



Superintendencia del Medio Ambiente
Gobierno de Chile

INFORME TÉCNICO DE FISCALIZACIÓN AMBIENTAL

Examen de Información

**INACAL S.A.
Planta Copiapó**

DFZ-2023-3012-III-NE

	Nombre	Firma
Aprobado	Juan Pablo Rodriguez F.	
Elaborado	Claudia Quiroga M.	



1. RESUMEN.....	3
2. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO, INSTALACIÓN, ACTIVIDAD O FUENTE FISCALIZADA	4
2.1. ANTECEDENTES GENERALES.....	4
3. INSTRUMENTOS DE CARÁCTER AMBIENTAL FISCALIZADOS.....	5
4. ANTECEDENTES DE LA ACTIVIDAD DE FISCALIZACIÓN.....	5
4.1. MOTIVO DE LA ACTIVIDAD DE FISCALIZACIÓN.....	5
4.2. MATERIA ESPECÍFICA OBJETO DE LA FISCALIZACIÓN AMBIENTAL.....	5
4.3. REVISIÓN DOCUMENTAL.....	5
4.3.1. <i>Documentos Revisados</i>	5
5. HECHOS CONSTATADOS.....	6
5.1. EMISIÓNES ATMOSFÉRICAS	6
TABLA 1.....	12
TABLA 2.....	12
TABLA 3.....	13
TABLA 4.....	15
FIGURA N° 1	16
FIGURA N° 2	18
TABLA 6.....	19
TABLA 7.....	21
TABLA 8.....	21
6. CONCLUSIONES.....	23
7. ANEXOS.....	23



1. RESUMEN.

El presente informe de fiscalización corresponde a la evaluación del cumplimiento normativo establecido en el D.S.29/2013 que establece la “Norma de Emisión para Incineración y Coincineración y Coprocesamiento y deroga Decreto N°45 de 2007 del MINSEGPRES”, realizado por la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) en base al informe anual del año 2022, reportado a través del Sistema de Ventanilla Única del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes, RETC, y mediante el Sistema de Seguimiento Ambiental, asociados a la unidad fiscalizable Inacal S.A.- Planta de Cal Copiapó, localizada en la comuna de Copiapó, en la localidad de Paipote, Región de Atacama.

La empresa **INACAL S.A. Planta Copiapó**, actualmente cuenta con dos hornos rotatorios para la producción de cal, Horno N°1 y Horno N°2. De acuerdo a lo indicado por el titular en su Informe Anual 2022 “El Horno Rotatorio de Cal N° 1 se encuentra fuera de operaciones desde el año 2014.

Esta instalación opera en el marco del funcionamiento de los proyectos “Optimización Planta de Cal Copiapó”, aprobado ambientalmente mediante Res. Ex. N° 97 con fecha 18 de mayo del 2007 de la COREMA Región de Atacama y “Ampliación Planta de Cal Copiapó – Horno de Cal N° 2”; el cual, a través de la Resolución Exenta N°033 de fecha 14 de febrero de 2011, de la Comisión de Evaluación Región de Atacama, fue calificado ambientalmente favorable el proyecto denominado “Ampliación Planta de Cal Copiapo – Horno de Cal N°2” la cual permite realizar la operación del Horno de Cal N°2 mediante la diversificación de la matriz de combustibles de acuerdo a lo siguiente:

- Combustibles Tradicionales: Carbón bituminoso, Petróleo Diésel.
- Combustibles No Tradicionales : Coque de Petróleo, Aceites Usados: Hasta un 40% de reemplazo del requerimiento calórico del horno.

La **Planta Copiapó**, mantiene en operación el Horno N°2 para la producción de Cal. Este Horno es del tipo rotatorio y tiene una capacidad de producción de 1.100 t/d de Cal, con una temperatura de salida de los gases en chimenea entre 130°C y 180°C aproximadamente. Además, cuenta con un precalentador y un enfriador de contacto de cuatro salidas, entre otros equipos auxiliares con el cual se obtiene una temperatura de salida del producto entre 70°C y 90°C.

Para alimentar el quemador del Horno de Cal N°2 se utiliza coque de petróleo y aceite residual como combustible, de acuerdo lo establecido en RCA N°033/2011.

Los gases calientes producto de la combustión son conducidos a través de todo el horno, ingresando posteriormente a un Filtro de Mangas para mitigar las emisiones de material particulado, antes de ser descargados al ambiente a través de la chimenea.

De acuerdo a la Resolución Exenta N° 3623/2014 de fecha 17 de octubre de 2014, de la SEREMI Salud Atacama, autoriza el funcionamiento del proyecto de disposición final de residuos peligrosos – Aceites Residuales, denominado "Ampliación Planta de Cal Copiapo – Horno de Cal N°2".

Las materias relevantes objeto del informe de fiscalización, corresponde a la verificación de los límites de emisión de contaminantes atmosféricos, las metodologías de medición implementadas y las condiciones mínimas de operación, de acuerdo a los artículos 3, 5, 6, 7, 9, 10, 11 y 13 de la presente norma.

Del examen de información efectuado al informe anual 2022 en marco del D.S.29/2013 de la **Planta Copiapó**, perteneciente a **Inacal S.A.**, respecto del Horno N°2 , es posible dar por acreditado el actual cumplimiento de las obligaciones establecidas en el D.S.29/2013 para el año 2022.



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

2.1. Antecedentes Generales

Identificación de la Unidad Fiscalizable (UF): INACAL S.A. - Planta Copiapó	
Región: Atacama	Ubicación de la actividad, proyecto o fuente fiscalizada:
Provincia: Copiapó	Camino Internacional km 16, Sector Teresita .
Comuna: Copiapó	
Titular de la actividad, proyecto o fuente fiscalizada: INACAL S.A. Planta Copiapó	RUT o RUN: 96.809.070-4
Domicilio Titular: Camino Internacional km 16.	Correo electrónico: Ignacio.marquez@cbb.cl; melissa.alfaro@cbb.cl
	Teléfono: 55 2645600 - 55 2645701
Identificación del Representante(s) Legal(es): Ulises Iván Poirrier González	RUT o RUN: 5.588.521-4
Domicilio Representante(s) Legal(s): Camino Internacional km 16.	Correo electrónico: ulises.poirrier@cbb.cl
	Teléfono: 55 2645600 - 55 2645701



3. INSTRUMENTOS DE CARÁCTER AMBIENTAL FISCALIZADOS.

Identificación de Instrumentos de Carácter Ambiental fiscalizados.						
Nº	Tipo de instrumento	Nº/ Descripción	Fecha	Comisión/ Institución	Nombre actividad, proyecto o fuente fiscalizada	Etapa en que se encuentra
1	Norma de Emisión	D.S. N°29/2013 del Ministerio del Medio Ambiente, que establece la "Norma de Emisión para Incineración y Coincineración y Coprocesamiento y deroga Decreto N°45 de 2007 del MINSEGPRES".	30-07-2013	Ministerio del Medio Ambiente	Planta Industrial de Cementos	Fase de operación

4. ANTECEDENTES DE LA ACTIVIDAD DE FISCALIZACIÓN.

4.1. Motivo de la Actividad de Fiscalización

Motivo	Descripción
X Programada	Resolución Exenta SMA N°11 que fija Programa y Subprogramas de Fiscalización Ambiental de Normas de Emisión para el año 2023.

