



Superintendencia del Medio Ambiente
Gobierno de Chile

INFORME TÉCNICO
CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE POR
MP10, PLOMO Y SO₂

RED DE CALIDAD DEL AIRE
FUNDICIÓN HERNÁN VIDELA LIRA
REGIÓN DE ATACAMA

Unidad Técnica
División de Fiscalización
DFZ-2016-3134-III-NC-EI






	Nombre	Cargo	Firma
Aprobado	Juan Eduardo Johnson V.	Jefe de Sección Técnica División de Fiscalización	<div style="text-align: right;">19-10-2016</div>  <hr/> Juan Eduardo Johnson Jefe Sección Técnica División de Fiscalización Firmado por: Juan Eduardo Johnson Vidal
Revisado	Juan Pablo Rodríguez F.	Profesional División de Fiscalización	  <hr/> Juan Pablo Rodríguez Profesional División de Fiscalización Firmado por: Juan Pablo Rodríguez Fernández
Elaborado	Valeska Muñoz	Profesional División de Fiscalización	  <hr/> Valeska Muñoz Profesional División de Fiscalización Firmado por: Valeska Nataly Muñoz Torres

TABLA DE CONTENIDOS

<i>Tema</i>	<i>Página</i>
1. RESUMEN EJECUTIVO.....	3
2. INTRODUCCIÓN.....	5
3. OBJETIVOS.....	6
4. ALCANCE.....	6
5. EVALUACIÓN DE VALIDEZ DE LOS DATOS.....	7
5.1. Estaciones declaradas como EMRP-MP10, EMRPG y EMRRN.....	7
5.2. Descripción de equipos de medición utilizados en la Red de la Fundación Hernán Videla Lira	9
5.3. Auditoría de datos.....	10
6. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUPERACIÓN DE NORMA.....	15
6.1. Evaluación de la norma para MP10.....	15
6.1.1. Evaluación de la norma 24 horas para MP10.....	15
6.1.2. Evaluación de la norma anual para MP10.....	16
6.2. Evaluación de la norma plomo (Pb).....	17
6.2.1. Evaluación de la norma anual para Plomo (Pb).....	17
6.3. Evaluación de la norma primaria SO ₂	18
6.3.1. Evaluación de la norma primaria 24 horas SO ₂	19
6.3.2. Evaluación de la norma primaria anual de SO ₂	20
6.4. Evaluación de la norma secundaria para SO ₂	21
6.4.1. Evaluación de la norma secundaria a nivel horario para SO ₂	21
6.4.2. Evaluación de la norma secundaria 24 horas SO ₂	23
6.4.3. Evaluación de la norma secundaria anual de SO ₂	25
7. CONCLUSIONES.....	27
8. ANEXOS.....	29



1. RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento da cuenta de la evaluación del cumplimiento de las normas de calidad del aire para: MP10, contenida en el D.S. N° 59/1998, modificado por el D.S. N° 45/2001 del Ministerio Secretaria General de la Presidencia de la República; norma primaria para SO₂, contenida en el D.S. N° 113/2002 del Ministerio Secretaria General de la Presidencia; norma secundaria para SO₂, contenida en el D.S. N° 22/2009 del Ministerio Secretaria General de la Presidencia y norma de plomo (Pb) contenida en D.S. 136/2001 del Ministerio Secretaria General de la Presidencia. Lo anterior de acuerdo a lo establecido en el Artículo 16° del párrafo II, de la Ley Orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente: "Corresponderá a la Superintendencia del Medio Ambiente, fiscalizar el cumplimiento de las normas de calidad y normas de emisión de cada región, incluida la Metropolitana."

La actividad de fiscalización de las normas de calidad del aire corresponde a un examen de información para MP10, plomo (Pb) y SO₂, donde se consideró para los años 2013 y 2014 el análisis de las normas efectuado en el informe DFZ-2015-4099-III-NC-EI. Para el año 2015 se realizó una auditoría y validación de los datos proporcionados por el titular, correspondientes a las estaciones declaradas con representatividad poblacional para MP10 (EMRPMP), representatividad poblacional para gases (EMRPG) y representatividad para recursos naturales (EMRRN). Las 6 estaciones declaradas como EMRPMP, EMRPG y EMRRN, corresponden a: Copiapó, San Fernando, Paipote, Tierra Amarilla, Pabellón y Los Volcanes.

El análisis de datos de MP10 y SO₂ se realizó con las mediciones del periodo comprendido entre el 1° de enero de 2015 y 31 de diciembre de 2015, periodo en el cual se utilizaron instrumentos de medición con aprobación EPA.

