

MINUTA
Análisis de efectos de la Formulación de Cargos rol F-090-2024

1. Conceptos previos.

Resulta fundamental enmarcar la Formulación de Cargos (FDC) de la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) en tres ámbitos conceptuales: **cumplimiento normativo per-se, objeto protegido y riesgo**.

a) El primer elemento resulta de la naturaleza de toda instrucción general que imparte la SMA, esto es, deben cumplirse por parte de los titulares. En este sentido, el artículo 14, letra a) del DS-28 (*"Establece normas de emisión para fundiciones de cobre y fuentes emisoras de arsénico"*), la cual, dispone que para medir SO2 en las plantas de ácido, se debe implementar un sistema de monitoreo continuo. Luego, agrega que los datos que se obtengan del monitoreo continuo deberán estar en línea con los sistemas de información de la SMA, así como de las exigencias asociadas a las instrucciones de carácter general dictadas por la SMA, donde se establecen los requisitos técnicos y los plazos para la implementación de la conexión en línea para aquellos titulares de Unidades Fiscalizables que tengan la obligación de instalar un Sistemas de Monitoreo Continuo de Emisiones (en adelante, "CEMS"), en función al cumplimiento de lo dispuesto en un instrumento de carácter ambiental. Dicho lo anterior, como lo señalaremos en un acápite posterior, este cumplimiento normativo per-se no resulta suficiente para comprender el sentido y alcance del concepto de "cumplimiento ambiental".

Junto a lo anterior, este cumplimiento normativo resulta vacío sin alguno de los dos elementos que le preceden: objeto protegido y riesgo.

b) El objeto protegido para el caso en comento debe **entenderse resumido en el medioambiente y salud de las personas**, por ello la mirada que sobre el incumplimiento se formule, debe ser mayor a la mera entrega de datos y su cumplimiento en el marco de los parámetros autorizados por la norma. Además, como señalaremos más adelante, permite que otros datos del comportamiento del entorno, aporten a demostrar un "cumplimiento sustantivo" de la unidad fiscalizable.

Al respecto es importante relevar el análisis anual que la división de fiscalización de la SMA realiza respecto del cumplimiento del DS-28 para todas las fundiciones del país, en el cual, **esta unidad fiscalizable ha tenido un cumplimiento sistemático en el tiempo**. Con esto en mente se podrá entender el porqué de plantear el concepto de comportamiento de entorno y cumplimiento sustantivo que se hizo mención previamente.

- c) Finalmente, el riesgo constituye una variable que puede desprenderse de gran parte de la gestión de la SMA en cumplimiento de su mandato legal, razón por la cual, el mecanismo de monitoreo en línea de parámetros medioambientales y operacionales constituye una herramienta de fiscalización indiciaria de potenciales impactos al medioambiente o salud de las personas. Un ejemplo de la acción orientada a la gestión del riesgo de la SMA, es la Medida Urgente y Transitoria (MUT), que justamente fundamenta su despliegue en la existencia de la potencialidad de efectos dañinos sobre la persona o medioambiente.

2. Infracción imputada por la SMA:

No tener implementado mediante conexión en línea el reporte de datos para las variables operacionales, estado de sopladores, flujos de gases y producción de ácido sulfúrico, además de no disponer del servidor de datos históricos.

3. Antecedentes del funcionamiento operacional de la unidad fiscalizable bajo la mirada del DS28

En el marco del DS 28 existen dos ámbitos que dan cuenta del adecuado comportamiento operacional: el primero de ellos, dice relación con el funcionamiento del sistema de monitoreo continuo y el segundo de ellos, dice relación con el balance de masas.

En complemento a la anterior y bajo una mirada medioambiental con una aproximación territorial específica, es que la calidad del aire, particularmente, el comportamiento del SO₂, también pudiere dar cuenta indiciaria de la operación general de la fundición.

