



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 CHUQUICAMATA**

**DFZ-2022-2268-II-NE**

	Nombre	Firma
Aprobado	Juan Pablo Rodríguez F.	<div>X</div> <div>Juan Pablo Rodríguez F. Jefe Sección Calidad Aire y Emisiones</div>
Elaborado	Elizabeth Salinas D.	<div>X</div> <div>Elizabeth Salinas D. Profesional Sección Calidad Aire y Emisiones</div>



## 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. ....	14
6 ANEXOS.....	15



## 1. RESUMEN.

El presente documento da cuenta de los resultados del examen de información efectuado por la Superintendencia del Medio Ambiente, a la unidad fiscalizable “Fundición Chuquicamata”, perteneciente a la Corporación Nacional del Cobre (en adelante Codelco), en el marco del cumplimiento del artículo 12° 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. Dicho artículo establece que para verificar el cumplimiento de los límites máximos de emisión de SO<sub>2</sub> y de As y del porcentaje de captura y fijación de azufre y de arsénico, 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. Así también señala que la Superintendencia del Medio Ambiente establecerá los protocolos para implementar los balances de masa de arsénico y azufre. Considerando lo anterior, esta Superintendencia aprueba mediante la Resolución Exenta N° 694 de 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 dicho contexto, a través de la Resolución Exenta N° 1205 de 23 de diciembre de 2015, la Superintendencia del Medio Ambiente (en adelante Superintendencia o SMA) aprobó la “Metodología de Balances de Masa de Arsénico y Azufre” de la Fundición Chuquicamata presentada por CODELCO. Posteriormente, la metodología ha sido sometida a dos actualizaciones, las cuales fueron aprobadas mediante la Resolución Exenta N°182 de 9 de febrero de 2018 y la Resolución Exenta N°299 de 26 de febrero de 2019, respectivamente.

Con el objeto de efectuar mejoras en la metodología de balances de masa que se relacionan con modificaciones en las operaciones de la Fundición Chuquicamata, Codelco ingresó a esta Superintendencia el 8 de julio de 2022 mediante la carta GSDN N°236/2022 una actualización a la metodología, entregando el documento “*Metodología de Balance Metalúrgico de Arsénico y Azufre Fundición Chuquicamata*”. Las principales modificaciones contemplaron, actualización de información del Titular de la Unidad fiscalizable, incorporación del Secador N°6 en reemplazo del Secador N°5, incorporación de los flujos del convertidor teniente N°2 (CT2), reincorporación del equipo Convertidor Pierce Smith (CPS N°5) en el proceso de conversión del eje y metal blanco, modificación del diagrama de puntos de medición y de muestreo de flujos, actualización de la descripción de equipos e instalaciones y actualización en tabla 7.1 que describe el muestreo de los flujos que conforman los balances de masa de As y S.

En base a la revisión de la metodología de balances de masa de Arsénico (As) y Azufre (S) presentada por Codelco Chuquicamata esta Superintendencia levantó observaciones a la propuesta presentada y realizó un requerimiento de información mediante la Resolución Exenta N° 1345, de 11 de agosto de 2022. Posteriormente, a través de la carta GCPA-112/2022, de 01 de septiembre de 2022, Codelco da respuesta a dicho requerimiento presentando a la SMA un nuevo documento denominado “*Metodología de Balance Metalúrgico de Arsénico y Azufre Fundición Chuquicamata*”, cuyo objetivo es modificar la metodología aprobada a través de la Resolución Exenta N°299/2019 SMA. Cabe mencionar que, en complemento a la carta mencionada anteriormente, Codelco por medio de la carta GSDN N° 323/2022, de 26 de septiembre de 2022, hace entrega de una actualización a la propuesta de la metodología incorporando en tabla 2.1 del documento la descripción de las ruedas de moldeo, planta de tratamiento de gases asociadas a los hornos de refinación y plantas de oxígeno.

