



Corporación Nacional del Cobre de Chile
División Chuquicamata
11 norte N° 1291, Villa Exótica
Calama
II Región, Chile
www.codelco.com

SPAS-POX-006/2020

NOTA INTERNA

Chuquicamata, 16 de enero de 2020

A : DIRECTOR MEDIO AMBIENTE Y TERRITORIO
DE : INGENIERA JEFA SENIOR GERENCIA FUNDICION
REF : ENVIA INFORMACION DS 28/2013

Adjunto información para elaboración de respuesta, de acuerdo a exigencia Decreto Supremo N° 28/2013, para el mes de diciembre 2019.

Atentamente,

DANIELA HOMPER NAVARRETE



yef

cc: Archivo



D.S. 28/2013 NORMA DE EMISIÓN PARA FUNDICIONES DE COBRE Y FUENTES EMISORAS DE ARSÉNICO

Informe Mensual Diciembre 2019

Enero 2020

	Nombre	Cargo	Fecha	Revisión
Elaborado por	Lorena Ortiz A.	Ingeniero B	15-01-2020	A
Revisado por	Angela Aguilera T.	Ingeniero A	15-01-2020	B
Aprobado por	Daniela Homper N.	Ingeniera Senior Gerencia Fundición- Chuquicamata	16-01-2020	0

INDICE CONTENIDOS

A)	RESUMEN EJECUTIVO	4
B)	INTRODUCCION	5
I.	IDENTIFICACIÓN GENERAL DEL TITULAR:	5
II.	INFORMACIÓN GENERAL DE LA FUENTE EMISORA:	6
C)	OBJETIVOS	8
D)	MATERIALES Y METODOS	9
I.	IDENTIFICACIÓN DE LOS MÉTODOS DE MEDICIÓN UTILIZADOS	9
	METODOLOGÍA DE MEDICIÓN DE MATERIAL PARTICULADO	9
	METODOLOGÍA DE MEDICIÓN DE METALES PESADOS HG Y AS	10
	SISTEMA MONITOREO CONTINÚO DE EMISIONES (CEMS) DE SO ₂	10
	METODOLOGÍA DE MEDICIÓN DE EMISIONES DE AS Y S	16
II.	ENTIDADES Y/O EQUIPOS DE TRABAJO RESPONSABLES DE LAS ACTIVIDADES DE MUESTREO MEDICIÓN Y/O ANÁLISIS	22
E)	RESULTADOS Y DISCUSION	23
F)	CONCLUSIONES	30
G)	REFERENCIAS	35
H)	ANEXOS	36

INDICE TABLAS

Tabla b-1:Descripción de Equipos e Instalaciones	8
Tabla d-1: Principales equipos utilizados para medición y análisis de MP	9
Tabla d-2: Principales equipos utilizados para medición y análisis de As y Hg	10
Tabla d-3: Síntesis de los componentes del CEMS	11
Tabla d-4: Pruebas CEMS.....	11
Tabla d-5: Tipos de Mantenciones a los CEMS.....	12
Tabla d-6: Equipamiento del CEMS para PAS 3	14
Tabla d-7: Equipamiento del CEMS para PAS 4.....	15
Tabla d-8: Flujos de Entrada, Intermedio y Salida para el Balance de Arsénico y Azufre	18
Tabla d-9: Descripción de Análisis Químico en Flujos de Entrada.....	20
Tabla d-10: Descripción de Análisis Químico en Flujos de Salida.....	21
Tabla d-11: Descripción de Análisis Químicos en Flujos Intermedios	21
Tabla e-1: MP emitido en Secador diciembre 2019	23
Tabla e-2: Hg emitido en PAS diciembre 2019	24
Tabla e-3: Indicadores de Desempeño Ambiental	25
Tabla e-4: Composición Química del Concentrado	26
Tabla e-5: Horas Acumuladas Mes Diciembre PAS 3.....	27
Tabla e-6: Horas Acumuladas Mes Diciembre PAS 4.....	28
Tabla f-1: Cumplimiento Art.4 del D.S 28.....	30

INDICE ILUSTRACIONES

Ilustración b-1: Ubicación de la fuente emisora	6
Ilustración b-2: Diagrama de Flujo Gerencia de Fundición	7
Ilustración d-1: Modelo 3D con ubicación de CEMS en PAS 3	13
Ilustración d-2: Modelo 3D con ubicación de CEMS en PAS 4	13
Ilustración d-3: Diagrama de Ubicación del CEMS(SO ₂)	14
Ilustración d-4: Diagrama de Procesos Fundición Chuquicamata	16
Ilustración d-5: Diagrama de puntos de medición y muestreo	20
Ilustración e-1: Horas de Funcionamiento Año 2019 Planta de Ácido Sulfúrico 3.....	27
Ilustración e-2 : Horas de Funcionamiento Año 2019 Planta de Ácido Sulfúrico 4.....	28
Ilustración f-1: Distribución de Horas Mes PAS 3.....	31
Ilustración f-2: Distribución de Horas Mes PAS 4.....	32
Ilustración f-3: Distribución de Horas Año 2019 PAS 3	33
Ilustración f-4: Distribución de Horas año 2019 PAS 4.....	33

A) RESUMEN EJECUTIVO

El propósito del presente informe es dar cumplimiento al Art 16, del D.S 28 “Sobre los informes y sus plazos”, que señala la necesidad de reportar de manera mensual el cumplimiento de los requisitos presentes en el Titulo II del D.S 28/2013.

A continuación, se presenta un resumen con los principales resultados del Art 3, Art 4, Art 6 y Art 14 del mes de diciembre:

- Respecto al Art 3 “**Límites de Emisión Anual para Fundiciones Existentes**”, se reportan las siguientes emisiones: 10,0 tmf (As) y 268,9 tmf (S), resultando un valor acumulado al duodécimo mes para As y S de 31,7 y 2.528,6 tmf respectivamente.
- Respecto al Art 4 “**Límites de Emisión en Chimenea**” y al Art N°6 “**Plazos de Cumplimiento**”, se obtuvieron los siguientes resultados en las mediciones:
 - Material Particulado: La concentración en el Secador 5 fue 32.1 mg/Nm³
 - Metales Pesados:
 - Para el **Arsénico (As)** las concentraciones resultantes fueron:
 - PAS 3: 0,31 mg/Nm³
 - PAS 4: 0,10 mg/Nm³
 - Para el **Mercurio (Hg)** las concentraciones resultantes fueron:
 - PAS 3: 0,001 mg/Nm³
 - PAS 4: 0,001 mg/Nm³
 - La concentración de SO₂, promedio horario, se detalla en la letra d) del Excel adjunto al presente informe.
- Respecto al Art 14 “**Metodología de medición en chimenea**” todas las mediciones se ejecutaron por entidades autorizadas por SMA, bajo los requerimientos de Entidad Técnica Fiscalización Ambiental (ETFA) según lo señalado a continuación:
 - Medición de material particulado para Secador 5, fue realizada bajo el método CH 5, por la ETFA SERCOAMB.
 - Mediciones de metales pesados, para PAS 3 y PAS 4, fueron realizadas bajo el método CH 29, por la ETFA SERCOAMB.

B) INTRODUCCION

I. IDENTIFICACIÓN GENERAL DEL TITULAR:

Rut del Titular	61.704.000-K
Nombre del Establecimiento	Corporación Nacional del Cobre de Chile
División del Establecimiento	División Chuquicamata
Representante Legal	María Clemencia Ovalle Robles
Razón social	Codelco
Información del contacto	María Clemencia Ovalle Robles
Domicilio	Av. 11 Norte N°1291, Villa Exótica, Edificio Institucional
Teléfono	56-55-2327838
Correo Electrónico	moval001@codelco.cl
Ciudad	Calama
Región	II Región, Chile

II. Información general de la fuente emisora:

La Fundición Chuquicamata tiene una capacidad de fusión de concentrados y/o calcinas (provenientes de División Ministro Hales, CODELCO) de 1.170.000 ton/año, donde sus productos principales son cobre anódico y ácido sulfúrico. La capacidad de producción está aprobada ambientalmente por la Resolución de Calificación Ambiental N° 183 del año 2000 (RCA 183/2000).

Fundición Chuquicamata tiene una antigüedad de operación de 65 años, sin embargo, el esquema operacional actual data del año 2000.

Este esquema cuenta con un escenario operativo en base a 01 Secador Rotatorio, 01 Horno Flash, 04 Convertidores Peirce Smith, 06 Hornos de Refinación Anódica, 02 Hornos de Fusión de Scrap, 03 Ruedas de Moldeo de Ánodos, 02 Plantas de Ácido Sulfúrico, 03 Plantas de Oxígeno y 01 Planta de Tratamiento de Arsénico.

La Fundición Chuquicamata, está ubicada en la comuna de Calama, Provincia de Loa, Región de Antofagasta. Dicha instalación se emplaza a 15 km al Norte de la ciudad de Calama y 250 km al Noreste de la ciudad de Antofagasta. En la Ilustración b-1 se detalla con mayor precisión la ubicación.

