

**APRUEBA METODOLOGÍA DE BALANCE DE MASA DE
ARSÉNICO Y AZUFRE DE LA FUNDICIÓN VENTANAS.**

RESOLUCIÓN EXENTA N° 1204

SANTIAGO 23 DIC 2015

VISTOS:

Lo dispuesto en el artículo segundo de la Ley N° 20.417, que fija el texto de la Ley Orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente; la Ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente; la Ley N° 19.880, que establece las Bases de los Procedimientos Administrativos que rigen los Actos de los Órganos de la Administración del Estado; el Decreto con Fuerza de Ley N° 3, del año 2010, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, que Fija la Planta de la Superintendencia del Medio Ambiente; el Decreto Supremo N° 28, de 2013, del Ministerio del Medio Ambiente, que establece norma de emisión para fundiciones de cobre y fuentes emisoras de arsénico; en la Resolución Exenta N° 544, de 2014, en que se delegan facultades al Jefe de la División de Fiscalización; en la Resolución N° 1.600, de 30 de octubre 2008, de la Contraloría General de la República, que fija normas sobre exención del trámite de toma de razón.

CONSIDERANDO:

1° La Superintendencia del Medio Ambiente es el servicio público creado para ejecutar, organizar y coordinar el seguimiento y fiscalización de los instrumentos de carácter ambiental que establece la ley, entre los cuales se encuentran las normas de emisión;

2° El Decreto Supremo 28, de 2013, del Ministerio del Medio Ambiente, que establece que para determinar las emisiones de azufre y arsénico, las fuentes emisoras deberán realizar un balance de masa, cuya metodología debe ser presentada a la Superintendencia del Medio Ambiente para su aprobación;

3° La Resolución Exenta N° 694, de 2015, de la Superintendencia del Medio Ambiente, que aprueba el protocolo para validación de metodologías de balance de masa de arsénico y azufre que las fuentes emisoras deben realizar de acuerdo al D.S. 28/2013 MMA;

4° Que, mediante carta conductora GSRI-127/2015, del 23 de Octubre de 2015, la Fundación Codelco División Ventanas, presentó su metodología de estimación de emisiones, de acuerdo a lo indicado en el considerando anterior.

5° Que, como resultado de la revisión y evaluación de dichos antecedentes, se ha determinado que estos cumplen con los requisitos establecidos por esta Superintendencia.

RESUELVO:

PRIMERO. APRUEBESE el documento técnico “Metodología de Balance de Arsénico y Azufre”, presentado por la Fundación Codelco División Ventanas, el que ha sido revisado y evaluado por esta Superintendencia, y cuyo texto íntegro se acompaña a la presente resolución, entendiéndose parte de la misma.

La fuente emisora deberá implementar el balance de masa en los términos aprobados por esta Superintendencia, debiendo informar y justificar toda modificación a la metodología aprobada.

La fuente emisora deberá informar además las mejoras tecnológicas que se puedan implementar en el transcurso del tiempo, tanto a los sistemas de abatimiento de emisiones, como al proceso productivo y que sean motivo de modificación de la metodología presentada.

SEGUNDO. INSTRUYASE al titular de la fuente emisora incluir en el reporte mensual todos los contenidos establecidos en el artículo 16 del Decreto Supremo 28, de 2013, del Ministerio del Medio Ambiente, sin perjuicio de posteriores instrucciones específicas que dicte esta Superintendencia al respecto.

ANÓTESE, COMUNÍQUESE, NOTIFÍQUESE Y CÚMPLASE.



JEFE
DIVISION
FISCALIZACION
RUBÉN VERDUGO CASTILLO
JEFE DIVISIÓN DE FISCALIZACIÓN
SUPERINTENDENCIA DEL MEDIO AMBIENTE

ODL/F/CPH/JV/JRF

DISTRIBUCIÓN:

1. Maria Pia Tejos Román, representante legal Fundación Ventanas, Carretera F-30-E N° 58270 Puchuncavi. V Región.

C.C.:

1. División de Fiscalización SMA.
2. Oficina de Partes SMA.

METODOLOGÍA BALANCES METALÚRGICOS DE ARSÉNICO Y AZUFRE.