A partir de la revisión del documento denominado “*Metodología de Balance Metalúrgico de Arsénico y Azufre Fundición Chuquicamata*” presentado mediante la carta GSDN N° 323/2022, 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

<b>Identificación de la Unidad Fiscalizable:</b> Codelco Chuquicamata	
<b>Región:</b> II Región de Antofagasta	<b>Ubicación de la actividad, proyecto o fuente fiscalizada:</b> El proyecto se localiza en las instalaciones industriales de Chuquicamata, sector Fundición, la que se ubica en la Ciudad de Chuquicamata, Comuna de Calama, Provincia del Loa, II Región.
<b>Provincia:</b> El Loa	
<b>Comuna:</b> Calama	
<b>Titular de la actividad, proyecto o fuente fiscalizada:</b> Codelco	<b>RUT o RUN:</b> 61.704.000-K
<b>Domicilio Titular:</b> Huérfanos 1270, piso 5, Gerencia de Medio Ambiente y Comunidad, Santiago.	<b>Correo electrónico:</b> oleal@codelco.cl
	<b>Teléfono:</b> +56 2 26903945
<b>Identificación del Representante Legal:</b> Oscar Leal Choque	<b>RUT o RUN:</b> 10.597.962-2
<b>Domicilio Representante Legal:</b> Huérfanos N° 1270, Vicepresidencia de Asuntos Corporativos y Sustentabilidad	<b>Correo electrónico:</b> oleal@codelco.cl
	<b>Teléfono:</b> +56 2 26903945



### 3. INSTRUMENTO DE CARÁCTER AMBIENTAL FISCALIZADO.

Identificación de Instrumentos de Carácter Ambiental fiscalizados.					
N°	Tipo de instrumento	N°/ 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	<input type="checkbox"/>	Denuncia
		<input type="checkbox"/>	Autodenuncia
		<input checked="" type="checkbox"/>	De Oficio
		<input type="checkbox"/>	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

<ul style="list-style-type: none"> <li>Metodología de balances de masa de arsénico (As) y Azufre (S)</li> </ul>
---



### 4.3 Documentos Revisados

Nombre del documento revisado	Origen/ Fuente del documento	Observaciones
Metodología de Balance Metalúrgico de Arsénico y Azufre Fundición Chuquicamata.	Carta GSDN N°236/2022, ingresa a esta Superintendencia el 8 de julio de 2022.	Sin observaciones.
Metodología de Balance Metalúrgico de Arsénico y Azufre Fundición Chuquicamata y anexos.	Carta GCPCA-112/2022 de 1 de septiembre de 2022. en respuesta a la Resolución Exenta N°1345/2022 SMA.	Sin observaciones.
Metodología de Balance Metalúrgico de Arsénico y Azufre Fundición Chuquicamata.	Carta GSDN-323/2022 de 26 de septiembre de 2022. Que complementa respuesta en el marco de la Resolución Exenta N°1345/2022 SMA.	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 SO<sub>2</sub> 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 N° 2 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 N°12 del D.S. N° 28/2013 MMA, establece que para verificar el cumplimiento de los límites máximos de emisión de SO<sub>2</sub> 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. En este contexto mediante la Resolución Exenta N° 694 de 21 de agosto de 2015 la SMA estableció el 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.
- La metodología de balances de masa de arsénico (As) y azufre (S) de Fundición Chuquicamata se encuentra aprobada mediante la Resolución Exenta N° 299 de 26 de febrero de 2022 de SMA. Con el fin de efectuar mejoras en la metodología de balances de masa, el titular Codelco ingresó a esta Superintendencia el 8 de julio de 2022 a través de la carta GSDN N°236/2022 una actualización de la metodología de balances de masa de Arsénico (As) y Azufre (S). (Anexo 3)
- A partir de la revisión realizada por esta Superintendencia al documento denominado “Metodología de Balance Metalúrgico de Arsénico y Azufre Fundición Chuquicamata” se levantaron las siguientes observaciones: a) En introducción del documento no se señala fecha de inicio de operación de la fundición, así como el nivel de producción de ánodo y ácido sulfúrico. b) Para el flujo de entrada, calcina, señalan en tabla 7.1. “descripción de muestreos y estimaciones”, 12 incrementos por turno. Por otra parte, en el procedimiento identificado con el código, DMH-GRMD-PR-014, especifican la toma de muestra en DMH y DCH. Para DMH señalan: “la muestra se obtiene de descarga a tolva equalizadora realizada en forma manual cada 2 horas, compositada por turno de 12 horas”. Para DCH, señalan: “muestreo manual, realizado en un despiche en el sistema de alimentación al HF para las calcinas secas, cuando se alimenta al CT2 no se tiene punto de muestreo. Y adicionalmente indican: “Para las calcinas húmedas, se muestrea en forma manual tomando 12 incrementos por camión y realizando lotes cada 250 ton”. c) Respecto a lo anterior, se menciona que el Protocolo de Balances en su tabla 1, establece para flujos de entrada y proceso discontinuos (1 camión, 1 tolva, 1 carro de ferrocarril, 1 carga o camada preparada en cancha), que el número de incremento mínimo es 10 por unidad de muestreo. Entonces en base al criterio de número de incremento y conformación de composito se deberá revisar para DMH si corresponde indicar 12 por turno. Para el caso de DCH, calcinas