4.2. Materia Específica Objeto de la Fiscalización Ambiental

- Emisiones Atmosféricas

4.3. Revisión Documental

4.3.1. Documentos Revisados

Nombre del documento	Origen/ Fuente del documento	Observaciones
Informe Anual D.S.29_año_2022 Planta_Copiapó	Sistema Ventanilla Única del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) – SISAT.	Ingresado con fecha 31-01-2023
Antecedentes Complementarios	Se realiza Requerimiento de Información según Res.Ex N° 1917/2023 de fecha 16 de noviembre de 2023y Res.Ex N°1932 de fecha 21 de noviembre de 2023, la cual concede aumento de plazo para entregar la información requerida.	Antecedentes ingresados con fecha 29/11/2023.



5. HECHOS CONSTATADOS.

5.1. Emisiones Atmosféricas.

Número de hecho constatado: 1
Exigencia (s):
<p>Art. N° 3 D.S. N° 29/2013 MMA: La norma de emisión para los contaminantes a que se refiere el presente decreto está determinada por los límites máximos establecidos en las tablas números 1, 2 y 3, analizados de acuerdo a los resultados que en conformidad al artículo 6 arrojen las mediciones que se efectúen sobre el particular (...) Los límites máximos permitidos para los hornos de cemento y los hornos rotatorios de cal que utilicen combustibles distintos a combustibles tradicionales se indican en la Tabla N° 2. Valores límites de emisión para coprocesamiento en hornos de cemento y coincineración en hornos rotatorios de cal.</p>
<p>Resultado (s) examen de Información:</p> <p>a. Los muestreos/mediciones del denominado “Test de Quema” (mediciones discretas) requeridas en la tabla N°2 del D.S.29/2013, se realizaron en la chimenea del Horno N°2, entre el 07 al 10 y 12 de julio, 06 de octubre, 28 y 29 de diciembre de 2022, de acuerdo a lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Día 07-07-2022 /15:28 – 20:25 hrs: COT - Día 08-07-2022 /16:00 – 18:24 hrs y Día 09-07-2022 /11:15 – 18:15 hrs: Dioxinas y Furanos - Día 10-07-2022 /11:10 – 15:49 hrs: Halógenos - Día 12-07-2022 /14:01 – 17:20 hrs: Benceno - Día 06-10-2022 /11:25 – 15:50 hrs: Metales Pesados - Día 28-12-2022 /11:35 – 16:48 hrs: Material Particulado (MP). - Día 29-12-2022 /14:20 – 18:11 hrs: Halógenos (repetición) <p>Cabe mencionar, que los “informes con los resultados de los muestreos discretos realizados a la planta durante el año 2022, de acuerdo a lo estipulado en el Art. 13º del D.S.29/2013 MMA” fueron ingresados mediante el Sistema de Ventanilla Única del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) en el Sistema de Seguimiento Atmosférico (SISAT), con fecha 31 de enero de 2023, dentro de los plazos establecidos.</p> <p>De acuerdo a lo señalado en el Informe de Resultados del Test de quema señala que la operación del Horno de Cal N° 2 se mantuvo continua y estable durante el periodo de medición, donde la producción promedio de cal fue sobre el 80% de su capacidad nominal (1.100 ton/d).</p> <p>En base al análisis de los resultados de los muestreos discretos, en Tabla 1 se muestran los resultados de los muestreo/mediciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Material Particulado (MP): Para este parámetro se observa que los resultados del muestreo arrojan un valor de 21,9 mg/Nm³, valor inferior a los 50 mg/Nm³ estipulados en la tabla N°2 del D.S.29/2013. • El muestreo de los Metales Pesados se realizó de acuerdo al método CH-29, el cual contempla tres corridas de medición, donde las muestras obtenidas son analizadas por el Laboratorio SGS Chile Ltda. De acuerdo a la revisión realizada el muestreo cumple con la metodología aplicada, por lo que los resultados obtenidos son de calidad asegurada. • El Cadmio (Cd) entrega una concentración promedio de 0,000 mg/m³N valor inferior al límite máximo de 0,1 mg/m³N, estipulado en la tabla N°2 del D.S.29/2013.



- El Mercurio (Hg) entrega una concentración promedio de 0,103 mg/m³N valor igual al límite máximo de 0,1 mg/m³N, estipulado en la tabla N°2 del D.S.29/2013.
- El Berilio (Be) entrega una concentración promedio de 0,000 mg/m³N valor inferior al límite máximo de 0,1 mg/m³N, estipulado en la tabla N°2 del D.S.29/2013.
- El plomo (Pb) entrega una concentración promedio de 0,06 mg/m³N valor inferior al límite máximo de 1,0 mg/m³N, estipulado en la tabla N°2 del D.S.29/2013.
- La suma total de los parámetros de Arsénico (As), Cobalto (Co), Níquel (Ni), Selenio (Se) y Telurio (Te) entrega una concentración promedio de 0,420 mg/m³N valor inferior al límite máximo de 1,0 mg/m³N, estipulado en la tabla N°2 del D.S.29/2013.
- La suma total de los parámetros Antimonio (Sb), Cromo (Cr), Manganeso (Mn) y Vanadio (V) entrega una concentración promedio de 0,21 mg/m³N valor inferior al límite máximo de 5 mg/m³N, estipulado en la tabla N°2 del D.S.29/2013.
- El muestreo de los compuestos inorgánicos clorados y fluorados se realizó según el Método CH-26 A, el cual contempla tres corridas de medición, donde las muestras obtenidas son analizadas por el Laboratorio Bureau Veritas. De acuerdo a la revisión realizada el muestreo cumple con la metodología aplicada, por lo que los resultados obtenidos son de calidad asegurada. No obstante los resultados entregan una concentración promedio de HCl de **55,70 mg/m³N valor superior al límite máximo de 20 mg/m³N** y para el HF 0,00 mg/m³N, presenta un valor bajo el Límite de detección del método.
- El muestreo de Benceno (C₆H₆) se realizó de acuerdo al método EPA – 0031, cuyo procedimiento de muestreo se realiza a flujo constante, donde las muestras se capturan a través de Tubos de Resina Tenax y Anasorb 747, realizándose tres corridas de 40 minutos cada una, donde las muestras son enviadas al Laboratorio ALS Environmental, Canadá. Los resultados entregan una concentración promedio de 0,21 mg/m³N, valor inferior al límite máximo de 5 mg/m³N, estipulado en la tabla N° 2 del D.S.29/2013.
- El muestreo de Dioxinas y Furanos se realiza según el método CH-23, el cual contempla tres corridas, donde una de las muestras es capturada en una trampa de Resina XAD-2, las respectivas muestras son enviadas al Laboratorio ALS Environmental, Canadá, para su respectivo análisis. Los resultados entregan una concentración promedio de **0,153 ng/m³N**, valor inferior al límite máximo de 0,2 ng/m³N, estipulado en la tabla N° 2 del D.S.29/2013.
- La medición de los Compuestos Orgánicos Totales(COT), cumplen con los criterios establecidos en la Res. Ex. N° 128/2019 SMA, respecto del periodo de medición de 4 horas continua y se verifica que se efectuan los chequeos de verificación del sistema al inicio y final de la medición, los cuales se encuentran dentro de los límites de aceptación del método de medición (CH-25A). El informe de resultados entrega el siguiente resultado:
 - La medición de **Carbono Orgánico Total (COT)** entregó una concentración promedio de **0,253 mg/m³N** valor inferior al límite máximo de 20 mg/m³N estipulados en la tabla N° 2 del D.S.29/2013.