Para la auditoría de los datos horarios se consideraron los criterios establecidos en las normas primaria y secundaria de calidad del aire, que indican que los datos deben ser reportados de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Estaciones de Medición de Contaminantes Atmosféricos, D.S.N° 61/2008, modificado por el D.S. N° 30/2009, de Ministerio de Salud. Para el cálculo del promedio diario en equipos de tipo gravimétrico, en el caso del MP10, se utilizó como criterio lo dispuesto en el decreto antes mencionado, que establece el cálculo diario sobre la base de 18 horas continuas de medición. En el caso del SO₂ se utilizó como criterio, para el cálculo del promedio anual, las concentraciones mensuales y para el promedio de 24 horas los promedios horarios, de acuerdo a los criterios establecidos en la norma.

Norma de calidad del aire para MP10

En la evaluación de norma de MP10 a nivel diario (150 µg/m³N), se determinó el valor del percentil 98 de la norma de 24 horas, para los años 2013, 2014 y 2015, constatándose que la norma es superada en el año 2013 en las estaciones de Paipote y San Fernando, con valores de 164 µg/m³N (109,3%) y 158 µg/m³N (105,3%), respectivamente, y en la estación Tierra Amarilla se supera el



80% de la norma (86,7%). Para el año 2014 solo se mantiene por sobre el 80% de la norma la estación Paipote, con un 89%. En el año 2015, se observan concentraciones por sobre la norma diaria en las cuatro estaciones, Paipote con $199 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, San Fernando con $198 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, Copiapó con $185 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ y Tierra Amarilla con $152 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

El promedio trianual que establece un límite de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ para la norma anual de MP10, muestra que ésta es superada en las estaciones de San Fernando, Paipote y Tierra Amarilla, con porcentajes de 158,6%; 138,4% y 128,3% por sobre el límite, respectivamente. En relación a la estación de Copiapó se registró un porcentaje inferior al 80%.

Norma primaria de calidad del aire para Plomo (Pb)

En el análisis de la norma anual de plomo, se verificó que en las estaciones de Copiapó, San Fernando, Paipote y Tierra Amarilla, ésta no es superada y los valores se encuentran por debajo del 80% respecto del límite normativo.

Norma primaria de calidad del aire para SO_2

La evaluación de la norma primaria de SO_2 concluye que la norma 24 horas ($250 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) no es superada en las estaciones para el período en estudio y los valores se encuentran por debajo del 80% de la norma, a excepción de la estación de Paipote con un 80,1%. Respecto de la norma anual, se determinó que no es superada en ninguna de las estaciones para el período comprendido entre el día 1° de enero de 2013 y el día 31 de diciembre de 2015, y los valores se encuentran por debajo del 80%.

Norma secundaria de calidad del aire para SO_2

La evaluación del cumplimiento de la norma secundaria horaria, que establece un límite de $1.000 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, mediante el cálculo del promedio trianual del percentil 99,73; determinó que las estaciones se encuentran por debajo del 80% de la norma, a excepción de la estación Paipote, que al evaluarla de manera referencial, debido a que no posee calificación por EMRRN, se presenta en un 95% del límite normativo. Por otro lado, se evaluó el percentil 99,73 de las concentraciones de 1 hora registradas para cada año, donde se obtuvo que durante el periodo analizado, las concentraciones en todas las estaciones se encuentran por debajo del 80% del límite horario anual definido para este caso ($2.000 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$).

La evaluación de la norma secundaria de 24 horas ($365 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$), muestra que el promedio aritmético de tres años calendarios sucesivos, en todas las estaciones, se encuentra por debajo del 80% de la norma. Por otro lado, de la evaluación de la norma anual por cada año, 2013, 2014 y 2015, se concluye que ninguna estación sobrepasa el 80% del límite ($730 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)

Finalmente, la evaluación de la norma anual secundaria ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$), determinó que los valores obtenidos del análisis de las concentraciones anuales del periodo como promedio trianual se encuentran por debajo del 80% del límite ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$). Del mismo modo, se evaluó la



concentración anual para cada año, donde se obtuvo que, durante el periodo analizado, las concentraciones en todas las estaciones se encuentran por debajo del 80% del límite ($160 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$).

2. INTRODUCCIÓN

A través del D.S. N° 185 de 1991 del Ministerio de Minería, se comenzó el monitoreo de contaminantes atmosféricos en el entorno de la Fundación Hernán Videla Lira, perteneciente a ENAMI. Mediante el monitoreo se constataron altos niveles de contaminación por anhídrido sulfuroso debido al impacto de sus emisiones.

En septiembre del año 1993, mediante el D.S. N° 255 del Ministerio de Agricultura, se declara Zona Saturada por Anhídrido Sulfuroso (SO_2) a la zona circundante a la Fundación Hernán Videla Lira, zona comprendida por las localidades de Tierra Amarilla, Pabellón, Pueblo San Fernando y Paipote.