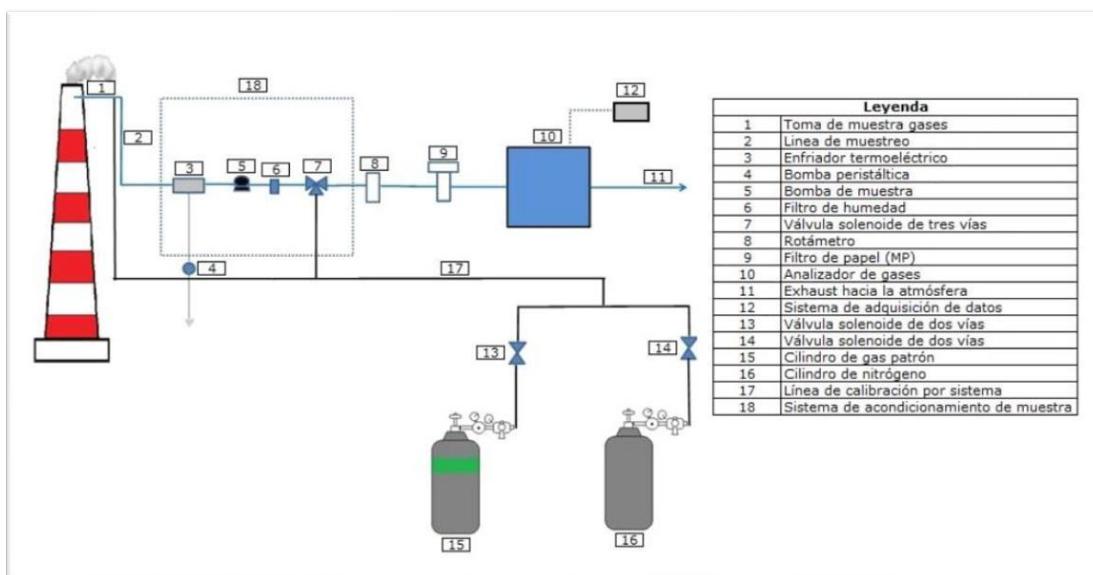
Por ello, en los párrafos siguientes se pondrán como antecedentes de interés, aquellos que den cuenta del análisis que la propia entidad fiscalizadora ha hecho respecto del



andar del CEMS de la unidad fiscalizable, así como también de la revisión de sus muestreos isocinéticos y/o horas de funcionamiento.

3.1 Sistema de monitoreo continuo

Como configuración general del sistema de monitoreo continuo (CEMS), se puede mencionar que este cuenta con una sonda de muestreo calefaccionada para extraer muestras en la chimenea a través de una bomba de vacío ubicada en la caseta, una suerte de “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).



Fuente: Corporativo Codelco



Respecto de los antecedentes de calibración, aspecto técnico que da cuenta del aseguramiento metrológico de la medición, y a modo de ejemplo, el informe de fiscalización de la SMA (DFZ-2024-1936-VI-NE) que evaluó el cumplimiento normativo del año 2023, indicó:

"De acuerdo con los resultados de las pruebas de aseguramiento de calidad, error de calibración, error de linealidad y exactitud relativa, es posible señalar lo siguiente: i. Respecto a las pruebas de Error de Calibración (EC), se observó para el periodo enero – diciembre de 2023 que se realizaron al CEMS instalado en la chimenea de los procesos unitarios Planta de Ácido N°1 y Planta de Ácido N°2 las pruebas diarias de error de calibración cero y span utilizando para aquellas pruebas, gases patrones que cumplen con las especificaciones del protocolo para validación de CEMS y se obtuvieron resultados que se ajustan al error de calibración permitido ($\pm 5\%$). No obstante, durante la revisión de los antecedentes, se observaron algunos valores erróneos de EC, así como algunos valores en blanco (sin completar) y la falta de algunos certificados de cilindros de gases patrones, por lo cual, se realizó un Requerimiento de Información mediante la Resolución Exenta N° 1788/2024 con fecha 25 de septiembre 2023 solicitando al titular de la fuente justificar los valores erróneos, completar aquellos valores faltantes y presentar los certificados de cilindros de gases patrones faltantes. Como respuesta a los antecedentes solicitados el titular ingreso a la oficina de partes de esta Superintendencia, la carta GMA-123/2024 de fecha 8 de octubre de 2024, a través de la cual presenta los antecedentes que justifican los valores erróneos, complementa la información faltante y adjunta los respectivos certificados de los cilindros de gases patrones faltantes. Respecto a las pruebas trimestrales de Error de Linealidad (EL), se evidencia la ejecución de las pruebas trimestrales para el rango de medición bajo y rango de medición alto del CEMS utilizando para aquellas pruebas los gases patrones para los niveles bajo, medio y alto, obteniendo como resultado valores dentro de los rangos esperados del protocolo de validación de CEMS. No obstante, y al igual que en el caso de las pruebas de EC, también se observaron valores erróneos y la falta de certificados de cilindros de gases patrones utilizados en los ensayos. Esta información