Los resultados de los muestreo/mediciones se encuentran bajo los valores límites de emisión establecidos en la tabla N° 2 del del D.S.29/2013MMA. No obstante se ha detectado que presentan excedencias en el parámetro Ácido Clorhídrico (HCl) de (55,7 mg HCl/m³N), cuyo valor límite de emisión regulados es de 20 mg/ m3N. Por lo que se realiza requerimiento de información de acuerdo a la Res. Ex. N°1917/2023 de fecha 16 de noviembre de 2023, por lo que se solicita profundizar



los motivos técnicos de la superación para el parámetro HCl, durante el año 2022, así como las acciones correctivas aplicadas a dicha superación, junto con las medidas futuras para evitar que esta superación se repita.

2. Señalar las acciones correctivas aplicadas a dicha excedencia, así como las medidas futuras para evitar que estas superaciones se repitan.

3. Presentar las respectivas rutas de cálculo de los muestreos ejecutados al igual que los datos operacionales durante el Test de Quema del Horno de Cal N°2, del año 2022.

El titular con fecha 29 de noviembre de 2023 ingresa carta de igual fecha, indicando que para determinar los posibles motivos técnicos de la superación, se efectuaron análisis de laboratorio para determinar la concentración de cloruros de contra muestras, tomadas en la misma fecha de la ejecución del test de quema y una revisión de las condiciones operacionales del horno rotatorio y su sistema de control de emisiones.

El titular señala que para mantener un adecuado seguimiento de las variables operacionales durante el desarrollo del Test de Quema, se mantienen contra muestras de todos los insumos y productos que forman parte del proceso de calcinación. En base a lo anterior, se analizó el contenido de cloruro de contra muestras de: caliza (materia prima), combustibles (petcoke y aceite residual) y óxido de calcio (producto), que fueron obtenidas en la misma fecha en que fue ejecutado el muestreo según el método CH-26A.

Con los resultados obtenidos se realizó un balance de masa de cloruro para evaluar los aportes de cloruro al proceso de calcinación, que tuvieron incidencia en la fecha de ejecución del ensayo.

Tabla : Resultados de análisis de Cloro de materias y combustibles

Nº Informe	Muestra	Identificación	Fecha muestreo	Fecha Análisis	Resultado Cloruro [mg/kg]
1610876	20349	Porefi	Octubre 2022	21-12-2022	7050,3
1610876	20350	Cal	Octubre 2022	21-12-2022	44,4
1610876	20351	Caliza	Octubre 2022	21-12-2022	217,9
SR-68	55487	Petcoke	ND	11-01-2023	401
SR-69	55488	Aceite residual	ND	11-01-2023	173

El titular señala que al analizar estos resultados, se confirma que los aportes de cloruro de los insumos del horno son de baja concentración (<1000 ppm) en general, siendo el petcoke el material con mayor contenido relativo de cloruro medido en dicho muestreo puntual.

Se realiza una estimación del balance de materiales en base a las condiciones operacionales del día en que ocurrió la excedencia puntual de HCl, obteniéndose que un 65,2% del cloruro es fijado por el proceso de calcinación.

Análisis de las condiciones operacionales del Horno de Cal N°2

En base a la información técnica revisada, es posible relacionar la excedencia de HCl con el proceso de combustión, ya que es ahí donde se da lugar de distintas reacciones químicas que pueden fomentar, en base a ciertas condiciones, la acumulación de compuestos clorados gaseosos, que normalmente son adsorbidos por los carbonatos presentes en la materia prima y por óxido de calcio producido en el horno (reacciones ácido-base).

También se han identificado una variedad de compuestos clorados que pueden ser precursores de la formación del HCl, tales como: NaCl, MgCl₂·6H₂O, KCl y CaCl₂, siendo el NaCl y KCl los componentes más estables desde un punto de vista termodinámico.

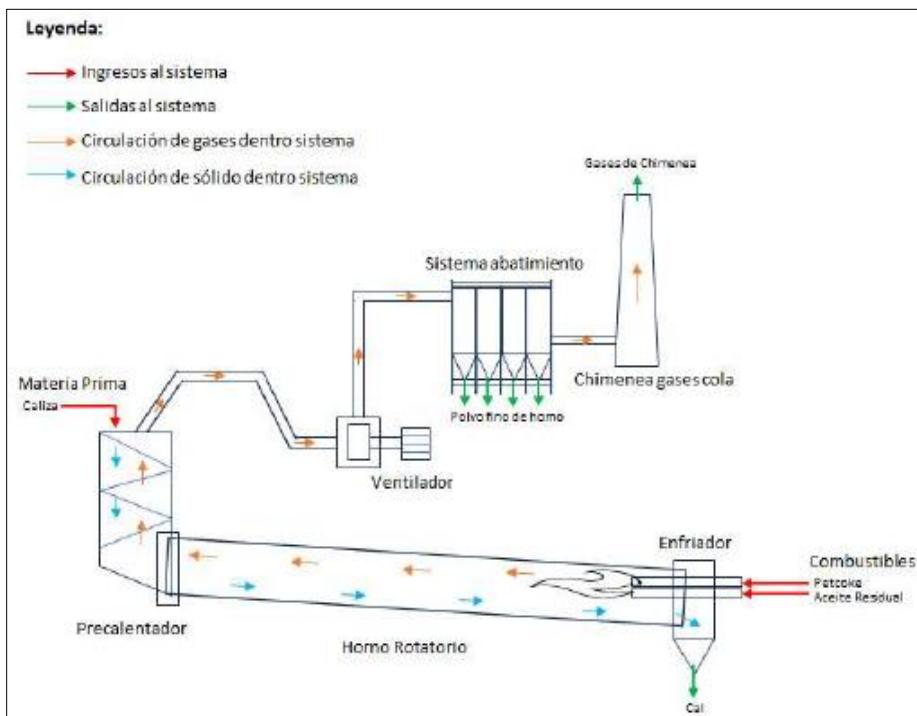
Estos compuestos se pueden vaporizar parcialmente en las zonas más calientes del horno, para luego ser fijados en el óxido de calcio y adsorbidos por los polvos recuperados del filtro de mangas y por los carbonatos presentes en el pre-calcinador,



antes de ser evacuados por los gases de salida. Sin embargo, existen condiciones que promueven la recirculación de cloruros en el sistema, generando procesos de acumulación de este compuesto que podrían no ser controlados totalmente por las reacciones ácido-base de la calcinación.

