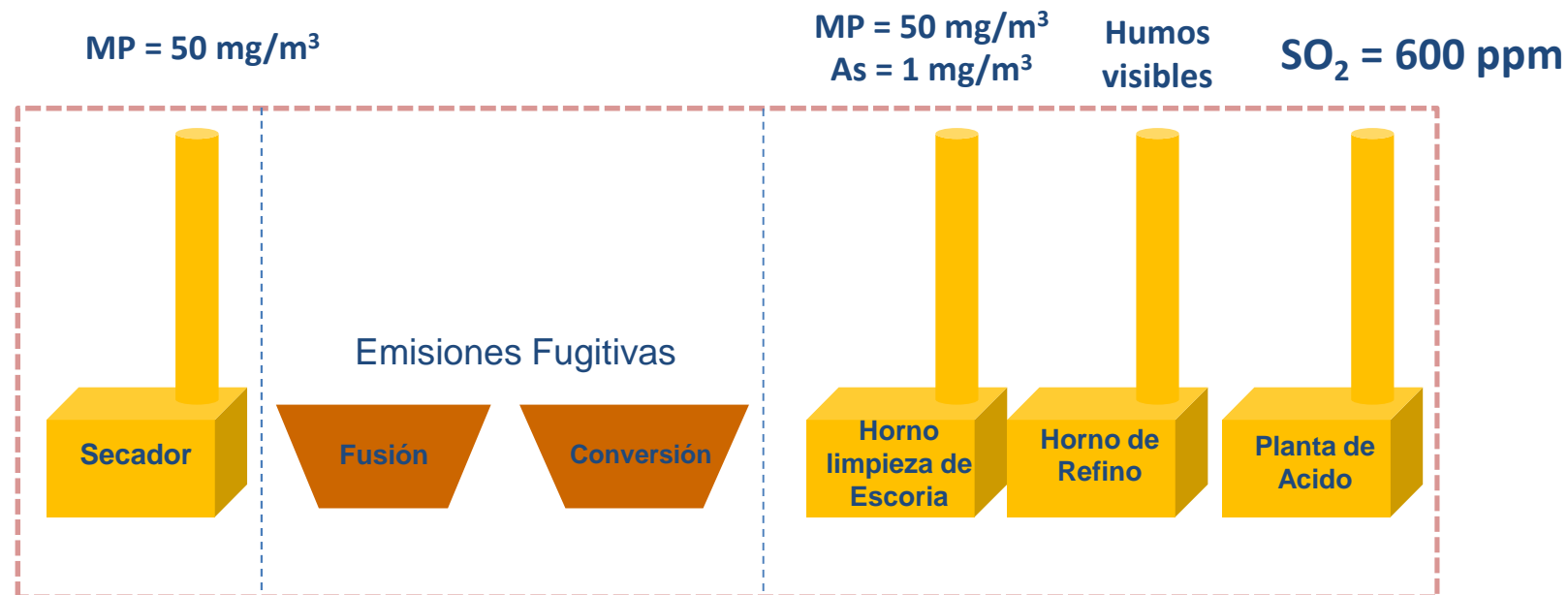
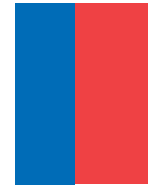
Comparación de emisiones de SO₂ entre el parque de termoeléctricas y las fundiciones de cobre (2008)



Fuente: Ministerio del Medio Ambiente, elaboración propia a partir de antecedentes de norma de fundiciones y norma de centrales termoeléctricas.

Exigencias de límites de emisión de SO₂ en la norma de emisión para fundiciones de Cobre

D.S. 28/2013 MMA



- Límite máximo anual de emisión de SO₂ y As
- Captura de SO₂ y As $\geq 95\%$



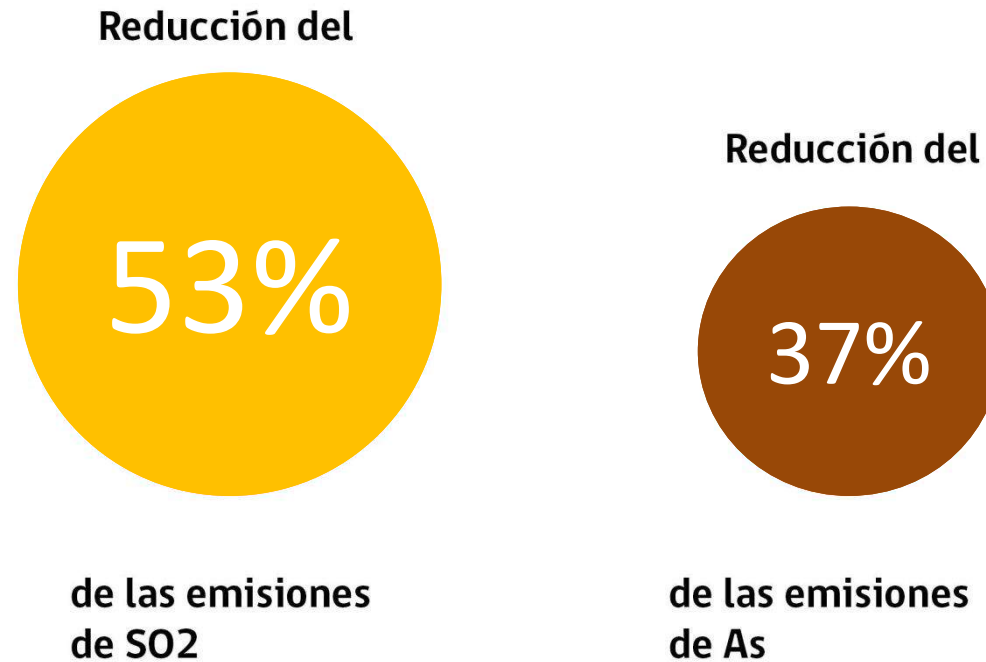
4. Mejores prácticas operacionales



- Informar a la Superintendencia y Seremi del MMA sobre:
 - Encendido o detención programada de la planta de ácido y del horno de fusión
 - Duración del periodo de mantención.
- Mantener una inspección visual de los humos de la o las chimeneas del horno de refinado para mantener opacidad inferior o igual a 20%.
- Plan de operación y mantención de sistemas de captura de emisiones de SO₂ y MP:
 - Mantención preventiva de acuerdo requerimientos del proveedor de los equipos.
 - Inspección mensual: observaciones de la apariencia física de los equipos y verificación del funcionamiento de los componentes de los mismos.
 - Acción correctiva: Las fallas que se relacionen con fugas o emisiones al aire deben ser informadas inmediatamente a la Superintendencia del Medio Ambiente y a la Seremi del Medio Ambiente.
 - Cada filtro de mangas deberá operar con un sistema de detección de rotura de manga.
 - Cada lavador de gases deberá mantener la caída de presión horaria y el flujo de agua según diseño
 - Detener operación del secador en el caso que el sistema de control de MP no se encuentre operando.
 - Detener la operación de los hornos de fusión/conversión si plantas de ácido no se encuentren operando.
 - Registrar en informe mensual cualquier evento que implique la detención de algún equipo de control.