fue solicitada a través del mismo requerimiento de información citado en el punto anterior. Posteriormente, el titular mediante la carta anteriormente individualizada hizo entrega de los datos corregidos Respecto a la prueba de Exactitud Relativa (ER), dicha prueba fue ejecutada en el mes de octubre del año 2023 y los resultados obtenidos se ajustan a los límites especificados en el protocolo para validación de CEMS, sin presentar observaciones o inconstancias durante su revisión. De acuerdo con los resultados de las pruebas QA/QC, EC, EL y ER, es posible indicar que se mantiene la vigencia de la Resolución que aprueba el informe de resultado de ensayo de revalidación del Sistema de Monitoreo Continuo de Emisiones (CEMS) de la planta de ácido de la Fundición Caletones perteneciente a Codelco.”

En esencia, respecto del cumplimiento del andar adecuado del CEMS, los informes de fiscalización de la SMA, dieron cuenta de la positivamente de los informes de revalidación del sistema de monitoreo CEMS.

Considerando lo planteado en los párrafos previos es posible inferir que el CEMS para la Fundición Caletones aseguró metrológicamente los datos en el tiempo y, a su vez, da cuenta que los datos son representativos de la realidad operacional específica.

3.2 Muestreos isocinéticos y/o horas de funcionamiento

Los aspectos relevados en forma directa por la autoridad dan cuenta no solo del cumplimiento normativo, sino que además de manera implícita de la operación de la fundición. Este punto ha sido ratificado por la entidad fiscalizadora en los informes de fiscalización para el cumplimiento normativo de los años, 2021, 2022 y 2023.



