

Programa de visita a la Fundición de Chuquicamata (03.03.2011)

Objetivo

Visitar las instalaciones de la fundición de Chuquicamata CODELCO en el marco del desarrollo de la normativa para las condiciones de cobre.

Actividades

Parte I

A) Charla introductoria de aspectos de seguridad y de presentación de la empresa (RWH).

B) Presentación y Respuesta a Consultas Conama (CCD)

1.- ¿Cuáles son las coordenadas georeferenciadas de la fundición y de las estaciones de monitoreo?

2.- Descripción de la planta y sus procesos. ¿Existen características especiales de la fundición que la diferencia de otras condiciones en Chile?

3.- Una breve historia de la fundición. ¿Cuáles han sido las inversiones y sus montos desde el año 1993 hasta hoy?

4.- ¿Cómo es su modelo de negocio? ¿Cuáles son sus principales ingresos, costos (TC/TR)? ¿Tienen subproductos?

5.- ¿De dónde provienen los concentrados que tratan y cuáles son sus principales clientes? ¿Cuál ha sido la caracterización de los concentrados tratados y como esperan que estos evolucionen?

Parte II : Visita Instalaciones Fu – (JZA/JAG/MDM/CY/Bdo.Chang)

2.- Revisar las instalaciones de la fundición, desde su proceso de recepción y muestreo del concentrado de cobre hasta el proceso de obtención de ánodos de cobre. Además de visitar la sala de control y operación. En esta etapa se incluye la revisión de:

Convertidor Teniente y CPS

Mantenimiento de ductos

Mantenimiento de precipitadores electrostáticos

Campanas primarias y/o campanas secundarias

Tapas en canaletas de sangría

Número de chimeneas

Monitoreo de emisiones

Sistemas de captación

Planta de ácido simple o doble contacto

Recirculación polvos, escoria, eje

Parte III : Cierre y Consultas (CCD)

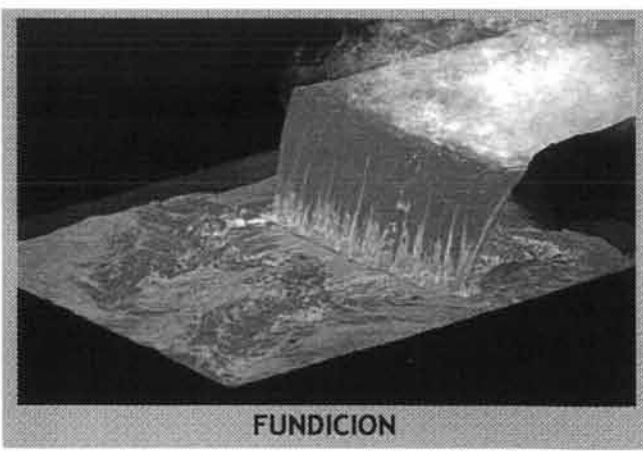
000027

000027 VTA



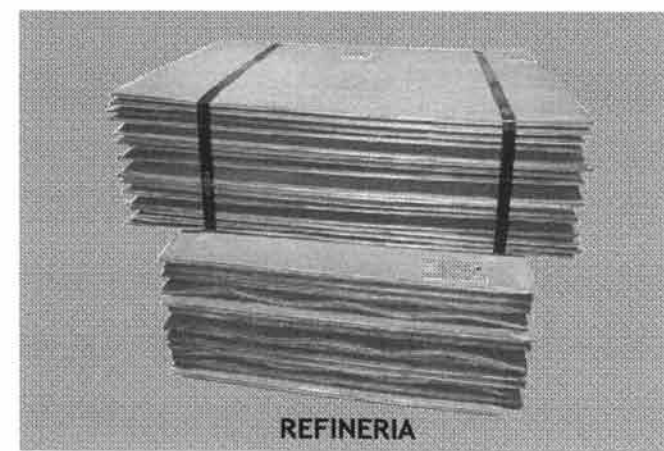
DIVISIÓN CHUQUICAMATA GERENCIA FUNDICIÓN Y REFINERÍA

Marzo 2011



FUNDICION

Refinería



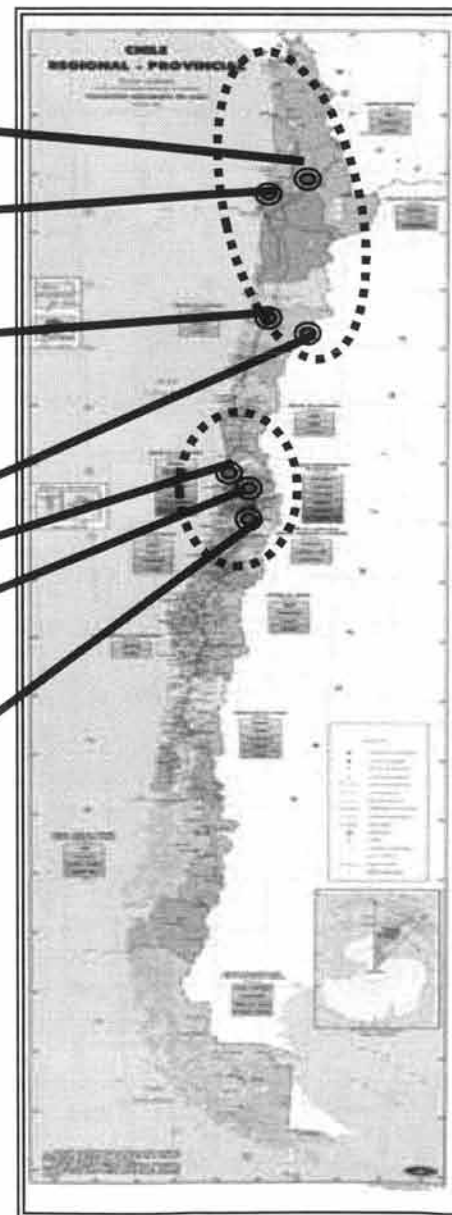
REFINERIA

PRIMERA PARTE

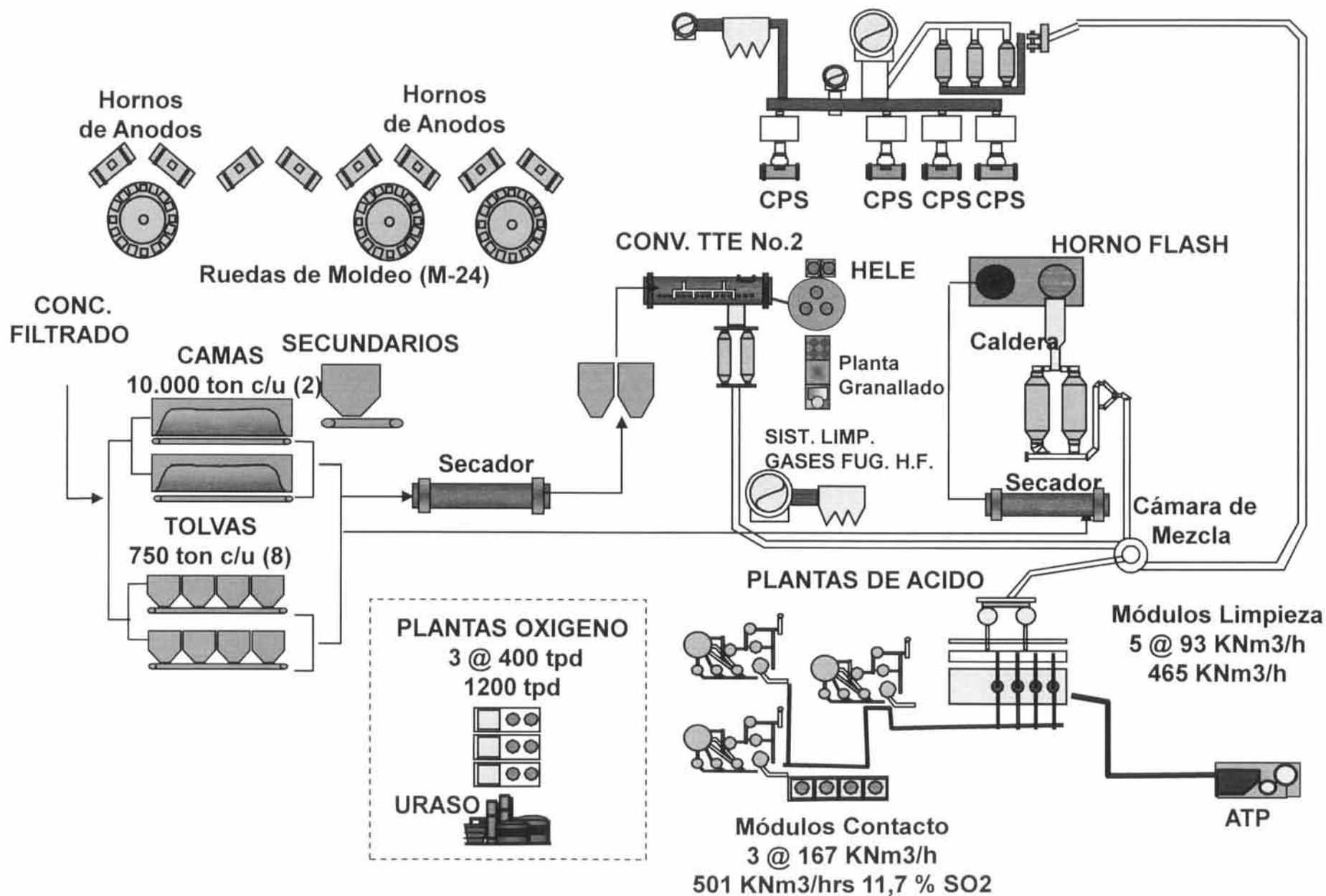
FUNDICIONES Y REFINERÍAS CHILENAS

000028 VTA

- **Fundición y Refinería Division Codelco Norte**
CODELCO
- **Fundición Altonorte**
XSTRATA COPPER
- **Fundición Paipote HVL**
ENAMI
- **Fundición y Refinería Potrerillos - Division El Salvador**
CODELCO
- **Fundición y Refinería Division Ventanas**
CODELCO
- **Fundición Chagres**
MINERA SUR ANDES LTDA MSA
ANGLOAMERICAN GROUP
- **Fundición Caletones Division El Teniente**
CODELCO