Contabilidad Metalúrgica.
CODELCO. División Ventanas.



Octubre 2015.



INDICE

1.1	INTRODUCCIÓN.....	2
1.2	Resumen.....	i
	ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.	
1.3	Identificación del sistema	6
1.4	Flujos de entrada	6
1.5	Flujos de salida	7
1.6	Inventarios intermedios	7
1.7	Validación de los balances	9
1.8	Muestreo	12
2.	Presentación de resultados.....	14



1.1 Introducción

CODELCO Chile División Ventanas, se encuentra ubicada en Carretera F-30-E N°58270, sector Las Ventanas, Comuna de Puchuncaví. A través del presente documento, viene en dar cumplimiento a lo indicado en el Art. 12 del Decreto 28 "Norma de Emisión para Fundiciones de Cobre y Fuentes Emisoras de Arsénico" y a la Resolución Exenta N°694/2015 de la Superintendencia del Medio Ambiente del 21 de agosto de 2015, en relación a las metodologías específicas, conforme las cuales se realizan los balances de masa mensuales para el azufre y arsénico.

El 1° de mayo de 2005, la Fundición y Refinería Ventanas perteneciente a la Empresa Nacional de Minería ("ENAMI"), según lo autorizó la Ley N° 19.993, publicada en el Diario Oficial con fecha 4 de enero del mismo año, es traspasada a la Corporación Nacional del Cobre, constituyéndose como CODELCO Chile División Ventanas

CODELCO Chile División Ventanas, corresponde a una planta de fundición y refinamiento de cobre construida a principios de la década del sesenta y que inició sus operaciones el año 1964, manteniéndose en funcionamiento desde entonces. Está ubicada a 33 kilómetros al norte de Valparaíso, en la comuna de Puchuncaví. El objetivo principal de División Ventanas es la fusión de concentrados de cobre y la obtención de cátodos de cobre de calidad High Grade, para lo cual cuenta con una capacidad de fusión de orden de 425.000 t/año de concentrados, y una producción de cobre electrolítico aproximadamente de 400.000 t/año, incluyendo el abastecimiento de ánodos y blíster externos.

El proceso productivo para la obtención de cobre refinado, cuenta con diversas etapas, que se inician con la llegada de materias primas que son concentrados, que contienen entre 20-35% de cobre, los que son mezclados, luego sometidos a procesos de Fusión-Conversion, basadas en la tecnología Teniente/CPS, con captación de gases hacia una Planta de Ácido; Refino a Fuego con un Horno tipo Basculante y dos Hornos tipo Reverbero; Refinería Electrolítica. Como apoyo a este proceso productivo, se cuenta con una central térmica, que abastece de vapor, agua, energía eléctrica, aire comprimido y oxígeno a las distintas etapas de producción.



Resumen

La metodología propuesta se basa en los requerimientos establecidos en el protocolo de la Resolución Exenta N°694/2015 antes mencionadas y considera básicamente lo siguiente:

El balance de azufre o de arsénico se realiza con los pesos secos del balance ajustado de cobre de la División Ventanas (SIGMAFINE), que comprende todas las operaciones unitarias desde la recepción de concentrados hasta la producción de cobre electrolítico.

Para los balances de azufre y de arsénico se utilizan los pesos secos que comprenden desde la recepción de concentrado seco al convertidor Teniente hasta la producción de ánodos de Refino a Fuego.

La determinación de la emisión de azufre o de arsénico se realizará considerando la siguiente fórmula:

$$\text{EMISION} = \Sigma \text{ENTRADAS} - \Sigma \text{SALIDAS} + \Sigma \text{INV. INICIAL} - \Sigma \text{INV. FINAL}$$

La emisión se determina como la diferencia entre el azufre o arsénico neto que ingresa a la fuente emisora y el azufre o arsénico neto presente en todos los flujos de salida y el azufre o arsénico asociado a la acumulación de inventario de circulantes (este término puede ser positivo o negativo).