Entonces, para controlar las condiciones físico-químicas que promueven la generación y acumulación de cloro al interior del horno de cal, es necesario controlar la combustión del sistema, monitoreando la concentración de monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre y la temperatura.

Diagrama de Corrientes de entrada y salida del horno de Cal.



Acciones correctivas

Luego de analizar los motivos técnicos que pudieron tener injerencia en esta anomalía puntual, se desarrollaron las siguientes acciones correctivas y en tres niveles:

- **Ajuste operacional del sistema de control de emisiones:** se ajustó la configuración del sistema de limpieza del filtro de mangas del horno, a través del ajuste de presión diferencial. Esto con la finalidad de poder aumentar el tiempo de residencia del HCl gaseoso dentro de los módulos de abatimiento, promoviendo las reacciones de adsorción con las partículas finas (adherencia) que son evacuadas como sales estables a través del polvo recuperado de filtro.
- **Ajuste del control y verificación de indicadores de combustión:** se ajustó la dosificación de aire requerido para la combustión, de manera de mantener una baja concentración de CO y SO₂ medidos en la salida de gases.
- **Remuestreo de los compuestos halogenados (CH-26A) luego de implementar los ajustes:** esta actividad fue ejecutada de forma posterior a la ocurrencia de la excedencia y luego de ajustar los parámetros indicados anteriormente, logrando una mejor combustión medida a través de la concentración de CO y menor emisión de SO₂.



A continuación se presentan las condiciones operacionales del muestreo de Halógenos ejecutado el 07/10/2023 y el nuevo muestreo realizado con fecha 29/12/2022 con los ajustes que mejoran la combustión del horno.

Tabla: Resumen de las condiciones operacionales

Variable operacional	07 de octubre 2022	29 de diciembre 2022
T° Filtro de mangas (°C)	184	200,5
T° Precalentador (°C)	1.118	1.064
Concentración CO (ppm)	16,8	3,9
Concentración SO ₂ (ppm)	2,5	0,12
Presión diferencial (mm CA)	153,885	163,386
Flujo de caliza (t/h)	79,25	76,3
Flujo de aire (m ³ /h)	231.551	231.381

Como resultado de las acciones correctivas implementadas, se obtuvieron nuevos resultados de HCl que cumplen con los límites de emisión, validando la eficacia de las medidas adoptadas, cuyo valor es de **13,07 mg/m³N**, inferior al límite máximo de 20 mg/m³N estipulados en la tabla N° 2 del D.S.29/2013.

Acciones preventivas

con el objetivo de prevenir la ocurrencia de condiciones operacionales que promuevan eventuales superaciones puntuales de HCl, se están ejecutando las siguientes acciones de carácter preventivo:

- **Actualizar y mejorar el nivel de detalle del protocolo de caracterización química de materia prima, combustibles y productos:** en la actualidad se realizan muestreos de cloruros como parte del proceso de aseguramiento de calidad en los días de ejecución del Test de Quema. No obstante, se generará en un plazo de 30 días, un protocolo para identificar la cantidad y especies químicas adicionales que deben ser monitoreadas. Esto proveerá de mejor información para tomar decisiones preventivas en la producción de óxido de calcio y el control operacional del HCl.
- **Evaluar otras metodologías que permitan mejorar el monitoreo de cloro en el sistema:** esto con la finalidad de caracterizar de mejor manera los procesos que regulan y reducen la generación de HCl en el proceso de calcinación. Se estará trabajando en esta actividad durante los próximos 90 días.

De acuerdo con los antecedentes entregados es posible señalar que los resultados entregados se encuentran dentro de los límites establecidos en la Tabla N°2 del artículo 3 del D.S.29/2013 MMA.

- b. En la Tabla 2, se presenta el resumen de las condiciones de operación durante la ejecución del test de quema, que da cuenta de la producción de Caliza y flujo del combustible utilizado pet coke.
La operación del Horno N°2 se mantuvo estable y continua durante la ejecución de los muestreo/medición, con una alimentación de caliza superior al 80% de su capacidad nominal, por lo que los resultados obtenidos son representativos para el período del muestreo, no obstante no presentan antecedentes que permitan una trazabilidad de la información y ruta de cálculo de la obtención del nivel de carga del horno.
- c. Tipos y cantidades de sustancias y materiales usados como combustible, INACAL S.A. cuenta con las autorizaciones ambientales y permisos sectoriales para el funcionamiento del Horno Rotatorio de Cal, según Resolución Exenta N°033 de fecha 14 de febrero de 2011 de COREMA Región de Atacama, que Califica favorablemente el proyecto denominado



"Ampliación Planta de Cal Copiapo – Horno de Cal N°2" la cual permite realizar la operación del Horno de Cal N°2 mediante la diversificación de la matriz de combustibles siguiente:

- Combustibles Tradicionales: - Carbón bituminoso, Petróleo Diésel.
- Combustibles No Tradicionales: - Coque de Petróleo, Aceites Usados - Hasta un 40% de reemplazo del requerimiento calórico del Horno.

De acuerdo a la Resolución Exenta N° 3623/2014 de fecha 17 de octubre de 2014, del SEREMI Salud Atacama, autoriza el funcionamiento del proyecto de disposición final de residuos peligrosos – Aceites Residuales, denominado "Ampliación Planta de Cal Copiapo – Horno de Cal N°2. En la tabla 3, se presenta el resumen del consumo mensual para el año 2022.