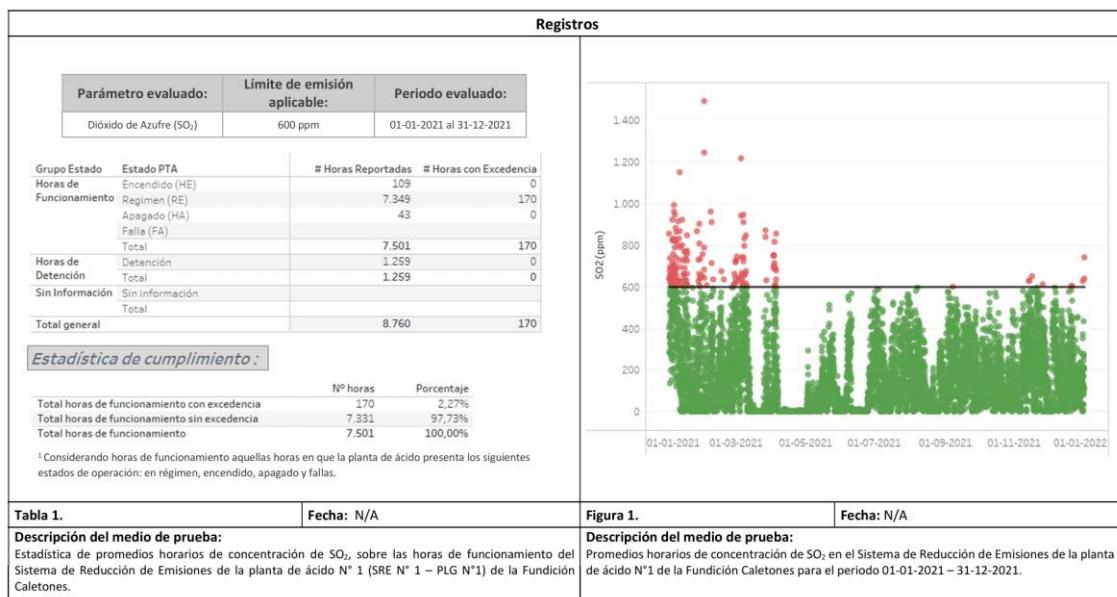
A S P I S

Año 2023

Proceso Unitario/Sistema	Parámetro	Meta o límite de emisión	Frecuencia	Resultados	Evaluación meta o límite de emisión
Planta de Ácido N°1 (SRE N°1 – PLG N°1)	SO ₂	600 ppm	hora	96,91%	El 96,91% de las horas de funcionamiento de la planta de ácido no excede el límite de emisión, por lo tanto, se ajusta al 95% de las horas de funcionamiento exigidas.
Planta de Ácido N°2 (SRE N°2 – PLG N°2)	SO ₂	600 ppm	hora	96,16%	El 96,16% de las horas de funcionamiento de la planta de ácido no excede el límite de emisión, por lo tanto, se ajusta al 95% de las horas de funcionamiento exigidas.
Planta de Ácido N°1 (SRE N°1 – PLG N°1)	As	1 mg/Nm ³	mensual	[0,00-0,30] mg/Nm ³	No excede el límite de emisión
Planta de Ácido N°2 (SRE N°1 – PLG N°1)	As	1 mg/Nm ³	mensual	[0,00-0,30] mg/Nm ³	No excede el límite de emisión
Planta Fluosólido N°1	MP	50 mg/Nm ³	mensual	[3,50-36,90] mg/Nm ³	No excede el límite de emisión
Planta Fluosólido N°2	MP	50 mg/Nm ³	mensual	[0,00-18,26] mg/Nm ³	No excede el límite de emisión
Planta Fluosólido N°3	MP	50 mg/Nm ³	mensual	[3,29-40,81] mg/Nm ³	No excede el límite de emisión
Hornos Anódicos 1-2	Opacidad	20%	mensual	[0,96-12,46] mg/Nm ³	No excede el límite de emisión
Hornos Anódicos 4-5	Opacidad	20%	mensual	[0,79-2,33] mg/Nm ³	No excede el límite de emisión
Sistema de la fundición	As	130 ton/año	anual	117,23 ton/año	No excede el límite de emisión
Sistema de la fundición	SO ₂	47.680 ton/año	anual	25.895,68 ton/año	No excede el límite de emisión
Sistema de la fundición	% Captura S	>=95%	anual	96,33%	Se ajusta al valor establecido
Sistema de la fundición	% Captura As	>=95%	anual	95,77%	Se ajusta al valor establecido

Fuente: DFZ-2024-1936-VI-NE

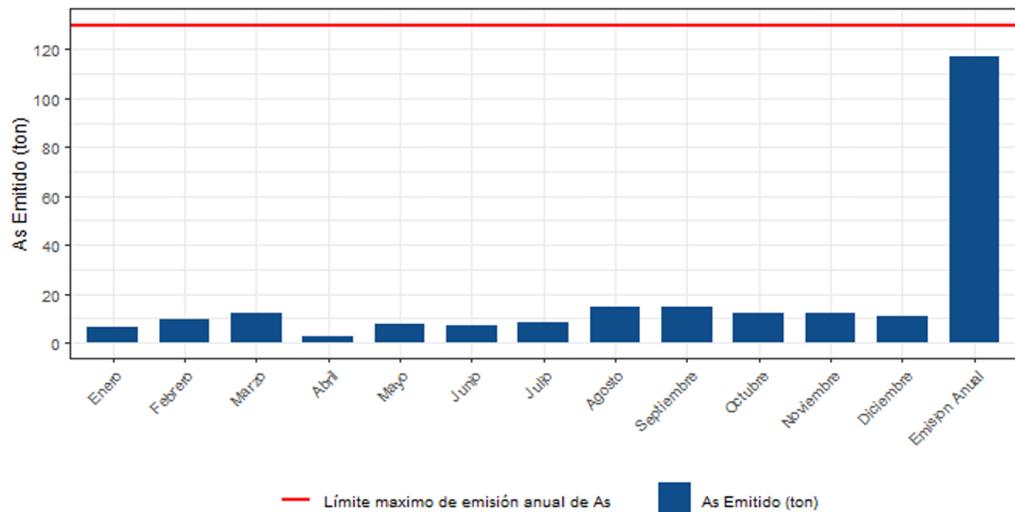
Adentrándonos en la operación, también es posible observar el comportamiento de las condiciones operacionales críticas y de interés de la entidad fiscalizadora, por ejemplo, el **promedio horario de SO₂ versus las horas de funcionamiento de la planta de ácido**, para el año 2021, se han adecuado a lo requerido. Se muestra el año 2021 como un ejemplo de este comportamiento.