Resultados esperados de la norma



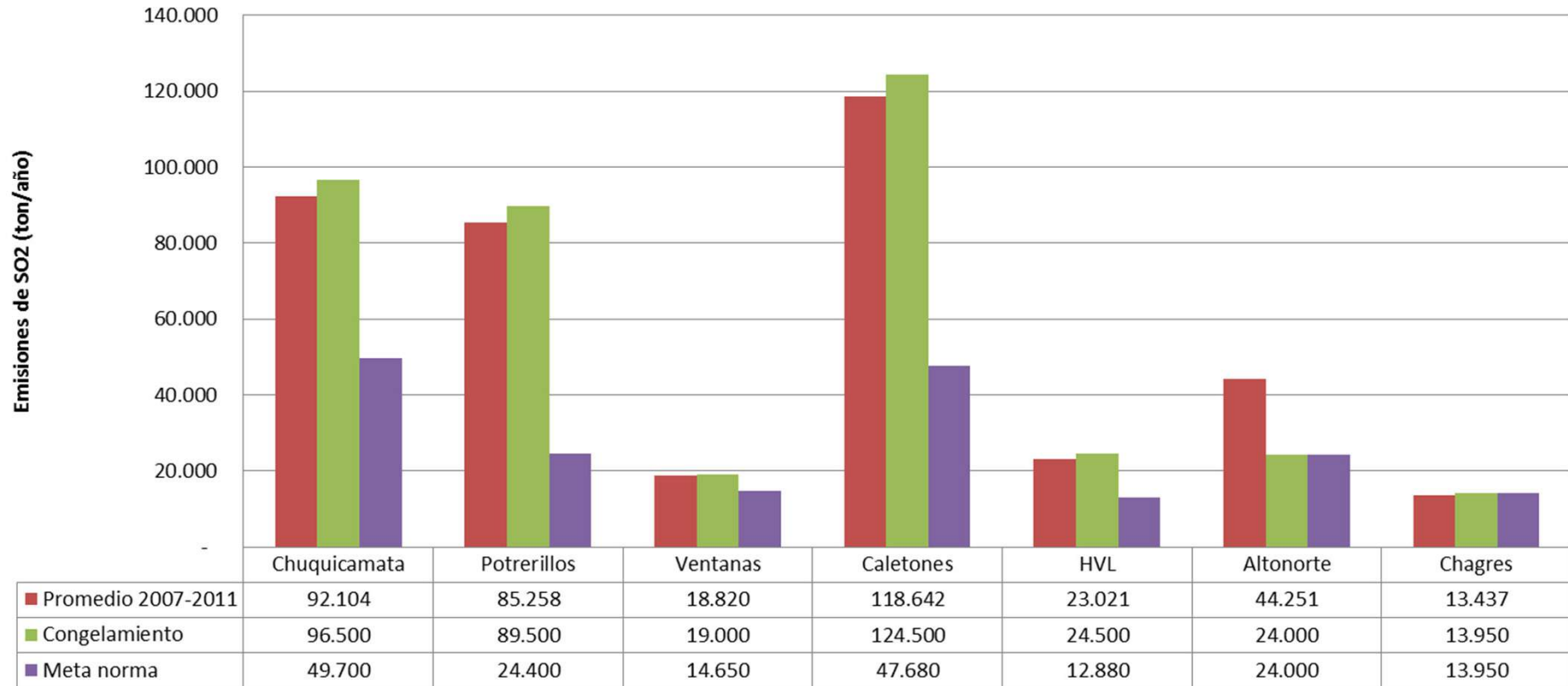
- **Reducción de** eventos de contaminación de corta duración.
- Mejoramiento de los **indicadores ambientales** asociados a la **producción de cobre fino**.



Reducción de SO₂ por fundición



Emisiones de SO₂ en Fundiciones de Cobre



53% de reducción de SO₂ respecto del promedio emitido últimos 5 años.

Se espera reducir en un 80% el número de horas en que se supera dicho límite.



Alcance geográfico de los beneficios

Macrozona Norte:

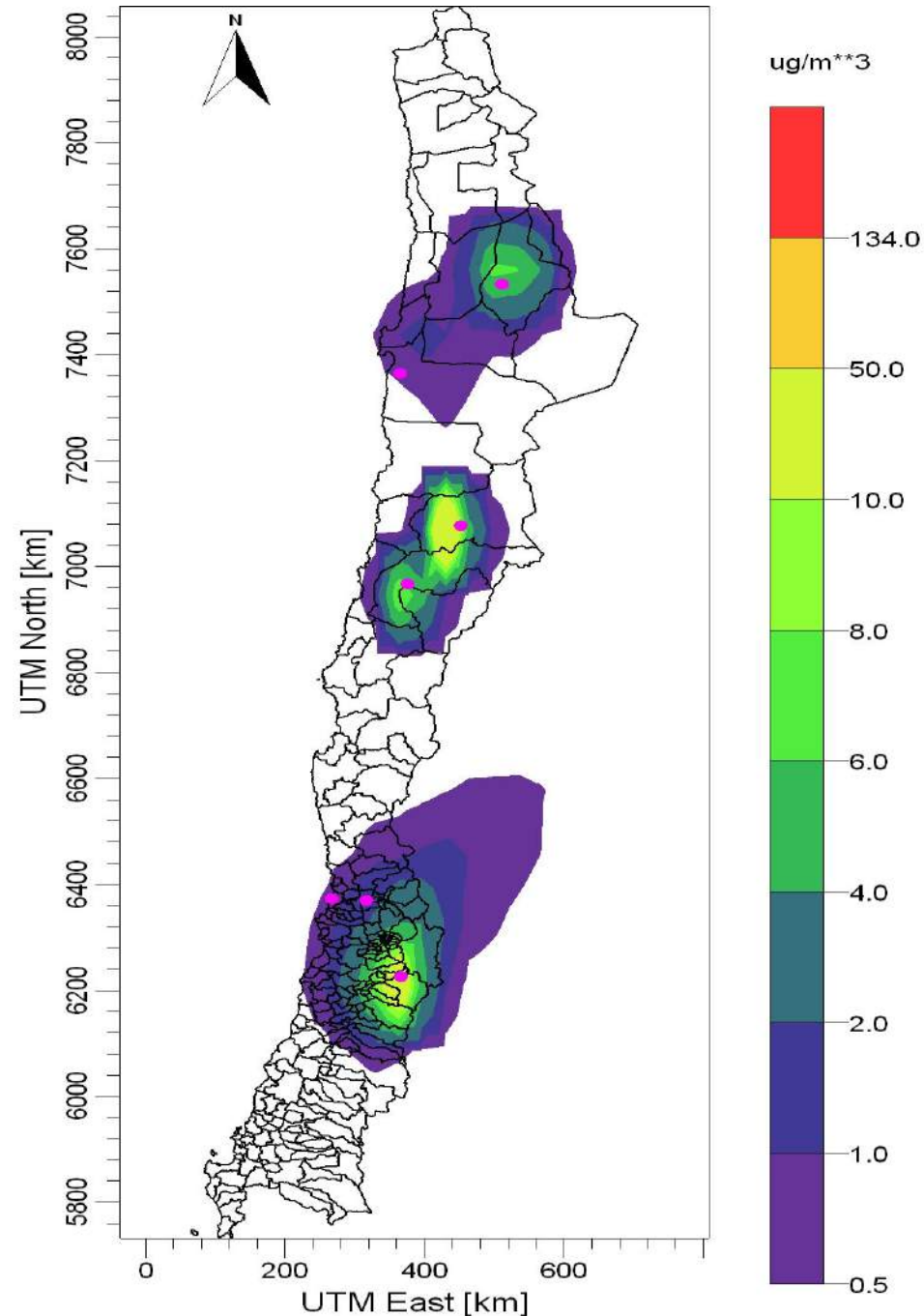
- Región de Antofagasta
- Región de Atacama

Macrozona Central:

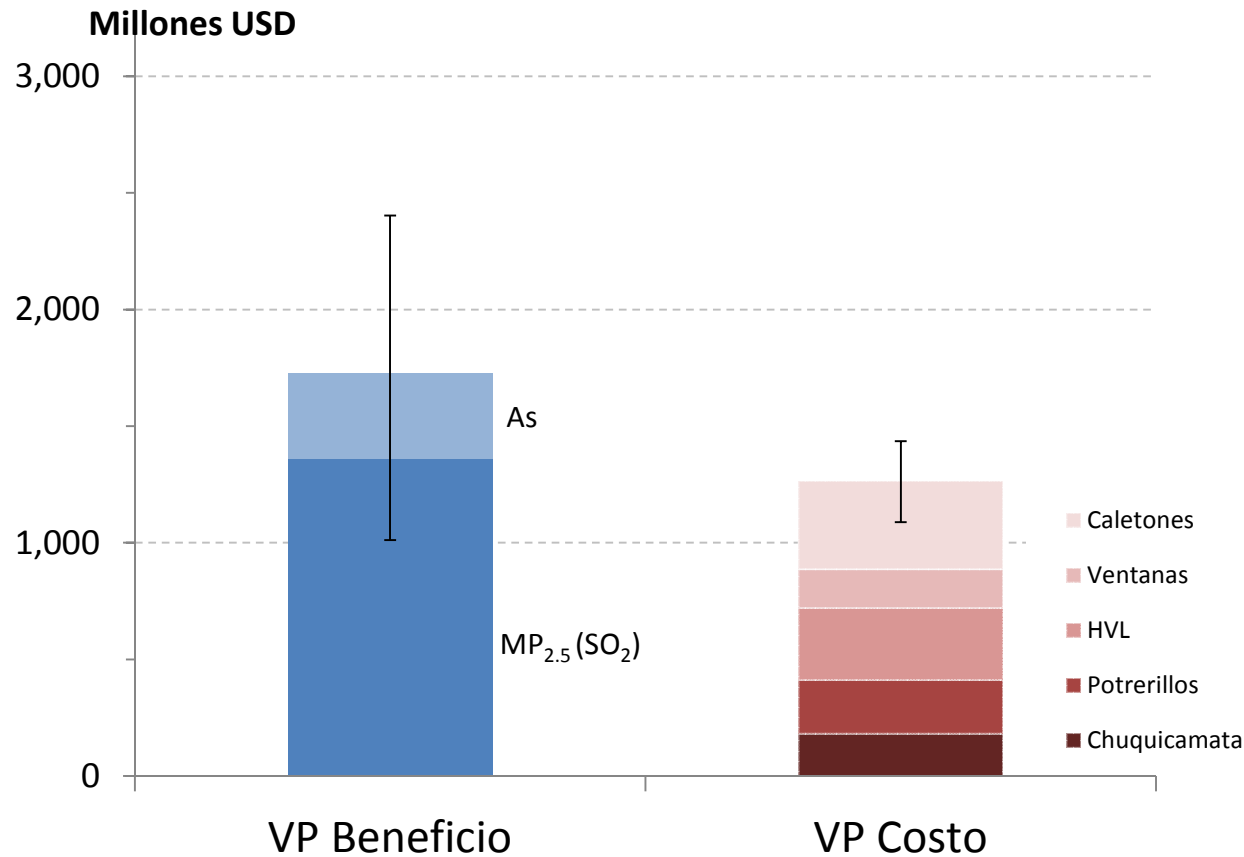
- Región de Valparaíso
- Región Metropolitana
- Región de O´ Higgins
- Región del Maule