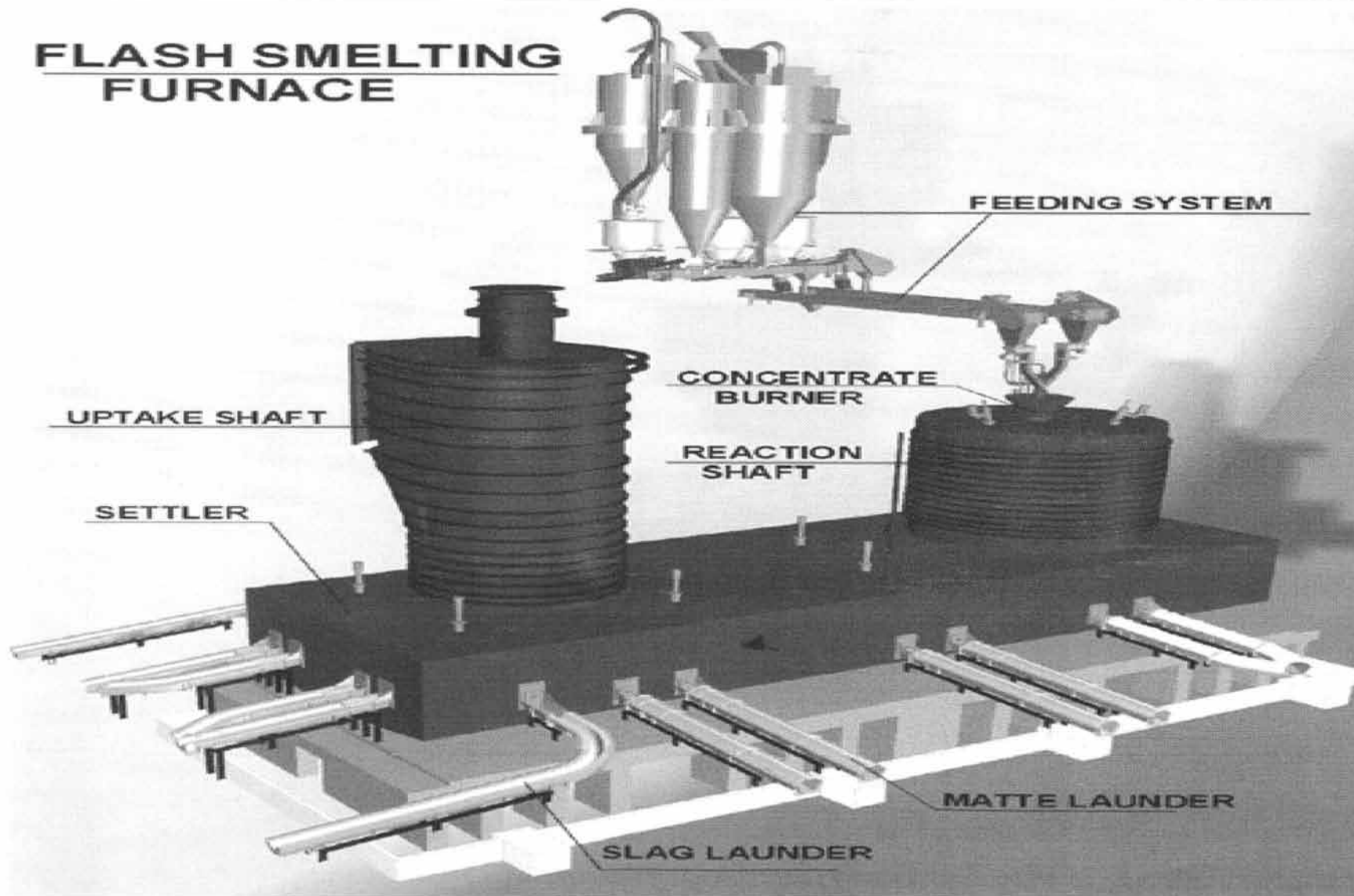


CONFIGURACIÓN OPER. ACTUAL FUNDICION – 1.550 KTMS – Capt. S: 90-91 %



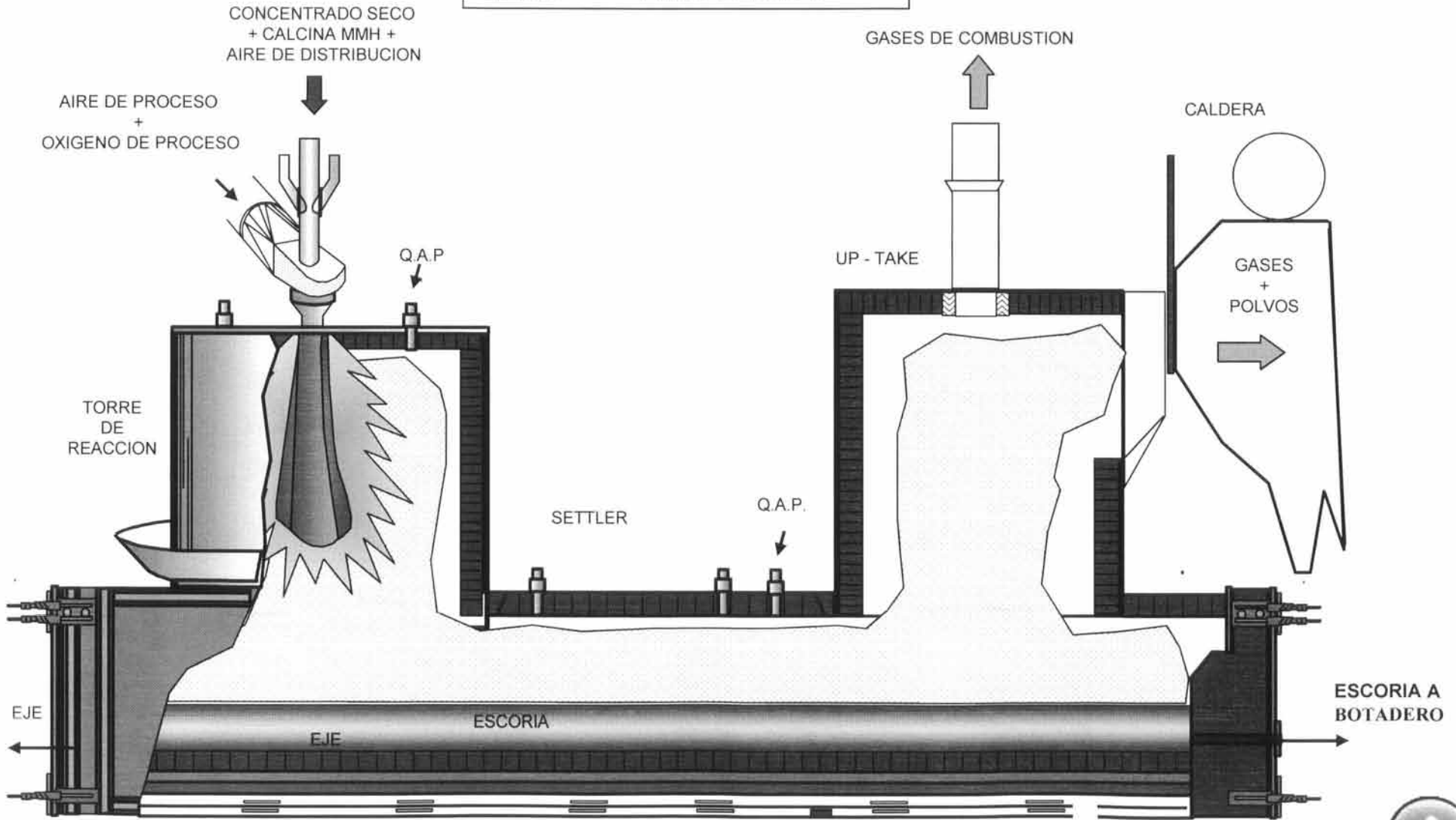
000029

Antecedentes Estudios Potenciamiento Horno Flash Chuquicamata (1,4 Mtpa)-



HORNO FLASH

Settler	21 mts L x 8 mts A x 2 mts H
Reaction Shaft	6 mts D x 6 mts H
Up-Take	4 mts D x 7,5 mts H