Fuente: DFZ-2022-2502-VI-NE



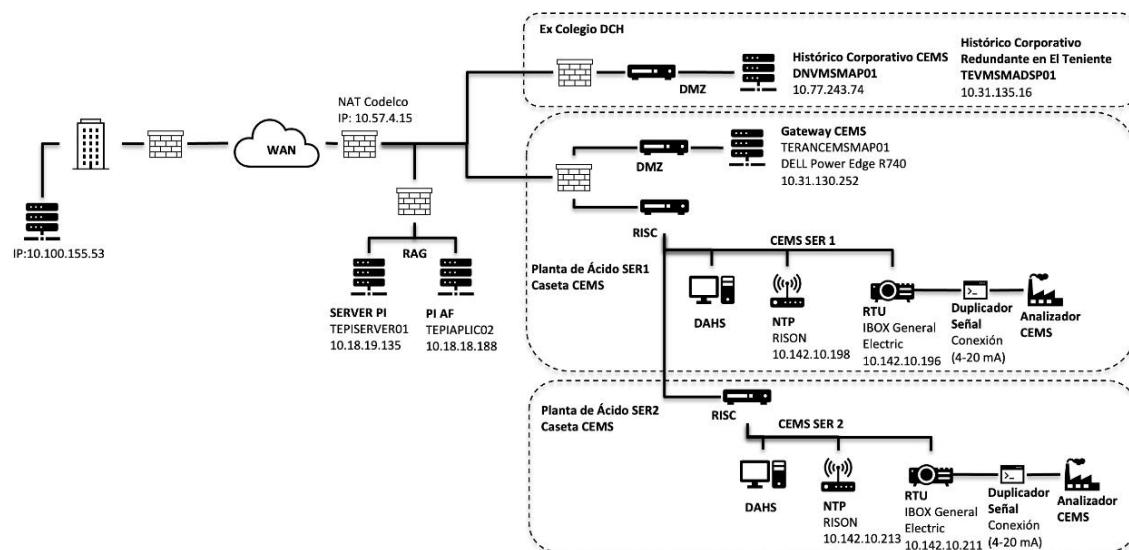
En lo que respecta a muestreo isocinético y emisión de arsénico y considerando los antecedentes reportados por la unidad fiscalizable, el informe de fiscalización (DFZ-2024-1936-VI-NE) expreso en forma gráfica el cumplimiento de este parámetro.



Fuente: DFZ-2024-1936-VI-NE

En complemento a los antecedentes es necesario relevar dos aspectos a considerar, la arquitectura de conexión de datos y el respaldo institucional de dichos datos.

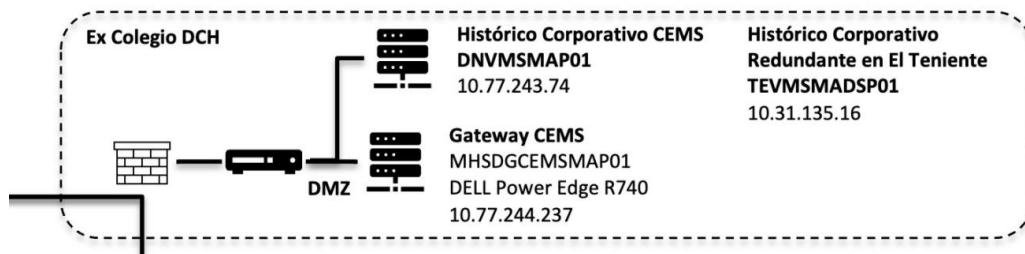
El esquema siguiente da cuenta de la arquitectura de conexión:



Fuente: Corporativo Codelco



Finalmente hemos de indicar que todos los datos generados son respaldados en los servidores del ex colegio Chuquicamata, lo que respalda la información de todas las fundiciones de la corporación. Parte del esquema anterior da cuenta de este respaldo.