Distribución espacial de la diferencia de las concentraciones anuales de SO_2 en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ del escenario 95% de captura y fijación de SO_2 con respecto al caso base

Fuente: Estudio del MMA, Geoaire 2011.



Beneficios y costos por fundición - costos empresas



Valor reducciones de riesgo de fatalidad distribución triangular mediana de 8875 UF.
 Beta de riesgo unitario mortalidad distribución normal con media de 9.3%.
 Tasa de descuento social de 6% (MIDEPLAN 2011).
 Periodo de análisis 2012-2035.
 Precio del dólar: 517 CLP/USD
 Factor de ajuste precios sociales correspondiente a 1,01 (MIDEPLAN 2011).
 Costos: Captura 95% + Limites Concentración Chimenea
 Chagres y Altonorte no incurrir en costos en esta normativa dado que tienen compromisos por RCA más exigentes
 Costos de inversión declarados por el sector. Considerando costos COPRIM y lucro de capital de HVL similar a la de otras fundiciones, corresponde a una disminución de un 8% de costos.

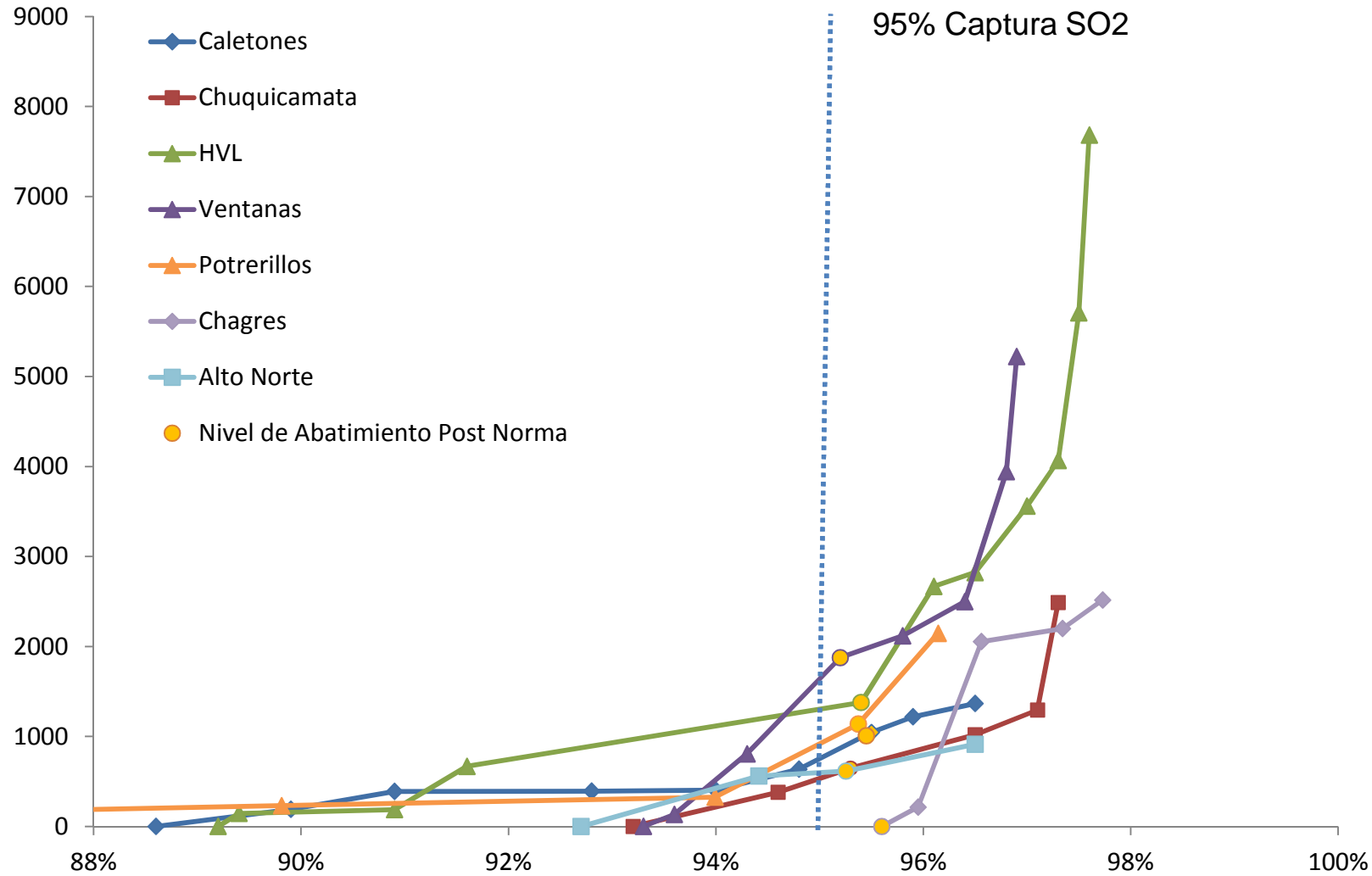
Razón B/C = 1.4



Selección de medidas según costo efectividad



CMe [USD/ Ton SO₂]



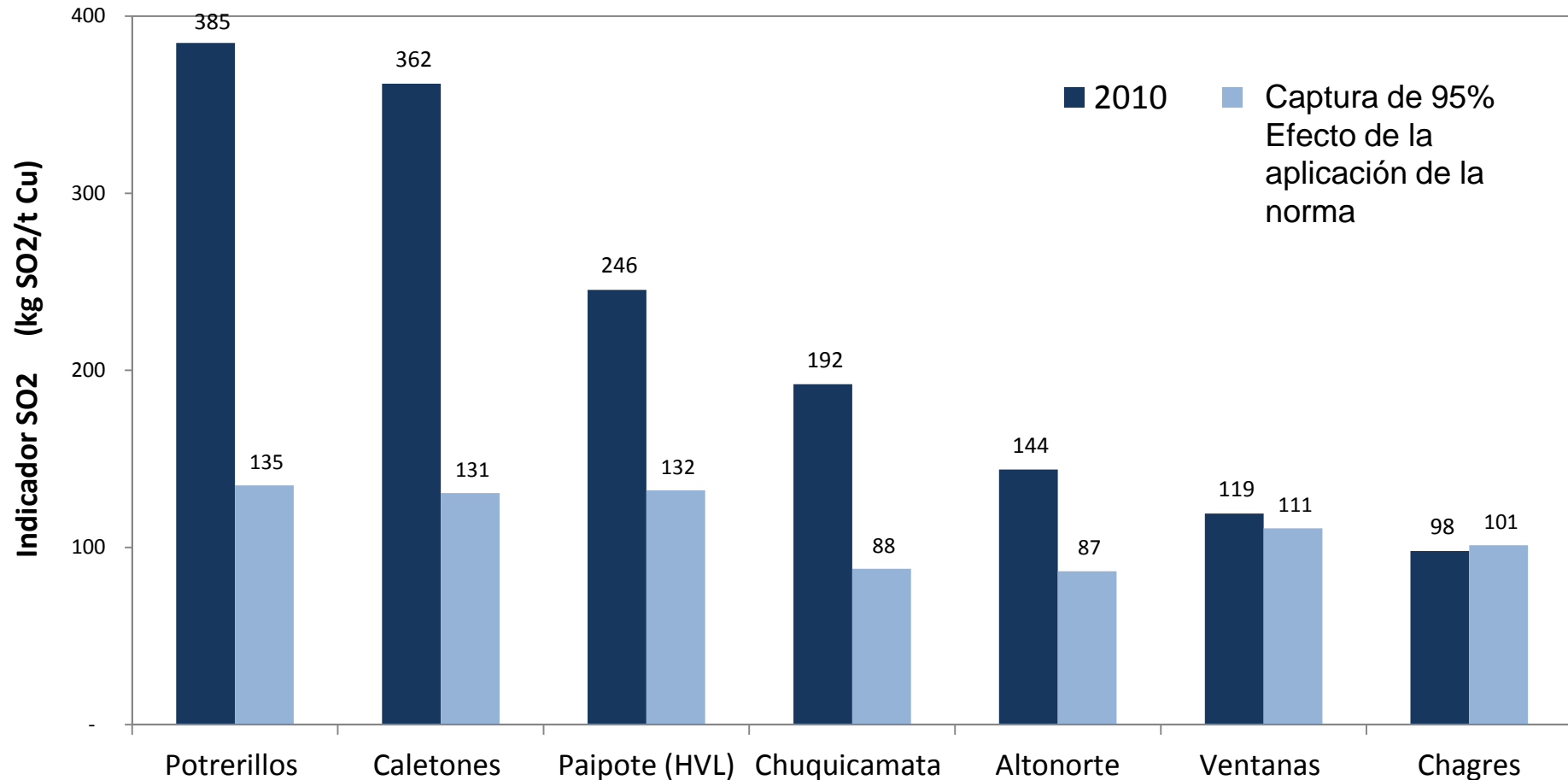
Fuente: en base a COPRIM (2012)