Titular

Titular: CODELCO Chile División Ventanas		RUT: 61.704.000 – K	
Identificación de la fuente: Fundición de Cobre División Ventanas			
Dirección Carretera F-30-E N°58270	Región V Región	Provincia Valparaíso	Comuna Puchuncaví
Correo Electrónico		Teléfono: 32-2933540 - 2933433	
Representante Legal: María Pía Tejos Román		RUT: 8.966.389-K	
Dirección Carretera F-30-E N°58270	Teléfono: 32-2933540 - 2933433	Correo mtejos@codelco.cl	Electrónico:

1.3 Identificación del sistema

Los límites de la Fundición de Codelco División Ventanas comprenden los procesos de secado de concentrados, fusión, conversión, tratamiento pirometalúrgico de escoria, planta de ácido y refinación a fuego en horno basculante y hornos de refino.

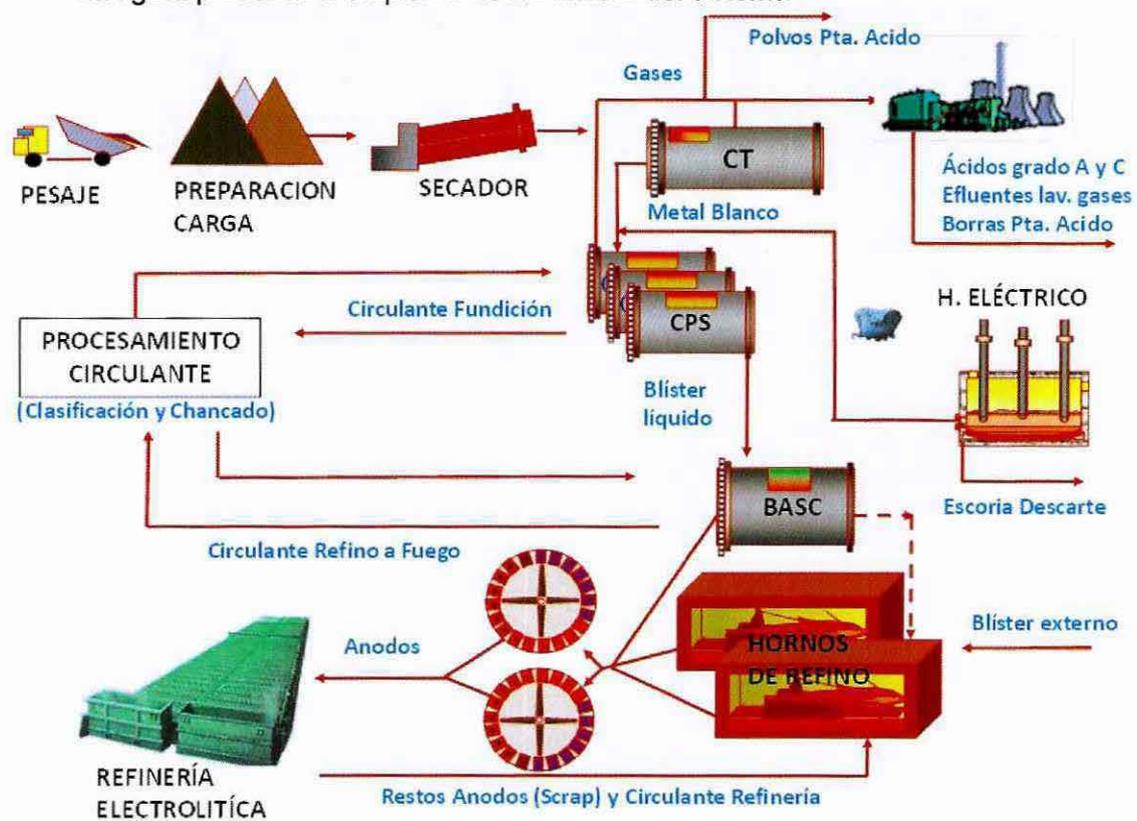


Teniendo como entradas principales concentrados de diverso origen y calidades, restos de ánodos provenientes de la Refinería Electrolítica, cobre blíster externo y ánodos rechazados internos y externos; y como principales salidas Ácido Sulfúrico concentrado, Ácido Sulfúrico C (débil), Ánodos Ventanas y Escoria de descarte.

El ingreso de concentrados al secador corresponde a la suma de los pesos diarios del pesómetro de la cinta G-19. Ajustado según cierre cancha de conjunto y sistema de errores.