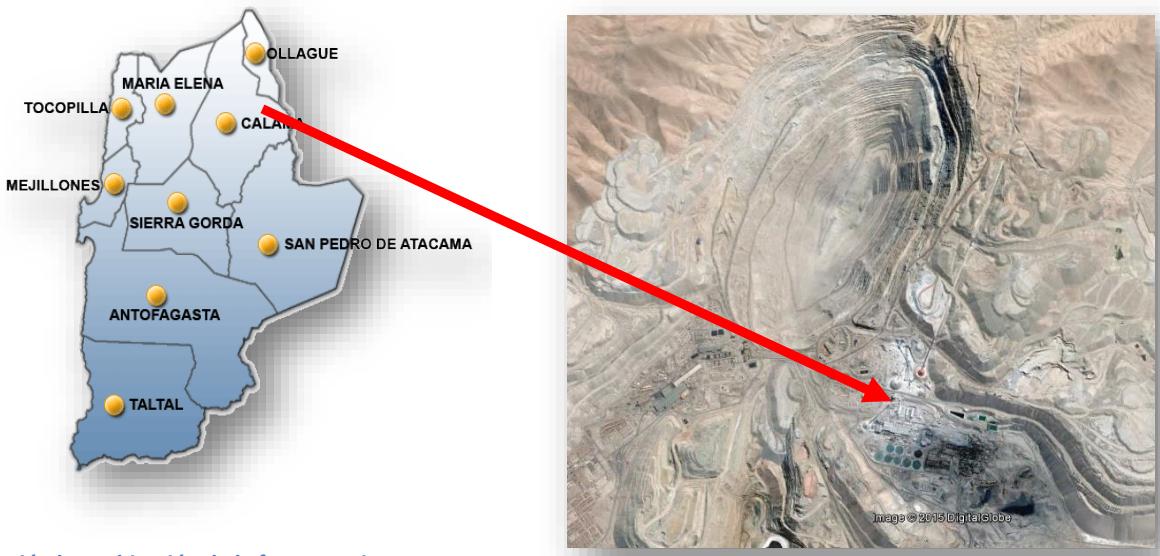
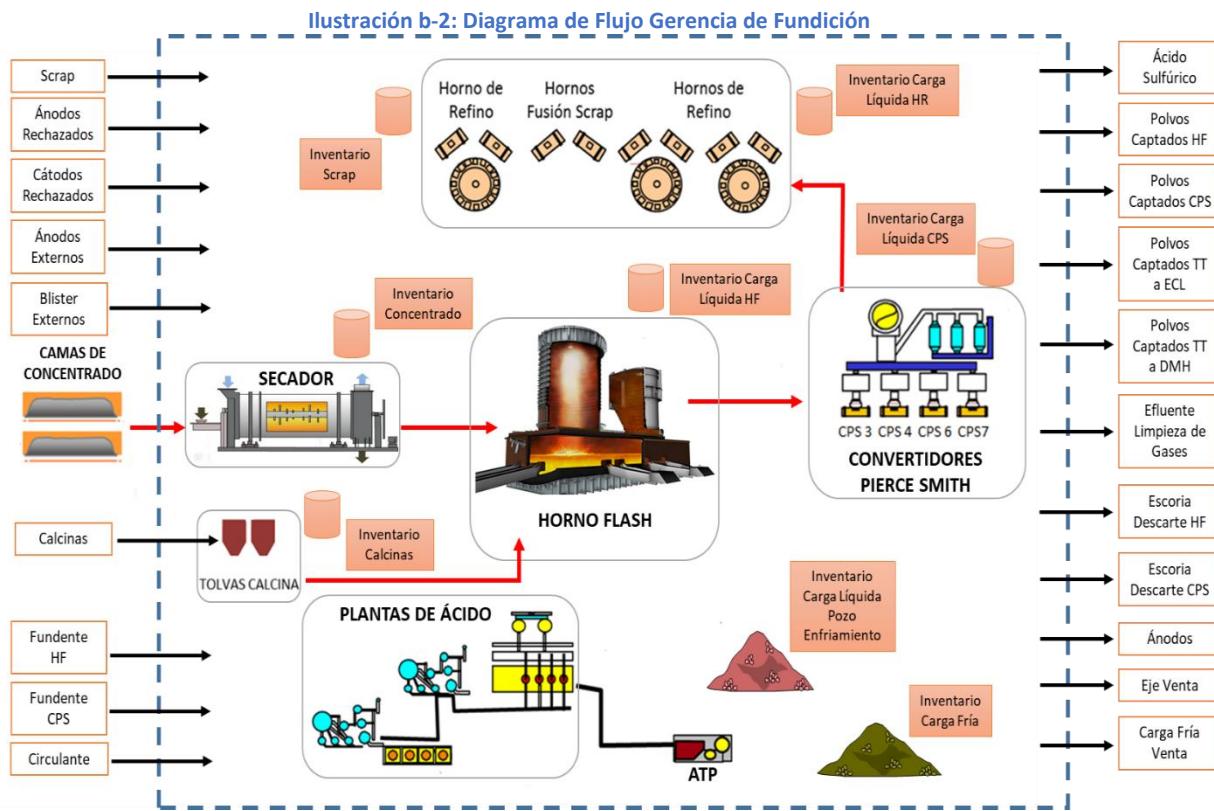


Ilustración b-1: Ubicación de la fuente emisora

El diagrama de flujo de la Gerencia Fundición se presenta en la Ilustración b-2 (Fuente: Resolución Exenta Nº 299 del 26 de febrero de 2019 “Aprueba Modificación de Metodología de Balance de Arsénico y Azufre de la Fundición Chuquicamata”), en ella se puede apreciar los distintos equipos y fuentes fijas de emisión asociadas a los procesos regulados y equipos de control de MP, SO₂, As y Hg.



En la Tabla b-1 se presentan los principales equipos e instalaciones.

Tabla b-1:Descripción de Equipos e Instalaciones

Equipo/ Instalación	Cantidad	Dimensiones	Capacidad equipo	Marca/ Modelo	Año Instalación
Secador 5	1	4,44 m diámetro y 15,5 m de largo	207 t/h (*)	Secador a vapor Kumera	2019
Horno Flash (HF)	1	- Settler: 21 m x 7,6 m x 2 m - Torre reacción: 6 m ϕ x 7 m altura (cilíndrica) - Up-take: 4,25 m ϕ x 7,5 m altura	3.600 t/día	Outokumpu	1988
Convertidor Pierce Smith (CPS)	3	4,5 m ϕ x 13,2 m largo	250 t/día	Pierce Smith	1952
Convertidor Pierce Smith (CPS)	1	4,5 m ϕ x 13,2 m largo	250 t/día	Pierce Smith	2017
Hornos de Refino	4	4 m ϕ x 9,2 m largo	250 t/día	Basculante	1952
Hornos de Refino	2	4,6 m ϕ x 9,2 m largo	350 t/día	Basculante	1952
Hornos Fusión Scrap	2	4 m ϕ x 9,2 m largo	250 t/día	Basculante	2000
Plantas de Ácido Sulfúrico	2	N/A	2.050 t ³ /día	SNC-L	2018
ATP	1	N/A	88 m ³ /h	SNC-L	2018

(*) En la etapa de puesta en marcha del nuevo Secador 5, se presentará una condición de rum up con un rango creciente, en la capacidad de procesamiento de 85 a 150 T/h. El incremento y estabilización del secado, está influenciado principalmente, por la continuidad de marcha en las operaciones unitarias de: secado, fusión y plantas de ácido sulfúrico.

C) OBJETIVOS

Los objetivos del presente informe son:

- Describir e informar los resultados obtenidos de los métodos aplicados en las mediciones, para evidenciar el cumplimiento de los requisitos establecidos en el DS 28/13, y de esta forma, asegurar el control de emisiones, determinación de acciones correctivas y mejoramiento continuo de los procesos de la Gerencia Fundición de la División Chuquicamata.
- Dar cumplimiento al Art. 16 del DS 28/13, en donde se establece la obligación de emitir un informe mensual a la Superintendencia del Medio Ambiente y a la Seremi del Medio Ambiente.

D) MATERIALES Y MÉTODOS

I. IDENTIFICACIÓN DE LOS MÉTODOS DE MEDICIÓN UTILIZADOS

Metodología de Medición de Material Particulado

El método utilizado es CH-5 “Determinación de las emisiones de partículas desde Fuentes Estacionarias”, que se aplica para la determinación de emisiones de material particulado desde fuentes fijas extrayendo la muestra de manera isocinética y analizando mediante gravimetría.

El material particulado es retirado isocinéticamente desde la fuente y recolectado sobre un filtro de fibra de vidrio mantenido a una temperatura de $120^{\circ} \pm 14^{\circ}\text{C}$ o bien a otra temperatura aprobada por el organismo de control.

La masa de material particulado incluye cualquier material que condense a la temperatura de filtración, es determinada gravimétricamente después de remover el agua no combinada. El material particulado total, que se traduce posteriormente a emisión incluye el material retenido en el filtro de fibra de vidrio y todo el material adherido al tren de muestreo desde la boquilla hasta la cara anterior del porta filtro.

Para muestrear isocinéticamente, se debe extraer una muestra de gas a través de un tren de muestreo a una velocidad igual a la velocidad de evacuación de los gases de chimenea ($V_n=V_s$). El muestrear a una velocidad más alta o más baja respecto a la velocidad real del gas, resultará en una sub o sobre estimación del MP.

A continuación, en la tabla d-1, se presentan los principales equipos utilizados.

Tabla d-1: Principales equipos utilizados para medición y análisis de MP

Equipo	Marca	Modelo	Nº Serie	Nº Interno
Sistema de Medición	Envinmetal Sumple Co.	C-5102-BL	2075	ISP-MS-39-04
Sensor Temperatura de Chimenea	Envinmetal Sumple Co.	-	-	ISP-ST-39-08
Tubo Pitot	Envinmetal Sumple Co.	-	-	ISP-TP-39-06
Boquilla	Envinmetal Sumple Co.	-	-	ISP-BS-39-91
Analizador de Gases	Testo	-	-	ISP-AG-39-03

Fuente: Elaboración propia

Metodología de Medición de Metales Pesados Hg y As

El método utilizado es CH-29 “Determinación de emisión de metales desde fuentes estacionarias”, aplicable a todas las fuentes fijas para la determinación de metales pesados tales como el Sb, As, Be, Cd, Cr, Co, Cu, Pb, Mn, Ni, Hg, P, Se, Ag, entre otros.

Se extrae isocinéticamente una muestra desde la chimenea usando una bomba de vacío libre de fugas. La muestra es recolectada en un filtro para retener el polvo el que se encuentra calefaccionado a 120°C, para evitar la condensación de la humedad. Los gases son absorbidos en soluciones específicas dependiendo de los metales que se requieran analizar. En una primera etapa se usa una solución de peróxido de hidrógeno y ácido nítrico para absorber todos los metales. Para el mercurio se añaden impactadores con solución de KMnO₄ cuyo contenido se analiza por CVAAS. Para asegurar la representatividad de la medición se deben recolectar un total no menor a lo establecido para este tipo de muestras y estandarizados a 25°C y 760 mm de Hg.