% Abatimiento



Indicador de desempeño ambiental

Emisión de SO₂ por tonelada de cobre producida



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la encuesta del sector a regular 2011, realizada por el MMA.



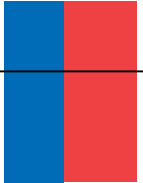


Ejemplo

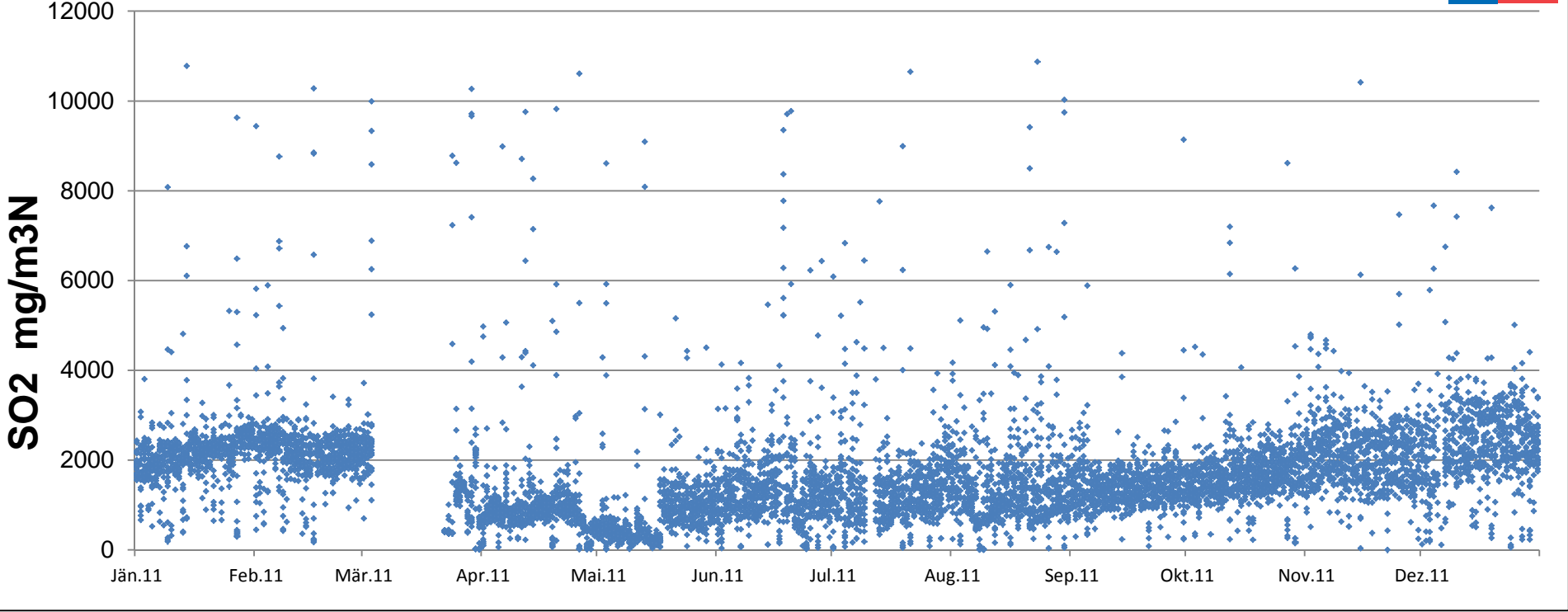
Comportamiento de las emisiones desde plantas de ácido declarado por las fundiciones

Priscilla Ulloa, Departamento de Normas
pulloa@mma.gob.cl





Fundición Ventanas: Planta de ácido doble contacto; ef: 99,2; año 2011

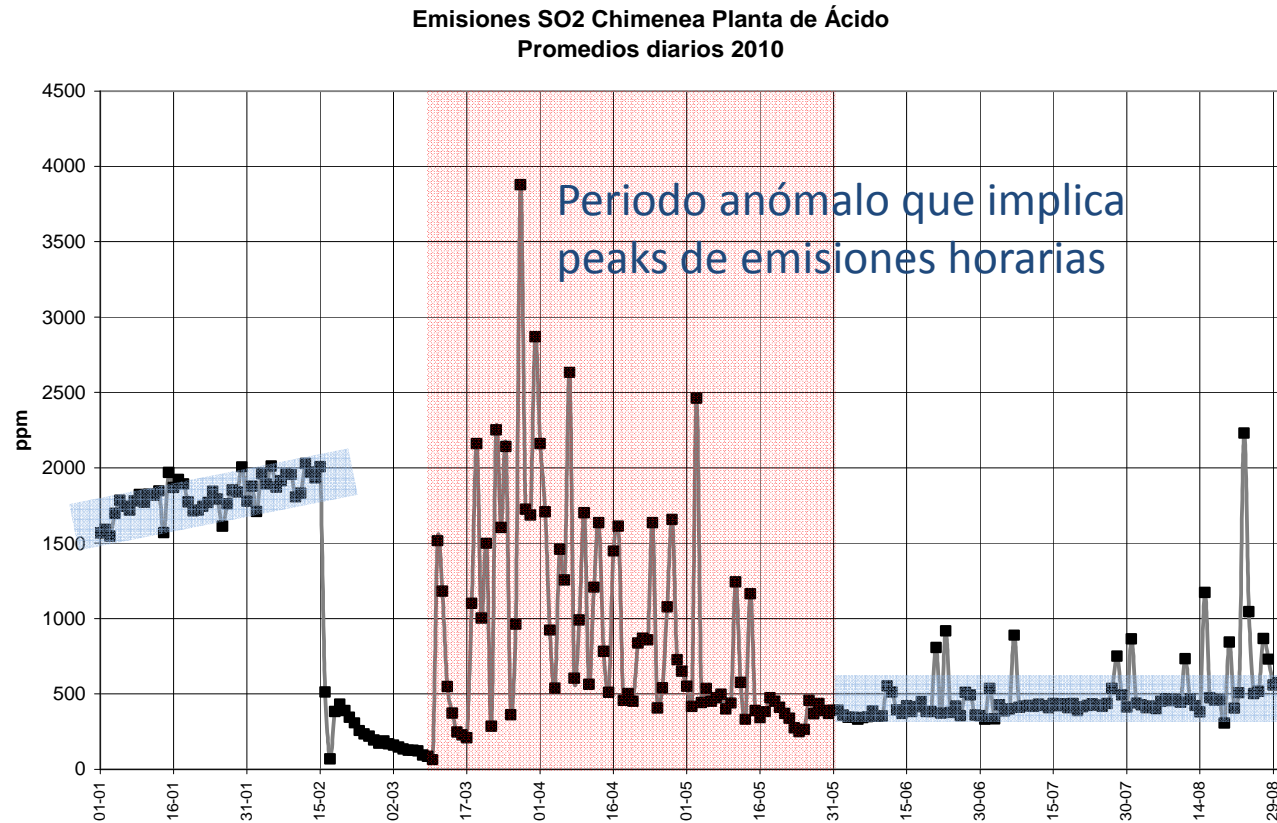


Fuente: Fundición Ventanas, entregado al MMA el 2012

Máximo (mg/m3N)	10.875
Mínimo (mg/m3N)	2
Promedio (mg/m3N)	1.641
Nº datos > 0	8.148
Nº datos	8.760