El control de los concentrados utiliza el concepto de cancha cerrada, es decir se almacena un conjunto con una masa determinada en una cancha y se cierra, es decir no se agrega más producto; luego se consume hasta terminar todo el producto almacenado, corrigiendo las diferencias con lo indicado por el pesómetro. Esto es dado que, la elaboración de la mezcla utiliza una serie de elementos de control (pesómetros, válvulas motorizadas) que generan un error mayor al sistema de pesaje en básculas, por lo tanto el peso de báscula es el que utilizamos como medida más exacta.

La figura presenta el esquema de los límites del sistema



Principales equipos e instalaciones.

Equipo/Instalación	Cantidad	Dimensiones	Capacidad	Marca	Año Instalación
Secador rotatorio	1		60 [th/h].	Fuller	
Convertidor Teniente	1	4 [m] ϕ x 15 [m] largo			1983
Convertidores	3	3 [m] ϕ x 9,4 [m] largo		Peirce-Smith	1964
Horno Eléctrico limpieza de escoria	1	10 [m] ϕ x 5 [m] alto		Demag	1998
Horno de retención	1		120 [t]		1964
Horno basculante	1	4 [m] ϕ x 9 [m] largo	200 [t]		1978
Hornos de refino	2		400 [t]	Maerz	1964



Ruedas moldeo ánodos	2		30 [t/h] c/u	Walker	1964
Planta de Acido	1		140.000 [Nm ³ /h], 10,5 [%] SO ₂	Hugo Petersen	1990
Planta Oxígeno	1		315 [t/d].	L'air liquide	1990

1.4 Flujos de entrada

Concentrados externos de Cu
Concentrados externos de Au
Concentrados externos de Ag
Minerales de fundición directa de Cu
Minerales de fundición directa de Au
Minerales de fundición directa de Ag
Precipitados (cementos) de Cu
Blíster externos
Anodos rechazados externos
Anodos rechazados propios
Restos de ánodos
Combustible petróleo diésel

1.5 Flujos de salida

Ácido Sulfúrico concentrado
Ácido Sulfúrico grado C
Ánodos Ventanas
Escoria de descarte
Polvos de electrofiltro de gases del Convertidor Teniente (PEPA)
Polvos de gases fugitivos (1)
Residuos de desulfurización (2)
Borras y Yesos de Planta de Acido
Efluente (RIL) lavado de gases Planta de Acido

El flujo de Escoria de descarte es retirado en ollas y estimado por peso de ollas. El peso de la olla de escoria es controlado en forma semestral

- (1) *Corresponde a polvos recuperados de la captación de los gases fugitivos, que serán generados durante el año 2016*
- (2) *Corresponde a los residuos de la limpieza de los gases fugitivos, que serán generados a partir del año 2017 en lugar de los Polvos de gases fugitivos*

1.6 Inventarios intermedios

Flujo variación de inventario inicial
Circulante conversión
Polvos Convertidores
Polvos Electrofiltro gases Horno Escoria, CPS y CT
Escoria especiales
Escoria del Convertidor Teniente
Escoria Anódica
Cobre Anódico (cobre sucio)
Placas y Moldes de Ánodos
Granzas
Material en proceso fundición
<ul style="list-style-type: none"> • Concentrados Secador (en reactor) • Concentrados CT (en reactor) • Escoria CT(en reactor) • Metal Blanco CT (en reactor) • Escoria HE (en reactor) • Metal Blanco HE (en reactor) • Circulante en HE (en reactor) • Metal Blanco en CPS (en reactor) • Blíster en CPS (en reactor) • Blíster en Retén (en reactor)
Material en proceso fundición
<ul style="list-style-type: none"> • Blíster en HB (en reactor) • Carga Horno Reverbero RAF(en reactor)
Ácido Sulfúrico concentrado en estanques de almacenamiento
Flujo variación de inventario final
Circulante conversión
Polvos Convertidores
Polvos Electrofiltro gases Horno Escoria, CPS y CT
Escoria especiales
Escoria del Convertidor Teniente
Escoria Anódica
Cobre Anódico (cobre sucio)
Placas y Moldes de Ánodos
Granzas
Material en proceso fundición