no se especifica el número de incrementos por unidad de muestreo. d) Para los flujos de salida, escoria descarte HF y escoria descarte CT2, se observa inconsistencia respecto al número de incremento señalado en la metodología versus el procedimiento identificado con el código, CI-09794.SAA. En metodología señalan 20 incrementos por olla y en procedimiento, 15 incrementos por olla. e) En tabla 7.1. “descripción de muestreos y estimaciones”, para el flujo de salida, ácido sulfúrico, se señala “N/A” para los campos, punto de muestreo, metodología, frecuencia, tipo de muestreo y N° incremento, sin embargo, corresponde a un flujo continuo para el cual se estableció en el Protocolo de Balances de Masa, un número de incremento mínimo en un ducto o línea de flujo. Por otra parte, no se observa en la metodología como se determina la ley de As y S. f) El flujo de salida, polvos captados tolva tripartita a ECL, no se observa en la tabla 7.1. g) Para el flujo de salida, polvos captados tolva tripartita a DMH, se especifica en tabla 7.1, un incremento por camión, no obstante, en protocolo de balances se establece 10 incrementos por unidad de muestreo (camión u otro equivalente, una carga de zona de acopio). h) Sobre el material de limpieza y/o mantención de la fundición que es contemplado para efecto del cálculo de la emisión anual, es posible mencionar que en el documento falta especificar los materiales que lo conforman, así como los procedimientos de muestreo y análisis químico. i) En diagrama de puntos de medición y muestreo no se especifica en las corrientes de polvo, los nombres de los siguientes flujos de salida: polvos captados HF, polvos captados CT2, polvos captados CPS, polvos captados tolva tripartita a ECL y polvos captados tolva tripartita a DMH. Así también no se señala los flujos de inventario, carga líquida CPS y carga líquida hornos refino. j) En punto 6 del documento “Validación de los balances” señalan lo siguiente: “En el caso del arsénico, existe la posibilidad de que el balance de emisiones arroje un resultado negativo. Esto se debe a detenciones por mantención (de uno o más equipos que están en la línea) y que significan la acumulación de materiales por alteraciones operacionales. Cuando se presente esta situación se elaborará un informe y se aplicará la corrección al final del periodo (año calendario). En informe respuesta de la presente resolución se deberá explicar en qué consiste la corrección que aplicarán al final del año calendario (Anexo 4).