A continuación, en la tabla d-2, se presentan los principales equipos utilizados.

Tabla d-2: Principales equipos utilizados para medición y análisis de As y Hg

Equipo	Marca	Modelo	Nº Serie	Nº Interno
Sistema de Medición	Envinmetal Sumple Co.	C-5102-BL	2075	ISP-MS-39-04
Sensor Temperatura de Chimenea	Envinmetal Sumple Co.	-	-	ISP-ST-39-08
Tubo Pitot	Envinmetal Sumple Co.	-	-	ISP-TP-39-06
Boquilla	Envinmetal Sumple Co.	-	-	ISP-BS-39-46
Analizador de Gases	Testo	-	-	ISP-AG-39-03

Fuente: Elaboración propia

Sistema Monitoreo Continúo de Emisiones (CEMS) de SO₂

La configuración general del CEMS, cuenta con una sonda de muestreo calefaccionada para extraer muestras en la chimenea a través de una bomba de vacío ubicada en la caseta, un “cordón umbilical” calefaccionado (línea de muestreo) para el transporte de la muestra, evitando la condensación en la línea desde la chimenea hasta el acondicionamiento de muestra ubicado en la caseta. En el sistema de acondicionamiento, los gases pasan a través de una trampa de condensado, filtros, flujómetros, enfriador termoeléctrico, siendo eliminada el agua de la muestra por bombas peristálticas incluidas en este equipo, para finalmente llegar al analizador de gases. Las señales transmitidas, son procesadas y almacenadas en el mismo sistema de visualización (DAHS).

A continuación, se presenta una breve síntesis de cada componente:

Tabla d-3: Síntesis de los componentes del CEMS

Componente	Breve Descripción
Sonda de Muestreo de Gases	La configuración de la sonda permite realizar chequeos por sistema, los cuales consisten en que los gases de calibración suben por la “línea de calibración” inserta en el “cordón umbilical”, llegan a la sonda e ingresan por la bocatoma de ésta, desplazando los gases de chimenea para luego regresar por la “línea de muestreo” realizando el recorrido normal de los gases de muestra.
Línea de Muestreo Calefaccionada (“Cordón Umbilical”)	El cordón umbilical cumple la función de trasladar la muestra desde la sonda de muestreo hasta el acondicionamiento de muestra ubicado en la caseta CEMS; es de marca AGT-PSG Analyzer Line.
Acondicionamiento de Muestra	El acondicionamiento de muestra es un conjunto de equipos en los que se prepara la muestra extraída para ser analizada sin dañar los equipos, se compone principalmente por filtros, bomba de muestreo, enfriador termoeléctrico (cooler), y bomba peristáltica para la extracción del agua condensada, finalmente la muestra llega a los analizadores sin humedad y sin material particulado.
Analizadores de Gases	El CEMS cuenta con un analizador marca ABB y modelo AO2040, para medir concentraciones de SO ₂ , cuyo principio de medición corresponde al Infrarrojo No Dispersivo (NDIR).
Sistema de Adquisición de Datos	Las señales eléctricas provenientes de los sensores llegan a un sistema de comunicación, el cual transfiere los datos a un sistema de adquisición de datos, el cual a su vez cumple la función de sistema de monitoreo, control y visualización, de marca LINKit, modelo DAHS 28.
Casetas	La caseta tiene como objetivo principal resguardar y otorgar condiciones óptimas de almacenamiento a los equipos instalados dentro de ella.

Fuente: Informe Previo de Validación CEMS

El CEMS cuenta con un programa de aseguramiento y control de calidad de acuerdo a lo establecido en la Resolución Exenta N° 583/2014, “Aseguramiento de calidad, reporte de datos, sustitución de datos perdidos y anómalos, auditorías y revalidaciones” del Protocolo para Validación CEMS. Este programa incluye pruebas (diarias, trimestrales, anuales), además del registro de la realización y resultados de éstas. A continuación, se detalla en la tabla d-4 las pruebas a realizar y su periodicidad.

Tabla d-4: Pruebas CEMS

Prueba	Frecuencia
Error de Calibración (EC)	: Diaria
Error de Linealidad (EL)	: Trimestral
Exactitud Relativa (ER)	: Anual

Fuente: Informe Previo de Validación CEMS

La calibración del analizador se realiza en un nivel cero y alto respectivamente, llevándose a cabo al menos cuando los equipos presenten una desviación importante, al someter el equipo a un chequeo con un patrón de referencia. Se considera una desviación importante cuando el chequeo se acerca o supera los límites permisibles, los cuales se muestran en detalle en la Resolución Exenta N° 583/2014 y/o en el Protocolo para Validación CEMS.

La duración de la calibración depende del Tiempo de Respuesta del sistema y a medida que el CEMS sea operado, se irán modificando procedimientos que puedan generar un estándar para mejorar la operación y optimizar tiempos.

El mantenimiento de los componentes del CEMS consiste en revisiones e inspecciones, limpieza, cambios de repuestos u otras acciones para asegurar el correcto funcionamiento del sistema de monitoreo y la apropiada salida de los datos de monitoreo. La mantención de los componentes se describe en el Manual de Operación, Mantención y Calibración de CEMS, el cual contempla:

Tabla d-5: Tipos de Mantenciones a los CEMS

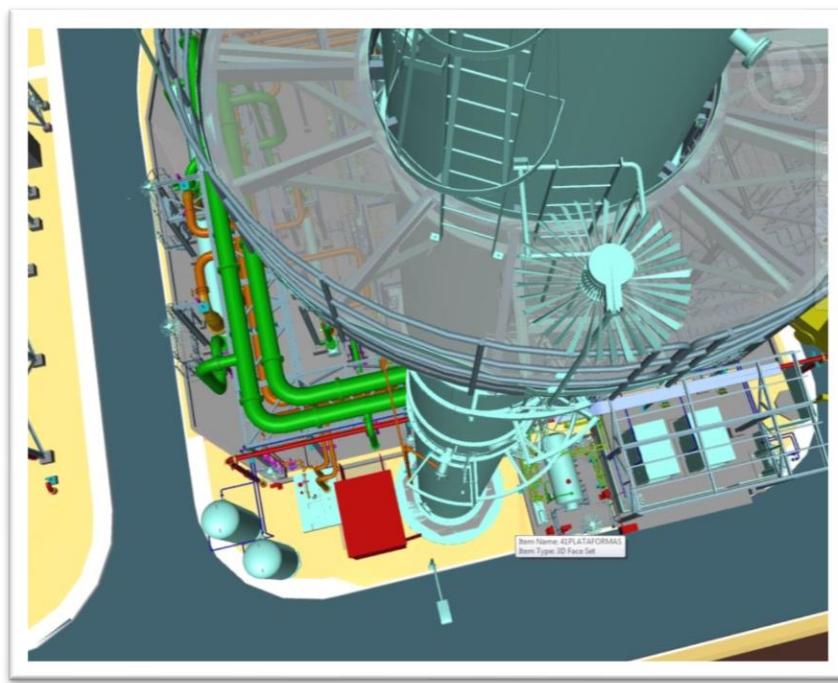
Mantención Semanal	Mantención Trimestral	Mantención Anual
Considera la revisión de: - Estado del analizador. - Tubos del sistema de acondicionamiento. - Filtro de aerosoles y condensado. - Flujómetro de muestra. - Temperatura de controladores de temperatura. - Temperatura y humedad de estación meteorológica. - Presión de llenado de cilindros de gas patrón.	Considera la revisión de: - Filtro de polvo en porta-filtro. - La calibración el sistema y su ajuste, en caso de que sea necesario.	Considera: - Reemplazar partes blandas de la bomba, filtro del monitor de condensado y trampas de condensado. - Extraer sonda de muestreo. - Desconectar la línea de transporte de muestra (calefaccionada) y sopletear desde abajo hacia arriba, en pulsos, con una presión no mayor a 4 Bar.

Fuente: Informe Previo de Validación CEMS

El mantenimiento correctivo se realiza siempre que los chequeos de aseguramiento de calidad indiquen que el CEMS se encuentra en un estado “Fuera de Control” o cuando se evidencie una falla visible o mal funcionamiento de algún componente.

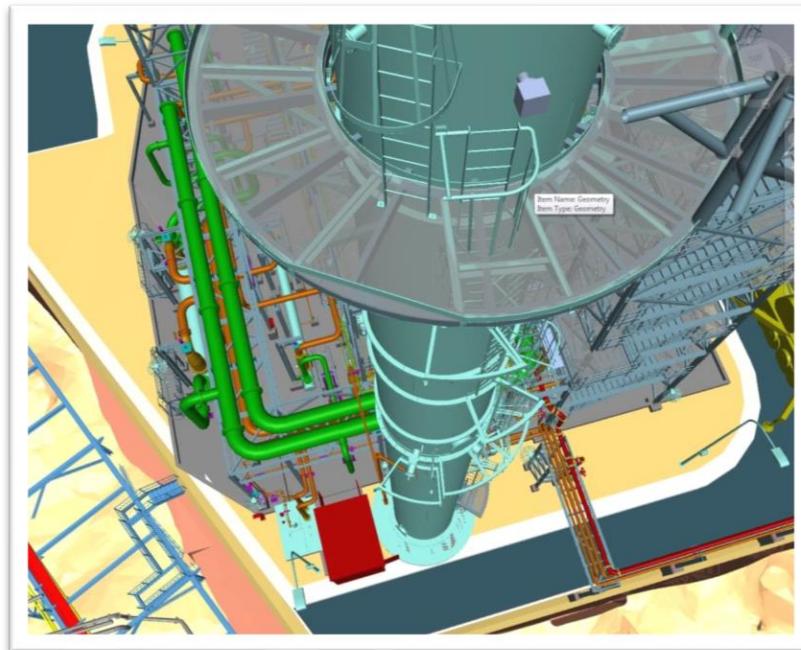
A continuación, en las Ilustraciones d-1 y d-2, se visualiza un esquema de ubicación de los CEMS en Chimenea de PAS 3 y PAS 4. Además de un esquema general del CEMS instalado, que se muestra en la Ilustración d-3.