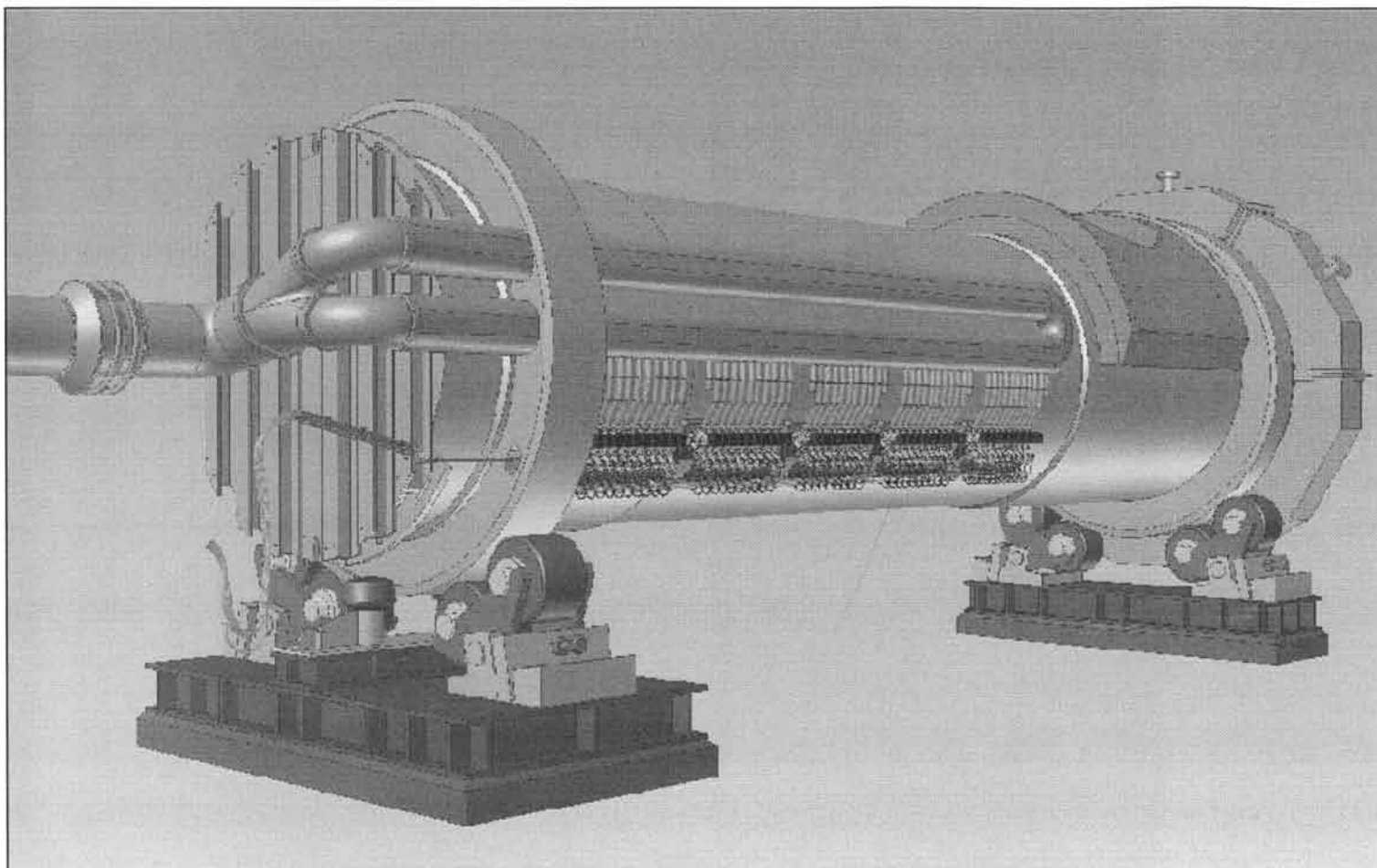


000030



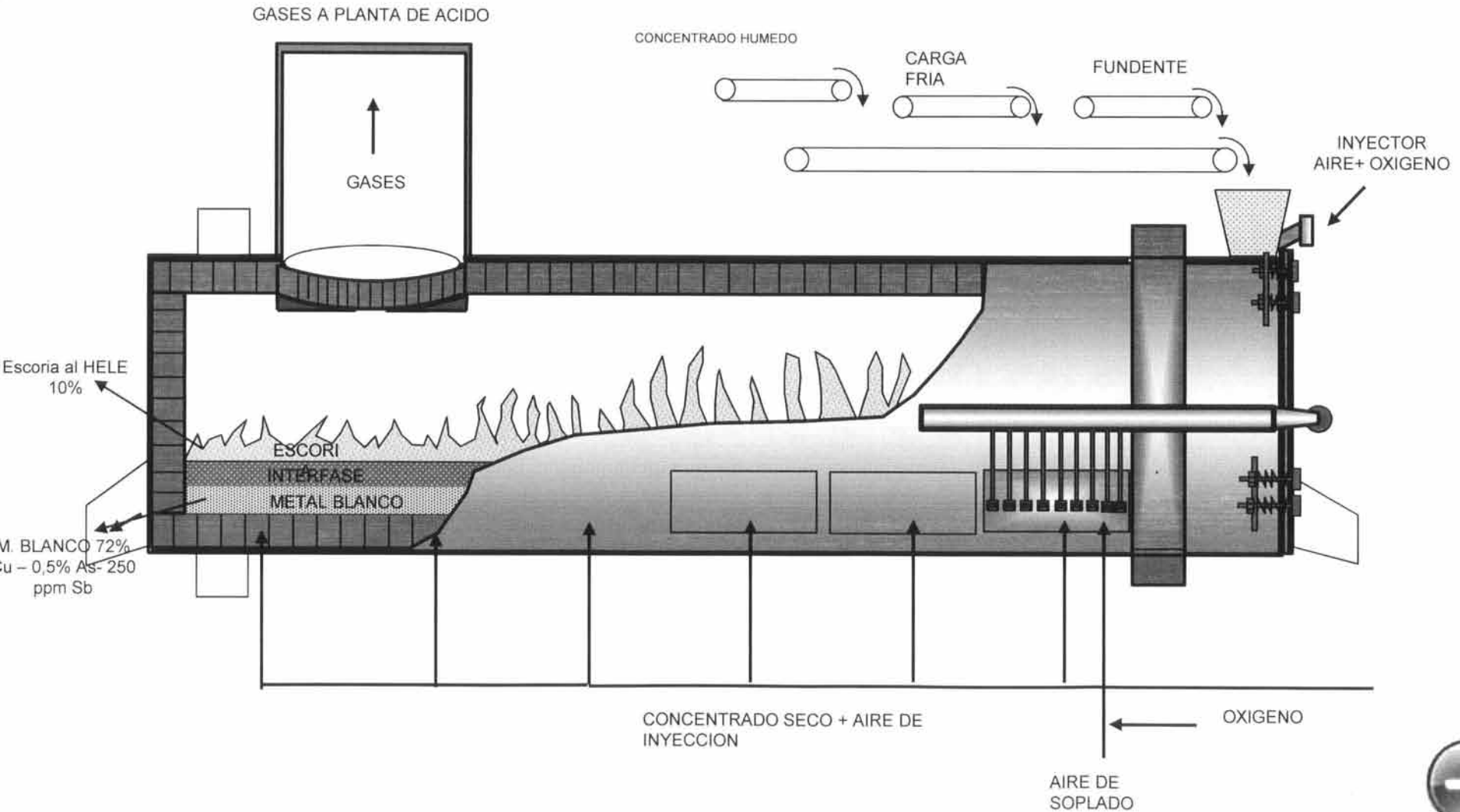
CONVERTIDOR TENIENTE

000030 VTA



CONVERTIDOR TENIENTE

5 mts D x 23 mts L



000031



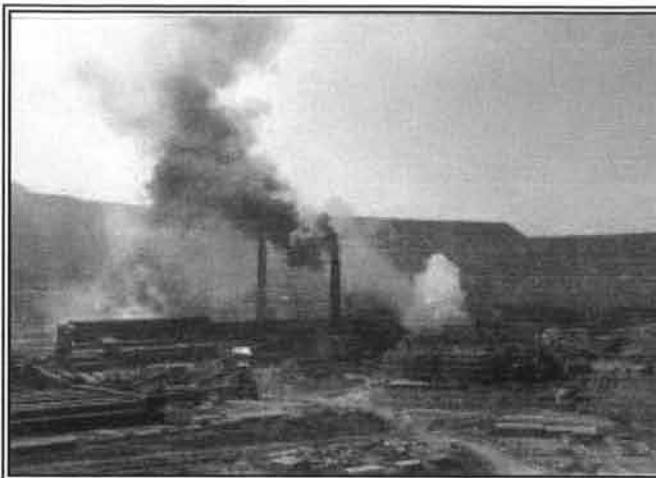


000031 VTA

AVANCE EN SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL

COSTOS DE DEPRECIACIÓN

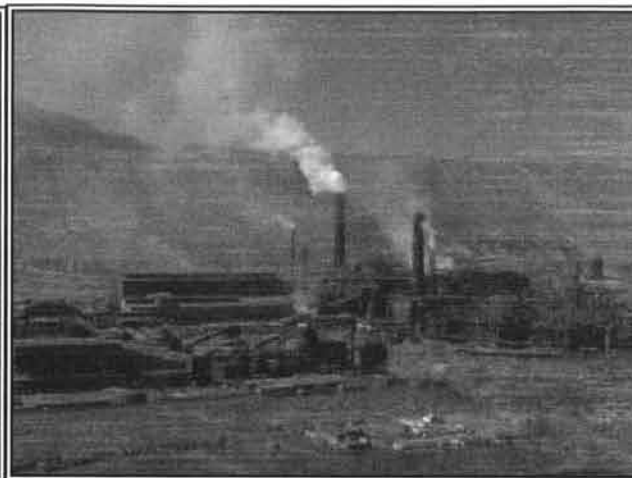
ANTES DE 1990



Horno Flash - Plantas de Acido N°
2 - Pta Oxigeno N° 1 -2 –
Convertidor Teniente N°1

Sub Total 259

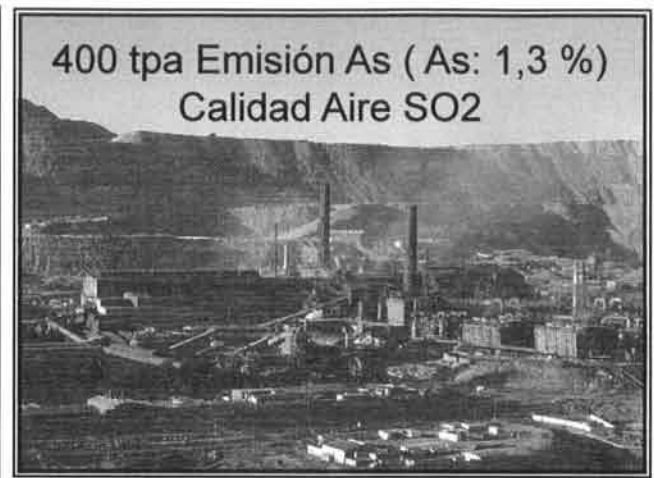
1990-2002



Conv. Teniente N°2	93
Pta. Acido N° 3, 4	246
Pta Oxígeno N°3	21
Otros	48

Sub Total 408

2003 a Abril 2008



400 tpa Emisión As (As: 1,3 %)
Calidad Aire SO2

Plan Desc. II Etapa
1650 KTMS - As < 0,83% - 800
tpa As – 28.300 tpa S (Calidad
de Aire)

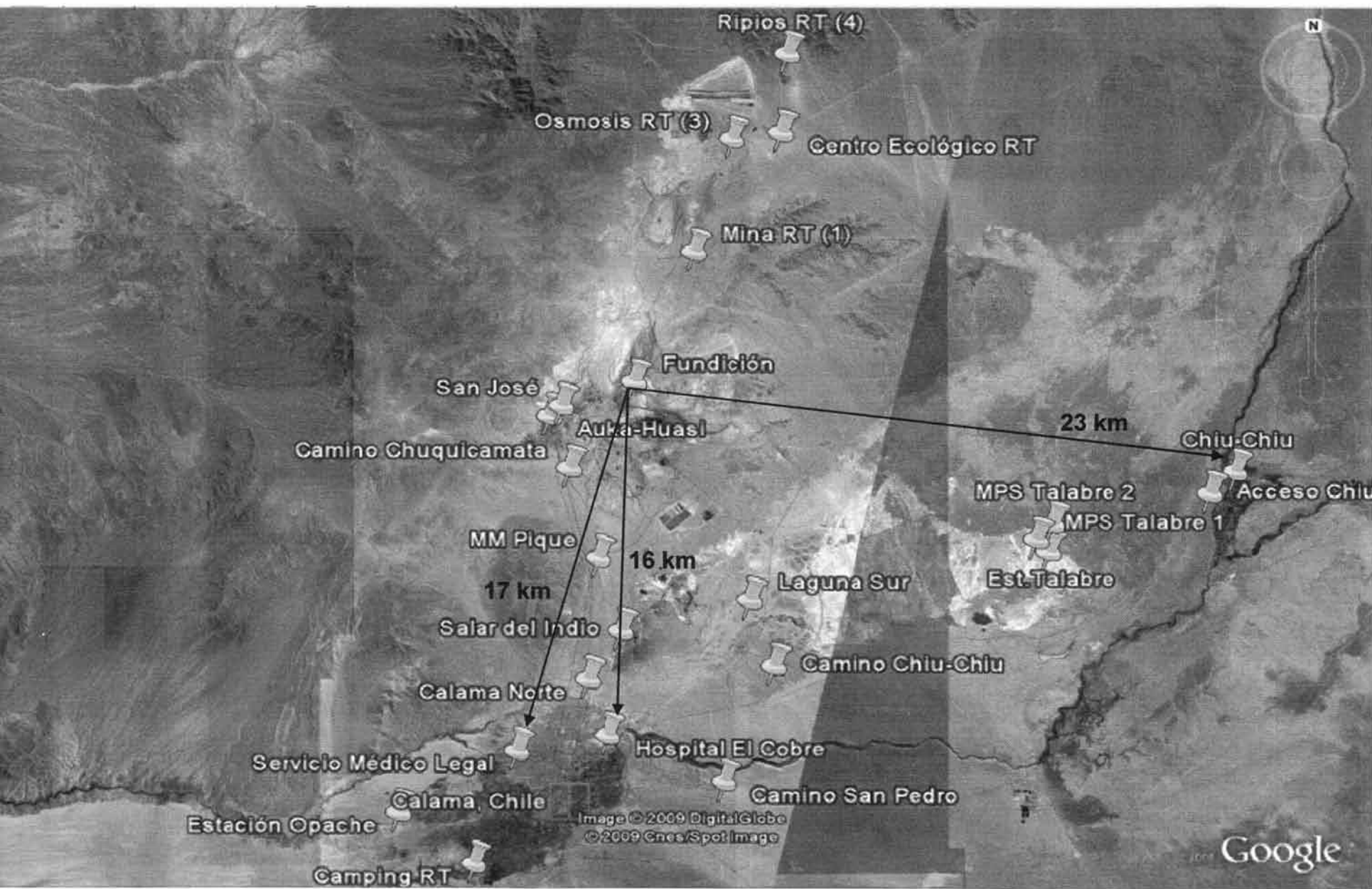
Potenciamiento CT N°2 .
Horno Flash, a Pta Acido a
11,3 % SO2 y Horno Eléctrico
de Limpieza de Escorias CT2

Sub Total 130

Inversión Total Aproximada = MUS\$ 1200 - 1400

Situación Actual

000032 VTA



Minuta: Visita a la Fundición de Hernán Videla Lira

Fecha: 09-03-2011	Hora: 9:00 a 18:00	Lugar: Fundición Hernán Videla Lira, Región de Atacama
----------------------	-----------------------	---

1. Participantes

Nombre	Institución
Ariel Balocchi	Fundición Hernán Videla Lira, ENAMI
Juan Carlos Vargas	Fundición Hernán Videla Lira, ENAMI
Cristián Martínez	Fundición Hernán Videla Lira, ENAMI
Hugo Rojas	Fundición Hernán Videla Lira, ENAMI
Alejandro Diez	Gerente de Gestión Ambiental y Sustentabilidad
Solange Aguilera	SEREMI Medio Ambiente, Región de Atacama
Carmen Gloria Contreras	Ministerio del Medio Ambiente
Priscilla Ulloa	Ministerio del Medio Ambiente
Julio Recordon	Ministerio del Medio Ambiente

2. Objetivos

Visitar las instalaciones de la fundición de Hernán Videla Lira en el marco del desarrollo de la normativa para las fundiciones de cobre.