Registros

Contaminante	Resultados Mediciones Test Quema Horno Nº2, año 2022 (mg/Nm ³) ¹	Valor Límite de Emisión (mg/Nm ³) Tabla 2 D.S.29/2013
Material Particulado (MP)	21,90	50
Carbono Orgánico Total (COT)	0,250	20
Mercurio y sus compuestos, indicado como metal (Hg)	0,103	0,1
Cadmio y sus compuestos, indicado como metal (Cd)	0,000	0,1
Berilio y sus compuestos, indicado como metal (Be)	0,000	0,1
Plomo y sus compuestos, indicado como metal (Pb)	0,006	1
Arsénico (As) + Cobalto (Co) + Níquel (Ni) + Selenio (Se) + Telurio (Te) y sus compuestos, indicado como elemento, suma total.	0,420	1
Antimonio (Sb) + Cromo (Cr) + Manganeso (Mn) + Vanadio (V)	0,210	5
Compuestos inorgánicos clorados gaseosos indicados como ácido clorhídrico (HCl)	55,70/13,07(*)	20
Compuestos inorgánicos fluorados gaseosos indicados como ácido fluorhídrico (HF)	0,00	2
Benceno (C ₆ H ₆)	0,210	5
Dioxina y furanos TEQ	0,153	0,2

(*) Se realiza un nuevo muestreo de HCl según el método CH-26 A ,posterior a las acciones correctivas realizadas

Tabla 1.	Fecha: N/A
Descripción del medio de prueba: Resultados mediciones discretas reportadas por el titular en informe anual 2022 Horno Nº2, Planta Copiapó.	

Registros

Fechas	Muestreo/ Medición	Horario (horas)	Consumo de Aceite Residual (t/día)	Consumo de combustible Petcoke (t/día)	Alimentación caliza (t/día)	(%) de carga ²
07-07-2022	Carbono Orgánico Total (COT)	15:28 – 20:25	1,44	129,6	1073,0	97,5
08 y 09-07-2022	Dioxinas &Furanos	16:00 – 18:24	0,0	120	1025,0	94,5
		11:15 – 18:15	0,0	120	1046,0	94,5
12-07-2022	Benceno	14:01 - 17:20	0,0	134,4	1011,0	91,9
06-10-2022	Metales Pesados	11:25 – 15:50	0,00	135,0	1045,0	95,0
07-10-2022	Halógenos	11:10 – 15:49	0,00	134,4	1050,0	95,5
29-12-2022	Halógenos	14:20 – 18:11	5,88	91,2	1025,0	89,1 ³
28-12-2022	Material Particulado	11:35 – 16:48	1,44	127,2	1114,0	101,3

Tabla 2.	Fecha: N/A
Descripción del medio de prueba: Datos operacionales durante el TEST de Quema Horno Nº2, año 2022, Planta Copiapó.	

¹ Valores corregidos al 10% O₂ y (N) Normalizado a 25°C y 1 atm

² De acuerdo a lo señalado por el titular en el informe anual , capacidad instalada del Horno de Cal N°2 es de 1100 t/día

³ De acuerdo a lo señalado por el titular en el informe anual , capacidad instalada del Horno de Cal N°2 es de 1150 t/día



Registros		
Mes	Combustible principal petcoke (t/mes)	Combustible Alternativo Aciete Residual (t/mes)
Enero	2.735,0	543
Febrero	3.136,3	377
Marzo	3.263,0	331
Abril	4.108,0	307
Mayo	4.445,0	278
Junio	2.262,0	554
Julio	2.946,0	507
Agosto	3.670,4	343
Septiembre	2.754,0	481
Octubre	3.338,0	516
Noviembre	2.340,2	506
Diciembre	2.960,0	625

Tabla 3.	Fecha: N/A
Descripción del medio de prueba: Resumen consumo de combustible año 2022 - Horno Nº2 Planta Copiapó	



Número de hecho constatado: 2

Exigencia (s):

Art. N° 5 D.S. N° 29/2013 MMA: La frecuencia de las mediciones a que deben someterse las instalaciones reguladas por este decreto será de una vez al año. Sin perjuicio de lo anterior, para los siguientes parámetros se deberá contar con un sistema de medición de tipo continuo en la chimenea de evacuación de gases de combustión.

(...) Los hornos de cemento y los hornos rotatorios de cal que utilicen combustibles distintos a combustibles tradicionales:

- Material particulado (MP).

Art. N° 11 D.S. N° 29/2013 MMA: "Las instalaciones de incineración, coprocesamiento o coincineración, reguladas por este decreto, deberán contar con un sistema de medición de tipo continuo de los siguientes parámetros en la chimenea de evacuación de gases de combustión:

- Temperatura (°C)

- Oxígeno (O₂)

Además de lo establecido en el inciso anterior, se deberá monitorear en forma continua el funcionamiento de los equipos de control de emisiones, midiendo un parámetro de emisión o un parámetro apropiado de operación, como la temperatura del gas de combustión antes del ingreso al sistema de tratamiento de contaminantes atmosféricos, el descenso de la presión o el caudal del lavador de gases de combustión, o cualquier otro, de acuerdo a las características propias de cada instalación."

Resultado (s) examen de Información:

- a. De acuerdo a lo señalado por el titular en informe anual, el Horno N°2 cuenta con un equipo de medición continua de material particulado en su chimenea, marca SICK, modelo SB100, el cual monitorea el Material Particulado (MP). El equipo tiene un rango máximo de medición de 100 S.L. (0-75 mg/m³ real).
- b. El CEMS del Horno de Cal N°2, cuenta con las respectivas pruebas de validación anual realizadas durante el año 2022 para los parámetros material particulado, flujo y oxígeno, según lo señalado en Tabla 4.
Para el CEMS de MO, realizan el Ensayo de Auditoría de Correlación de Respuesta (ACR) con fecha 18 al 20 de octubre de 2022, correspondiente a las Pruebas anuales de Aseguramiento de Calidad (QA/QC).
Se realiza la revisión de las planillas almacenadas en la plataforma seafile, donde los registros de los respectivos ensayos, fueron ejecutados y se encuentran dentro de los rangos permitidos, por lo que se da por acreditado dicho cumplimiento, en consecuencia es posible señalar que el **CEMS del Horno de Cal N°2**, para los parámetros material particulado, flujo y oxígeno, cuenta con las respectivos ensayos realizados, por lo que es posible señalar que la fuente cuenta con datos de calidad asegurada, durante el año 2022.
- c. El CEMS del Horno N°2, cuenta con las respectivas pruebas de validación anual realizadas durante el año 2022 para los parámetros material particulado, flujo y oxígeno, según lo señalado en Tabla 4. Por lo que es posible señalar que la fuente cuenta con datos de calidad asegurada durante el año 2022.
- d. En relación al cumplimiento del artículo 11 del D.S.29/2023, el Horno de Cal N°2 posee un Filtro de Mangas, marca Metso, con una eficiencia del 99,5%. Donde la variable que reportan para dar cuenta del funcionamiento continuo del sistema de abatimiento es la **Presión diferencial (mmCA)**.



