



Superintendencia del Medio Ambiente
Gobierno de Chile

INFORME TÉCNICO DE FISCALIZACIÓN AMBIENTAL

EXAMEN DE LA INFORMACIÓN

“MODIFICACIÓN DE METODOLOGÍA DE BALANCES DE MASA DE ARSÉNICO Y AZUFRE”

UNIDAD FISCALIZABLE: CODELCO SALVADOR – FUNDICIÓN POTRERILLOS

DFZ-2025-3006-III-NE

	Nombre	Firma
Aprobado	Juan Pablo Rodríguez F.	
Elaborado	Elizabeth Salinas D.	



Tabla de Contenidos

<i>Tema</i>	<i>Página</i>
1. RESUMEN	3
2. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO, INSTALACIÓN, ACTIVIDAD O FUENTE FISCALIZADA.	4
3. INSTRUMENTO DE CARÁCTER AMBIENTAL FISCALIZADO.	5
4. ANTECEDENTES DE LA ACTIVIDAD DE FISCALIZACIÓN.	5
4.2 Materia Específica Objeto de la Fiscalización Ambiental	5
4.3 Documentos Revisados	6
5. HECHOS CONSTATADOS.	7
5 CONCLUSIONES.	12
6 ANEXOS.....	13



1. RESUMEN.

El presente documento da cuenta de los resultados del examen de información efectuado por la Superintendencia del Medio Ambiente (en adelante “Superintendencia” o “SMA”), a la unidad fiscalizable “Codelco Salvador – Fundición Potrerillos”, perteneciente a la Corporación Nacional del Cobre (en adelante “titular” o “Codelco”), en el marco del cumplimiento del artículo 12º del D.S. N°28/2013, del Ministerio de Medio Ambiente, que establece norma de emisión para fundiciones de cobre y fuentes emisoras de arsénico (en adelante “D.S. N°28/2013 MMA”). Dicho artículo establece que, para verificar el cumplimiento de los límites máximos de emisión de arsénico (As) y dióxido de azufre (SO₂), así como del porcentaje de captura y fijación de azufre (S) y As, las fuentes emisoras nuevas y existentes deberán presentar a esta Superintendencia, para su aprobación, las metodologías específicas conforme a las cuales se realizarán los balances de masa mensuales para azufre y arsénico. Asimismo, señala que la Superintendencia del Medio Ambiente establecerá los protocolos para implementar los balances de masa de arsénico y azufre. Considerando lo anterior, la SMA aprobó mediante la Resolución Exenta N° 694 del 21 de agosto de 2015, el protocolo para validación de metodologías de balance de masa de arsénico y azufre en fuentes emisoras, de acuerdo con el D.S. N°28/2013 MMA.

En este contexto, a través de la Resolución Exenta N°279 de fecha 4 de abril de 2016, la SMA aprobó la metodología de balances de masa de arsénico y azufre de la Fundición Potrerillos. Se hace presente que la última modificación a la metodología de balances de masa fue aprobada, a través de la Resolución Exenta N°48 del 11 de enero de 2022 SMA.

La fundición Potrerillos, de acuerdo con lo exigido en el artículo 13º del D.S. N°28/2013 MMA, ejecutó en el año 2024 la auditoría externa a través de la Entidad Técnica de Certificación Ambiental (en adelante “ETCA”), Servicios Mineros SpA. En dicho proceso de auditoría, se constató una no conformidad asociadas a la declaración y nomenclatura de los flujos intermedios, dado que el titular, en los flujos de inventario del balance de cobre (Cu) utilizó una nomenclatura distinta a la declarada en la metodología de balances de As y S, que se encuentra aprobada mediante la Res. Ex. N°28/2013 MMA. En este contexto, la SMA requirió al titular, a través de la Resolución Exenta N°132/2025 SMA, la modificación de la metodología de balances de masa, con el objeto de asegurar la identificación de todos los flujos que conforman los balances de masa de As y S, así como la estandarización de la nomenclatura utilizada por el titular.