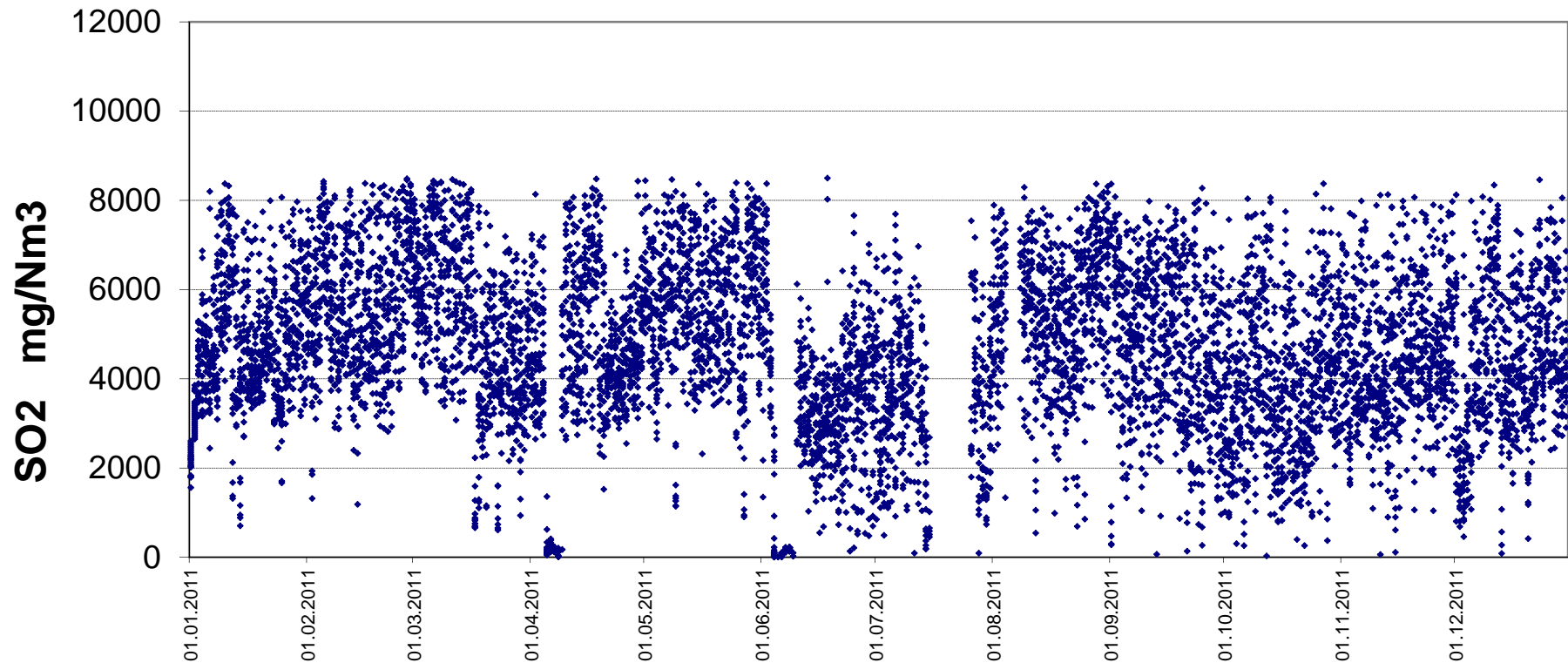
Ejemplo de mínimas practicas operacionales y control reflejado en los promedios diarios emisiones de SO2 (ppm) planta de ácido - Fundición Ventanas



El artículo técnico: “Principales efectos causados por problemas de distribución Torre de absorción Intermedia, División Ventanas Codelco”, evidencia los “*síntomas de descontrol operacional*” y el incremento de las emisiones por chimenea; que posteriormente se repiten y constatan durante los años 2011 y 2012.



Fundición Caletones: Planta de ácido N°1, año 2011

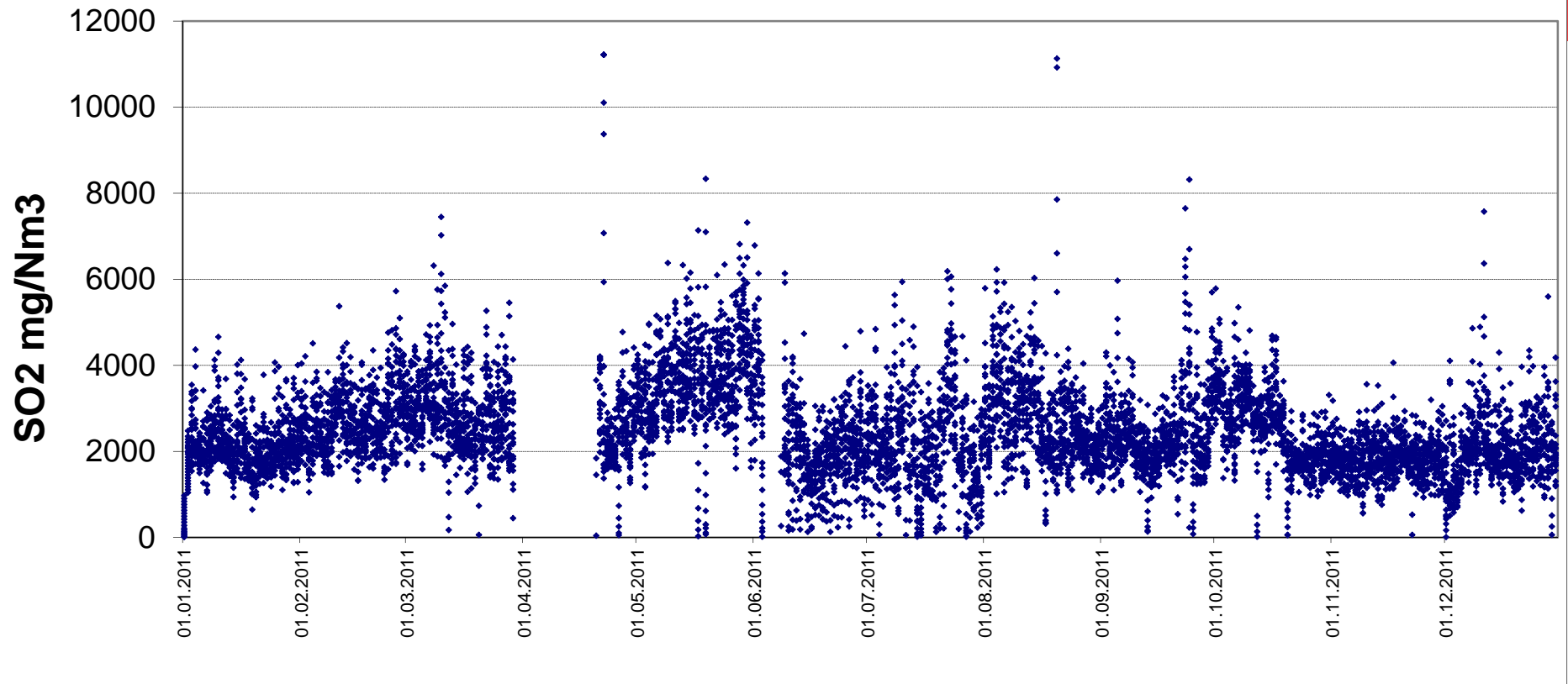


Fuente: Fundición Caletones, entregado al MMA el 2012

Máximo (mg/m ³ N)	8.498
Mínimo(mg/m ³ N)	1
Promedio (mg/m ³ N)	4.650
Nº datos > 0	8.111
Nº datos original	8.390