Registros				
Fuente	Horno N°2 - Planta Copiapó			
Parámetros	MP	Flujo	O ₂	
Método de medición	CEMS	CEMS	CEMS	
Última validación anual del CEMS otorgado por la SMA.	Escala o Rango de medición 0 - 100 S.L. 0 - 75 mg/m ³ N	0 – 40 m/s	0 – 21%	
	Fecha Último ensayo de validación 20-10-2022	19-07-2022	21-07-2022	
	Periodo de datos válidos 21-10-2022 al 21-10-2023	20-07-2022 al 20-07-2023	22-07-2022 al 22-07-2023	
	Nº Última Resolución Validación emitida 449	449	449	
	Fecha Resolución 10-03-2020	10-03-2020	10-03-2020	

Tabla 4.

Fecha: N/A

Descripción del medio de prueba: Estado validación CEMS Horno N° 2 Planta Copiapó

Número de hecho constatado: 3

Exigencia (s):

Art. N° 6 D.S. N° 29/2013 MMA: Los valores de emisión medidos se deben corregir de acuerdo a los porcentajes de oxígeno establecidos en la Tabla N° 4. La norma de emisión se considerará sobre pasada si el valor de emisión medido en forma discreta de uno o más de los contaminantes regulados es mayor a lo indicado en las Tablas N° 1, 2 ó 3, respectivamente (...) En las **instalaciones de coprocesamiento** reguladas por este decreto, se considerará sobre pasada la norma de emisión, respecto de los parámetros que se deben medir en forma continua, conforme al artículo 5° del presente decreto, si el valor diario de emisión, calculado sobre la base de valores horarios, es mayor al valor establecido en la Tabla N° 2.

Tabla N° 4 Contenido de oxígeno de referencia en los gases de emisión

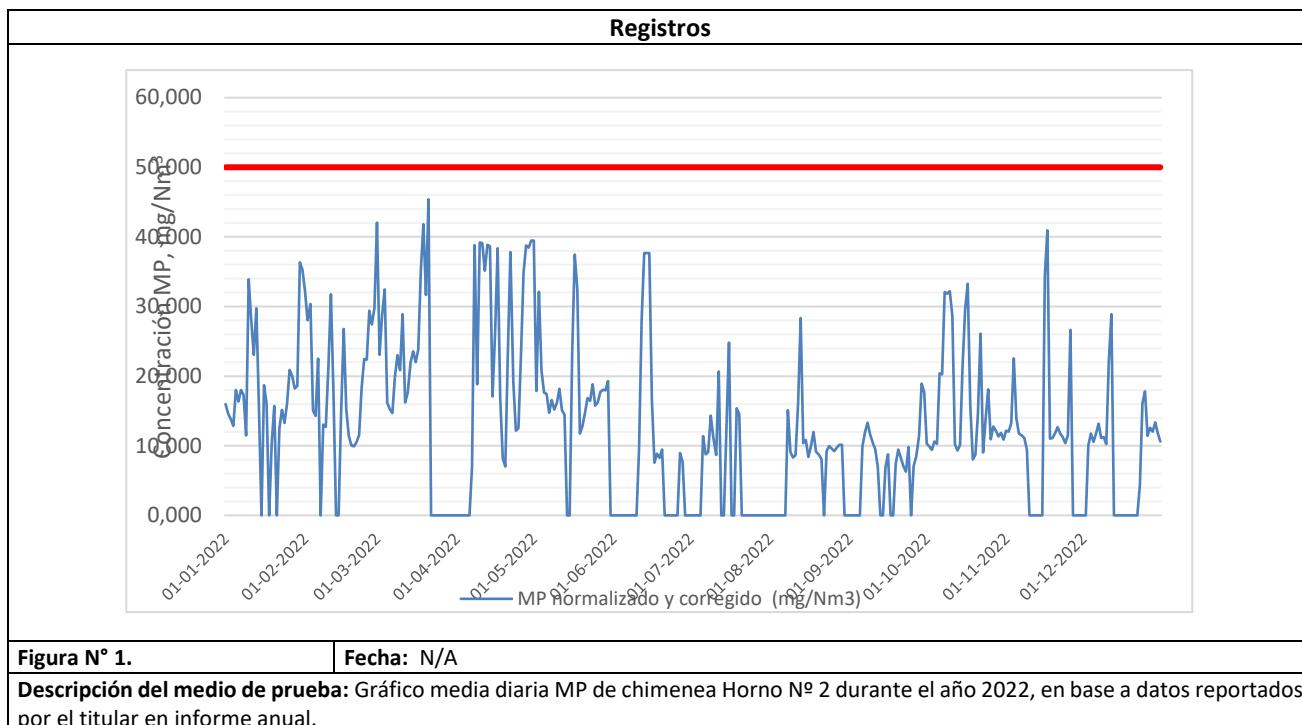
Tipo de sustancia o material a incinerar, coprocesar o coincinerar	% de Oxígeno	
	Incineración	Coprocesamiento y coincineración
Sustancias líquidas	3%	10%
Sustancias gaseosas solas o combinadas con sustancias líquidas	3%	10%
Materiales sólidos solos o combinados con sustancias líquidas o gaseosas	11%	10%

Resultado (s) examen de Información:

- Las emisiones de material particulado son reportadas como promedios horarios en unidades de concentración mísica, expresada en miligramos por metro cúbico normal (mg/m³N), con una corrección de oxígeno al 10%.
- De acuerdo a los registros diarios de MP, determinados sobre la base de valores horarios registrados por el CEMS del Horno N°2, es posible señalar que **cumple el valor de emisión de 50 mg/m³N establecido en el D.S.29/2013 durante el año 2022** (ver Figura N° 1.)
- Cabe señalar que la evaluación de límite de emisión del parámetro MP considera el promedio diario de todos los promedios horarios del día, de aquellas horas en las cuales el horno utiliza combustible sustancias o materiales distintos a los tradicionales y cuya finalidad sea la fabricación de productos, sin considerar o descontar aquellos



- d. promedios en que el Horno se encontraba en proceso de partida o detención, o sin la alimentación de combustible alternativo. Lo cual cumple con los criterios establecidos en la Resolución Exenta N°1190/2022 que “Dicta instrucción general para la remisión del reporte anual que requiere el artículo 13 del Decreto Supremo 29 del 2013”, que aplica para la evaluación correspondiente a partir del año 2022. Específicamente para las instalaciones de coincineración.



Número de hecho constatado: 4

Exigencia (s):

Art. N° 7 D.S. N° 29/2013 MMA: Las instalaciones de incineración, las de coincineración y las de coprocesamiento deberán cumplir con las condiciones de operación señaladas en la Tabla Nº 5: Condiciones de operación para incineración, coprocesamiento y coincineración.

Tabla Nº 5 Condiciones de operación para incineración, coprocesamiento y coincineración.