- Así también como parte de las observaciones se señaló a Codelco Chuquicamata que debe contar con un proceso anual de control y aseguramiento de calidad y dicho procedimiento ser parte de la metodología de balances de masa. Y finalmente se solicitó informar en el documento de la metodología las estaciones de monitoreo de calidad de aire en las cuales se determina el arsénico contenido en el material particulado (Anexo 4).
- Considerando las observaciones anteriores se efectuó un requerimiento de información mediante la Resolución Exenta N°1375 de 11 de agosto de 2022, solicitando los siguientes antecedentes: a) Presentación de una nueva metodología de balances de masa de Arsénico (As) y Azufre (S), que corrija y/o incorpore las observaciones señaladas en los considerandos de la resolución mencionada. b) Entregar procedimiento de control y aseguramiento de la calidad del laboratorio de análisis químico y c) Un informe que dé respuesta a cada una de las observaciones levantadas en el requerimiento de información (Anexo 4).
- Luego, a través de la carta GCPA-112/2022, de 01 de septiembre de 2022, Codelco da respuesta a la Resolución Exenta N°1375/2022 SMA, efectuando la entrega de un nuevo documento denominado “Metodología de Balance Metalúrgico de Arsénico y Azufre Fundición Chuquicamata”, así como los procedimientos de muestreo y análisis químico y un informe que da respuesta a cada una de las observaciones levantadas en el proceso de aprobación de la metodología de balances de masa. Cabe mencionar que, en complemento a la carta antes mencionada, con fecha de 26 de septiembre de 2022 mediante carta N°323/2022, Codelco hace entrega de una actualización a la propuesta de la metodología incorporando la descripción de las ruedas de moldeo, planta de tratamiento de gases asociadas a los hornos de refino y plantas de oxígeno (Anexo 4).
- En el marco de la revisión del documento “Metodología de Balance Metalúrgico de Arsénico y Azufre Fundición Chuquicamata”, es posible señalar que contiene los requerimientos establecidos en el protocolo para la validación de las metodologías de balance de masa de arsénico y azufre de acuerdo al D.S. 28/2013 MMA, los cuales corresponden a los siguientes: a) Requerimientos generales de información, b) Identificación del sistema y sus límites mediante diagrama de





flujo del proceso de fundición, c) Descripción de los equipos e instalaciones, d) Identificación de flujos de entrada, flujos Intermedios (inventarios) y flujos de salida, e) Validación de balances, f) Descripción del muestreo indicando para ello lo siguiente: punto de muestreo; forma de determinación, metodología, frecuencia; tipo de muestreo y número de incrementos, así también diagrama con flujos y puntos de muestreo y g) Descripción del análisis químico.

- En particular, se verificó para cada punto señalado anteriormente lo siguiente:

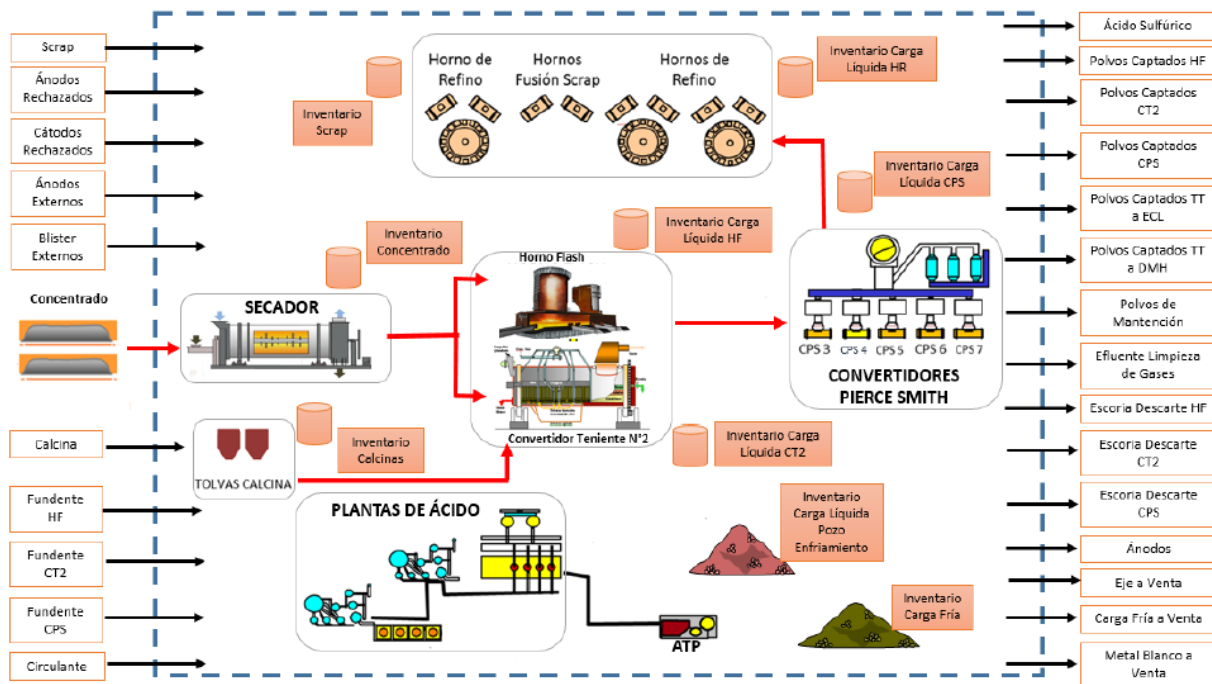
**a) Requerimientos generales de información:** en actualización de la metodología de balances de masa de As y S, el Titular Codelco señala que la operación de la fundición Chuquicamata data del año 1952. La capacidad de fusión de concentrados y/o calcinas (provenientes de la División Ministro Hales) es de 1.170.000 ton/año. Sus productos principales son cobre anódico y ácido sulfúrico. La capacidad nominal de producción de ánodos de cobre de alta calidad es de 535.000 t/año y la producción de ácido sulfúrico al 100% para las dos plantas de ácido (CAP 3 y CAP 4) es de 2.048 ton/día cada una.

En documento de la metodología en el apartado resumen, Codelco señala que ha desarrollado un mejoramiento general a gran parte de sus operaciones unitarias para dar cumplimiento al D.S. 28/2013 MMA. Dentro de los proyectos que forman parte de la transformación de la fundición es posible señalar: Modificación de plantas de ácido N°3 y N°4 a doble contacto/doble absorción, implementación de un nuevo secador a vapor, aumento de la capacidad de fusión, potenciamiento del horno flash 825 ktpa a 1.170 ktpa permitiendo procesar mezclas de calcina de División Ministro Hales, concentrado de Chuquicamata, RT Fase 1 y concentrado de escoria, captación y limpieza de humos de refino para la reducción de emisiones de gases, cambio a un combustible menos contaminante de petróleo a gas natural en la refinación, entre otros.

En metodología se indica la información asociada al titular de la fuente emisora o unidad fiscalizable y se actualiza la información del Representante Legal.

**b) Identificación del sistema y sus límites:** De acuerdo con la figura 2.1 del documento de la metodología el límite del sistema se ubica antes del secador. Dicho diagrama señala todos los procesos unitarios y flujos contemplados para conformar los balances de masa de As y S. A continuación, a modo de ejemplo se muestra el diagrama de flujo presentado por la Fundición Chuquicamata.





**Figura 1: Diagrama de Flujo Identificación del Sistema y sus Límites.**

- c) **Descripción de los equipos e instalaciones:** Adicionalmente mediante tabla 2.1 denominada “*Descripción de equipos e instalaciones*” el titular Codelco indicó la descripción de los equipos que disponen. Dichos equipos comprenden el secador N°6 cuya fecha de instalación fue el año 2019, dos hornos de fusión, correspondiente a un convertidor teniente (CT2) y un horno flash (HF), cinco convertidor pierce smith (CPS), seis hornos de refino, dos hornos de fusión scrap, tres ruedas de moldeo, dos planta de ácido sulfúrico (PAS 3 y PAS 4), una planta de tratamiento de arsénico, dos plantas de tratamiento de gases asociadas a los hornos de refino y tres plantas de oxígeno.
- d) **Flujos de entrada:** Los flujos que conforman la entrada corresponden a los siguientes: concentrado, calcina, scrap, ánodos rechazados, cátodos rechazados, ánodos externos, blíster externo, fundentes (HF, CT2 y CPS) y circulante.
- e) **Flujos de salida:** Los flujos que conforman la salida corresponden a los siguientes: ácido sulfúrico (100%), polvos captados HF; polvos captados CT2, polvos captados CPS, polvos captados tolva tripartita a ECL, polvos captados tolva tripartita a DMH, efluentes limpieza de gases, escoria descarte HF, escoria descarte CT2, escoria descarte CPS, ánodos, eje a venta, metal blanco a venta, carga fría a venta y polvos de mantención.