Posteriormente, el titular mediante la carta GMA-118/2025 del 27 de febrero de 2025, presentó una modificación de la metodología de balances de masa, entregando a la SMA el documento denominado *“Metodología de balance azufre-arsénico Fundición Potrerillos. Codelco División Salvador, febrero 2025”*.

Las modificaciones a la metodología de balances contemplaron la incorporación de los flujos intermedios que no se encontraban declarados, así como la estandarizar de la nomenclatura de los flujos, con objeto de asegurar la trazabilidad entre los balances de masa de Cu, As y S. Lo antes señalado generó cambios en los siguientes aspectos de la metodología: i) Identificación del sistema, ii) Descripción de los flujos, iii) Muestreo, iv) Diagrama de puntos de medición y muestreo, y v) Análisis químico.

A partir del examen de información de la modificación a la metodología de balances de masa de arsénico y azufre presentada por el titular, es posible concluir que la modificación a la metodología se ajusta a los requerimientos establecidos en el protocolo de validación de metodologías de balances de masa de arsénico y azufre, por lo tanto, corresponde su aprobación.



2. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO, INSTALACIÓN, ACTIVIDAD O FUENTE FISCALIZADA.

2.1. Antecedentes Generales

Identificación de la Unidad Fiscalizable: Fundición Potrerillos	
Región: III Región de Atacama	Ubicación de la actividad, proyecto o fuente fiscalizada:
Provincia: Chañaral	Ubicada en la Región de Atacama, provincia de Chañaral, comuna de Diego de Almagro, a 220 Km al NE de Copiapó, en el sector precordillerano a 2.950 m.s.n.m.
Comuna: Diego de Almagro	
Titular de la actividad, proyecto o fuente fiscalizada: Codelco	RUT o RUN: 61.704.000-K
Domicilio Titular: Huérfanos 1270, piso 5, Gerencia de Medio Ambiente y Comunidad, Santiago.	Correo electrónico: hriva002@codelco.cl
	Teléfono: +56 2 26903945
Identificación del Representante Legal: Humberto Rivas Guzmán	RUT o RUN: +56 9 97899568
Domicilio Representante Legal: Huérfanos N° 1270, Vicepresidencia de Asuntos Corporativos y Sustentabilidad	Correo electrónico: hriva002@codelco.cl
	Teléfono: +56 2 26903945



3. INSTRUMENTO DE CARÁCTER AMBIENTAL FISCALIZADO.

Identificación de Instrumentos de Carácter Ambiental fiscalizados.					
Nº	Tipo de instrumento	Nº/ Descripción	Fecha	Comisión/ Institución	Título
1	Norma de Emisión	D.S. N° 28/2013 del Ministerio del Medio Ambiente, que establece la "Norma de Emisión Para Fundiciones de Cobre y Fuentes Emisoras de Arsénico"	30-07-2013	Ministerio de Medio Ambiente	No aplica

4. ANTECEDENTES DE LA ACTIVIDAD DE FISCALIZACIÓN.

4.1 Motivo de la Actividad de Fiscalización

Motivo		Descripción	
X	No programada		Denuncia
			Autodenuncia
		x	De Oficio
			Otro
Detalles: Aprobación de la metodología de balances de masa de arsénico (As) y Azufre (S) según Resolución Exenta N° 694 de 21 de agosto de 2015 de SMA, que aprueba protocolo para la validación de metodologías de balance de masa de arsénico y azufre en fuentes emisoras de acuerdo al D.S. 28 de 2013 MMA.			

4.2 Materia Específica Objeto de la Fiscalización Ambiental

- Metodología de balances de masa de arsénico (As) y Azufre (S).