Ilustración d-1: Modelo 3D con ubicación de CEMS en PAS 3



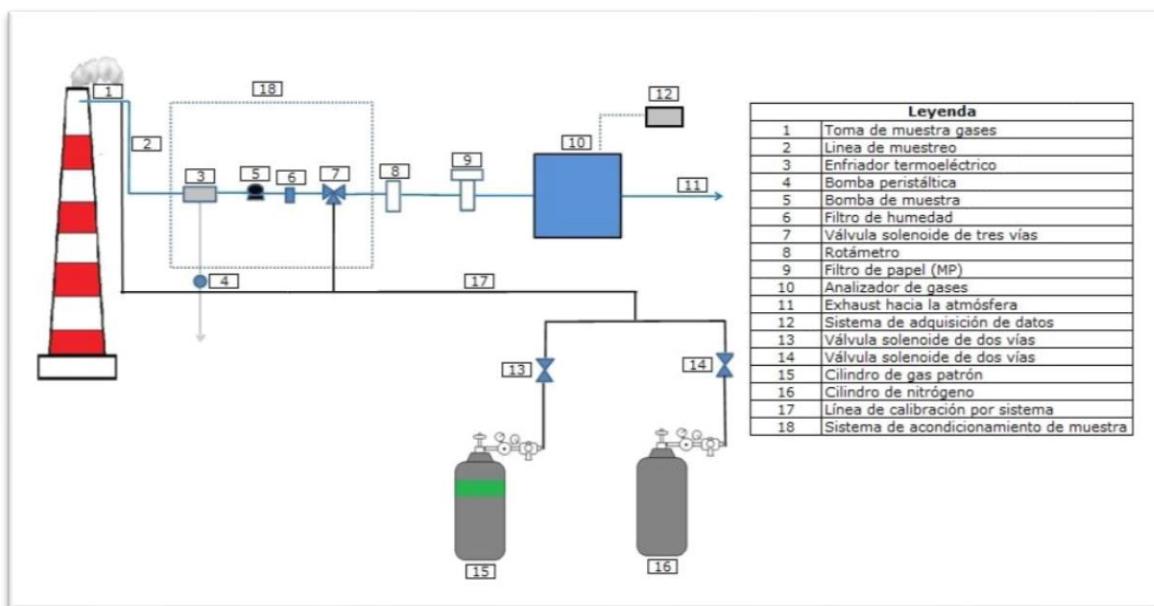
Fuente: Informe Previo de Validación Sistema de Monitoreo Continuo de Emisiones Codelco Chile División Chuquicamata
Planta de Ácido Sulfúrico 3

Ilustración d-2: Modelo 3D con ubicación de CEMS en PAS 4



Fuente: Informe Previo de Validación Sistema de Monitoreo Continuo de Emisiones Codelco Chile División Chuquicamata
Planta de Ácido Sulfúrico 4

Ilustración d-3: Diagrama de Ubicación del CEMS(SO₂)



Fuente: Informe Previo de Validación Sistema de Monitoreo Continuo de Emisiones Codelco Chile División Chuquicamata

En las tablas d-6 y d-7, se presentan los principales componentes de los CEMS para PAS 3 y PAS 4.

Tabla d-6: Equipamiento del CEMS para PAS 3

Componente	Marca	Modelo	Nº de serie	Principio de funcionamiento
Analizador de Gases SO ₂	ABB	AO2040 (URAS26)	3.358526.4	NDIR
Bomba de muestreo	ABB	SCC-F	14125913	--
Enfriador (Cooler)	AGT-PSG	BCR01-1111-1-00-F	7D17-00500	Enfriador termoeléctrico
Línea de muestreo	AGT-PSG	PSG Analyzer line	--	--
Sonda de muestreo	M&C	SP2200-H/C/I/BB-F	25163/2088664	--
Servidor (DAHS)	DELL SERVER	PowerEDGE T30	CN-0642XY-70163-72S-A0JC	--
Sistema (DAHS)	LINKit	DAHS V1.0	--	--

Fuente: Informe previo de Validación Sistema de Monitoreo Continuo de Emisiones Codelco Chile División Chuquicamata

Tabla d-7: Equipamiento del CEMS para PAS 4

Componente	Marca	Modelo	Nº de serie	Principio de funcionamiento
Analizador de Gases SO ₂	ABB	AO2040 (URAS26)	3.358525.4	NDIR
Bomba de muestreo	ABB	SCC-F	17076830	-
Enfriador (Cooler)	AGT-PSG	BCR01-1111-1-00-F	7D17-00499	Enfriador Termoeléctrico
Línea de muestreo	AGT-PSG	PSG Analyzer Line	-	-
Sonda de muestreo	M&C	SP2200-H/CI/BB-F	25164/2088664	-
Servidor (DAHS)	Dell Server	PowerEdge T30	CN-0642XY-70163-725-AOEM	-
Sistema (DAHS)	LINKit	DAHS 28	-	-

Fuente: Informe previo de Validación Sistema de Monitoreo Continuo de Emisiones Codelco Chile División Chuquicamata

Con fecha 11 de diciembre de 2019, la Superintendencia de Medio Ambiente, aprueba la validación total de los CEMS de las Plantas de Ácido Sulfúrico 3 y 4 para el parámetro SO₂, mediante las siguientes resoluciones, adjuntas al presente informe:

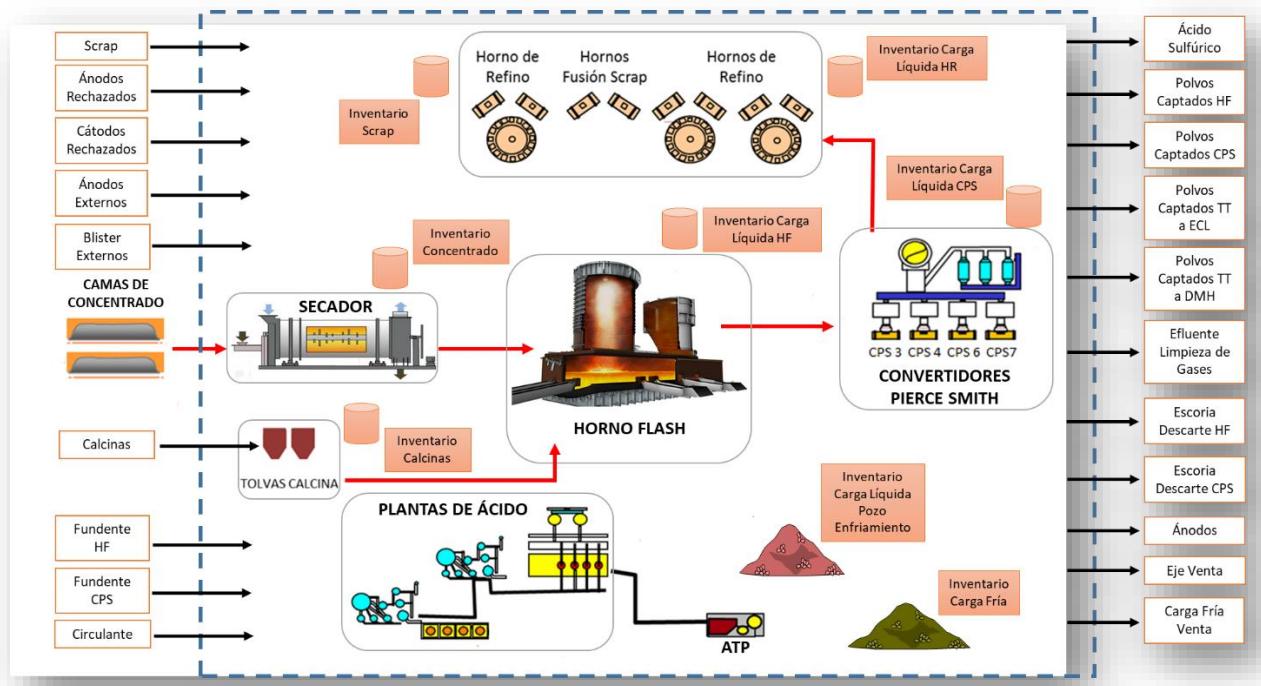
- Resolución Exenta N°1775 “Aprueba Informe de Resultados de Ensayos de Revalidación del Sistema de Monitoreo Continuo de Emisiones (CEMS) de la Planta de Ácido CAP-3 de la División Chuquicamata, perteneciente a Codelco y declara su validación total para los parámetros que indica”.
- Resolución Exenta N°1776 “Aprueba Informe de Resultados de Ensayos de Revalidación del Sistema de Monitoreo Continuo de Emisiones (CEMS) de la Planta de Ácido CAP-4 de la División Chuquicamata, perteneciente a Codelco y declara su validación total para los parámetros que indica”.

Con lo anterior, los datos reportados en el próximo informe, a partir del 12 de diciembre del 2019, del CEMS de SO₂ en las PAS 3 y PAS 4, se encontrarán en estado medido (DM), con calidad asegurada.

Metodología de Medición de Emisiones de As y S

En la Ilustración d-4 se presenta el límite del sistema sobre el cual se realiza el balance de finos de Arsénico y Azufre y según la Metodología de Balance de Masa de Arsénico y Azufre, aprobada por Resolución Exenta N° 299 del 26 de febrero de 2019 “Aprueba Modificación de Metodología de Balance de Arsénico y Azufre de la Fundición Chuquicamata”.

Ilustración d-4: Diagrama de Procesos Fundición Chuquicamata



Los procesos principales se describen a continuación:

Recepción de Concentrado de Cu y Calcina

Los productos mineros recepcionados y que ingresan a la Gerencia Fundición (GFU), corresponden principalmente a concentrados húmedos de cobre de División Chuquicamata (DCH) y calcina seca de División Ministro Hales (DMH; Límite de Batería de Entrada para este Producto).