3. Temas tratados

- Charla introductoria de aspectos de seguridad y de presentación de la empresa.
- Revisar las instalaciones de la fundición, desde su proceso de recepción y muestreo del concentrado de cobre hasta el proceso de obtención de ánodo.

4. Notas sobre la visita a Fundición Hernán Videla Lira (HVL)

ENAMI es una empresa de fomento y desarrollo de la Pequeña y Mediana Minería (PYMMI) del Estado de Chile, que corrige fallas de los mercados financieros y de asistencia técnica a través de instrumentos eficaces y que por la vía de operaciones de procesamiento metalúrgico y actividades comerciales, permite alcanzar economías de escala e introducir los avances tecnológicos necesarios para asegurar el acceso competitivo de las PYMMI a los mercados globalizados, con respeto al medio ambiente, a las comunidades en que se localizan sus actividades y buscando el desarrollo permanente de todos sus trabajadores

El precio que paga ENAMI a cada minero incluye el costo de comercialización y procesamiento del mineral cuprífero. Actualmente, las fundiciones y refinerías reciben un pago denominado cargo, que se divide en:

- a) Cargo de Tratamiento / Treatment Charge (TC)
Corresponde al cargo por fundir los concentrados de cobre para obtener cobre blíster
- b) Cargo de Refinación / Refining Charge (RC)
Corresponde al cargo por refinar el cobre blíster para obtener cátodos de cobre refinado

Los cargos de tratamiento de la fundición Hernán Videla Lira (Paipote) no han variado en los últimos años, sin embargo los costos si han variado, éstos principalmente se desglosan en:

- a) 30% costos en energía
- b) 30% costo mano de obra
- c) 20% insumo
- d) 20% depreciación

Por ejemplo, el costo de la energía eléctrica ha subido desde \$US 35 /MWh a \$US 180 /MWh que les provee la Termoeléctrica Guacolda, Huasco, Región de Atacama.

La Fundición HVL recibe material de diferentes proveedores:

- a) Pequeño minero que entrega su mineral a la concentradora Matta
- b) Mediano Minero que entrega su concentrado a la fundición
- c) Pequeño y mediano minero que entrega el mineral con 12 a 20% de Cobre
- d) Pequeño y mediano minero que entrega concentrado de oro.

La Fundición HVL comenzó a operar en 1951 y posee una sola línea de producción. Esta fundición se encuentra entre las tres primeras fundiciones chilenas en recuperación de cobre. Los productos principales de la fundición son dos:

- a) Ánodo: contenido de cobre entre 99,6% y 99,7%, este producto es derivado a la Refinación de Ventanas, Región de Valparaíso, y
- b) Ácido sulfúrico para las propias plantas de ENAMI y/o Mantos Verdes cercanos a la fundición, dentro de la región.

La fundición HVL trabaja entre 340 y 344 días al año, y la mantención anual dura entre 20 a 25 días, generalmente la mantención se realiza en julio.

El ácido sulfúrico producido en Chile se destina sobre el 90% al sector minero y el resto va a la producción de celulosa, aprox. 10%.

Plantas de ácido:

1970: Instalación primera planta de ácido.

1993: Entro en operación el Convertidor Teniente alcanzando una captura 45 a 50% de azufre.

1996: Instalación de la segunda planta de ácido. Sin embargo, esta segunda planta fue comprada en segunda mano a la Fundición de Chagres.

La captura de azufre de la Fundición HVL varía entre 88% a 90%, por ejemplo el año 2010 fue de 89,4%. La variación depende de la ley de azufre del concentrado de cobre y el contenido de azufre en los riles de la planta de ácido. Antes se sobreestimada la cantidad de azufre que se fijaba en el RIL, hoy en día esto se ha corregido.

Actualmente, las dos plantas de ácido se encuentran operando con una disponibilidad del 95%. Estas planta son de simple contacto y su puesta en operación es del año 1970. Cabe señalar

que se han realizado cambios de equipos y upgrades de todos los equipos. Las plantas de ácido deben tratar los gases acondicionados y libres de partículas, con temperatura aprox. de 300°C, el gas sale de la chimenea de la planta de ácido a 80°C aprox. En la actualidad se están procesando 364 mil toneladas de concentrado de cobre, con un promedio de captura del 90% de azufre, por lo cual se emite aprox. 12 mil toneladas de azufre que equivalen a 24 mil toneladas de dióxido de azufre (SO₂).

Los gases de cola de las plantas de ácido contienen entre 0,3 a 0,4% de SO₂ no normalizados (3000 a 4000 ppm SO₂). Actualmente, las dos chimeneas de las plantas de ácido poseen analizador de SO₂ antes de salir los gases por la chimenea, después de la torre de absorción. Estas chimeneas poseen una altura entre 20 a 25 metros. La temperatura promedio de salida de los gases es entre 60°C a 80°C.

Actualmente, la Fundición HVL posee cinco chimeneas:

- a) 2 chimeneas de las plantas de ácido
- b) 1 chimenea para el horno de refino
- c) 1 chimenea para el secador de concentrado
- d) 1 chimenea principal

El Ingeniero Cristián Martínez estima que alcanzar sobre un 95% de captura de azufre para las 5 fundiciones estatales alcanzaría un nivel de inversión de 3.000 millones de dólares. Además, el operador de la nave de fusión y conversión de HVL comenta que es necesario al menos reemplazar las actuales plantas de ácido por unas nuevas de doble contacto para disminuir el impacto en la población de Copiapó. Cabe destacar que la fundición hace 10 años atrás estaba aprox. a 10 kilómetros de la población más cercana, pero debido al crecimiento urbano que ha experimentado la ciudad de Copiapó, hoy en día existen conjuntos habitacionales a menos de 1 kilómetro de distancia. El operador piensa que si no se disminuyen las emisiones de SO₂ en esta fundición tendrán que cerrar o relocalizarse. El Sr. Balocchi considera importante establecer no solo un porcentaje de captura: 92%, 95% o 98% sino también una cuota anual de emisión.

Equipos de Control

Actualmente, el secador, el horno de refino y el horno basculante que almacena metal blanco utilizan petróleo N°6 como combustible.

El secador posee un filtro de manga y un depósito donde almacenan concentrado secado en caso que el secador entre en mantención por un cambio de mangas en el filtro.

El horno eléctrico posee un precipitador electrostático (temperatura de gases de salida del horno es mayor a 550°C)

EL convertidor teniente (CT) posee un precipitador electrostático (temperatura de gases de salida del horno mayor a 550°C)

EL convertidor Pierce Smith posee un precipitador electrostático (temperatura de gases de salida del horno mayor a 550°C)

Los gases del CT poseen una concentración de SO₂ entre 20% a 22%.

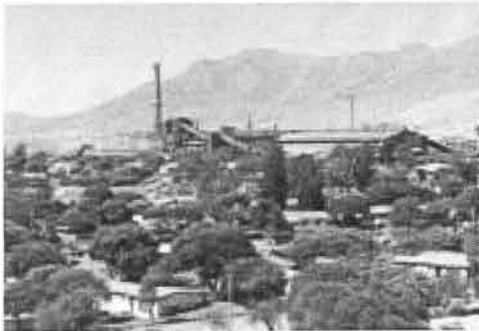
La fundición de ILO en Perú se encuentra tratando el monóxido de carbono (CO) y carbono elemental (hollín) del horno de refino para convertirlo en dióxido de carbono (CO₂) a través de un proceso de post combustión, solo hay que agregar aire y un quemador auxiliar. Este proyecto lo desea replicar la fundición de HVL y se encuentra como proyecto API (Autorización Por Inversión) en COCHILCO. Este proyecto cuesta aprox. 1 millón de dólares.

En el año 1992 comenzó a operar las estaciones de monitoreo de calidad del aire, actualmente poseen 6 estaciones.

Para el balance de arsénico se realizan una serie de muestreos que incluye una buena precisión en su análisis, cabe señalar que la fundición HVL nunca ha tenido un balance negativo.

000035

ENAMI
EMPRESA NACIONAL DE MINERÍA



*Fundación Hernán Videla Lira, Paipote
Visita Delegación Ministerio de Medio
Ambiente*

Informe Resumen

9 de Marzo 2011

1. INTRODUCCIÓN

Fundición Hernán Videla Lira, FHVL, inició sus operaciones industriales a fines del año 1951, y su construcción resultó ser la culminación de un largo debate nacional sobre la necesidad de disponer en el país de una fundición estatal, que apoyara la actividad minera de pequeña y mediana escala. La ubicación de la fundición fue determinada dado el alto desarrollo cuprífero de la zona, la buena disponibilidad de transporte terrestre y marítimo, la existencia de abundante agua, la petición de los organismos productores de la época y por solicitud de la comunidad copiapina en general.

En septiembre de 1991, el gobierno promulga el Decreto Supremo N° 185, que define - entre otras- las normas de calidad del aire por anhídrido sulfuroso y material particulado. En otro aspecto, este Decreto Supremo establece que en aquellas zonas saturadas por alguno de los contaminantes indicados anteriormente, las fuentes fijas de emisión deben presentar un plan de Descontaminación. Este Decreto Supremo en sus artículos transitorios establece que Fundición Hernán Videla Lira debe implementar una Red de Monitoreo de la Calidad del Aire en los alrededores de la faena, la cual se habilitó a mediados de 1992.

A mediados de los noventa, se inicia el plan de modernización y descontaminación de la Fundición Paipote, plan que registra la más alta inversión realizada en esta fundición, bordeando los cien millones de dólares de la época, y que ha permitido resolver los grandes problemas de emisiones anhídrido sulfuroso que generaba el proceso anterior y que perjudicaba al medio ambiente del valle de Copiapó.

Este Plan de Modernización y Descontaminación, contempló básicamente la eliminación de la fusión en horno reverbero, principal generador de gases contaminantes, para realizarla totalmente en el Convertidor Teniente (CT), operando con inyección de concentrado seco y aire enriquecido con oxígeno; y procesando los gases generados en la operación de fusión/conversión en plantas de ácido, para lo cual se consideraron nuevos sistemas de enfriamiento y limpieza de los gases, así como una segunda planta de ácido -adicional a la pre-existente-, con lo cual se hacía posible procesar la totalidad de los gases sulfurosos captados en la campana del CT y convertidores tradicionales (CPS's). Para el tratamiento de las escorias de fusión/conversión, se consideró la instalación de un Horno Eléctrico.

El inicio de las obras se realizó a mediados de 1995 con el desmontaje y traslado de la Planta de Acido desde la Fundición de Chagres. El proyecto culminó durante el segundo semestre del año 2001, con la puesta en marcha de horno eléctrico de limpieza de escorias finales.

Durante los años posteriores la gestión de la fundición ha estado centrada en consolidar la operación de la fundición e implantar mejoras tecnológicas que le permitan optimizar su competitividad en el mercado de las fundiciones de cobre.

2. PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y DESCONTAMINACIÓN

El proyecto incorporó plenamente el uso de la Tecnología Teniente para la fusión de concentrados; esto es, uso de un Convertidor Teniente autónomo con aire enriquecido en oxígeno (38%) e inyección de concentrado seco por toberas. Los gases provenientes de los procesos de fusión y conversión son tratados en su totalidad en plantas de ácido sulfúrico, asegurando una captación de alrededor del 90% del azufre ingresado al proceso. Para el secado de concentrado se instaló un horno de secado rotatorio y un sistema de transporte neumático de concentrado seco. El oxígeno para el enriquecimiento del aire, es suministrado por una planta de 300 ton/día de capacidad. Para la limpieza de escoria se instaló un horno eléctrico. El objetivo principal de este equipo es aumentar la recuperación de cobre en las escorias, bajando a menos de un 1% el contenido de cobre en las escorias de descarte. La etapa de conversión de metal blanco se lleva a cabo en un único convertidor Peirce Smith, una segunda unidad permanece frío stand-by.

El mayor consumo de energía eléctrica implicó el requerimiento de construir una nueva subestación eléctrica. La inversión asociada al proyecto fue de alrededor de US\$ 100 millones, que se desglosan de la siguiente manera.

AREA	kUS\$
Ingeniería y Administración	6,5
Planta de Acido N° 2	22,5
Manejo de Gases	16,2
Planta de Oxígeno	14,5
Secado e Inyección de Concentrado	11,7
Electricidad, Instrumentación y Otros	8,7
Tratamiento de Escorias	19,4
TOTAL PROYECTO	99,5

Las capacidades de la fundición actualmente son:

Fusión de concentrados y precipitados:	340.000 - 360.000 ton/año.
Producción de ánodos de cobre:	90.000 - 97.000 ton/año.
Producción de ácido sulfúrico:	270.000 - 290.000 ton/año.

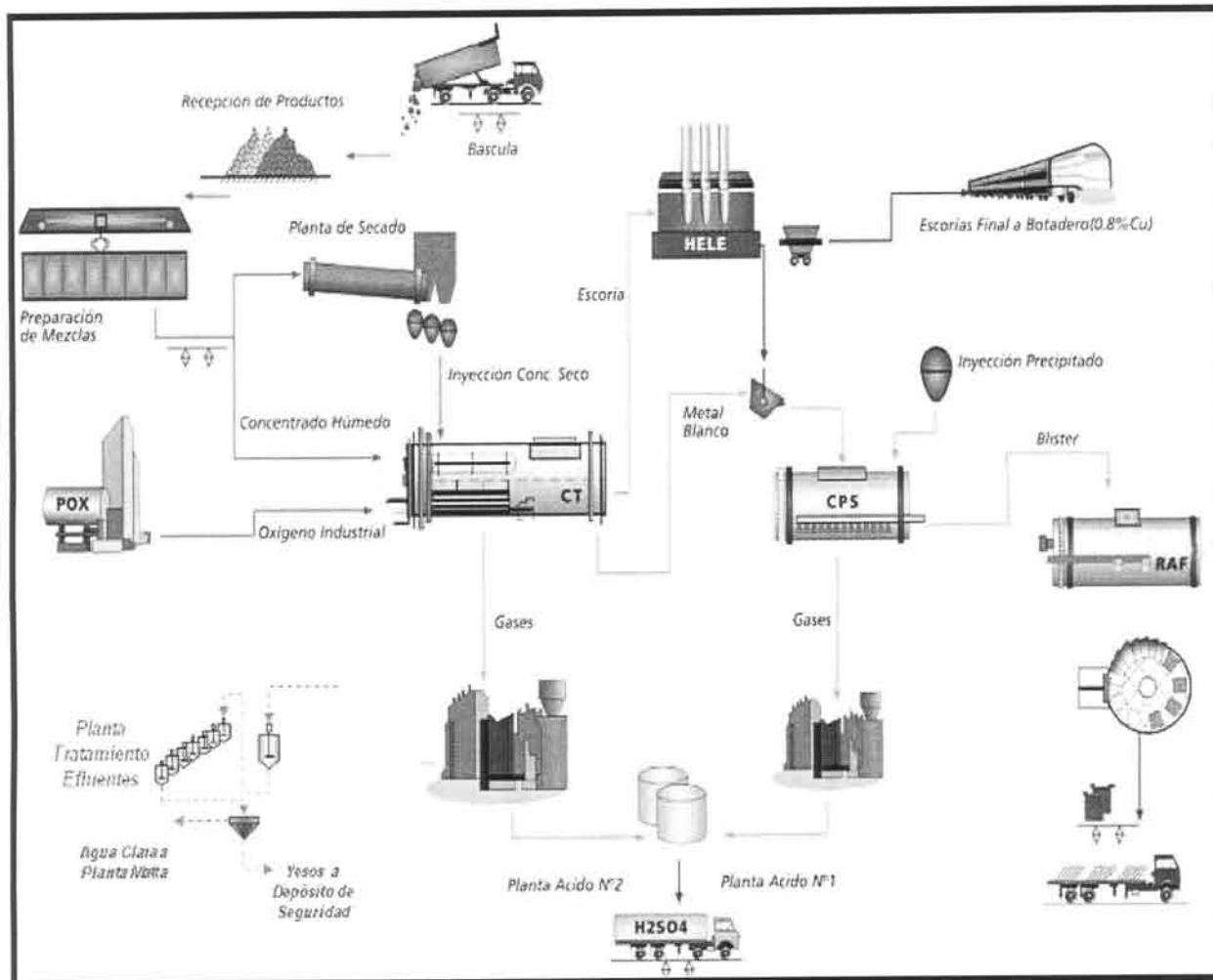


Fig. N° 1. Diagrama del Proceso Productivo de la Fundición.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO.

El proceso productivo de la Fundición Paipote está constituido por las siguientes etapas:

- Recepción de Productos Mineros.
- Preparación de Mezclas.
- Secado e Inyección de Concentrados.
- Fusión-Conversion en Convertidor Teniente.
- Conversión de metal blanco.
- Limpieza de Escorias en Horno Eléctrico.
- Tratamiento de gases en Plantas de Acido.
- Refino a fuego y moldeo de ánodos.

3.1 Recepción de Productos Mineros

Los productos mineros que ingresan a la Fundición Paipote provienen de una gran variedad de proveedores de la pequeña, mediana y minería Independiente; distribuyéndose porcentualmente en 9%, 49% y 42% respectivamente. Los productos recepcionados corresponden principalmente a concentrados de cobre, además de concentrados de oro y plata, precipitados de cobre y minerales de fundición directa de cobre, plata y oro.

Los productos son recibidos en camiones, los cuales son pesados en una de tres básculas comerciales, obteniéndose, de esta forma, el peso bruto. Los camiones descargan directamente sobre canchas de concreto, lugar en que se procede al muestreo en piso. Personal del área de Control de Calidad, realiza esta operación en forma manual, siguiendo los procedimientos estandarizados de acuerdo a normas ENAMI. Se toma una muestra para control de humedad del camión (recargo) y para conformar un compósito correspondiente al lote. Los lotes pueden estar constituidos por uno o más camiones (recargos) con un peso máximo total de 500 toneladas húmedas.

Los camiones vacíos son nuevamente pesados, el sistema de control de pesos emite boleta con el peso neto húmedo, calculado como la diferencia entre los dos pesajes. Esta boleta contiene además la identificación del proveedor, el número de lote y el conjunto de destino correspondiente. Adicionalmente, toda esta información queda registrada en sistema computacional.

3.2 Preparación de Mezclas

Dada la gran variedad mineralógica de los productos procesados en la fundición, se tiene la necesidad de conformar mezclas, con la finalidad de compensar las diferencias existentes entre estos productos, de tal forma de mantener una condición estable para los distintos procesos de la fundición.

Los distintos productos son previamente clasificados de acuerdo a sus características químicas y mineralógicas históricas, de tal forma que aquéllos con características similares conforman “conjuntos”, los cuales son almacenados en una tolva o cancha. Los conjuntos pueden estar constituidos por un número variable de lotes, con un peso total entre 20 y 5.000 toneladas, en función de la capacidad de la tolva o cancha de almacenamiento.

Se preparan tres tipos de mezclas:

- Mezclas para Planta de Secado e Inyección a CT.
Son preparadas en la Nave de Camadas mediante una grúa tipo “almeja”, la cual tiene incorporado un pesómetro.
- Mezcla de Concentrado húmedo para CT.
Son preparadas en la Nave RAM mediante grúa tipo “almeja” y se conforman de minerales de fundición directa y concentrado húmedo.

- Mezcla para Inyección en CPS.

Son preparadas en canchas mediante cargador frontal y corresponden a una mezcla de precipitados de cobre y concentrados de alta ley (más de 50% de cobre).

3.3 Secado e Inyección de Concentrados

Las mezclas preparadas con una humedad entre 7 y 10% son alimentadas a un secador rotatorio con capacidad de 60 toneladas húmedas por hora. El secador es alimentado por gases de la combustión de petróleo, los cuales extraen la humedad en forma de vapor. Se obtiene, finalmente, una mezcla de concentrado seco con una humedad de aproximadamente 0,2 %.

El concentrado seco es transportado en forma neumática hacia una tolva de 400 toneladas de capacidad, mediante un conjunto de tres vasos presurizados. Desde esta tolva el concentrado seco es inyectado al Convertidor Teniente por otro conjunto similar de vasos presurizados.

3.4 Fusión-Conversión en Convertidor Teniente (CT)

La fundición cuenta con 1 Convertidor Teniente de 16 metros de largo y 3,9 metros de diámetro, el cual es la principal unidad de procesamiento, fundiendo de 900 a 1.100 toneladas por día de concentrado (concentrado húmedo y seco).

El CT también funde entre 80 y 120 toneladas por día de circulante y polvo de fundición. El concentrado seco es alimentado por 2 toberas de inyección ubicadas en la línea de toberas de soplado, en tanto que el concentrado húmedo, el circulante y el fundente son alimentados por un inyector de carga ubicado en la parte superior de la culata de metal blanco.

Como resultado de los procesos de fusión-conversión se obtienen tres productos: Metal Blanco, escoria CT y gases. El metal blanco con leyes de cobre entre 72 y 75% es transportado en ollas mediante grúas puente hacia el CPS en operación. La escoria, que contiene principalmente hierro y sílice, es transportada en ollas mediante grúas puente hacia el horno de tratamiento de escoria y el gas es enviado a través de un sistema de manejo de gases hacia las plantas de Ácido Sulfúrico.

3.5 Conversión de Metal Blanco

La fundición cuenta con 2 Convertidores Peirce Smith (CPS) de 7,2 metros de largo y 3 metros de diámetro. El esquema de operación consiste de 1 CPS caliente en operación, en tanto que el otro CPS se encuentra en mantención o stand-by frío.

El CPS en operación procesa el metal blanco de CT y Horno Eléctrico, fundiendo del orden de 150 toneladas por día de circulantes de fundición y de refinado a fuego. La mezcla de CPS es alimentada mediante 2 toberas de inyección ubicadas en la línea de toberas de soplado, totalizando entre 20 y 40 toneladas por día.

La operación de conversión es batch, realizándose entre 10 y 12 ciclos de conversión por día. Como producto del proceso se obtiene cobre blister, escoria sobre oxidada ("mazamorra") y gases.

3.6 Limpieza de Escorias en Horno Eléctrico

La escoria producida en el CT con ley de 5 a 10% de cobre es alimentada al horno eléctrico de limpieza de escoria (HELE), de 10 metros de diámetro. Este horno puede operar con una potencia máxima de 10 MW, utilizando 3 electrodos Soderberg, aunque habitualmente trabaja con una potencia de 4,5 a 5 MW, permitiendo la fusión de entre 100 y 150 toneladas por día de circulantes de fundición.