Respecto al flujo denominado, polvos de mantención, se indica que los polvos captados no recirculados producto de la operación /mantención corresponden a los polvos finos y gruesos generados por la limpieza de gases o acumulados en los equipos procesos de limpieza. Así también en metodología se estableció que estos polvos pueden ser enviados a disposición final y/o comercialización, según los acuerdos comerciales que genera División Chuquicamata.

- f) **Flujos intermedios:** Inventario concentrado, inventario calcina, inventario carga fría, inventario scrap, inventario carga líquida HF, Inventario carga líquida CT2, Inventario Carga líquida CPS, inventario carga líquida HR e inventario carga líquida pozo enfriamiento.

A continuación, en la tabla 1 se presentan los flujos identificados anteriormente y que conformar los balances de masa de As y S de la Fundición Chuquicamata.

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

Flujos de entrada	Flujos intermedios	Flujos de salida
Concentrado	Inventario De Concentrado	Ácido Sulfúrico (100%)
Calcina	Inventario Calcina	Polvos Captados HF
Scrap	Inventario Carga Fría	Polvos Captados CT2
Ánodos Rechazados	Inventario Scrap	Polvos Captados CPS
Cátodos Rechazados	Inventario Carga Líquida HF	Polvos Captados Tolva Tripartita A ECL
Ánodos Externos	Inventario Carga Líquida CT2	Polvos Captados Tolva Tripartita A DMH
Blíster Externo	Inventario Carga Líquida CPS	Efluentes Limpieza De Gases
Fundente HF	Inventario Carga Líquida HR	Escoria Descarte HF
Fundente CT2	Inventario Carga Líquida Pozo Enfriamiento	Escoria Descarte CT2
Fundente CPS	--	Escoria Descarte CPS
Circulante (BADEC A Stock, Escoria, Eje Y Metal Blanco)	--	Ánodos
--	--	Eje A Venta
--	--	Metal Blanco A Venta
--	--	Carga Fría A Venta
--	--	Polvo Mantención

Cabe señalar, que el flujo denominado polvo mantención, corresponde a los polvos captados no recirculados producto de la operación/mantención y considera polvos finos y gruesos generados por la limpieza de gases o acumulados en los equipos. Estos polvos pueden ser enviados a disposición final y/o comercialización, según los acuerdos comerciales que genere la División Chuquicamata. Se contabilizan en el mes en que se ejecuta la actividad de mantención y/o limpieza y son considerados anualmente en los balances de masa.



- g) **Validación de los balances:** La Fundición Chuquicamata utiliza el balance metalúrgico de cobre para validar los balances de As y S. Los datos que ingresan al balance provienen de los sistemas de pesaje, mediante un sistema informático (Sistema LIMS), en donde se consolida la información de pesaje y concentraciones de los distintos elementos que se analizan. Luego de efectuar la revisión de datos se alimenta la información al Sistema PI para ser procesado mediante el Software de ejecución de balances metalúrgicos Sigmafine, donde se genera la reconciliación de datos.
- h) **Descripción del muestreo:** en la tabla 7.1 del documento denominada “*Descripción de muestreo y estimaciones*”, describen para los flujos de entrada, intermedio y salida, el punto de muestreo, forma de determinación, metodología aplicable (procedimiento), frecuencia, tipo de muestreo y número de incremento.