Sistema de Pesaje: Los concentrados húmedos (7-11%) procedentes del área de Preparación y Carga, alimentan al Secador 5, mediante un sistema de correas transportadoras de tolva o desde las tolvas del área 20, las que cuentan con pesómetro para la medición del peso húmedo. Las calcinas secas se recepcionan por camiones que descargan a 2 tolvas mediante transporte neumático.

Muestreo: El muestreo de concentrado se realiza en las correas CV-535 y CV-106; se hace en forma manual, tomando un compósito diario para cada correa para análisis de As, S y humedad. La calcina es caracterizada en DMH para efectos de balance.

Procedimientos: existen procedimientos operativos relacionados con las actividades de muestreo, estos son:

- Procedimiento para la toma de muestra de la calcina en DMH. La información de DMH es la que se utiliza para efectos de balance.
- Muestreo y análisis de humedad de concentrados de entrada y salida en Secador 5.

Escorias a Botaderos

Las escorias transportadas a botadero corresponden a las del Horno Flash (HF), y Convertidores Peirce Smith (CPS). La escoria líquida se carga en ollas que son transportadas por equipos hacia el sector de botaderos de escorias. Allí la escoria se enfriá primeramente de manera natural y luego con agua.

- *Pesaje de Escoria:* Los camiones con escoria caliente, son pesados en la báscula de líquidos calientes, donde se registran las masas en forma automática. En el sector de botaderos, los camiones con escorias frías y preparadas en cuanto a su granulometría, antes de salir a sus destinos, son pesados en Romana 3.
- *Muestreo de Escoria:* La escoria se muestrea en caliente durante la sangría en HF, y CPS, manualmente por cada olla, formando un compósito diario para cada tipo de escoria. Con las leyes obtenidas de las escorias despachadas, se obtiene el Factor Líquido/Sólido para las leyes de Cu, este factor corrige las leyes obtenidas del muestreo de las escorias líquidas.
- *Procedimientos:* Existen procedimientos operativos relacionados con las actividades de muestreo, estos son: Escoria de Fusión - Toma y Traslado de Muestras y Preparación de Muestras Escorias.

Polvos

Los polvos que provienen de los gases metalúrgicos del HF y CPS y que son captados en los trenes de gases, son evacuados del sistema y enviados a empresa externa Ecometales, para su procesamiento.

Planta de Tratamiento de Efluentes de Arsénico (ATP)

El efluente se genera durante la etapa de limpieza húmeda de los gases metalúrgicos, antes de su tratamiento en las Plantas de Contacto. En la etapa del lavado húmedo, se capta material particulado, arsénico y otras impurezas metálicas, formándose un efluente ácido. Este efluente es enviado hacia planta dedicada para su neutralización y fijación de arsénico ATP.

- *Medición de flujo:* Para determinar el caudal de efluentes, se dispone de flujómetro.
- *Muestreo:* Se cuenta con un sistema de muestreo automático/manual, programado para tomar tres compósitos diarios, cada 8 horas.
- *Procedimiento:* Existen procedimientos operativos relacionados con las actividades de muestreo, estos son:
 - Efluentes Plantas de Ácido Sulfúrico – Medición de Flujo.
 - Efluentes Plantas de Ácido Sulfúrico- Toma y Preparación de Muestras.
 - Retiro de Muestras EPAS, Planta de Tratamiento de Arsénico ATP.
 - Plan Habilitación de Cortador de Muestra Automático.

Inventarios

Los inventarios considerados en el Balance de Arsénico y Azufre son los siguientes: Inventario de Concentrado, Inventario de Calcina, Inventario de Carga Fría, Inventario de Scrap (Restos de Ánodos) / Ánodos Rechazados / Ánodos, Inventario de Carga Líquida HF, Inventario de Carga Líquida CPS, Inventario de Carga Líquida Hornos Refino.

- **Medición de Inventarios:** Se realizan mediciones de inventarios físicos el primer día de cada mes. La metodología utilizada es mediante topografía laser, medición de alturas en tolvas, estimación de líquidos calientes, conteo de piezas de ánodos y scrap.
- **Muestreos de Inventarios:** Las mediciones de inventarios se complementan con muestreos para análisis, químicos, determinación de humedad y/o densidad según sea el producto.
- **Procedimientos:** Existen procedimientos operativos relacionados con las actividades de muestreo, estos son:
 - Cálculo de Inventario Gerencia de Fundición.

Los Flujos de entrada, intermedio y salida para el Balance de As y S, se esquematizan en la Tabla d-8, que se muestra a continuación:

Tabla d-8: Flujos de Entrada, Intermedio y Salida para el Balance de Arsénico y Azufre

Flujos de Entrada	Flujos Intermedios (inventarios)	Flujos de Salida
Alimentación Secador 5 (1) Calcina Seca Scrap de Refinerías Ánodos rechazados Cátodos rechazados Ánodos Externos Blíster externo Fundentes Horno Flash (HF) Fundentes Convertidor Pierce Smith (CPS) Circulante (de BADEC a Stock, escoria y eje) Nota: 1) El Secador 5 conectado al Filtro de manga, de manera provisoria hasta que ingrese en funcionamiento el Secador 6. 2) La alimentación a Secador como flujo y leyes, son una mezcla de concentrado filtrado, concentrados de escorias y calcinas húmedas.	Inicial Inventario Concentrado Inventario Calcina Seca Inventario Carga Fría Inventario Scrap Inventario Carga Líquida HF Inventario Carga Líquida CPS Inventario Carga Líquida Hornos Refino Inventario de Carga Líquida Pozo Enfriamiento Final Inventario Concentrado Inventario Calcina Seca Inventario Carga Fría Inventario Scrap Inventario Carga Líquida HF Inventario Carga Líquida CPS Inventario Carga Líquida Hornos Refino Inventario de Carga Líquida Pozo Enfriamiento	Ácido sulfúrico Polvos captados HF Polvos captados CPS Polvos captados Tolva Tripartita a ECL Polvos captados Tolva Tripartita a DMH Efluentes limpieza de gases Escorias de descarte HF Escorias de descarte CPS Ánodos Eje a venta Carga Fría a venta

Fuente: Metodologías de balance Metalúrgico de arsénico y azufre Fundición Chuquicamata.

Metodologías de Muestreo S y As

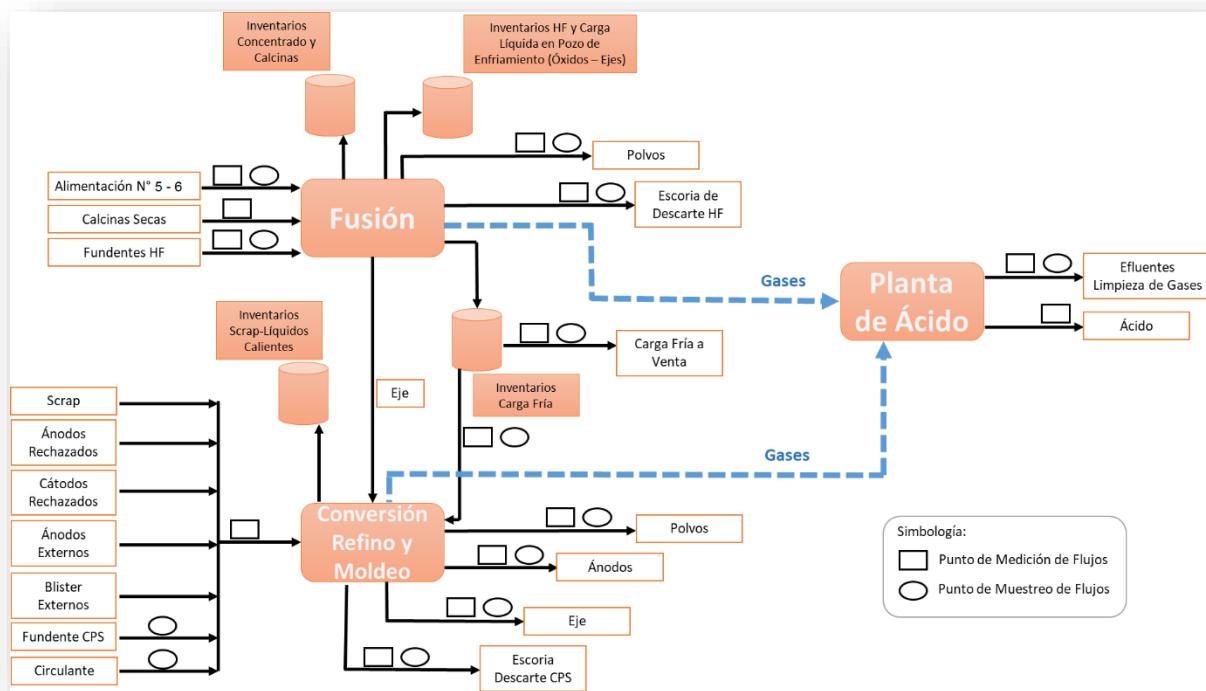
Las metodologías utilizadas para el muestreo de Azufre y Arsénico, se agrupan en “Muestreo y Análisis Químico” o “Estimaciones”, según lo descrito a continuación:

- **Muestreo y Análisis Químico:** Las etapas asociadas a la determinación de la ley respecto al balance de masa de As y S se desarrollan en tres etapas: 1) muestreo, 2) preparación de muestra y 3) análisis químico.
Estos se ejecutan siguiendo los procedimientos de la División Chuquicamata, los cuales se encuentran dentro del Sistema de Calidad de la Dirección de Calidad y bajo el estándar de la ISO 9001. Para el análisis de los flujos de Calcina Seca a fusión y Polvos captados tolva tripartita a DMH se utilizan los procedimientos de División Ministro Hales, los cuales describen las etapas y manera de realizar dichos muestreos, de modo de asegurar la calidad de la información y la confiabilidad de los datos.
- **Estimaciones:** Algunas fracciones de Arsénico y Azufre deben ser estimadas, dependiendo del flujo, de acuerdo con las siguientes metodologías:
 - Ley de ánodos.
 - Entregados por Proveedor.
 - Estimado mediante el análisis inventario.
 - Análisis del último día del mes.
 - Valor teórico.