4.3 Documentos Revisados

Nombre del documento revisado	Origen/ Fuente del documento	Observaciones
Informe Técnico. Respuesta Resolución Exenta N°132-Resuelvo Primero apartado i.	GMA-118/2025, de 27 de febrero de 2025.	Sin observaciones
Informe Técnico. Respuesta Resolución Exenta N°132-Resuelvo Primero apartado iii.	GMA-118/2025, de 27 de febrero de 2025.	Sin observaciones
Metodología de balance de azufre-arsénico Fundición Potrerillos Codelco División Salvador, febrero 2025 y anexos asociados.	GMA-118/2025, de 27 de febrero de 2025.	Sin observaciones



5. HECHOS CONSTATADOS.

Número de hecho constatado: 1

Exigencias:

Art. N° 12 D.S. N° 28/2013 MMA: "... Para verificar el cumplimiento de los límites máximos de emisión de SO₂ y de As y del porcentaje de captura y fijación de azufre y de As, las fuentes emisoras nuevas y existentes deberán presentar a la Superintendencia del Medio Ambiente, para su aprobación, las metodologías específicas conforme las cuales se realizarán los balances de masa mensuales para azufre y arsénico dentro del límite del sistema ..."

Resolución Exenta N° 694 de 21 de agosto de 2015 de SMA, que aprueba protocolo para la validación de metodologías de balance de masa de arsénico y azufre en fuentes emisoras de acuerdo al D.S. 28 de 2013 MMA.

Resuelvo 2º Res. Ex. N°694/2015 SMA: "La aplicación del presente protocolo será obligatorio para todas las fuentes emisoras afectas al cumplimiento del D.S. N° 28 de 2013, del MMA, que establece norma de emisión para fundiciones de cobre y fuentes emisoras de arsénico".

Resultado (s) examen de Información:

El artículo 12º del D.S. N°28/2013 MMA señala que la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) debe establecer los protocolos para implementar los balances de masa de arsénico y azufre. Asimismo, indica que, para verificar el cumplimiento de los límites máximos de emisión de dióxido de azufre (SO₂) y arsénico (As), así como del porcentaje de captura y fijación de S y As, las fuentes emisoras nuevas y existentes deberán presentar a la SMA, para su aprobación, las metodologías específicas conforme a las cuales se realizarán los balances de masa mensuales para azufre y arsénico dentro del límite del sistema de la fundición. De esta forma, la SMA mediante la Resolución Exenta N°694, de 21 de agosto de 2015, dictó el "Protocolo para validación de metodología de balances de masa de arsénico y azufre en fuentes emisoras de acuerdo al D.S. 28/2013 de MMA (en adelante "Res. Ex. N°694/2015 SMA" o "protocolo de balances de masa").

Este contexto, se hace presente que la última metodología de balances de masa fue aprobada, a través de la Resolución Exenta N°48, del 11 de enero de 2022 SMA (en adelante "Res. Ex. N°48/2022 SMA").

Por otra parte, según el artículo 13º del D.S. N°28/2013 MMA, las fuentes emisoras existentes deben realizar una auditoria durante el primer semestre de cada año calendario, a cargo de una entidad certificadora de conformidad ambiental autorizada por la SMA, con el objeto de revisar y verificar la aplicación de la metodología de balances de masa utilizada.

En el año 2024, la Fundición Potrerillos ejecutó la auditoría externa a través de la Entidad Técnica de Certificación Ambiental (en adelante "ETCA"), Servicios Minero SpA. En dicho proceso de auditoría, se constató una no conformidad relacionada con la identificación de los flujos que conforman los balances de masa. Específicamente, se constató que el documento de la metodología de balances de masa aprobada mediante la Res. Ex. N°48/2022 SMA, no define el flujo de entrada "fusión carga fría alta ley DVEN". Además, se constató que existen flujos intermedios no definidos o que se declaran con otra nomenclatura, los cuales corresponde a los siguientes: i) circulantes (buzón material húmedo planta de secado, buzones sistema de inyección, polvos finos de precipitador, escoria mixta (mazamorra), inventario moldes y secundario en TK); ii) carga fría (secundarios sólidos y en piso de nave); iii) cargas líquidas (líquidos calientes) y iv) concentrados PFE (Concentrado de Flotación de Escorias Recirculadas Nodo 106, Concentrado de Flotación de Escorias Recirculados Nodo 200 y Concentrado almacenado en PFE).