Para el flujo de entrada, concentrado, Codelco, señala que en caso de presentar el cortador automático una falla o se encuentre en mantención, se tomará una muestra manual de 4 incrementos cada 1 hora, dada las condiciones de acceso en altura del punto de muestreo y el tiempo de traslado del operador responsable de tomar la muestra.

Así también, para el flujo de salida, efluentes limpieza de gases, el titular menciona en la metodología que si el cortador automático no está disponible o no se encuentra operativo por falla o mantención se tomará muestra manual, 3 compósitos durante el día, resguardando las condiciones de seguridad del operador a cargo de realizar la toma de muestra en el área de la piscina de efluentes.

En particular para el flujo de salida, ácido sulfúrico, se observa que la forma de determinación de masa se efectúa de manera indirecta, tal como se indica en la tabla 7.1. En el documento de la metodología señalan: La determinación de las corrientes de salida de ácido sulfúrico se inicia con la lectura diaria de flujómetros. Una vez obtenidos los valores anteriores se procede a determinar la producción másica de ácido sulfúrico, mediante el producto del volumen y la densidad para un ácido de concentración del 96 [%] (ácido minero), correspondiente a un valor de 1,821[t/m<sup>3</sup>].

Por otra parte, los finos de Azufre (S) se determinan considerando un valor teórico del contenido de S en el ácido sulfúrico, cuyo valor es 32,69% y corresponde al cociente entre el peso molecular del azufre y el ácido sulfúrico (100%) y para el parámetro arsénico señalan que según resultados obtenidos en el laboratorio la composición química de As en las muestras de Ácido Sulfúrico es de 1 ppm (0.0001%), valor considerado como despreciable para efectos de flujo de salida.

Al respecto esta Superintendencia menciona que el protocolo de balances de masa establece en su tabla 1 que, para un flujo continuo, un ducto o línea de flujo, el número mínimo de incremento es una muestra por hora para formar un composito para luego efectuar el análisis químico y determinar la fracción de As y S. En este contexto y en el marco del proceso de aprobación de la presente metodología, el titular señala que actualmente se está realizando una evaluación técnica para la implementación de un cortador de muestra automático para la línea de ácido producto. El titular informará respecto al resultado de la evaluación técnica y en caso de ser factible su implementación se actualizará la metodología del balance de masas As y S con los datos de muestreo y análisis químico.

- i) **Descripción del análisis químico,** en la tabla 8.1 del documento denominada “*Descripción de Análisis Químico*” señalan para los flujos que conforman los balances de masa, frecuencia de análisis, equipo, técnicas de análisis de S y As, límite de detección y error asociado. Acompañando la metodología con los respectivos procedimientos de análisis químico y el *procedimiento*, “*Control Aseguramiento de la Validez de los Resultado*”.



En base a la revisión de los antecedentes presentados por el Titular Codelco en el marco de la actualización de la metodología de balances de masa de arsénico y azufre de la Fundición Chuquicamata, es posible concluir que dicha metodología 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.



## 5 CONCLUSIONES.

El examen de 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 Chuquicamata mediante la carta GCPA-112/2022 de 01 de Septiembre de 2022 y carta GSDN N° 323/2022 de 26 de septiembre de 2022, 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. N° 28/2013 MMA”.

A través de la revisión del documento denominado “*Metodología de Balance Metalúrgico de Arsénico y Azufre Fundición Chuquicamata*” presentado mediante la carta GSDN N° 323/2022, 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 13° 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.

N° Anexo	Nombre Anexo
1	Metodología de Balance Metalúrgico de Arsénico y Azufre Fundición Chuquicamata
2	Procedimientos Muestreo y Análisis Químico.
3	Carta GSDN N°236/2022, Actualización de Metodología de Balance de Masa de Arsénico y Azufre de Fundición Chuquicamata
4	Respuesta a Resolución Exenta N° 1345/2022 SMA. Carta GCPCA-112/2022 y Carta GSDN N° 323/2022 de 26 de septiembre de 2022.