En la Metodologías de Balance Metalúrgico de Arsénico y Azufre Fundición Chuquicamata, se describe y resume los muestreos y estimaciones realizadas para efectos de elaboración del balance de As y S.

En la siguiente ilustración se presentan los puntos de medición y muestreo de cada flujo:

Ilustración d-5: Diagrama de puntos de medición y muestreo



Fuente: Metodologías de balance Metalúrgico de arsénico y azufre Fundición Chuquicamata.

Análisis Químico de S y As

La tablas siguientes presentan los indicadores y parámetros de metodologías de análisis químicos asociados a los distintos flujos del balance.

Tabla d-9: Descripción de Análisis Químico en Flujos de Entrada

Flujo	Frecuencia de Análisis	Tipo de Muestreo/Equipos	Límite detección As %	Límite detección S %	Técnica análisis As (*)	Técnica análisis S (*)
Alimentación Secador 5	Compuesto por Turno	Manual	<0,006	0,01	Método EAA, CN-0903.SAA	Método de combustión y detección infrarrojo CN-09728.SAA
Calcina Seca a fusión	Compuesto Turno/día	Manual	<0,006	0,01	Método EAA, CN-09713.SAA	
Scrap, Ánodos rechazados, Cátodos rechazados, Ánodos Externos, Blíster externo	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Fundentes HF	Compuesto Turno	Manual	<0,003	N/A	Método EAA, CN-09714.SAA	Método de combustión y detección infrarrojo CN-09728.SAA
Fundentes CPS						
Circulante (de BADEC a Stock, escoria y eje)	Compuesto Diario	Manual	<0,006	0,1	Método EAA, CN-09711.SAA y CN-09154.SAA	Método de combustión y detección infrarrojo CN-09728.SAA

Fuente: Metodologías de balance Metalúrgico de arsénico y azufre Fundición Chuquicamata.

Tabla d-10: Descripción de Análisis Químico en Flujos de Salida

Flujo	Frecuencia de Análisis	Tipo de Muestreo/ Equipos	Límite detección As %	Límite detección S %	Técnica análisis As	Técnica análisis S
Ácido sulfúrico	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Polvos captados HF	Compuesto Diario	Manual	<0,006	<0,1	Método EAA, CN-09710.SAA	Método de combustión y detección infrarrojo CN-09728.SAA
Polvos captados CPS						
Polvos captados tolva tripartita a ECL	Compuesto Diario	Automático				
Polvos captados tolva tripartita a DMH	Compuesto Diario	Manual				
Efluentes limpieza de gases	Compuesto Turno	Automático	<0,001	<0,10	Método EAA, CN-09715.SAA	GRAVIMETRIA CN-09148.SAA
Escorias de descarte HF	Compuesto Diario	Manual	<0,006	<0,01	Método EAA, CN-09711.SAA	Método de combustión y detección infrarrojo CN-09728.SAA
Escorias de descarte CPS						
Ánodos	Por Cargas	Manual	<0,001	0,0002	Método EAA, CN-0979.SAA	Método de combustión y detección infrarrojo CN-0916.SAA
Eje	Compuesto Diario	Manual	<0,006	0,1	Método EAA, CN-09154.SAA	Método de combustión y detección infrarrojo CN-09728.SAA
Carga Fría	Por Cargas					

Fuente: Metodologías de balance Metalúrgico de arsénico y azufre Fundición Chuquicamata.

Tabla d-11: Descripción de Análisis Químicos en Flujos Intermedios

Flujo	Frecuencia de Análisis	Tipo de Muestreo/ Equipos	Límite detección As %	Límite detección S %	Técnica análisis As	Técnica análisis S
Inventario Concentrado	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Inventario Calcina						
Inventario Carga Fría	Quincenal	Manual	<0,006	0,1	Método EAA, CN-09711.SAA	Método de combustión y detección infrarrojo CN-09728.SAA
Inventario Scrap, Inventario Carga Líquida HF, Inventario Carga Líquida CPS, Inventario Carga Líquida Hornos Refino	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Inventario Carga líquida Pozo Enfriamiento	Por Cargas	Manual	<0,006	0,1	Método EAA, CN-09711.SAA	Método de combustión y detección infrarrojo CN-09728.SAA

Fuente: Metodologías de Balance Metalúrgico de arsénico y azufre Fundición Chuquicamata

II. Entidades y/o equipos de trabajo responsables de las actividades de muestreo medición y/o análisis

Las mediciones de material particulado y metales pesados, fueron realizadas por el laboratorio SERCOAMB Ltda. Código ETFA 019-01.

La ejecución del Balance Metalúrgico para determinar las emisiones de anhídrido sulfuroso y arsénico a la atmósfera son realizadas por la Gerencia de Recursos Mineros y Desarrollo (GRMD).

El Laboratorio de Análisis Químico Central (LQC) de la Dirección de Comercialización y Calidad de la GRMD, ubicado en el km 3, Ruta 21 camino Chiu- Chiu, entrega a través de un sistema automático LIMS toda la información analítica de las muestras compósitos analizadas correspondientes a los distintos flujos de entrada, salida, inventarios y materiales circulantes considerados en el balance de masas para azufre y arsénico. El laboratorio cuenta con acreditación NCh-ISO 17.025 (en anexo se adjuntan certificaciones), para los alcances de Cátodos, Minerales, Agua, Óxido, Molibdeno, Concentrado de Cobre; también cuenta con certificación integrada ISO 9.001, OHSAS 18.001 e ISO 14.001.

E) RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presenta en este ítem un resumen de los principales resultados obtenidos, para cada uno de los literales del Art.16.

e.1. Letra a) del Art.16 “Resultados de los Balances de Masa Mensual y Anual, cuando corresponda”

Para el caso del As, en el mes de diciembre, la masa emitida corresponde a 10,0 (tmf). El arsénico reportado en Material de Limpieza fue 0 (tmf), por no haberse realizado tareas de mantenimiento; bajo la Metodología de Balance, el valor acumulado al duodécimo mes del año resulta con emisión de 31,7 (tmf).

Para el caso del S, en el mes de diciembre, la masa emitida corresponde a 268,9 (tmf). El azufre reportado en Material de Limpieza fue 0 (tmf), por no haberse realizado tareas de mantenimiento; bajo la Metodología de Balance, el valor acumulado al duodécimo mes del año corresponde a 2.528,6 (tmf) respectivamente.

Los resultados obtenidos al mes de diciembre se encuentran bajo los límites establecidos en art. 3 del DS.28/2013, que indica como límite máximo de emisión de 49.700 (T/año) de SO₂ y 476 (T/año) para Arsénico.

e.2. Letra b) y f) del Art.16, “Medición en Chimenea para cada contaminante de cada proceso regulado” y “Emisiones de Hg medidos en las chimeneas de Plantas de Ácido Sulfúrico y emisiones de MP”

Los datos informados corresponden a los resultados de las mediciones entregadas por el laboratorio certificado SERCOAMB para CH5 y CH29, los resultados para el mes de diciembre fueron:

- **Material Particulado**, medido en el Secador 5, este valor expresado en las unidades de concentración (mg/Nm³) y emisión (kg/h), éste último utilizado para calcular la emisión de MP en t/mes de acuerdo a las horas operacionales del equipo, al duodécimo mes del año la emisión acumulada se encuentra en la tabla e-1.

Tabla e-1: MP emitido en Secador diciembre 2019

Mes 2019	Secador 5	
	MP Base Mes (t/mes)	MP Base Año (t)
	Diciembre	0,50
Base Anual		5,32

*Estimación y proyección de las toneladas emitidas en función del resultado de la medición mensual y horas operación.

En cuanto al Material Particulado medido (mg/Nm³) en el Secador 5, el resultado obtenido fue 32.1 (mg/Nm³).

Los resultados obtenidos al mes de diciembre se encuentran bajo los límites establecidos en el art. 4 del DS.28/2013, que indica como límite máximo de concentración de 50 (mg/Nm³), para Material Particulado.

- **Metales Pesados**, mediciones realizadas a PAS 3 y PAS 4, donde los valores de las mediciones son expresados en las unidades de concentración (mg/Nm³) y emisión (kg/h), éste último utilizado para calcular la emisión de Hg en [kg/mes], de acuerdo a las horas operacionales de los equipos.

Tabla e-2: Hg emitido en PAS diciembre 2019

Mes 2019	PAS 3		PAS 4	
	Hg	Hg	Hg	Hg
	Base Mes	Base Año	Base Mes	Base Año
	(kg/mes)	(kg)	(kg/mes)	(kg)
Diciembre	0,091	0,58	0,064	0,43
	Base Anual (Kg)	0,58	Base Anual (kg)	0,43

*Estimación y proyección de los kilogramos emitidos en función del resultado de la medición mensual y horas operación.

Las concentraciones de As fueron en PAS 3 de 0,31 (mg/Nm³) y para PAS 4 de 0,10 (mg/Nm³), emisiones que no superan el valor límite establecido en el DS 28/2013 correspondiente a 1 (mg/Nm³) establecidos en el art 4 del D S.28 /2013.

Las concentraciones de Hg fueron para PAS 3 de 0,001 (mg/Nm³) y para PAS 4 de 0,001 (mg/Nm³), valores que se encuentran bajo los límites exigidos de 0,1 (mg/Nm³), establecidos en el art 8 del D S.28 /2013.

e.3. Letra c) del Art.16 “Porcentaje de captura y fijación de SO₂ y As en base mensual y anual

La captura de As y S para el mes de diciembre, corresponde a 98,4% y 98,5% respectivamente. Los resultados de estos parámetros cumplen con lo indicado en el art 3 del DS-28/2013.

Al duodécimo mes del año se obtienen los siguientes valores acumulados para la captura y fijación de As (97,7 %) y S (97,4%). Cabe destacar, que, para el cálculo de los valores acumulados, se consideraron del mes de mayo, donde se reinician las operaciones del Complejo Fundición, ingresando concentrados y calcinas al sistema.

e.4. Letra d) y e) del Art.16, “Base de datos de las emisiones horarias de SO₂ expresadas en ppm para cada Planta de Ácido” y “Base de datos para la producción de ácido en toneladas/hora”

Las bases de datos de emisiones horarias de SO₂ expresadas en ppm para cada una de las Plantas de Ácido Sulfúrico, son extraídas del CEMS Logger respectivo.