Debido a las desviaciones detectadas por la ETCA en la auditoría de 2024, la SMA realizó una reunión de asistencia al cumplimiento el 20 de enero de 2025 (anexo 1). Adicionalmente, mediante la Resolución Exenta N°132, del 30 de enero de 2025, se realizó un requerimiento de información al titular, con el fin de asegurar la identificación de todos los flujos que conforman los balances de masa de As y S en el documento de la metodología, así como la estandarización de la nomenclatura utilizada por el titular (anexo 2).

Posteriormente, el titular mediante la carta GMA-018/2025, del 27 de febrero de 2024, presentó respuesta en el marco de la Res. Ex. N°132/2025 SMA. Cabe mencionar que la no conformidad relaciona con los flujos intermedios surge porque, en el balance de cobre (Cu), el titular no utiliza la misma nomenclatura definida en la metodología de balances de masa para nombrar los flujos intermedios, o existen flujos en el balance de Cu que no fueron incorporados en el documento la metodología. Según lo indicado por el titular en el informe técnico “Respuesta Resolución Exenta N°132-Resuelvo Primero apartado i”, los flujos definidos con otra nomenclatura en la metodología son: Polvos finos de precipitador, secundario en TK, inventario moldes, secundarios sólidos, pisos de nave, líquidos calientes, concentrado de flotación de escoria recirculadas nodo 106, concentrado de flotación de escoria recirculadas nodo 200 y concentrado almacenado en PFE. Los flujos no definidos son: buzón material húmedo planta de secado, buzones sistema de inyección y escoria mixta (mazamorra) (anexo 3).

En base al examen de información realizado a los antecedentes que dieron respuesta al requerimiento de información (Res. Ex. N°132/2025 SMA), es posible señalar que el titular, para subsanar la desviación relacionada con la falta de trazabilidad en la identificación de los flujos de inventario, modificó la metodología de balances de masa de As y S aprobada mediante la Res. Ex. N°48/2022 SMA. Esta modificación incluyó una reestructuración de los inventarios, con el objetivo de que la nomenclatura utilizada en el balance de Cu (balance base) coincida con la utilizada en la metodología del balance de S y As. De esta forma, la estandarización de la nomenclatura e incorporación de nuevos flujos intermedios generó la actualización en los siguientes aspectos del documento: a) Identificación del sistema (diagrama de Proceso Fundición Potrerillos), b) Descripción de los flujos, c) Muestreo, d) Diagrama de puntos de medición y muestreo y e) Análisis químico.

Ahora bien, en función de los requisitos establecidos en el protocolo de balances de masa, a continuación, se señalan los aspectos modificados:

- a) **Identificación del sistema:** La fundición Potrerillos procesa concentrados de cobre para producir ánodos y ácido sulfúrico. Cuenta con tres unidades principales: i) Fundición: Desde la recepción de concentrados hasta el moldeo de ánodos, incluyendo secado, fusión (convertidor teniente), conversión (convertidores pierce smith) y refino (hornos de ánodos), ii) Planta de Tratamiento de Gases (PTG): Procesa gases de azufre de la fundición, eliminando partículas y convirtiendo el dióxido de azufre (SO_2) en ácido sulfúrico (H_2SO_4) y, iii) Planta de flotación de escorias (PFE): Recupera cobre de las escorias mediante molienda, flotación, espesamiento y filtrado.

De acuerdo con las figuras Nº 2.2 y Nº 5.1 del documento de la metodología el límite del sistema se ubica antes de la planta de secado y los circulantes se manejan dentro del sistema (anexo 4). Dichos diagramas señalan los procesos unitarios y flujos que contemplan los balances de masa de As y S. Lo anterior se observa en la siguiente figura:



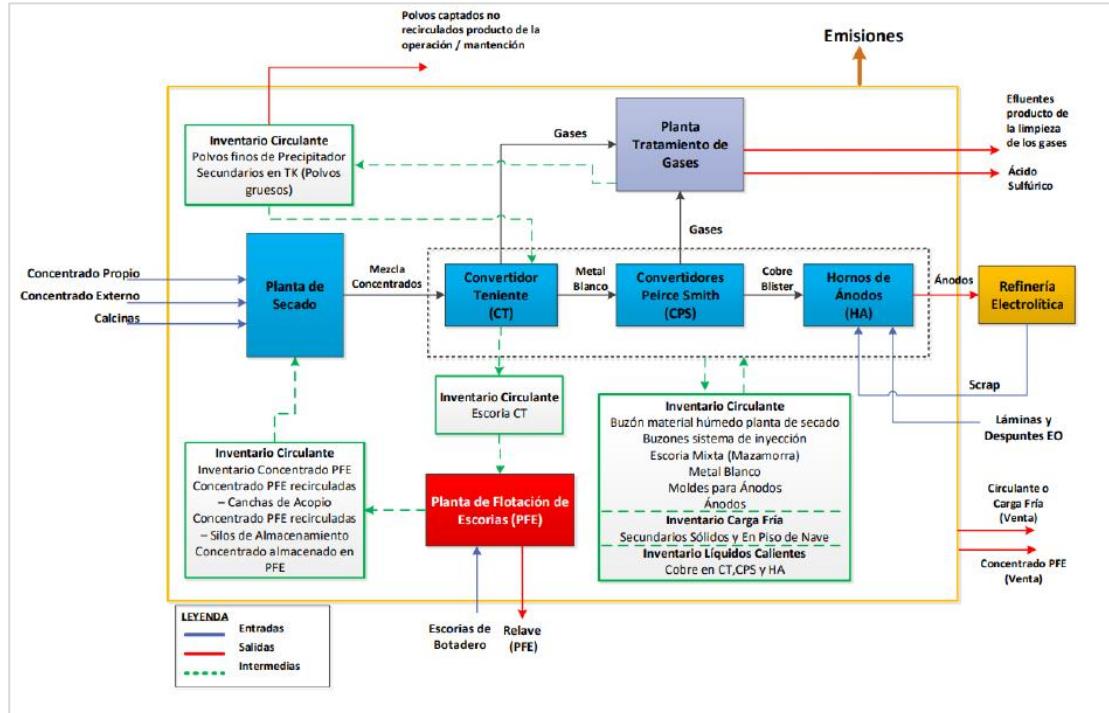


Figura 2: Diagrama de Flujo Identificación del Sistema y sus límites.

Fuente: Imagen 2.2 de Metodología de balances de masa azufre-arsénico. Codelco Salvador, febrero 2025.

- b) **Flujos intermedios o inventarios declarados por titular:** Dentro de los inventarios se consideran, **circulantes**, los cuales corresponden a los materiales que son reprocesados. Los circulantes declarados por el titular y que son considerados en el cálculo de los balances de masa, son los siguientes: Buzón Material Húmedo Planta de Secado; Buzones Sistema de Inyección; Polvos Finos de Precipitador; Escoria Mixta (Mazamorra); Metal Blanco; Moldes para Ánodos; Escoria CT; Secundario en TK (Polvos gruesos); Ánodos; Concentrado PFE (Planta de Flotación de Escorias), este concentrado se compone de concentrado de flotación de escoria recirculadas-cancha de acopio, concentrado de flotación de escorias recirculadas-silos de almacenamiento y concentrado almacenado en PFE. También se consideran inventarios de **carga fría**, conformados por secundarios sólidos y en piso de nave, y finalmente inventarios **líquidos calientes**, conformados por cobre en CT, cobre en CPS y cobre en HA.



A continuación, mediante la siguiente tabla se indican los flujos que conformar los balances de masa de As y S de la Fundición Potrerillo.

Tabla 1: Flujos de entrada, flujos intermedios o inventarios y flujos salida.