Fundición Caletones: Planta de ácido N° 2, año 2011

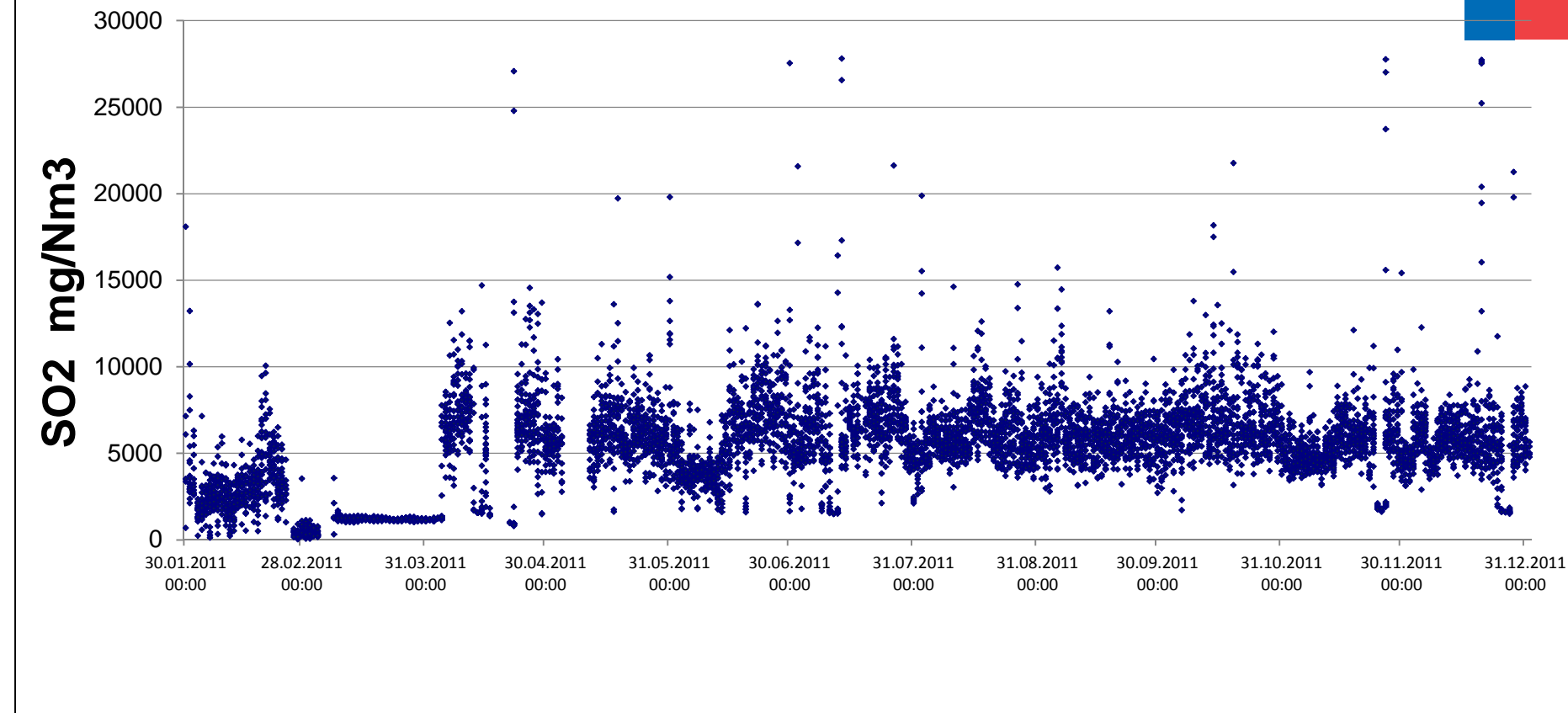


Fuente: Fundición Caletones, entregado al MMA el 2012

Máximo (mg/m3N)	11.214
Mínimo(mg/m3N)	7
Promedio (mg/m3N)	2.489
Nº datos > 0	7.989
Nº datos original	8.536



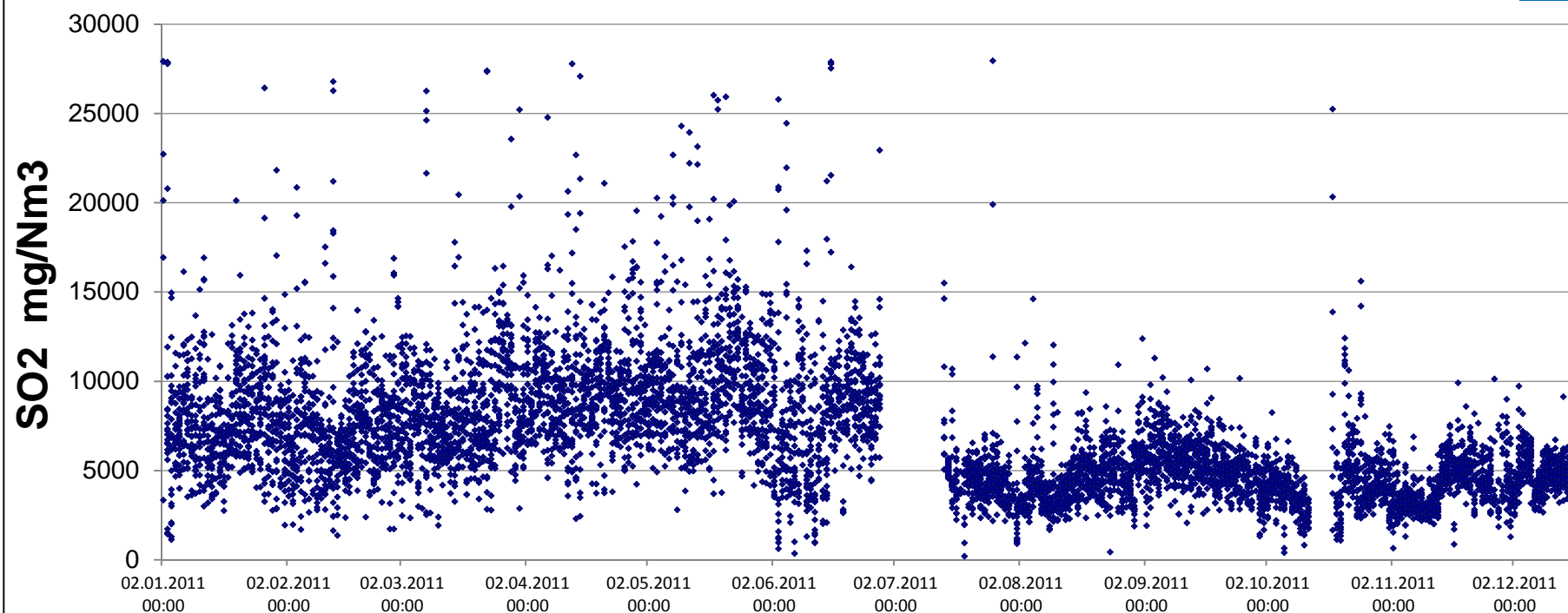
Fundición Chuquicamata: Planta de ácido N° 2, año 2011



Fuente: Fundición Chuquicamata, entregado al MMA el 2012

Máximo (mg/m ³ N)	27.809
Mínimo (mg/m ³ N)	28
Promedio (mg/m ³ N)	5.417
Nº datos > 0	7.280