Condición de Operación	Incineración	Coprocesamiento y Coincineración
Temperatura mínima de los gases en la zona de combustión	850 °C 1100 °C si procesa sustancias o materiales con más de un 1% de cloro en peso	850 °C 1100 °C si procesa sustancias o materiales con más de un 1% de cloro en peso
Tiempo mínimo de residencia de los gases en la zona de combustión bajo las temperaturas señaladas	2 segundos	2 segundos

Art. N°8 D.S. N° 29/2013 MMA: Asimismo las instalaciones de incineración, coprocesamiento o coincineración reguladas por este decreto y que procesen sustancias o materiales que contengan cloro, deberán reducir al mínimo técnicamente posible el tiempo de enfriamiento de los gases de emisión desde 400 °C hasta los 200°C.

Resultado (s) examen de Información:

- De acuerdo a lo indicado por el Titular en informe anual, las temperaturas promedio en la zona de combustión, cumplen con lo señalado en el Art. 7° y 8°, Tabla N°5 del D.S.29/2013 MMA, es decir la temperatura en la zona de combustión se encuentra sobre los 850°C, y la temperatura en la salida de los gases es inferior a 200°C. En la figura N°2 se presenta gráfica con el registro de las temperaturas de la zona de combustión.
- Respecto al tiempo de residencia de los gases, presentan la ruta de cálculo, junto con los criterios adoptados para su determinación, entregando un valor de 10,0. seg., aprox, respecto de la información proporcionada durante la ejecución del test de quema, lo cual se encuentra de acuerdo a las condiciones de operación establecidas.



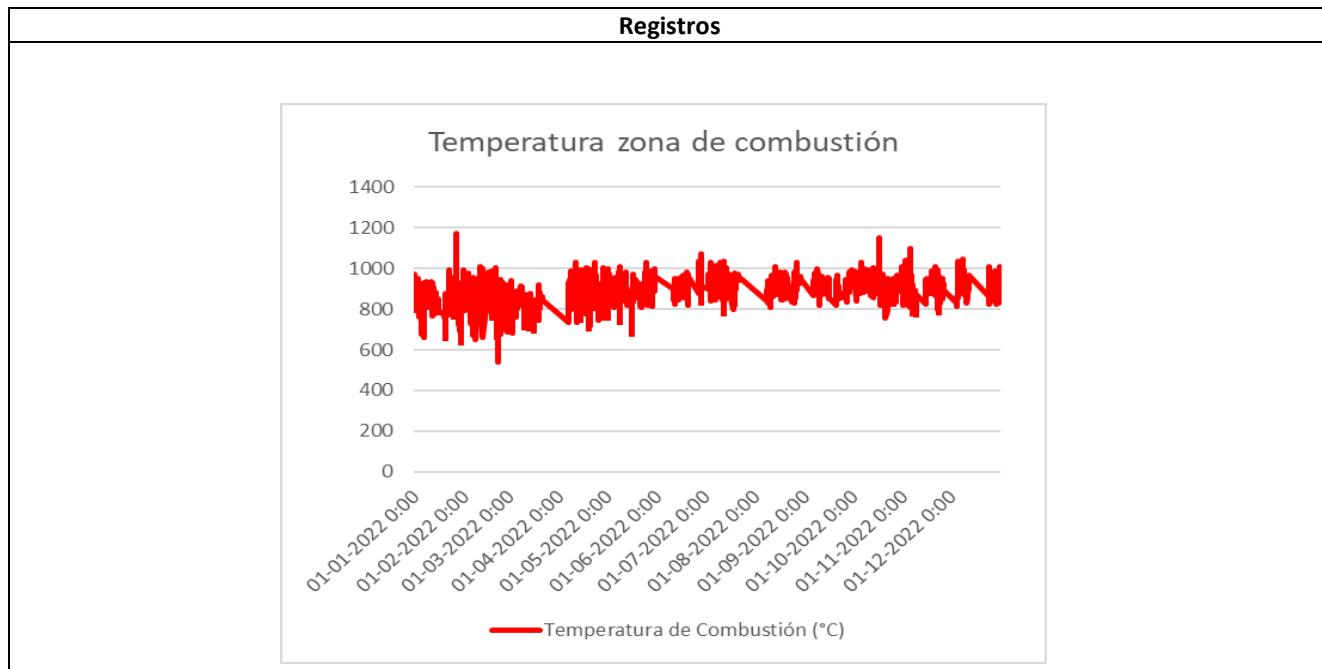


Figura N° 2.

Fecha: N/A

Descripción del medio de prueba: Registro de la Temperatura de la zona de combustión en el periodo que el Horno N°2, Planta de Cal, Copiapó, se encuentra en estado de operación en régimen, utilizando combustible alternativo.



Número de hecho constatado: 5

Exigencia (s):

Art. N° 9 D.S. N° 29/2013 MMA: Las metodologías de medición para partículas y gases serán las indicadas en la “Tabla N° 6. Métodos de medición para la incineración, coprocesamiento y coincineración”. Adicionalmente, se podrá utilizar un método de medición de referencia o equivalente designado o aprobado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América o por la Unión Europea.

Resultado (s) examen de Información:

- La información con respecto a las metodologías utilizadas en los muestreos/mediciones discretas realizadas de los parámetros de control, son reportadas por el sistema de seguimiento ambiental (ver Tabla 5), las cuales cumplen con lo señalado en el Art. 9°, Tabla N°6 del D.S.29/2013.

Registros

Contaminante	Método de Medición indicados en Art. N° 9, Tabla N°6 D.S. N° 29/2013 MMA	Método Utilizado
Material Particulado (MP)	Método CH-5, Determinación de las emisiones de partículas desde fuentes estacionarias.	CH-5
Carbono Orgánico Total (COT)	Método CH-25 A, Determinación de la concentración de los compuestos orgánicos volátiles totales mediante un analizador de ionización de flama.	CH-25A
Oxígeno (O ₂)	Método CH-3A, Determinación de las concentraciones de oxígeno, anhídrido carbónico y monóxido de carbono en las emisiones de fuentes fija (procedimiento con analizador instrumental).	CH-3A
Cadmio (Cd), Mercurio (Hg), Plomo (Pb), Zinc (Zn), Berilio (Be), Arsénico (As), Cobalto (Co), Níquel (Ni), Selenio (Se), Telurio (Te), Antimonio (Sb), Cromo (Cr), Manganese (Mn), Vanadio (V)	CH-29 Determinación de emisiones de metales de fuentes estacionarias.	CH-29
Ácido Clorhídrico (HCl), Ácido Fluorhídrico (HF)	CH-26 A Determinación de emisiones de Halógenos y Halogenuros de Hidrógeno de fuentes estacionarias – Método Isocinético.	CH-26 A
Benceno (C ₆ H ₆)	EPA Method 0031, Volatile Organic Sampling Train.	EPA-0031
Dioxinas y Furanos TEQ	CH-23 Determinación de emisiones de dibenzo-p-dioxinas y dibenzo furanos policlorados provenientes de residuos municipales.	CH-23

Tabla 5.