Flujos de entrada	Flujos intermedios	Flujos de salida
Concentrado propio	Circulantes	Ácido sulfúrico
Concentrado externo	Buzón material húmedo planta de secado	Efluente producto de la limpieza de gases
Calcinas	Buzones sistema de inyección	Polvos captados no recirculados producto de la operación/mantención
Scrap	Polvos finos de precipitador	Ánodos
Escoria de botadero	Escoria Mixta (Mazamorra)	Circulante o carga fría a venta
Laminas y despuntes de Electro Obtención	Metal Blanco	Concentrado PFE a venta
--	Moldes para ánodos	Relave
--	Escoria CT	--
--	Secundario en TK (Polvos gruesos)	--
--	Ánodos	--
--	Concentrado PFE	--
--	- Concentrado de flotación de escorias recirculadas-canchas de acopio.	--
--	- Concentrado de flotación de escorias recirculadas - Silos de Almacenamiento.	--
--	- Concentrado almacenado en PFE	--
--	Carga fría	--
--	Secundarios sólidos	--
--	En piso de nave	--
--	Líquidos calientes	--
--	Cobre en CT	--
--	Cobre en CPS	--
--	Cobre en HA	--

- c) **Descripción del muestreo:** en la tabla 5.3 del documento de la metodología de balances, se estandarizó la nomenclatura de los flujos intermedios y se incorporó la declaración de nuevos flujos: Para cada flujo, se especificó el punto de muestreo, la forma de determinación de masa; metodología aplicada (con su código de procedimiento), la frecuencia, el tipo de muestreo y el número de incrementos.



- d) **Descripción del análisis químico:** en la tabla 6.3 del documento de la metodología de balances, se estandarizó la nomenclatura de los flujos intermedios y se incorporó la declaración de nuevos flujos. Para cada uno, se especificó la frecuencia de análisis, el equipo utilizado, la metodología aplicada, indicando el código del procedimiento respectivo, las técnicas de análisis de S y As, el límite de detección y error asociado.

Considerando la revisión de los antecedentes presentados por Codelco para actualizar la metodología de balances de masa de arsénico y azufre de la Fundición Potrerillos, es posible señalar que la metodología de balances de masa presentada por la Fundición Potrerillos mediante carta GMA-118/2025 de 27 de febrero de 2025, se ajusta a los requerimientos establecidos en el Protocolo de Validación de Metodologías de Balances de Masa de Arsénico y Azufre de la SMA, por lo tanto, corresponde su aprobación (anexo 4).



5 CONCLUSIONES.

El examen de la información realizado por parte de esta Superintendencia a la Metodología de Balances de Masa de Arsénico y Azufre presentada por el Titular Corporación Nacional de Cobre (Codelco) para la Fundición Potrerillos mediante la carta GMA-118/2025, consideró la verificación de las exigencias asociadas a la Resolución Exenta N° 694/2015 de la SMA, que aprueba “Protocolo para Validación de Metodologías de Balances de Masa de Arsénico y Azufre en Fuentes Emisoras de acuerdo al D.S. 28/2013 MMA”.

A través de la revisión del documento denominado “Metodología de Balances Azufre-Arsénico *Fundición Potrerillos. Codelco División Salvador Febrero 2025*” presentado mediante la carta GMA-118/2025, es posible concluir que la modificación a la metodología se ajusta a los requerimientos establecidos en el protocolo de validación de metodologías de balances de masa de arsénico y azufre, por lo tanto, corresponde su aprobación.

Dicho resultado no obsta a que en el futuro se realicen nuevos requerimientos o procedimientos de fiscalización ambiental, y no lo exime de ninguna clase de responsabilidad que pudiese contraer por cualquier hallazgo respecto del instrumento que lo regula, que se produzca con anterioridad o simultaneidad a la fecha en que se efectuó la actividad de fiscalización ambiental, y no hubiera sido directamente percibido y/o constatado.

Se hace presente que de acuerdo con lo señalado en el artículo 13º del D.S. N°28/2013 MMA, se debe efectuar anualmente una auditoría externa que revise y verifique la aplicación de la metodología de balances de masa, la cual deberá ser realizada por una Entidad Técnica de Certificación Ambiental (ETCA) autorizada por la Superintendencia del Medio Ambiente, lo cual será fiscalizado por este servicio.



6 ANEXOS.

Nº Anexo	Nombre Anexo
1	Reunión de asistencia al cumplimiento. (ORD. N°161/2025 SMA)
2	Requerimiento de información, Res. Ex. N°132/2025 SMA.
3	Respuesta titular, carta GMA-018/2025.
4	Metodología de balances de Masa y procedimientos de muestreo y análisis químico.