• Concentrados Secador (en reactor)
• Concentrados CT (en reactor)
• Escoria CT(en reactor)
• Metal Blanco CT (en reactor)
• Escoria HE (en reactor)
• Metal Blanco HE (en reactor)
• Circulante en HE (en reactor)
• Metal Blanco en CPS (en reactor)
• Blíster en CPS (en reactor)
• Blíster en Retén (en reactor)
Material en proceso Refino a Fuego
• Blíster en HB (en reactor)
• Carga Horno Reverbero RAF(en reactor)
Ácido Sulfúrico concentrado en estanques de almacenamiento

1.7 Validación de los balances

La información de Peso seco utilizada en el Balance de Azufre y de Arsénico está respaldada por el Sistema de Balance Metalúrgico Mensual de la División Ventanas, SIGAMFINE, el cual es un conjunto de programas computacionales, especialmente diseñado para el cálculo de balance metalúrgico de cobre, plata y oro.

Los criterios de cálculo incorporados al sistema SIGMAFINE consideran todas las mediciones disponibles ponderando su influencia en el balance según sea el error asociado a las mediciones. El SIGMAFINE utiliza un criterio del error de la medida para ajustar, es decir mientras mayor sea la incerteza en la medición, mayor es la tolerancia para cambiar el valor de la medición.

Para ello, frente a la inconsistencia natural de las distintas mediciones, SIGMAFINE corrige cada una de ellas, minimizando el total de las correcciones a fin de obtener un nuevo conjunto de valores consistentes entre sí y representativos del balance global de la operación.

Codelco División Ventanas utiliza el balance de Cu para validar los balances de S y As.

Para el caso de As, existe la posibilidad de que el balance de emisiones genere un resultado negativo, esto principalmente debido a detenciones por mantención (de uno o más equipos que están en la línea) y a acumulación de circulantes por alteraciones operacionales. Cuando se presente esta situación se elaborará un informe y se aplicará la corrección al final del periodo (año calendario).

1.8 Muestreo

Tipo de flujo	Punto de muestreo	Forma de determinación	Metodología	Frecuencia	Tipo de muestreo	N° incrementos
Entradas						
Concentrados externos de Cu	Canchas de recepción camiones	Analizada	(1) y (3)	Compósito lotes hasta 500 TMH	Manual / sonda	16 – 20 por camión
Concentrados externos de Au						16 – 20 por camión
Concentrados externos de Ag						16 – 20 por camión
Minerales de fundición directa de Cu						16 – 20 por camión
Minerales de fundición directa de Au						16 – 20 por camión
Minerales de fundición directa de Ag						16 – 20 por camión
Precipitados (cementos) de Cu						16 – 20 por camión
Bilster externos	Patio de Recepción	Analizada	(1) y (4)	por lote	Muestreo manual	2% mínimo
Ánodos rechazados externos	Asignada de lotes de ánodos de origen externos					
Ánodos rechazados propios	Asignada de lotes de ánodos de origen propios					
Restos de ánodos	Asignada de ánodos de origen					
Circulantes						
Circulante conversión	Planta de chancado	Analizada	(1) y (3)	por lote hasta 2000 ton. Se establecen lotes de 2.000 ton, dado el reducido espacio físico.	Semiautomático	Mínimo 20 incrementos por cada 500 ton. Para lotes mayores o menores a 500 ton el número de incrementos será proporcional.
Escoria especiales	Planta de chancado	Analizada	(1) y (3)	por lote hasta 2000 ton. Se establecen lotes de 2.000 ton, dado el reducido espacio	Semiautomático	Mínimo 20 incrementos por cada 500 ton. Para lotes mayores o menores a 500 ton el número de