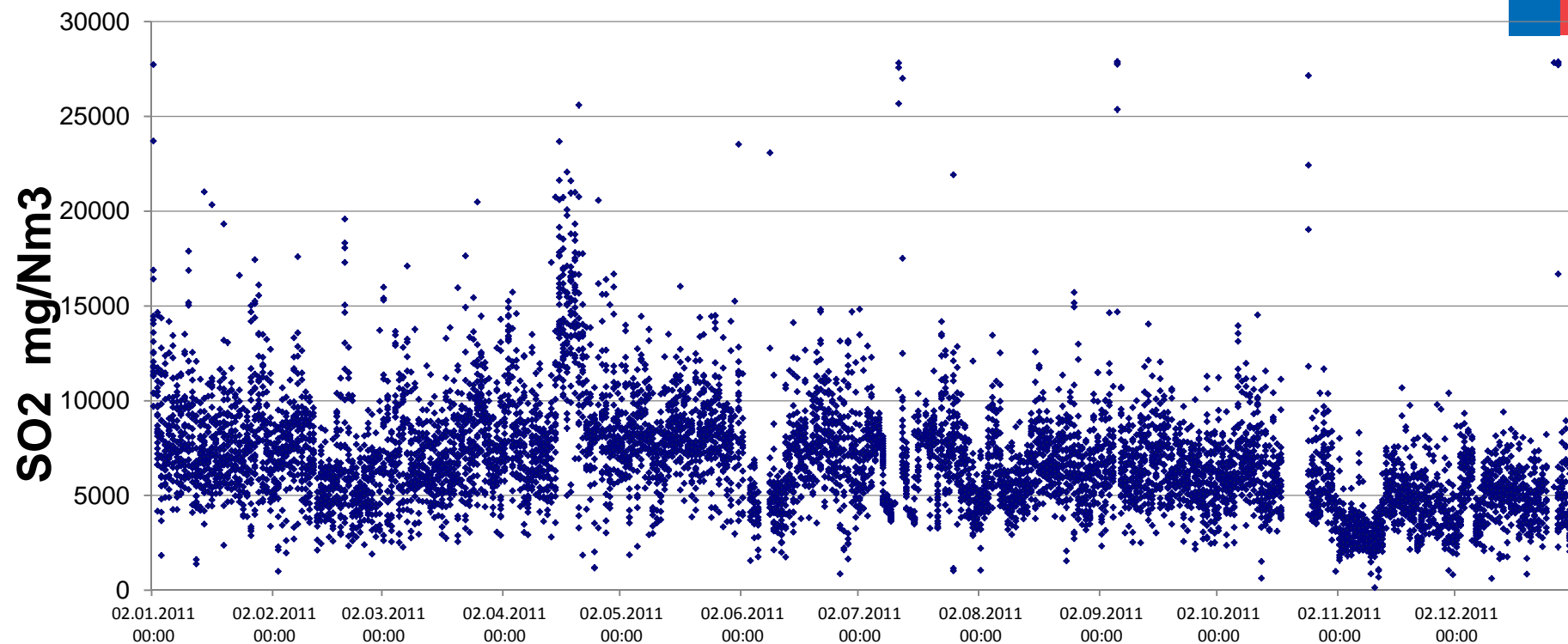
Fundición Chuquicamata: Planta de ácido N° 3, año 2011



Fuente: Fundición Chuquicamata, entregado al MMA el 2012

Máximo(mg/m3N)	27.958
Mínimo(mg/m3N)	196
Promedio(mg/m3N)	6.832
Nº datos > 0	7.649

Fundición Chuquicamata: Planta de ácido N° 4, año 2011



Fuente: Fundición Chuquicamata, entregado al MMA el 2012

Máximo (mg/m3N)	27.740
Mínimo (mg/m3N)	139
Promedio (mg/m3N)	6.904
Nº datos > 0	8.133

Planes Ambientales Fundiciones de Concentrado de Cobre.

Presentación Comité Operativo Norma Primaria SO₂



Gobierno
de Chile

Comisión Chilena del Cobre

Santiago, 24 septiembre 2014

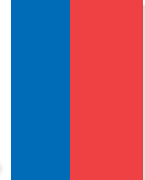


Contenidos

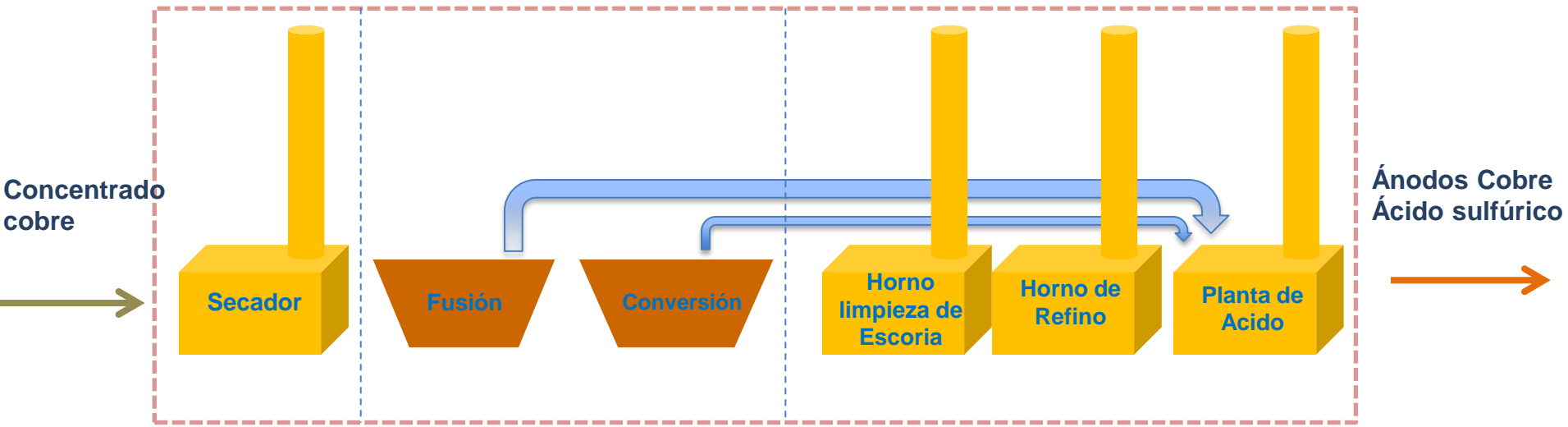
- 1. Norma Fundiciones de Cobre y Fuentes Emisoras de Arsénico.**
- 2. Planes Ambientales Fundiciones.**
 - Chuquicamata.**
 - Potrerosillos.**
 - Ventanas.**
 - Caletones.**
 - Hernan Videla Lira.**
- 3. Inversiones Planes Ambientales.**



Norma Emisión



MP ≤ 50 mg/Nm³ MP ≤ 50 mg/Nm³ Opacidad $\leq 20\%$ SO₂ ≤ 600 ppm
 As ≤ 1 mg/Nm³



Captura y fijación del azufre y del arsénico igual o superior a un 95%

Fuente Emisora	SO ₂ (ton/año)	As (ton/año)
Altonorte	24.000	126
Caletones	47.680	130
Chagres	14.400	35
Chuquicamata	49.700	476
Hernán Videla Lira	12.880	17
Potrerosillos	24.400	157
Ventanas	14.650	48



Chuquicamata



Proyecto 5° CPS. Considera instalar y dejar operativo una nueva unidad de conversión en la ubicación del actual Horno de Tratamiento de Escoria, HTE (ex-CPS N° 4), conectándolo al sistema de manejo de gases primarios y secundarios existente. El proyecto está en etapa de ejecución.

Proyecto Reemplazo Campanas Primarias y Secundarias CPS's N° 3, 5, 6 y 7. El proyecto considera el reemplazo de Campanas Primarias y Secundarias, de ductos radiativos, implementación del sistema de enfriamiento de las campanas de los CPS 6 y 7, construcción de una Sala Eléctrica, reemplazo de Centro de Control de Motores. El proyecto está en etapa de ejecución.

Optimización Doble Contacto en Plantas de Ácido. El proyecto corresponde a las modificaciones de las instalaciones de las PAS N°3 y N°4 y equipos anexos. Estas modificaciones consisten en que a cada módulo de contacto se incorpore un convertidor catalítico y una masa de catálisis a la salida del proceso actual de contacto (salida de la torre de absorción actual), el que permitirá la conversión del anhídrido sulfuroso (SO₂) remanente en anhídrido sulfúrico. El proyecto está en etapa de factibilidad.

Habilitación Sistema Tratamiento de Gases Secador N° 5. El proyecto tiene por finalidad reducir el nivel de emisiones del secador N°5, mejorando sus sistema de limpieza de gases. El proyecto está en etapa de prefactibilidad.



Chuquicamata



Proyecto Construcción Sistema Limpieza de Escorias por Flotación. El proyecto construye una planta de tratamiento de escorias por flotación con enfriamiento en pozos, para reemplazar el actual sistema limpieza escoria. El proyecto se encuentra en ejecución.

Reemplazo Sistema Manejo Gases Fugitivos HF. La captación de los gases fugitivos del HF se realiza en los sectores de sangrías de eje, sangrías de escoria y Up-take del horno, mediante encerramientos compuestos por muros metálicos con tapa metálica abatible. El proyecto está en etapa de prefactibilidad.

Sistema Tratamiento Gases de Refino. Durante la operación cíclica de los HR, se generan gases metalúrgicos primarios los cuales son captados por campanas y evacuados hacia la atmósfera (humos negros) mediante chimeneas. El proyecto considera instalar una cámara de postcombustión y un sistema de limpieza de gases. El proyecto está en etapa de prefactibilidad.




Potreriillos



Proyecto Construcción Sistema Limpieza de Escorias CT por Flotación. El propósito es la construcción de una planta de tratamiento de escorias por flotación con enfriamiento controlado en ollas. Para reemplazar 3 hornos de limpieza de escoria del CT, por un circuito de tratamiento de escorias con enfriamiento controlado en ollas y una planta de flotación de escorias. El proyecto esta puesta en marcha de la planta de flotación para el posterior desmantelamiento de los Hornos de tratamiento de escoria.