Fuente: Corporativo Codelco

4. Análisis de efectos relacionados al cumplimiento ambiental.

Como hemos señalado, el cumplimiento ambiental no se limita a un mero cumplimiento normativo y formal de las obligaciones plasmadas en una Resolución de Calificación Ambiental (RCA) o aquellas contenidas en una norma de calidad, de emisión o en un Plan de Descontaminación Atmosférica (PDA), por nombrar alguno de los instrumentos de carácter ambiental que disponemos.

El cumplimiento ambiental constituye una **acción sistemática y sistémica**, que es capaz de integrar de manera adecuada el comportamiento de variable de interés en los distintos compartimentos medioambientales y que es capaz, a su vez, de responder de manera oportuna a desviaciones, debiendo tener la capacidad de “resistir” evaluaciones del cumplimiento desarrolladas por las autoridades fiscalizadoras.

En este sentido, centrando nuestra mirada en la norma de emisión para fundiciones de cobre, DS28, en sus considerandos establece *“Que la presente norma de emisión para fundiciones de cobre y fuentes emisoras de arsénico tiene por objetivo proteger la salud de las personas y el medio ambiente en todo el territorio nacional.”* En la misma línea el DS-28 además establece *“Que con la norma de emisión se reducen las emisiones al aire de sustancias tóxicas y emisiones directas de MP y de SO₂. Este último contaminante es a su vez uno de los principales precursores en la formación de material particulado fino (MP2.5).”*

Ahora bien, en esencia el cumplimiento de aquellos elementos pilares de la norma, a saber, los límites de emisión anual y el porcentaje de captura y fijación, el balance de masa, las auditorías internas, las mediciones en tiempo real y la verificación de variables



operacionales, permiten al titular de una fundición, como a la entidad fiscalizadora, tener una certeza conocida respecto del cumplimiento de este norma y a través de este, la protección a la salud de las personas y el medio ambiente.

Esta estructura de compliance o gestión de riesgos, así como también aquellas indicaciones vertidas por la entidad fiscalizadora en instrucciones específicas, permiten generar un ecosistema de cumplimiento que, de manera sistémica y dinámica, generan una mirada sobre una fuente de interés. Ahora bien, en este sentido la conexión en línea constituye un eslabón más de esta cadena de evaluación de cumplimiento, **convirtiéndose en el medio y no el fin de este proceso de cumplimiento normativo**. El fin del cumplimiento normativo ha quedado plasmado en todos y cada uno de los informes técnicos de fiscalización ambiental de cumplimiento del DS-28, los cuales han sido mencionados previamente.