El horno produce entre 600 y 700 toneladas por día de escoria final, con una ley de cobre de aproximadamente 0,8%, la cual es transportada en ollas sobre carros de ferrocarril mediante locomotora hacia el escorial. El Metal Blanco producido es transportado hacia CPS o CT de acuerdo a las condiciones operacionales.

3.7 Tratamiento de gases en Plantas de Acido

La fundición cuenta con 2 Plantas de Acido. La planta de Acido N° 1 con capacidad de tratamiento de 50.000 Nm³/hora, procesa principalmente los gases del CPS en operación. La planta de Acido N° 2 con capacidad de tratamiento de 80.000 Nm³/hora, procesa principalmente los gases del Convertidor Teniente. En caso de tener sólo un equipo soplando, es factible compartir gases hacia las dos plantas. Todos los polvos recuperados en los sistemas de enfriamiento y limpieza de gases son recirculados para su procesamiento en el CT.

En conjunto las plantas producen alrededor de 750 - 800 toneladas por día de ácido sulfúrico con una pureza del 98%. El ácido es cargado en camiones, los cuales son pesados en báscula comercial.

Una parte de los efluentes líquidos generados en ambas plantas son conducidos hacia la Planta de tratamiento de Efluentes, en la cual éstos son neutralizados con cal y posteriormente filtrados para obtener un yeso con aproximadamente un 40% de humedad. Este yeso es transportado mediante una correa transportadora hacia el depósito de seguridad. Los riles son almacenados en unidades automatizadas para la medición de los flujos y toma de muestras, posteriormente son enviados a la planta Manuel Antonio Matta.

3.8 Refino a fuego y moldeo de ánodos

La etapa final del proceso consiste en el refino a fuego del cobre blister que se realiza en 1 horno tipo basculante de 9 metros de largo por 4 metros de diámetro.

El proceso es batch y consta de 3 etapas; la primera etapa de oxidación consiste en la formación de escoria para eliminación de impurezas, esta escoria posteriormente es evacuada hacia pozo de enfriamiento. La segunda etapa de reducción permite la obtención de cobre con calidad anódica. La tercera etapa consiste en el moldeo, para ello el cobre es alimentado a una rueda de 16 moldes con capacidad nominal de 40

toneladas por hora. La duración total del proceso es de 10 a 12 horas, por lo que se realizan 2 cargas u hornadas por día.

Los ánodos son inspeccionados para verificar dimensiones y calidad física. Los ánodos aprobados son pesados en paquetes de 10 unidades en báscula de despacho. La producción de ánodos es de 280 a 300 toneladas por día, los que son cargados sobre camiones y trasladados hacia la refinería electrolítica de Codelco Ventanas.

3.9 Características especiales de la Fundición Hernán Videla Lira

La Fundición Hernán Videla Lira es la única fundición en Chile que trabaja con sólo un CPS caliente y también la única que emplea aire enriquecido con oxígeno (hasta 29%) para el soplado de los CPS. Por otra parte y de acuerdo a nuestra tecnología; CT-CPS-Plantas de Ácido de Simple Contacto sumado esto a nuestros controles internos, alcanzamos niveles de captación de Azufre (S) entre 88 - 90 %. De acuerdo a datos estadísticos 2010 se emitieron 10.680 toneladas de azufre.

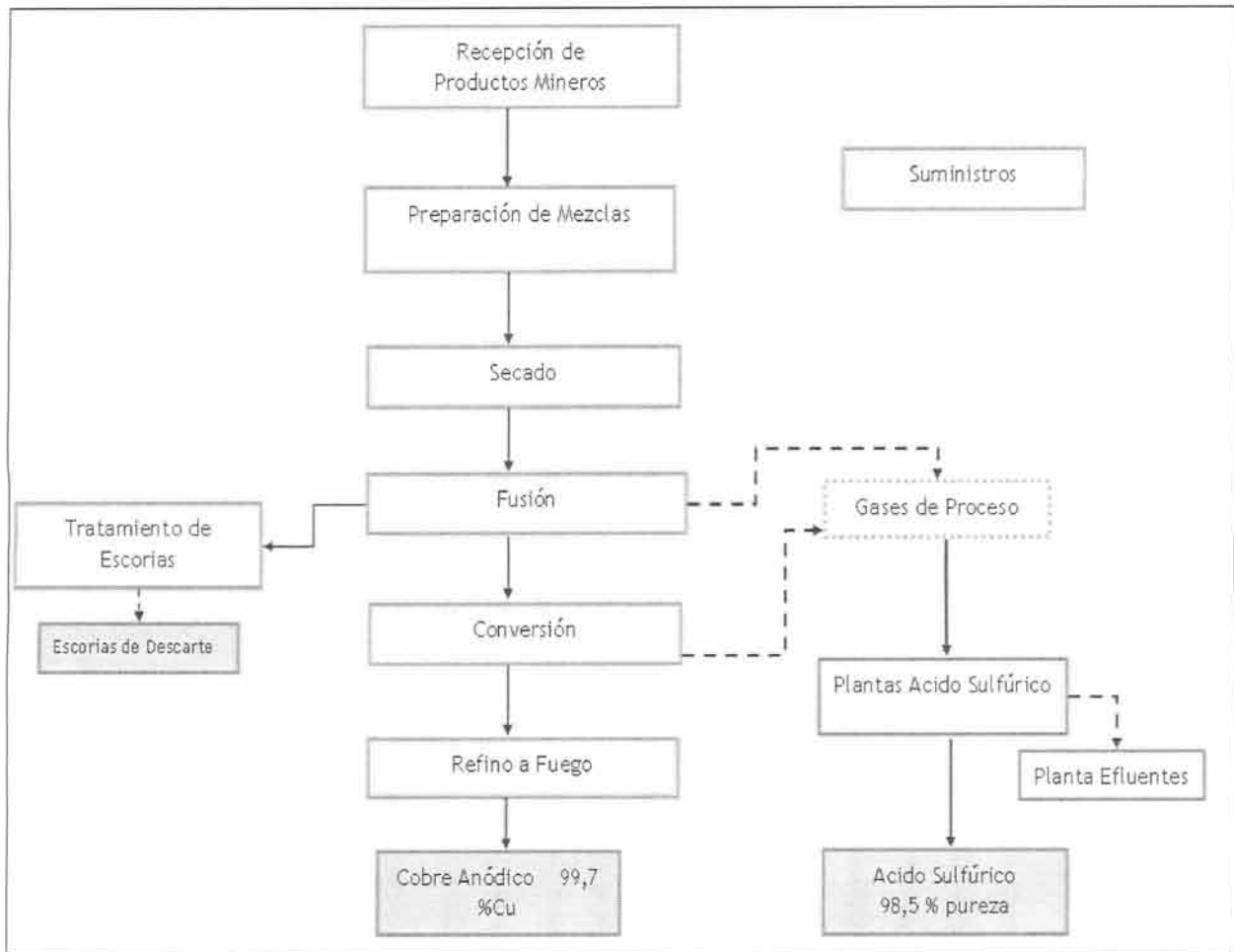


Fig. 2 Diagrama de los Procesos FHVL

3.10 Equipos de Control Utilizados por la Fundición

FHVL emplea desde el año 1997, con un Sistema de Control Distribuido (DCS) Bailey Infi-90, cuyo objetivo es el control instrumental-lógico de los diferentes procesos que componen la operación de la Fundición. Este sistema es el encargado de registrar, controlar, almacenar y entregar la información de las diferentes variables y controles que permiten en gran parte del proceso la automatización de la operación.

Por otra parte, FHVL dispone de cinco chimeneas (operativas) de gases de salida, incluida la antigua chimenea, además de una chimenea auxiliar que se encuentra fuera de servicio, siendo utilizada solo en ocasiones de mantención en el sistema de manejo de gases del horno eléctrico. A continuación se reseñan la utilización de cada una de las chimeneas en operación:

- Horno de Tratamiento de Escorias: Utiliza la antigua chimenea por donde son evacuados los gases generados en este proceso, previo tratamiento de limpieza, además cuenta con un opacímetro con lectura en la sala de control centralizado para la toma de decisiones del operador.
- Planta de Secado de Concentrados: Evacua los gases de combustión del horno de secado y el agua evaporada desde los concentrados. No tiene instrumentos de medición.
- Horno de Refino: Evacua los gases de combustión y refino de este horno. Actualmente, este equipo se encuentra en un proceso de modernización en lo concerniente al tratamiento de los gases generados en su etapa de reducción. Exactamente se encuentra en la fase de puesta en marcha del sistema de control de combustible para dicha etapa, esto con el fin de atenuar y luego de instalar un equipo postcombustionador, reducir los humos negros generados durante este proceso.
- Plantas de ácido: Cada planta de ácido tiene su chimenea que evacua los gases de fundición que han sido previamente tratados (limpieza y acondicionamiento), y de los cuales se recupera el anhídrido sulfuroso para la obtención de ácido sulfúrico. Cada chimenea tiene un analizador continuo de anhídrido sulfuroso cuya información se registra en las pantallas de control de procesos.

4. ORIGEN DE LOS CONCENTRADOS.

Los concentrados que trata la Fundación Hernán Videla Lira provienen en su mayor parte de la Región de Atacama. Estos concentrados se caracterizan por tener un bajo contenido de impurezas y ser en su mayor parte de tipo calcopiríticos, con contenidos de cobre entre 23 y 30% y azufre en el rango de 25 a 35%.

Los concentrados de los principales proveedores son bastante estables, por lo que no se espera variaciones relevantes en el futuro cercano.

En la tabla N° 1, se muestra los principales proveedores durante el año 2010.

ABASTECIMIENTO PROVEEDORES

	AÑO 2010	
	ton	% Cu
SAN ANDRES	4.770	21,4
PLANTA MATTA	41.241	29,4
SAN ESTEBAN	6.377	11,5
MIN. INDEP. (OJOS DEL SALADO)	93.552	29,4
ATACAMA KOZAN	23.088	28,2
CAROLA	58.841	24,5
PUNTA DEL COBRE	37.770	28,4
PTA. MORENO COBRE	3.662	30,0
LAS CENIZAS	18.866	33,3
CORMIN (MEZCLA)	25.085	26,7
TROPEZON	1.314	25,3
VARIOS	12.229	21,4
CONCENTRADOS COBRE	326.796	27,6
VARIOS	814	70,0
PRECIPITADOS COBRE	814	70,0
CONCENTRADOS ORO+PLATA	2.162	3,6
MINERALES F.D.	5.103	15,4
TOTAL ABASTECIMIENTO	334.875	27,3

Tabla N° 1. Principales Proveedores durante el año 2010

5. MONITOREO AMBIENTAL.

Fundición HVL, para su monitoreo ambiental y control operacional cuenta y mantiene en operación desde el año 1992, una red de monitoreo ambiental de calidad del aire, para Anhídrido Sulfuroso y Material Particulado Respirable (PM-10), tal como lo establece la Normativa Ambiental. Además de un servicio de meteorólogos encargados de analizar las diferentes variables atmosféricas, empleando para esto diferentes fuentes de información; resultando de esto, predicciones de dispersión de contaminantes que permiten tomar las medidas necesarias operacionalmente hablando para prevenir acontecimientos ambientales que pudiesen alterar el entorno o a los habitantes de nuestros alrededores.

Esta red de monitoreo, consta de 6 estaciones (5 en línea y una estacionaria) ubicadas en los alrededores de Copiapó, las que junto con medir variables meteorológicas, como Velocidad y dirección del viento, índice de estabilidad, registran minuto a minuto las concentraciones de Anhídrido sulfuroso. Junto a ellas se encuentra una sexta estación llamada Estación Principal, que registra viento en dirección e intensidad, temperatura, presión, humedad relativa, precipitación y radiación solar, ubicada al Oeste de la Fundición. Debe recordarse que el monitoreo continuo en cuanto a SO₂, informa concentraciones en tiempo real y en línea tanto a la fundición como a los servicios fiscalizadores. En cuanto a PM-10, los contenidos son informados mensualmente.