Proyecto Mejoramiento Integral Captación y Procesamiento Gases Fundición Potreriillos. El propósito es realizar un mejoramiento integral de la captación, manejo y limpieza de gases provenientes del CT y CPS. El alcance del proyecto considera: cambiar las campanas actuales del CT y de los CPS por otras de un diseño mejorado que capten todos los gases de proceso, con diluciones de 100%; incorporar equipos de enfriamiento evaporativo para los gases del CT y de los CPS; ampliar la capacidad de limpieza de los gases del CT incorporando un nuevo Precipitador Electroestático; diseñar y construir un nuevo trazado de ductos de gases; y efectuar una reparación mayor de uno de los Precipitadores Electroestáticos de los gases de los CPS. El proyecto se encuentra en ejecución.

Sistema Tratamiento Gases de Refino. Durante la operación cíclica de los HR, se generan gases metalúrgicos primarios los cuales son captados por campanas y evacuados hacia la atmósfera (humos negros) mediante chimeneas. El proyecto considera instalar una cámara de postcombustión y un sistema de limpieza de gases. El proyecto está en etapa de perfil.



Ventanas




Aumento Captación Material Particulado Horno Eléctrico Tratamiento Escoria. El proyecto considera la instalación de un cuarto campo en el precipitador electrostático y de un nuevo ducto de conducción de gases; el potenciamiento de los tres campos actuales a través de modificación en los electrodos; el reemplazo de los transformadores monofásicos por trifásicos; modificaciones en sala eléctrica; y modificaciones en sala de control. El proyecto se encuentra en operación y en periodo de pruebas para validar su rendimiento.

Aumento Captación Material Particulado Secador Concentrado. El proyecto considera el reemplazo de todas las placas soporte mangas y estructura del filtro de mangas; el suministro y montaje de una precámara decantadora; el suministro y montaje de nuevos ductos, ventiladores de tiro inducido, válvulas rotatorias y tornillos, nuevas mangas y canastillos. El proyecto esta en operación.

Sistema Mecanizado Alimentación Carga Fría CPS. El objetivo del proyecto es disminuir la emisión de gases fugitivos que se producen durante la apertura de la campana del convertidor mientras se produce la adición de carga fría, cuando el CPS está soplando. El incluye la adquisición, montaje y puesta en marcha de los siguientes equipos, para adicionar carga fría: alimentador pesométrico, sistema de control, ducto abierto para agregar de carga fría, unidad hidráulica, tolva y estructuras. El proyecto se encuentra en operación.

Captación Gases Sangrías CT y HE. Consiste en captar los gases en las fuentes, diluirlos con aire atmosférico para bajar su temperatura y condensar sus impurezas, conduciendo los gases a través de ductos hasta Filtros de Mangas para retirar el polvo y sólidos arrastrados, y enviar los gases limpios a la atmósfera mediante la acción de un ventilador de tiro inducido a través de una chimenea dedicada en una primera etapa (otros proyectos abordarían posteriormente el procesamiento del SO_2). El proyecto se encuentra en ejecución.




Ventanas



Captación de Gases Secundarios CT-CPS. El proyecto consiste en instalar campanas secundarias en el CT y en los CPS. Para el diseño de una “Campana Secundaria Ventanas” en los CPS se ha concebido un diseño basado en una campana compuesta con un esquema combinado entre la campana envolvente (tomando la experiencia de la fundición de Tamano) y una campana localizada (tomando la experiencia de la Fundición Aurubis). La campana contará con dos extracciones laterales desde la campana envolvente y una desde la campana localizada, conduciendo los gases captados al tren de gases secundarios. Para el CT se proyecta una campana con módulo envolvente con una visera abatible articulada que se haga cargo de captar las emisiones durante los eventos de soplado y carga de escoria oxidada desde los CPS. El proyecto se encuentra en ejecución.

Tratamiento Gases de Cola Planta Ácido. El proyecto incluye una nueva Planta de Tratamiento de Gases de Cola (PTGC). La tecnología de esta nueva planta, de dos etapas, logra reducir la concentración de SO_2 presente en los gases de cola o residuales de la PAS en un proceso de absorción y oxidación a base de Peróxido de Hidrógeno (H_2O_2). Como resultado de este proceso se obtiene un gas limpio con un contenido reducido de SO_2 que será descargado al ambiente mediante una chimenea acondicionada para este fin. En la corriente de fondo de la torre de absorción se obtiene ácido sulfúrico producto de calidad comercial con una concentración del 60% aproximadamente. El proyecto se encuentra en ejecución.

Sistema Tratamiento Gases de Refino. Durante la operación cíclica de los HR, se generan gases metalúrgicos primarios los cuales son captados por campanas y evacuados hacia la atmósfera (humos negros) mediante chimeneas. El proyecto considera instalar una cámara de postcombustión y un sistema de limpieza de gases. El proyecto está en ejecución.



Caletones




Proyecto Reducción de Emisiones Planta de Ácido. El proyecto considera la instalación de un sistema de desulfuración de gases de cola de las Plantas de Limpieza de Gases N° 1 y 2. Se encuentra en su etapa de prefactibilidad.

Optimización Plantas de Secado Fluosólido N°1 y N°2. Contribuye al cumplimiento de la Norma en relación con el material particulado emitido a la atmósfera por las chimeneas de los secadores de concentrado. El proyecto se encuentra en etapa de factibilidad.

Proyecto Construcción Planta Tratamiento Escorias de Convertidores Teniente. El proyecto considera la construcción de una planta de molienda y flotación para tratar las escorias de los Convertidores Teniente (CT), dejando fuera de operación los actuales hornos de limpieza de escoria (HLE). El proyecto se encuentra en su etapa de prefactibilidad.

Sistema Tratamiento Gases de Refino. Durante la operación cíclica de los HR, se generan gases metalúrgicos primarios los cuales son captados por campanas y evacuados hacia la atmósfera (humos negros) mediante chimeneas. El proyecto considera utilizar estos gases como gases de transporte en las plantas de secado fluosólido utilizando sus sistema de limpieza de gases. El proyecto está en etapa de prefactibilidad.



Hernán Videla Lira



Estudio Reducción de Emisiones-Fundición Hernán Videla Lira. Estudió ocho alternativas, que comprenden las tecnologías de fusión Convertidor Teniente, Horno de Fusión BBF (Dongying) e Isasmelt o Ausmelt; conversión en CPS; tratamiento de escorias en Horno Eléctrico y vía Flotación; y capacidades de fusión en torno a 350.000 y 450.000 toneladas por año de concentrado, incluyendo todas las instalaciones de los sistemas de captura, manejo y limpieza de gases, y la provisión de servicios y suministros. Estudio de perfil finalizado, iniciando el estudio de la prefactibilidad.



Inversiones Estimadas Planes Ambientales

	Capacidad Estimada Miles tms/Año	Inversión Estimada Millones US\$	
		Coprim ₁	Empresa ₂
Chuquicamata	1.350	86	245
Caletones	1.372	292	376
Potrerillos	680	238	407
Ventanas	436	86	160
H. Videla Lira	350	272	350/473
<u>SUBTOTAL</u>	<u>4.188</u>	<u>974</u>	1.538/1.661
Alto Norte	1.160	107	
Chagres	660	0	
<u>TOTAL</u>	<u>4.958</u>	<u>1.081</u>	

1 Estimación a Nivel de Perfil. Estimación Costos Inversión (-/+ 50%). Fuente informe "EVALUACIÓN DE COSTOS DE ESCENARIOS REGULATORIOS PARA UNA NORMA DE EMISIÓN DE FUNDICIONES DE COBRE Coprim 17-04-12"

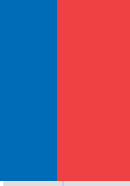
2 Las estimaciones en la columna Empresa corresponden a información de COCHILCO disponible al 24 septiembre de 2014 según la fase en que se encuentran los proyectos. Fases de: ejecución, prefactibilidad, factibilidad. Incorpora inversiones en proyectos para abordar la norma de la chimenea de los gases de refino no incorporados en el informe Coprim.



FIN



Captación Gases Sangrías



Campanas Secundarias CPS



Sangrado Escoria CT



Campana Primaria CT



Humos Negros



Captura Gases Sangrado Escoria CT-HE



Captura Gases Sangrado Escoria CT-HE