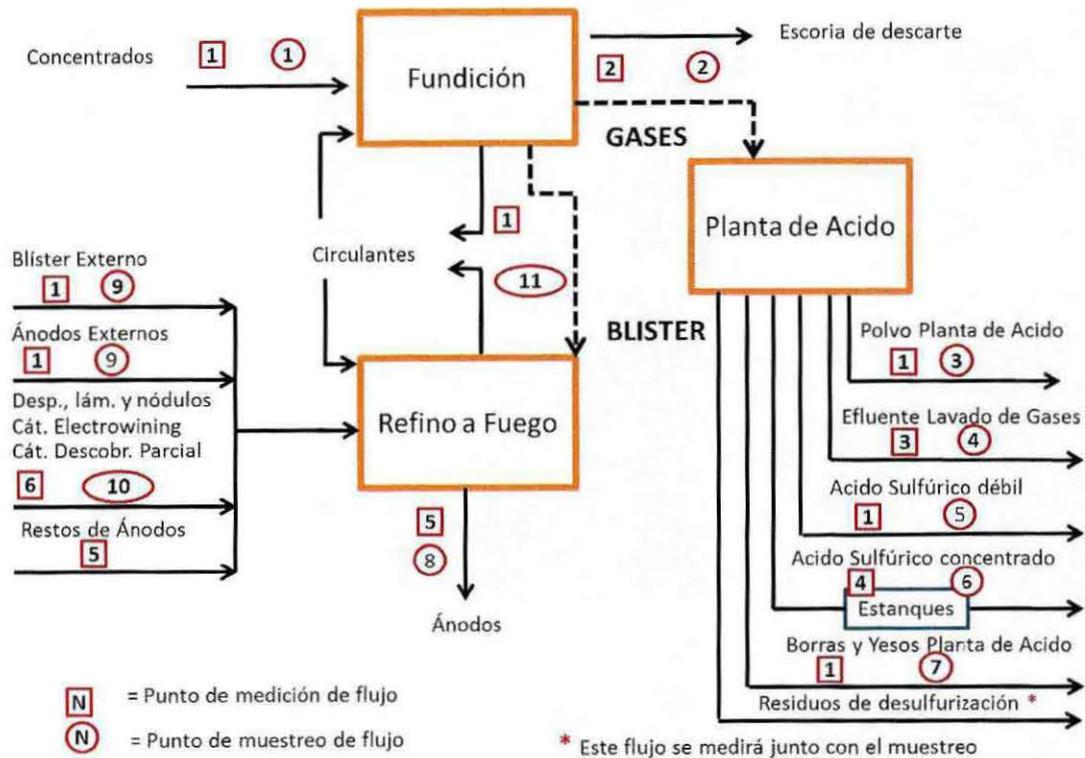
				físico.		incrementos será proporcional.
Escoria del Convertidor Teniente	Planta de chancado	Analizada	(1) y (3)	por lote hasta 2000 ton. Se establecen lotes de 2.000 ton, dado el reducido espacio físico.	Semiautomático	Mínimo 20 incrementos por cada 500 ton. Para lotes mayores o menores a 500 ton el número de incrementos será proporcional.
Escoria Anódica	Planta de chancado	Analizada	(1) y (3)	por lote hasta 2000 ton. Se establecen lotes de 2.000 ton, dado el reducido espacio físico.	Semiautomático	Mínimo 20 incrementos por cada 500 ton. Para lotes mayores o menores a 500 ton el número de incrementos será proporcional.
Polvos Convertidores	Capacho polvos conversión	Analizada	(1) y (3)	por capacho	Manual / con pala	10 incrementos
Polvos Electrofiltro gases Horno Escoria, CPS y CT	Capacho polvos	Analizada	(1) y (3)	por capacho	Manual / con pala	10 incrementos
Cobre Anódico (cobre sucio)	Asignada de producción de ánodos de origen					
Placas y Moldes de Ánodos	Asignada de producción de ánodos de origen					
Granzas	Recuperadora de Cu RAM	Analizada	(1) y (3)	por lote	Manual / con pala	10 incrementos
Salidas						
Ácido Sulfúrico concentrado	Estanques de almacenamiento	Analizada	(2) y (5)	Por estanque, promedio de niveles muestreados	Manual alturas fijas	3 muestras por estanque, con 4 incrementos cada una
Ácido Sulfúrico grado C	Camión	Analizada	(2) y (5)	Por camión	Manual	1 muestra por camión, 10 incrementos
Ánodos Ventanas	Racks	Analizada	(1) y (4)	Por Hornada	Periódico	6 y 4 Ánodos para Basculante y Refino /hornada
Escoria de descarte	Canal de descarga	Analizada	(1) y (3)	Compósito Diario	Manual / con paleta	3 por olla/ descarga