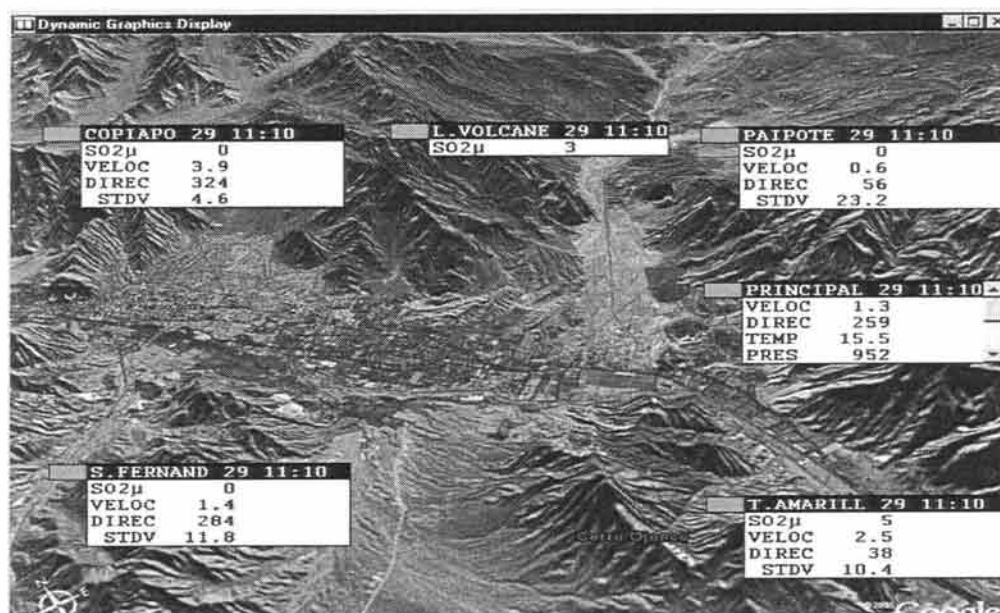


Fig. 3 Ubicación de las Estaciones de Monitoreo FHVL

5.1 DATOS DE LAS ESTACIÓN DE MONITOREO:

5.1.1 Nombre: Estación Principal
 Dirección: Interior Fundición FHVL.
 Comuna: Copiapó
 Provincia: Copiapó
 Región: III Región de Atacama
 Red: Red de Monitoreo Ambiental Fundición Hernán Videla Lira
 Coordenadas: Lat. 27° 25'3.11"S; Lon. 70° 15'49.85"O.
 Inicio de Medición: Octubre 1992
 Tipo de Estación: Industrial
 Origen: Plan de Descontaminación

Tabla de Parámetros de Medición:

- Velocidad de viento	<input checked="" type="checkbox"/>	Unidad de medida	m/s
- Dirección de viento	<input checked="" type="checkbox"/>	Unidad de medida	grados
- Temperatura	<input checked="" type="checkbox"/>	Unidad de medida	Celsius (°C)
- Humedad relativa	<input checked="" type="checkbox"/>	Unidad de medida	Por ciento %
- Radiación Solar	<input checked="" type="checkbox"/>	Unidad de medida	Calorías /cm ²
- Presión atmosférica	<input checked="" type="checkbox"/>	Unidad de medida	mbar
- Precipitación	<input checked="" type="checkbox"/>	Unidad de medida	milímetros mm

5.1.2 Nombre: Estación Copiapó
 Dirección: Chacabuco Esquina Portales, Al Interior Club Copiapó.
 Comuna: Copiapó
 Provincia: Copiapó
 Región: III Región de Atacama
 Red: Red de Monitoreo Ambiental FHVL
 Coordenadas: Lat. 27° 21'47.16"S; Lon. 70° 19'45.51"O
 Inicio de Medición: Octubre-1992.

Tipo de Estación: Urbana
 Origen: Plan de Descontaminación

Tabla de Parámetros de Medición:

- PM-10 Resolución N° 545 Clasifica la Estación con representatividad poblacional. Unidad de medida $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$
 - SO₂ Resolución N° 1729 Clasifica la Estación de Monitoreo con representatividad poblacional, para gas de dióxido de azufre (EMRPG) a las 6 estaciones de monitoreo de la Fundición. Unidad de medida $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ Equipo THERMO

- Velocidad de viento
 - Dirección de viento

5.1.3 Nombre: Estación Paipote
 Dirección: Al Interior del Retén de Carabineros, Población Paipote.
 Comuna: Copiapó
 Provincia: Copiapó
 Región: III Región de Atacama
 Red: Red de Monitoreo Ambiental FHVL
 Coordenadas: Lat. 27° 24'49.00"S; Lon. 70° 16'17.08"O
 Inicio de Medición: Octubre 1992
 Tipo de Estación: Urbana
 Origen: Plan de Descontaminación

Tabla de Parámetros de Medición:

- PM-10 Unidad de medida $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$
 - SO2 Resolución N° 1729 Clasifica la Estación de Monitoreo con representatividad poblacional, para gas de dióxido de azufre (EMRPG) a las 6 estaciones de monitoreo de la Fundición, Equipo THERMO.

- Velocidad de viento
 - Dirección de viento

5.1.4 Nombre: Estación San Fernando
 Dirección: Callejón Pedro León Gallo. Al Interior escuela San Lorenzo
 Comuna: Copiapó
 Provincia: Copiapó
 Región: III Región de Atacama
 Red: Red de Monitoreo Ambiental FHVL
 Coordenadas: Lat. 27° 23'46.77"S; Lon. 70° 18'4.50"O
 Inicio de Medición: Octubre 1992
 Tipo de Estación: Urbana
 Origen: Plan de Descontaminación

Tabla de Parámetros de Medición:

- PM-10 Resolución N° 545 Clasifica la Estación con representatividad poblacional.
 - SO2 Resolución N° 1729 Clasifica la Estación de Monitoreo con representatividad poblacional, para gas de dióxido de azufre (EMRPG) a las 6 estaciones de monitoreo de la Fundición. Equipo THERMO

- Velocidad de viento
 - Dirección de viento

5.1.5 Nombre: Estación Tierra Amarilla
Dirección: Pasaje Alejandro Provot S/N.
Comuna: Tierra Amarilla
Provincia: Copiapó
Región: III Región de Atacama
Red: Red de Monitoreo Ambiental FHVL
Coordenadas: Lat. 27° 28'32.38"S; Lon. 70° 15'57.12"O
Inicio de Medición: Octubre 1992
Tipo de Estación: Urbana
Origen: Plan de Descontaminación

Tabla de Parámetros de Medición:

- PM-10 Resolución N° 545 Clasifica la Estación con representatividad poblacional.
 - SO2 Resolución N° 1729 Clasifica la Estación de Monitoreo con representatividad poblacional, para gas de dióxido de azufre (EMRPG) a las 6 estaciones de monitoreo de la Fundición. Equipo THERMO

- Velocidad de viento
 - Dirección de viento

5.1.6 Nombre: Estación Los Volcanes
Dirección: Calle Corcovado esq. Avda Los Loros. Al Interior Capilla Resurrección del Señor.
Comuna: Copiapó
Provincia: Copiapó
Región: III Región de Atacama
Red: Red de Monitoreo Ambiental FHVL
Coordenadas: Lat. 27° 22'23.98"S; Lon. 70° 18'22.48"O
Inicio de Medición: Octubre-1996
Tipo de Estación: Urbana
Origen: Plan de Descontaminación

Tabla de Parámetros de Medición:

- SO2 Resolución N° 1729 Clasifica la Estación de Monitoreo con representatividad poblacional, para gas de dióxido de azufre (EMRPG) a las 6 estaciones de monitoreo de la Fundición. Equipo DASIBI

5.1.7 Nombre: Estación Pabellón
Dirección: Interior Empresa Amigos del Norte en antiguo camping Pabellón.
Comuna: Tierra Amarilla
Provincia: Copiapó

Región: III Región de Atacama
 Red: Red de Monitoreo Ambiental FHVL
 Coordenadas: Lat. 27° 39'27.40"S; Lon. 70° 14'7.11"O
 Inicio de Medición: Octubre-1992
 Tipo de Estación: Urbana
 Origen: Plan de Descontaminación

Tabla de Parámetros de Medición:

- SO2 Resolución N° 1729 Clasifica la Estación de Monitoreo con representatividad poblacional, para gas de dióxido de azufre (EMRPG) a las 6 estaciones de monitoreo de la Fundición. Equipo DASIBI

6. NEGOCIO FUNDICIÓN HVL.

Como es de conocimiento nacional, ENAMI, tiene por objeto fomentar el desarrollo de la minería de pequeña y mediana escala (PYMMI), brindando los servicios requeridos para acceder al mercado de metales refinados, en condiciones de competitividad. Para esto, se emplean mecanismos que permiten corregir las fallas propias de los mercados financieros que pudiesen afectar de gran manera a este tipo de minería, además de la asistencia técnica a través de instrumentos eficaces que por la vía de operaciones de procesamiento metalúrgico y actividades comerciales, permite alcanzar economías de escala e introducir los avances tecnológicos necesarios para asegurar el acceso competitivo de las PYMMI a los mercados globalizados, con respeto al medio ambiente, a las comunidades en que se localizan sus actividades y buscando el desarrollo permanente de todos sus trabajadores.

La Producción comienza con el beneficio de minerales, que tiene por objeto agregar valor a la producción del sector de pequeña minería, transformando minerales sulfurados y oxidados en **productos de fundición**, concentrados y precipitados, de 28% y 78% de ley, respectivamente, o en productos que se utilizan como insumos en el proceso de electro obtención en las Planta SX-EW. Esta transformación se realiza en plantas propias o en plantas de terceros, buscando minimizar el costo de transporte

En este ámbito, FHVL de capital estatal constituye el mayor poder comprador de concentrados y minerales de fundición directa que generan los pequeños y medianos productores de la Región de Atacama. Fundiendo concentrados provenientes de plantas propias de la empresa o comprados a terceros.

Producto que ENAMI no dispone de yacimientos mineros propios (minas), producto que, la empresa esta conceptualizada en el sentido de fomentar y desarrollar las PYMMI, FHVL basa su negocio en maquilar concentrado de Cobre, es decir, FHVL es una Fundición Maquiladora de concentrado de cobre.

Para un mejor entendimiento de estos conceptos definiremos:

- Fundición Maquiladora: Fundición que realiza la transformación (fusión) de concentrados de otras compañías.

- Fundición Integrada: Fundición que procesa concentrados de complejos industriales Mina-Concentradora del mismo dueño. La fundición no procesa concentrados de otras compañías.

- Fundición Mixta: Fundición cuyo abastecimiento de concentrados proviene tanto de plantas de la misma compañía como de terceros.

De esto surgen una serie de indicadores de los cuales depende el negocio de la maquilación, entre ellos podemos señalar:

- TC: Cobro por Cargo de Tratamiento (Treatment Charge) de 1 tonelada de concentrado (base seca), se expresa en US\$/ton.

- RC: Cobro por Cargo de Refinación (Refining Charge) de 1 libra de cobre fino, se expresa en cUS\$/lb.

- PP: Participación de Precio (Price participation), se establece una participación de precio como un porcentaje del mayor valor de la libra de cobre por sobre un valor establecido. (Actualmente este factor ya no es aplicable).