Fecha: N/A

Descripción del medio de prueba: Metodologías de medición reportadas Horno N°2- Planta Copiapó, año 2022.



Número de hecho constatado: 6

Exigencia (s):

Art. N° 10 D.S. N° 29/2013 MMA: Las mediciones deben ser realizadas por entidades técnicas autorizadas por la Superintendencia del Medio Ambiente, la que deberá mantener a disposición del público un listado que identifique a dichas entidades.

Resultado (s) examen de Información:

Las mediciones del denominado “Test de Quema” (mediciones discretas) requeridas en la tabla N°2 del D.S.29/2013, se realizaron en la chimenea del Horno N°2, entre los días 07 al 09 y 12 de julio, además del 6 y 7 de octubre, junto con los días 28 y 29 de diciembre de 2022, por la empresa SGS Chile Ltda.

- a. SGS Chile Ltda., es una Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (ETFA), código de ETFA 023-01, autorizada por la Superintendencia del Medio Ambiente. La cual se encuentra autorizada en la componente aire – emisiones atmosféricas de fuentes fijas al igual que el correspondiente Inspector Ambiental (Tabla 6.), según lo establece la Resolución Exenta N° 1843 de fecha 18 de agosto de 2021.
- b. Las ETFAs de muestreo/medición y análisis se encuentran autorizadas en la componente aire – emisiones atmosféricas de fuentes fijas, de acuerdo al (DS N° 38/2013) artículo 15, letra c, el cual establece la operatividad del reglamento de las Entidades Técnicas de Fiscalización (ETFA), para titulares de instrumentos de carácter ambiental. No obstante, a la fecha no existen ETFAS autorizadas en el análisis de los compuestos inorgánicos clorados y fluorados gaseosos indicados como HCl/HF, Benceno, D&F, además del Telurio y Vanadio, por lo que solo se requiere que cuenten con certificación de algún organismo acreditado.



Registros			
Nº	Actividad	SI	NO
1.0	La ETFA de muestreo está autorizada para la actividad y método desarrollado en el componente aire - emisiones atmosféricas de fuentes fijas	X	
2.0	La ETFA de análisis está autorizada para la actividad y método desarrollado en el componente aire – emisiones.	X	
3.0	Los Inspectores Ambientales (IA) que desarrollen las actividades en nombre de la ETFA, están registrados y autorizado en el componente aire – emisiones atmosféricas de fuentes fijas.	X	

Tabla 6. **Fecha:** N/A

Descripción del medio de prueba: Verificación para el control de Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental (ETFA) autorizadas en emisiones atmosféricas de fuentes fijas.

Registros			
Método	ETFA Muestreo/ Medición	Inspector Ambiental	ETFA Análisis
CH-5	SGS Chile Ltda.	Patricio Hernández Olave	SGS Chile Ltda.
CH-3A			N/A
CH-25A			N/A
CH-29			SGS Chile Ltda.
CH-26 A			Bureau Veritas
EPA-0031			ALS Environmental
CH-23			Enthalpy Analytical

Tabla 7. **Fecha:** N/A

Descripción del medio de prueba: Identificación ETFA muestreo, medición, análisis e Inspector Ambiental.



Número de hecho constatado: 7

Exigencia (s):

Art. N° 13 D.S. N° 29/2013 MMA: "Todo titular de una instalación, tanto de incineración, de coprocesamiento como de coincineración, regulada por este decreto, debe presentar en el mes de enero de cada año, ante la Superintendencia del Medio Ambiente, un informe técnico del año calendario anterior que explice la siguiente información en forma procesada:

- a) Los resultados de las mediciones discretas realizadas.
- b) Los registros de las mediciones continuas de la instalación.
- c) Las especificaciones técnicas de los equipos de medición utilizados.
- d) Las condiciones de operación en el período de evaluación y bajo las cuales se han realizado las mediciones.
- e) En el caso de las instalaciones de coincineración y coprocesamiento, los tipos y cantidades de sustancias, además de los materiales utilizados como combustible.
- f) El resumen de las situaciones anormales de funcionamiento y las medidas aplicadas."

Resultado (s) examen de Información:

- a) El reporte anual correspondiente al año 2022, fue ingresado con fecha 31-01-2023, al Sistema de Ventanilla Única del RETC en el Sistema de Seguimiento Atmosférico (SISAT), dentro del plazo establecido en el art. 13º del D.S.29/2013, el cual indica que debe ser reportado en el mes de enero de cada año.
- b) Se realiza revisión de los antecedentes entregados, donde estos se encuentran de acuerdo a lo instruido en la Res. Ex N°1190/2022 que dicta Instrucción general para la remisión del reporte anual que requiere el artículo 13º del Decreto Supremo N°29, de 2013, del Ministerio del Medio Ambiente, que establece Norma de Emisión para Incineración, Coincineración y Coprocesamiento, y deroga Decreto N°45, de 2007, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia.
- c) El informe técnico que se genera a partir del Ensayo de Verificación del Horno de Cal N°2 realizado el año 2022, contiene información específica sobre la medición de las fuentes, información sobre el proceso en el cual se están registrando estos valores, como además información sobre las ETFAS de muestreo/medición y análisis y sus respectivas autorizaciones. A continuación, se presenta una lista detallada del cuerpo del informe:
 - Resultados de los muestreo/medición del test de quema.
 - Registros de las mediciones continuas de la instalación.
 - Registro horario de las emisiones de Material Particulado para todo el año 2022.
 - Media diaria de emisiones de material particulado.
 - Especificaciones técnicas de los equipos de medición usados.
 - Condiciones de operación en el período de evaluación y bajo las cuales se han realizado los muestreo/medición.
 - Tipos y cantidad de combustibles año 2022.
 - Resumen de las situaciones anormales de funcionamiento y las medidas aplicadas.

El titular entrega en la planilla del anexo del informe anual año 2022, un resumen de las situaciones anormales de funcionamiento del año 2022 que corresponden a detenciones del horno, identificando el motivo y la medida aplicada, especificando el tipo de falla (mecánica, eléctrica, instrumentación).



6. CONCLUSIONES.

De la revisión realizada al reporte anual de la **Planta Copiapó** de la empresa **Inacal S.A.** respecto del **Horno N°2**, es posible señalar que para el periodo evaluado, desde el 1 enero al 31 de diciembre de 2022, es posible dar por acreditado el actual cumplimiento de las obligaciones establecidas en el D.S.29/2013 para el año 2022.

7. ANEXOS.

Nº Anexo	Nombre Anexo
1	Reporte anual año 2022
2	Antecedentes adicionales