Los datos recuperados del sistema PI System®, son utilizados para determinar la clasificación de cada uno de los estados de las Plantas de Ácido Sulfúrico, mediante algoritmos.

La operación de los sistemas CEMS, reportaron los siguientes periodos fuera de control:

- **CEMS PAS 3:** No se producen periodos fuera de control.
- **CEMS PAS 4:** No se producen periodos fuera de control

e.5. Letra g) del Art.16, “Indicadores de desempeño ambiental”

La metodología de medición o estimación de emisiones de CO₂ por la combustión de energéticos, se calcula sumando las emisiones directas más las emisiones indirectas que corresponden a:

- Las emisiones directas, son la multiplicación de la energía generada por el consumo de combustible, el contenido de carbono, el factor de oxidación y el factor estequiométrico (carbono a dióxido de carbono) entregado por GRMD.
- Las emisiones indirectas por consumo de electricidad se estiman a través de la multiplicación del consumo de energía eléctrica y el factor de emisión correspondiente para cada combustible entregado por GRMD.

Los valores del desempeño ambiental en base mensual y anual, para el mes de diciembre, son informados y se muestran a continuación:

Tabla e-3: Indicadores de Desempeño Ambiental

INDICADORES DE DESEMPEÑO AMBIENTAL	Mes Diciembre	Acumulado (anual)
Kg de SO ₂ /ton de Cu fino (kg/ton de Cu fino)	29	433
Kg de SO ₂ /ton de ácido sulfúrico al 100% (kg/ton de H ₂ SO ₄)	11	225
g de As/ton de Cu fino (g/ton de Cu fino)	536	5.989
Kg de CO ₂ /ton de Cu fino (kg/ton de Cu fino)	76.214	1.161.277

e.6. Letra h) del Art.16, “Composición Química del Concentrado como promedio y máximo mensual”

Los resultados de los análisis químicos realizados al concentrado promedio y máximo mensual para los elementos plomo, mercurio, cadmio y níquel, fueron ejecutados por el Laboratorio Químico Central de Codelco División Chuquicamata, de acuerdo a la metodología correspondiente.

Tabla e-4: Composición Química del Concentrado

	Plomo (Pb)		Mercurio (Hg)		Cadmio (Cd)		Níquel (Ni)	
	Conc. prom. mensual (ppm)	Conc. máx. mensual (ppm)	Conc. mensual (ppm)	Conc. máx. mensual (ppm)	Conc. prom. mensual (ppm)	Conc. máx. mensual (ppm)	Conc. prom. mensual (ppm)	Conc. máx. mensual (ppm)
Secador 5	1.244,9	3.150,0	1,9	2,3	112,5	258,0	23,0	55,0

(*) En anexo se adjuntan certificados de NCh-17025.

e.7. Letra i) del Art.16, “Tipo y Consumo Mensual de todos los combustibles fósiles”

Se informa el tipo y consumo mensual de los combustibles Fuel Oil (542.580 kg), Kerosene (1.132.001 L) y Gas Natural (45.958 Mbtu).

e.8. Letra j) del Art.16, “Registro Mensual de las Horas de Operación de la fuente emisora y de las horas de operación, encendido y detención de cada proceso productivo”

Se considera para los equipos de la Gerencia Fundición, las horas de operación definidas en:

- Horas efectivas de soplado: corresponden a los equipos utilizados.
- Horas operativas: corresponden a los equipos disponibles, pero no utilizados.

El criterio a utilizar para el cálculo de las horas operacionales considera lo siguiente:

- Tiempo de detención: Hora de inicio de apagado (igual a la hora de término de apagado) hasta la hora de inicio del encendido.
- Hora de inicio de encendido: Hora desde que inicia el calentamiento el equipo.
- Hora de término de encendido: Hora de término del calentamiento del equipo.
- Tiempo de encendido: Horas de inicio de encendido menos horas de término de encendido. Para los equipos asociados a los procesos regulados de fundición, se informan las horas de operación, encendido y operación, las cuales fueron calculadas en base a la operación normal y contingencia ocurridas durante este periodo.

El detalle de las horas de detención, por equipo se presenta en el anexo adjunto letra j).

Efectuando el correcto análisis del acumulado al mes de diciembre para las horas de operación en las Plantas de Ácido Sulfúrico, se presenta la siguiente tabla:

Tabla e-5: Horas Acumuladas Mes Diciembre PAS 3

Condición de Planta	Estado de Planta	Horas Acumuladas (H/mes)	Horas en Excedencia (H/mes)
Funcionamiento	RE	3.263	16
	HE	1.110	58
	HA	193	3
	FA	232	20
Total	-	4.798	97
Detención	DP	796	0
	DNP	396	0
Total	-	1.192	0

Fuente: Elaboración Propia

Ilustración e-1: Horas de Funcionamiento Año 2019 Planta de Ácido Sulfúrico 3



Fuente: Elaboración Propia

En la tabla e-5, se presentan los promedios horarios para los estados de funcionamiento en la PAS 3. En la ilustración e-1, se grafican los porcentajes de excedencias acumulados, en cumplimiento con lo señalado en el Artículo 14. del DS-28/2013¹, desde el reinicio del Complejo Fundición que corresponde al 2%, equivalente en 97 (H), del total de Funcionamiento, que corresponde a 4.798 (H).

Por otro lado, la performance de transformación y fijación de azufre en la PAS 3 (Doble Contacto y Doble Absorción), dan un cumplimiento de emisión de SO₂ de 98% equivalente a 4.701 (H) del total de 4.798 (H) de Funcionamiento acumuladas desde el reinicio del Complejo Fundición.

¹ "Artículo 14. Los valores límites de emisión para SO₂ en plantas de ácido se evaluarán sobre la base de promedios horarios que se deberán cumplir el 95% de las horas de funcionamiento. El 5% de las horas restantes comprende horas de encendido, apagado o posibles fallas"

Tabla e-6: Horas Acumuladas Mes Diciembre PAS 4

Condición de Planta	Estado de Planta	Horas Acumuladas (H/mes)	Horas en Excedencia (H/mes)
Funcionamiento	RE	2.653	0
	HE	636	18
	HA	30	0
	FA	162	12
Total	-	3.481	30
Horas en detención	DP	383	0
	DNP	240	0
Total	-	623	0

Fuente: Elaboración Propia

Ilustración e-2 : Horas de Funcionamiento Año 2019 Planta de Ácido Sulfúrico 4



Fuente: Elaboración Propia

En la tabla e-6, se presentan los promedios horarios para los estados de funcionamiento en la PAS 4. En la ilustración e-2, se grafican los porcentajes de excedencias acumulados, en cumplimiento con lo señalado en el Artículo 14. del DS-28/2013 desde el reinicio del Complejo Fundición que corresponde al 0,86%, equivalente en 30 (H), del total de Funcionamiento, que corresponde a 3.481 (H).

Por otro lado, la performance de transformación y fijación de azufre en las Plantas de Ácido Sulfúrico de Doble Contacto y Doble Absorción, dan un cumplimiento de emisión de SO₂ de 99,1% equivalente a 3.451 (H) del total de 3.481 (H) de Funcionamiento acumuladas desde el reinicio del Complejo Fundición.

e.9. Letra k) del Art.16, “Registros de fechas de detección y reemplazo de mangas”

En el mes de diciembre se realiza cambio de 60 mangas, correspondientes a la Tolva Calcina de la Unidad de Preparación de Carga.

e.10. Letra l) del Art.16, “Registro de todo evento que implique la detención de algún equipo de control de emisiones al aire”

Durante el mes de diciembre, se generaron detenciones en las Plantas de Ácido Sulfúrico 3 y 4. Los tiempos de detención son los siguientes:

- Planta de Ácido Sulfúrico 3: 174,3 horas
- Planta de Ácido Sulfúrico 4: 252,9 horas

La principal causa de las detenciones fue por falta de gases de Fundición (Horno Flash), dado el proceso de estabilización y control pirometalúrgico del proceso de fusión.

e.11. Letra m) del Art.16, “Diagrama de Proceso y Descripción de todas las Chimeneas dentro del límite del Sistema”.

Se incluye diagrama de procesos y descripción de las chimeneas de la Gerencia Fundición.

e.12. Letra m) 2) del Art.16, “Programa y Calendario Anual de Mantención 2019”

En el informe anual 2019, se incorporó el Programa Anual de Mantención de la Gerencia Fundición.

F) CONCLUSIONES

El presente informe entrega la recopilación de información y análisis pertinentes para el período de diciembre del 2019 en el formato solicitado por la Superintendencia del Medio Ambiente, en función del cumplimiento de la Resolución 866/16 “Instrucción de Carácter General sobre deberes de Remisión de Información para Fuentes Emisoras Reguladas por el DS N°28/2013 del Ministerio del Medio Ambiente, que establece Norma de Emisión para Fundiciones de Cobre y Fuentes Emisoras de Arsénico”.

Respecto al Art. 3 del D.S 28, que contempla un porcentaje de fijación (captura) de As y S, para el mes de diciembre, corresponde a 98,4% y 98,5% respectivamente.

Respecto al Art. 4 del D.S 28, que contempla los límites de emisión en chimenea, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla f-1: Cumplimiento Art.4 del D.S 28

Chimeneas de Procesos Unitarios	Parámetro a Evaluar Límite de Emisión	Resultados
Planta de Ácido Sulfúrico 3	Concentración de SO ₂ ≤ 600 ppm	PAS 3: Con valores ≤ 600 ppm. Bajo la condición de estado RE.
	Concentración de As ≤ 1 mg/Nm ³	PAS 3: 0,31 <mg/Nm ³ , en cumplimiento.
Planta de Ácido Sulfúrico 4	Concentración de SO ₂ ≤ 600 ppm	PAS 4: Con valores ≤ 600 ppm. Bajo la condición de estado RE.
	Concentración de As ≤ 1 mg/Nm ³	PAS 4: 0,10 mg/Nm ³ , en cumplimiento.
Secador 5	Concentración de MP ≤ 50 mg/Nm ³	Secador 5: 32.1 mg/Nm ³ , en cumplimiento.