- Contrato Spot: Venta ocasional de producto. Se aplican términos contractuales en función de la situación vigente de oferta/demanda de concentrados.

- Descuentos Metalúrgicos: Fracción de la ley de cobre, plata y oro que se descuenta de pago por concepto de pérdidas metalúrgicas del proceso de fundición y refinación.

- Precio del Ácido Sulfúrico: Valor de venta una tonelada de este producto en el mercado, se expresa en US\$/ton.

A continuación se grafica la evolución de los principales indicadores (ingresos) que afectan el negocio FHVL en los últimos años.

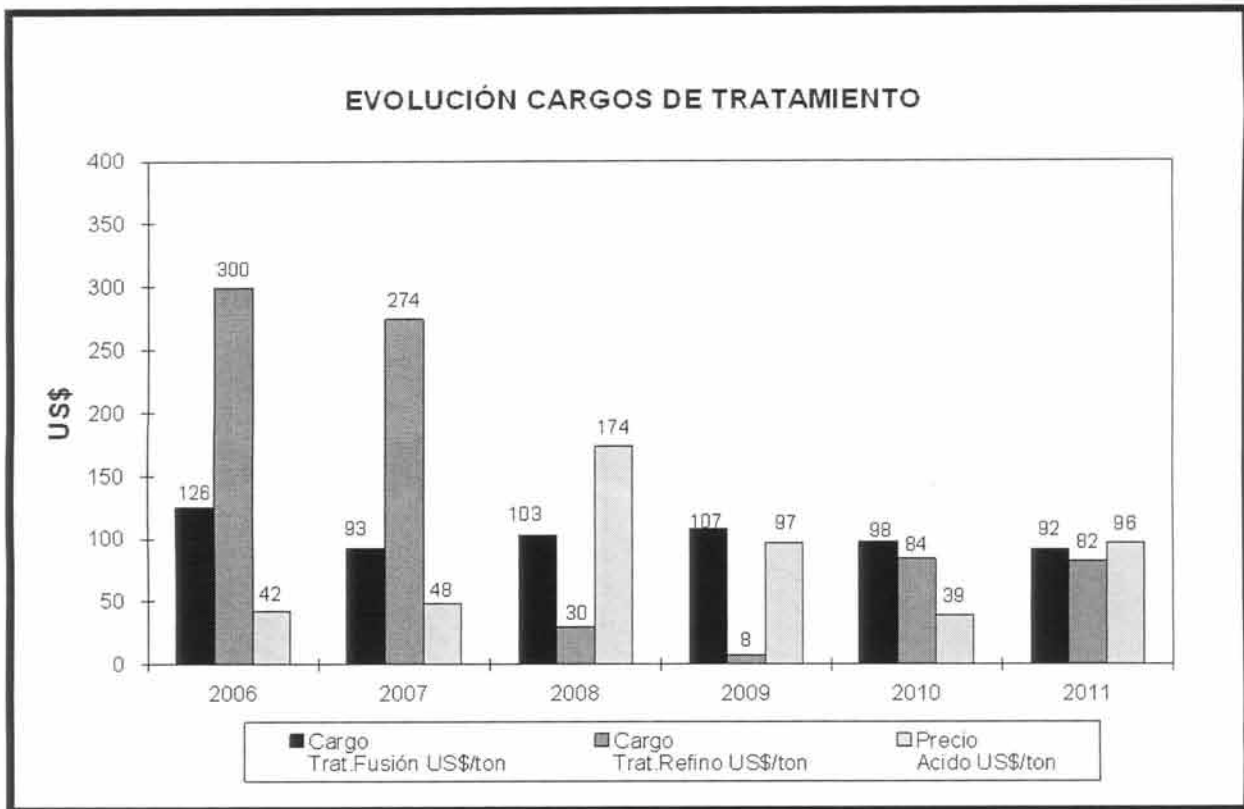


Fig. 4. Evolución Cargos de Tratamiento

7. VISIÓN DE FUTURO DESDE EL PUNTO DE VISTA TECNOLÓGICO.

Respecto de este punto, considerando la relación tecnologías - captación S, debemos indicar que la situación tecnológica actual, que básicamente comprende 1 Convertidor Teniente (con campanas simples) + 2 Convertidores Peirce Smith (con campanas simples) + Horno Basculante + 2 Plantas de Ácido con simple contacto y sin tratamiento de gases de cola, nos permite considerar captaciones del orden máximo de 89 - 90% del total del S ingresado a proceso.

Para establecer una visión del futuro tecnológico de FHVL, considerando incrementos en los niveles de captación de S, se iniciarán estudios que consideren, por una parte manteniendo la tecnología actual, realizar mejoras ya sea en captación y/o tratamiento de gases, y establezcan los niveles de captación de S con los cuales FHVL se podría comprometer: y por otra, consideren mejoras o cambios tecnológicos de mayor alcance, que permitan incrementos sustanciales en las captaciones globales de S.

Estos estudios se realizarán a la brevedad, a nivel de perfil, esperando contar con sus resultados en el corto plazo, de tal manera que se puedan definir las posibles estrategias a seguir.

Minuta: Visita a la Fundición Caletones

Fecha: 17-03-2011	Hora: 9:00 a 18:00	Lugar: Fundición Caletones, Región del Libertador Bernardo O'Higgins
----------------------	-----------------------	---

1. Participantes

Nombre	Institución
Germán Ritche	Fundición Caletones - CODELCO
Claudio Carrasco	Fundición Caletones - CODELCO
Mauricio Vera	Fundición Caletones - CODELCO
Francisco Gonzalez	Fundición Caletones - CODELCO
Fernando Hernández	Fundición Caletones - CODELCO
María Francisca Dominguez	Vicepresidenta de Estudios y Sustentabilidad - CODELCO
Juan Prieto	SEREMI Medio Ambiente - Región del Libertador Bernardo O'Higgins
Rodrigo Benítez	Ministerio del Medio Ambiente
Marcelo Fernández	Ministerio del Medio Ambiente
Carmen Gloria Contreras	Ministerio del Medio Ambiente
Priscilla Ulloa	Ministerio del Medio Ambiente
Adolfo Uribe	Ministerio del Medio Ambiente
Conrado Ravanal	Ministerio del Medio Ambiente

2. Objetivos

Visitar las instalaciones de la fundición de Caletones en el marco del desarrollo de la normativa para las fundiciones de cobre.

3. Temas tratados

- a) Charla introductoria de aspectos de seguridad y de presentación de la empresa.
- b) Revisar las instalaciones de la fundición, desde su proceso de recepción y muestreo del concentrado de cobre hasta el proceso de obtención de ánodo.

4. Notas sobre la visita a Fundición Caletones

Esta fundición inicio sus operaciones el año 1922. Actualmente, la fundición Caletones cuenta con cerca de 690 empleados además de 120 contratistas aprox. La edad promedio de los trabajadores es aprox. 47 años. Sin embargo, cuando se realizan mantenciones, como por ejemplo, la que ocurrirá el 28 de marzo por casi 20 días para reparar hornos y plantas de ácido entrarán 700 personas.

Productos de la fundición Caletones: Hace tres años atrás el producto principal eran los RAF (Refinado a fuego) aprox. 140 mil toneladas anuales; sin embargo, ahora es el producto menos cotizado debido al aumento del precio del cobre las chapas no están utilizando el RAF. Actualmente, se producen aprox. 80 mil toneladas de RAF y 220 mil toneladas de cobre anódico (99.6%Cu). Otro producto es el ácido sulfúrico, el cual es vendido a las mineras del norte de Chile para utilizar en procesos hidrometalúrgicos.

El año 2010, la fundición Caletones proceso 1.380.000 toneladas de concentrado de cobre. La mina "El Teniente" genera aprox. 1.400.000 toneladas de concentrado de cobre de los cuales 100 o 200 mil se venden a otras fundiciones dependiendo si cumple con el estándar de arsénico requerido por esas fundiciones.

Los costos de una fundición son principalmente: energía, mano de obra e insumos. Los costos en energía eléctrica se han triplicado en la última década, el costo de la mano de obra se ha duplicado, el costo en insumos también ha aumentado. También, la productividad de las fundiciones chilenas es tres veces menor comparado con fundiciones japonesas.

Actualmente, existe un proyecto para prolongar la vida de la mina "El Teniente" por 50 años, el monto de inversión aprox. 3.600 millones de dólares, que entrará en operación el año 2018.

Tratamiento y captura de las emisiones al aire

A fines de la década de los 90 comenzó el tratamiento y captura de las emisiones al aire con la instalación de la primera planta de ácido en la fundición Caletones, específicamente:

1998: Se instaló la primera planta de ácido de simple contacto, completamente nueva

2002: Se instaló la segunda planta de ácido de simple contacto, completamente nueva

Las plantas de ácido poseen una eficiencia de conversión de 97,5%, sin embargo las plantas de ácido de doble contacto permitirían alcanzar una eficiencia de conversión de SO_2 a SO_3 de 99%. Según los operadores si la planta de ácido no está disponible, se detiene el proceso de fusión y conversión.

La emisión de SO_2 se ha mantenido prácticamente constante desde el año 2002, en torno a las 120 mil toneladas al año de SO_2 (60 mil toneladas de azufre). La fundición Caletones se ha comprometido con 100 mil toneladas al año (50 mil toneladas de azufre) para el 2014. Por lo tanto, están aumentando la captura de azufre en los convertidores tenientes y en el tren completo de gases, como:

1. Instalar campana a convertidor Pierce Smith N° 4
2. Mejoramiento del sistema de gases de los convertidores tenientes reemplazando campanas (c/r a su geometría), mejorando los sellos y tirajes con una inversión de 70 millones de dólares.

Con estas dos mejoras creen que llegarán a una captura de azufre del 92% al 2015.

También, se constatan algunas fallas operacionales en la captura y tratamiento de las emisiones como:

2005: Fallas de la planta de oxígeno, una línea detenida por tres meses

2009: Falla de la planta de ácido, por lo tanto bajo la captura de SO₂

2010: Falla de la planta de ácido debido al terremoto del 27 Febrero, por lo cual todavía se están realizando arreglos a la estructura de las plantas de ácido.

El año 2010, la fundición Caletones emitió 120 toneladas de arsénico, con un promedio en el contenido de arsénico del concentrado alimentado de 1.700 ppm. El gerente de la fundición Caletones piensa que es factible alcanzar hasta un 95% de captura y tratamiento de SO₂ con la tecnología utilizada en la mayoría de las fundiciones chilenas: convertidor Teniente.

El ácido sulfúrico (H₂SO₄) posee como máximo 1 ppm de arsénico, y también posee trazas de mercurio, que no permiten que este ácido sea usado por la industria de celulosa y papel ni menos de fertilizantes.

Chimeneas de la fundición Caletones:

- Hornos de limpieza de escoria: 4 chimeneas
- Hornos de Refino: 5 chimeneas
- Plantas de ácido: 2 chimeneas
- Una chimenea principal de 150 metros aprox. para casos de emergencia o fallas de planta de ácido
- Otras: como la chimenea del horno reverbero (en desuso)

La fundición Caletones está comenzando a utilizar gas natural para reemplazar el uso de ENAP N°6. Se está pensando en reflotar la escoria para extraer el cobre en vez de utilizar hornos de limpieza de escoria (hornos basculantes) como la fundición Altonorte para así poder aumentar la recuperación de cobre de la fundición Caletones. Esta fundición ha analizado la posibilidad de reemplazar las plantas de ácido de simple contacto por plantas de ácido de doble contacto. Los polvos de fundición Caletones van a tratamiento de lixiviación para extraer el cobre y después disponer ese sólido.