	ollas					Batch
Polvos de electrofiltro de gases del Convertidor Teniente (PEPA)	Planta de Acido	Analizada	(1) y (3)	Compósito diario As, para S compósito semanal	Manual	1 sondaje por maxisaco
Residuos de desulfurización/ Residuos Polvo Gases Secundarios	Planta de Acido	Analizada	(1) y (3)	Lote	Manual	1 sondaje por maxisaco
Borras y Yesos de Planta de Acido	Planta de Acido	Analizada	(1) y (3)	Lote	Manual	1 sondaje por maxisaco
Efluente (RIL) lavado de gases Planta de Acido	Descarga Planta Riles	Analizada	(2)y (3)	Por día	Manual	1 muestra por turno

- (1) = Azufre Combustión y detección Infra Roja o ICP Plasma o GD-MS
- (2) = Azufre Volumetría (Se mide H₂SO₄ y se calcula S por estequiometría)
- (3) = Arsénico EAA llama, aire/acetileno o ICP Plasma
- (4) = Arsénico EEA arco ó EAA llama aire/Acetileno o ICP Plasma o GD-MS
- (5) = Arsénico EEA ICP Plasma

En el caso de no ser posible contar con análisis químicos, se utilizará el promedio de los últimos 6 meses.

Esquema de flujos con puntos de medición y de muestreo



PUNTOS DE MEDICION DE FLUJOS



1 Báscula pesaje de camiones



2 Conteo ollas escoria



3 Flujómetro efluentes PA



4 Estanque almacenamiento ácido



5 Báscula Prod. Intermedios



6 Báscula Prod. Finales

PUNTOS DE MUESTREO DE FLUJOS



① Concentrados



② Escoria final



③ Polvos PEPA



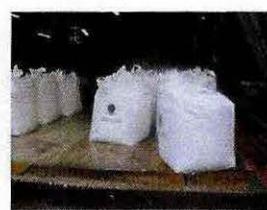
④ Efluentes



⑤ Acido débil



⑥ Ac. Sulfúrico



⑦ Borrás_Yesos



⑧ Anodos



⑨ Blíster y ánodos externos



⑩ Cátodos Refinería



⑪ Circulante

3. Presentación de resultados

Se propone la presentación de los resultados del balance de emisiones en el siguiente formato:

Corriente	Base Peso seco	Ajustado Peso seco	Ley As	Ley S	Finos As	Finos S
Entradas						
Concentrados						
Blíster Externo						
Ánodos Externos						
Restos de Anodos						
Combustibles						
Total entradas						
Salidas						
Acido Sulfúrico grado A						
Acido Sulfúrico grado C						



Ánodos						
Escoria de descarte						
Polvo Planta de Acido						
Residuos de desulfurización						
Efluente Lavado de Gases						
Borras y Yesos Planta de Acido						
Total Salidas						
Circulantes						
Existencia Inicial						
Circulante conversión						
Polvos Convertidores						
Polvos gases HE y CPS						
Escoria especiales						
Escoria del C. Teniente						
Escoria Anódica						
Cobre Anódico (cobre sucio)						
Placas y Moldes de Ánodos						
Granzas						
Circulante a la venta						
Existencia Final						
Circulante conversión						
Polvos Convertidores						
Polvos gases HE y CPS						
Escoria especiales						
Escoria del C. Teniente						
Escoria Anódica						
Cobre Anódico (cobre sucio)						
Placas y Moldes de Ánodos						
Granzas						
Diferencia Existencia circulante						
Existencia inicial proceso						
Existencia final proceso						
Emisión Mensual	(total Ent-total Salida- Δ INV)					
Emisión Acumulada						

4. Estimación de Errores Aleatorios Relativos de Análisis Químicos

Se propone la presentación de los resultados del balance de emisiones en el siguiente formato:

Corriente	As %	S %
Entradas		
Concentrados		
Blíster Externo		



CODELCO
Orgullo de Todos

Ánodos Externos		
Salidas		
Acido Sulfúrico		
Ácido Débil		
Ánodos		
Escoria de descarte		
Polvo Planta de Acido		
Yesos Planta de Acido		