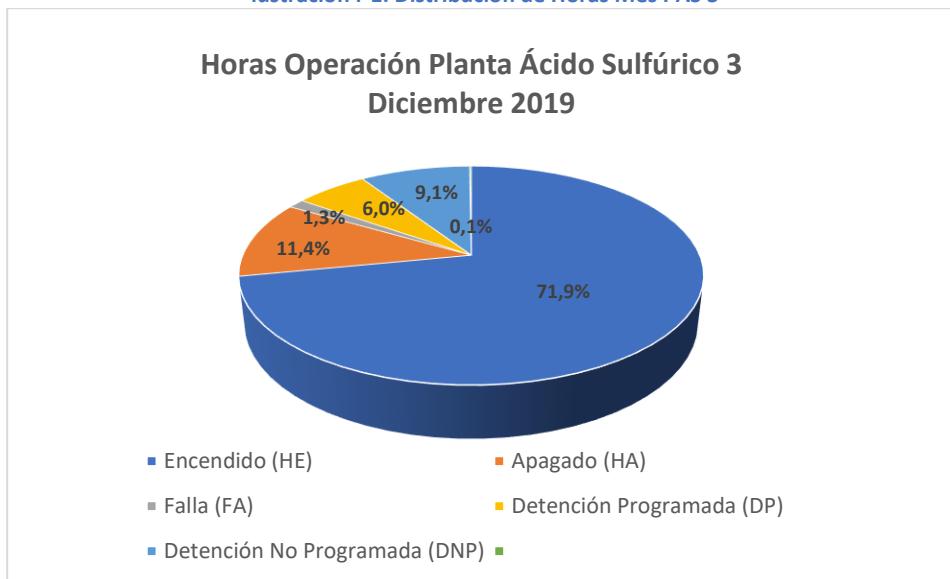
Respecto al Art. 14 del D.S 28, Metodología de medición en Chimenea, todas las mediciones fueron ejecutadas por entidades autorizadas por SMA.

A continuación, se presentan los resultados de la sincronización de los promedios horarios, determinados por el Sistema de Monitoreo Continuo (CEMS), de las horas asociadas a los estados de funcionamiento para la PAS 3 y PAS 4, considerando el periodo de diciembre y el acumulado desde el reinicio de sus operaciones:

Planta de Ácido Sulfúrico 3 de un total de 744 horas/mes:

- Detenciones (DNP y DP) 69 horas/mes.
- Encendido (HE) 85 horas/mes.
- Régimen (RE) 535 horas/mes.
- Apagado (HA) 10 horas/mes.
- Falla (FA) 45 horas/mes.

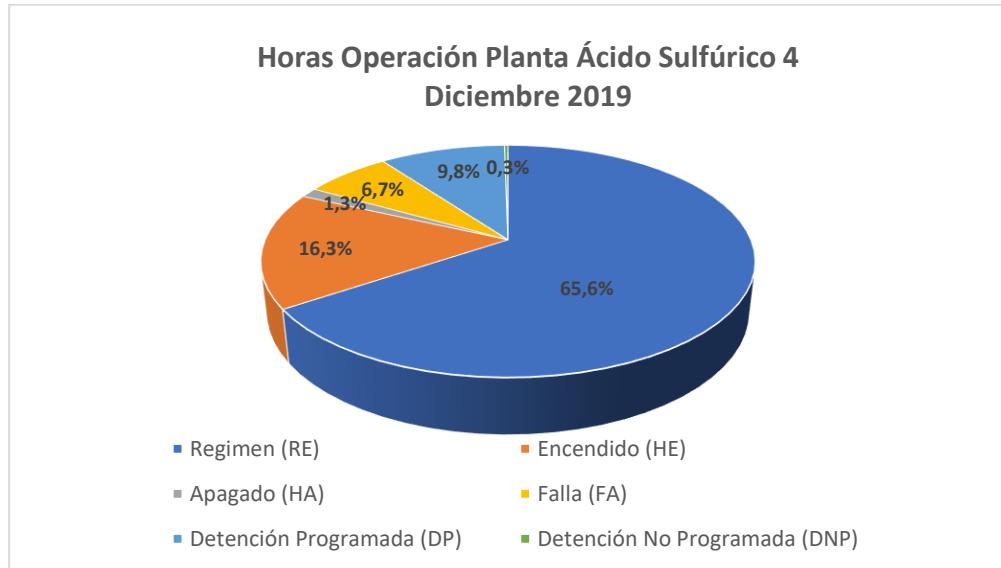
Ilustración f-1: Distribución de Horas Mes PAS 3



Planta de Ácido Sulfúrico 4 de un total de 744 horas/mes:

- Detenciones (DNP y DP) 75 horas/mes.
- Encendido (HE) 121 horas/mes.
- Régimen (RE) 488 horas/mes.
- Apagado (HA) 10 horas/mes.
- Falla (FA) 50 horas/mes.

Ilustración f-2: Distribución de Horas Mes PAS 4



Las horas acumuladas al año distribuidas por estados de operación de planta son:

Ilustración f-3: Distribución de Horas Año 2019 PAS 3

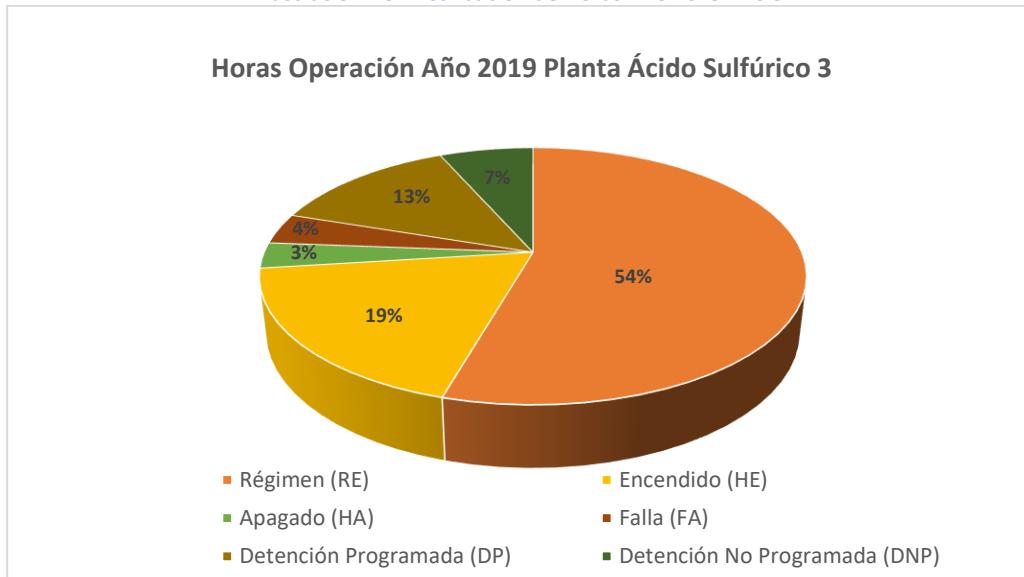
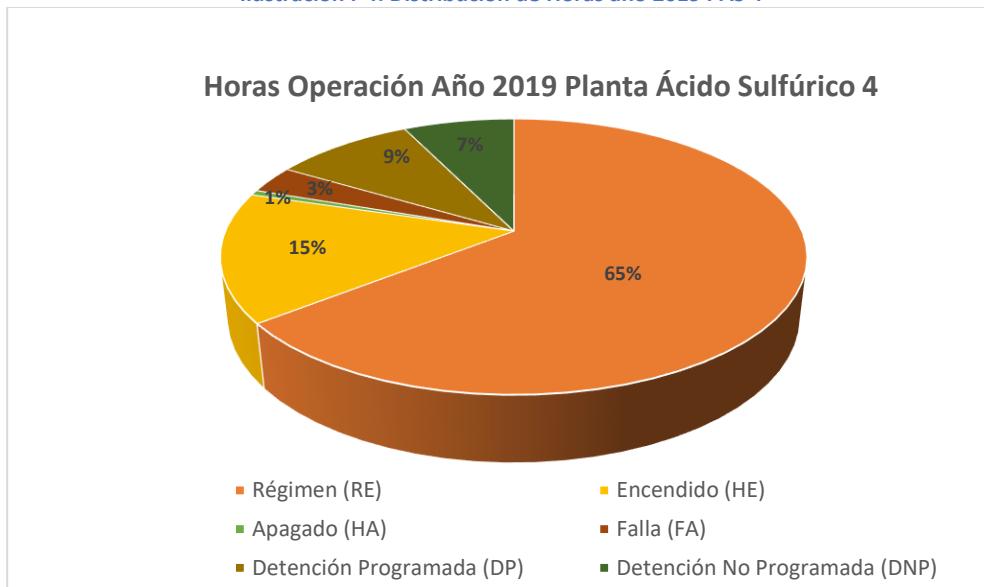


Ilustración f-4: Distribución de Horas año 2019 PAS 4



G) REFERENCIAS

Las referencias utilizadas son:

- Balances de Metalúrgicos para As y S, entregados por Gerencia de Recursos Mineros y Desarrollo (GRMD).
- Informes Isocinéticos de MP, As y Hg, entregados por el laboratorio Sercoamb Ltda., calificados como ETFA.
- Datos de horas de operación, detención, mantención, etc. de los equipos, entregados por Superintendencia de Mantención y Servicios, Gerencia Fundición.
- Datos de horas de funcionamiento, detención, etc. de los equipos, entregados por Superintendencia de Operaciones, Gerencia Fundición.
- Datos de horas de funcionamiento, detención, etc. de los equipos, entregados por Superintendencia de Plantas de Ácido Sulfúrico y Oxígeno, Gerencia Fundición.

H) ANEXOS