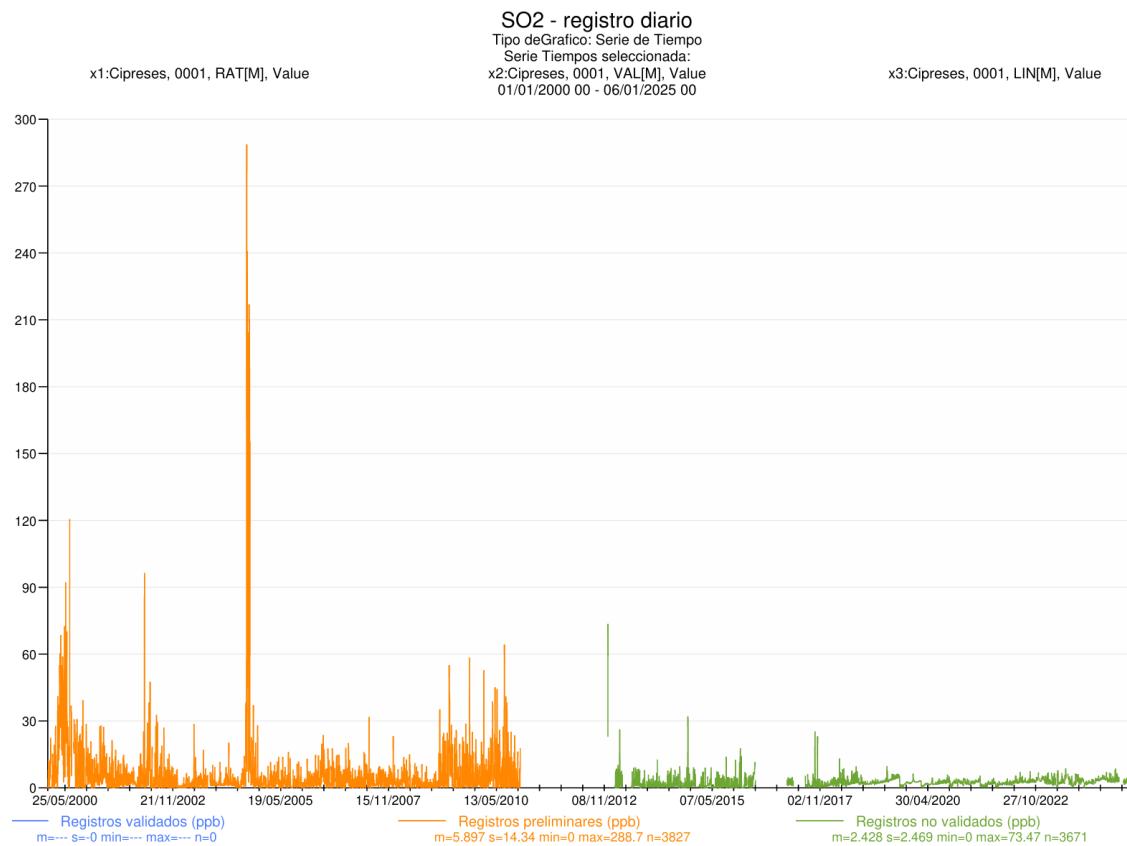
En esa perspectiva, una adecuada comprensión del comportamiento ambiental de una fundición debe tener en cuenta todos y cada uno de los elementos anteriormente mencionados, entendiendo que la suma de ellos nos **entrega la certeza requerida para el fin último de la norma**.

Sin perjuicio de lo anterior, desde una mirada sistémica ambiental se puede considerar que una mirada indirecta al cumplimiento de la norma, lo constituye la evaluación del comportamiento que la variable de interés, en este caso la calidad del aire ha tenido en el tiempo. Esta mirada **desde afuera hacia adentro** se convierte en un desafío no solo para titular de un proyecto, sino que también para la autoridad fiscalizadora.

Por lo señalado, y con la finalidad de unir adecuadamente las piezas, en la siguiente figura se puede apreciar el comportamiento de la variable calidad del aire, particularmente para el parámetro SO₂ en el tiempo y medido en la estación de calidad del aire Cipreses.



A S P I S



Fuente: www.sinca.mma.gob.cl

En este contexto, con la intención de generar una relación del comportamiento de este parámetro y las variables referidas a las emisiones, es que en la figura anterior es posible observar que el registro diario del SO2 presenta un comportamiento a la baja entre el año 2000 y 2022 (desde 120 a <10 µg/m³N). Asimismo se observa que en los últimos 10 años registrados (2002-2022) el máximo valor registrado diariamente fue de 73 µg/m³N aproximadamente, lo cual representa una disminución cercana al 80% respecto al valor máximo registrado entre el 2000 y 2010 (380 µg/m³N). Lo anterior, está en estrecha relación con el control operacional de la fundición al amparo del DS28.



5. Conclusión

En resumen, la mirada a cada uno de los parámetros anteriormente mencionados, así como también una mirada sistémica de ellos, permiten tener la certeza que la operación de la fundición Caletones se encuentra bajo control, lo cual se refleja en los datos relacionados a sus emisiones y, producto de lo anterior, es que el **cumplimiento y riesgos asociados al objeto protegido por la norma ha estado asegurado en el tiempo**, lo cual, a mayor abundamiento queda ratificado en todos y cada uno de los informes de fiscalización reseñados.