Posteriormente en el año 1995, mediante el D.S. N° 180 se aprueba el Plan de Descontaminación de la Fundación Hernán Videla Lira de ENAMI, de acuerdo a los procedimientos establecidos tanto en el Título VI del D.S. N° 185/1991, como en la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente. La finalidad del Plan, fue cumplir con un programa de reducción de emisiones de azufre por parte de la Fundación Hernán Videla Lira, de manera que en un plazo de cinco años se cumpliera cabalmente con las normas de calidad del aire en la zona declarada saturada. Además, se obligaba a la empresa a reducir en un 40% como mínimo, las emisiones de azufre a la atmósfera durante los meses de invierno a partir del año 1995 y mientras no se cumpliera con la norma de calidad del aire por anhídrido sulfuroso. Por otro lado, se restringieron las emisiones de material particulado y de arsénico de la Fundación, y a partir del año 1995, en un plazo de cinco años ambos contaminantes deberían reducirse en un 67%.

Considerando lo establecido en el artículo 16, del Título II de la Ley Orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente, corresponderá a esta Superintendencia fiscalizar el cumplimiento de las normas de calidad.

Para lo anterior, la SMA realizó una auditoría y análisis de los datos para el año 2015, con el fin de obtener información válida que permita evaluar las normas de calidad del aire. Cabe señalar que el informe DFZ-2015-4099-III-NC-EI, emitido por la Superintendencia del Medio Ambiente, contiene la auditoría y validación de los datos generados durante en los períodos previos, es decir, durante los años 2013 y 2014.

Los datos fueron solicitados por esta Superintendencia mediante la Resolución Exenta N° 961/2014 y la Resolución Exenta N° 410/2015, y proporcionados por ENAMI, titular de la Red Fundación Hernán Videla Lira. En este contexto, el titular ENAMI remitió los antecedentes trimestralmente de acuerdo a lo solicitado en la resolución N° 410/2015, conteniendo información



de los datos crudos, datos validados y códigos de invalidación, en promedios horarios para SO_2 , diario para material particulado (MP10) y el resultado del análisis químico de plomo correspondiente a cada filtro de MP10. El proceso de auditoría y análisis de los datos consideró la verificación del cumplimiento normativo de las normas primarias y secundaria de calidad del aire para cada contaminante y el D.S. N° 61/2008, modificado por D.S. N° 30/2009, del Ministerio de Salud.

Estos antecedentes permitirán al Ministerio del Medio Ambiente activar los instrumentos de política pública que correspondan, de acuerdo a lo establecido en la Resolución Exenta N° 302, de 2011, del Subsecretario del Medio Ambiente, que instruye sobre modificaciones al procedimiento de declaración de zona saturada y latente, a partir de la entrada en vigencia de la nueva Institucionalidad Ambiental, modificada por la Resolución Exenta N° 422, de 2012.

3. OBJETIVOS

El objetivo general es evaluar el cumplimiento de las normas de calidad del aire primaria para MP10, Plomo (Pb), SO_2 y norma secundaria para SO_2 ; en su nivel horario, diario y anual, según corresponda, considerando el período de información comprendido entre el 1° de enero de 2013 y el 31 de diciembre de 2015, en las estaciones que cuentan con representatividad poblacional para material particulado MP10 y gases (específicamente SO_2), y además, cuenten con representatividad para recursos naturales.

Para lo anterior se determinó la validez de las mediciones de MP10, plomo (Pb) y SO_2 realizadas por la Red de monitoreo de Fundación Hernán Videla Lira para el año 2015, en base a una auditoría de los datos. Para los años 2013 y 2014 se utilizaron los datos validados por esta Superintendencia y publicados en el informe DFZ-2015-4099-III-NC-EI.

4. ALCANCE

Los datos validados en el presente informe corresponden a los registros de MP10, plomo (Pb) y SO_2 de la Red de calidad del aire de ENAMI Fundación Hernán Videla Lira (FHVL), para el periodo comprendido entre el 1° de enero de 2015 y el 31 de diciembre de 2015.

Para la evaluación de datos de MP10, plomo (Pb) y SO_2 , se utilizaron las estaciones indicadas en la Tabla 2.

El presente documento evaluó el estado de cumplimiento de las normas primaria y secundaria de calidad vigentes para el periodo evaluado entre el 1° de enero de 2013 y el 31 de diciembre de 2015.

A continuación en la Tabla 1 se muestran los valores límites por contaminante y cuerpo normativo:

Tabla 1 Normas de calidad del aire vigente a nivel horario, diario y anual

Norma	Descripción	Contaminante	Límite Concentración Horaria	Límite Concentración 24 horas	Límite Concentración Anual
Primaria	D.S. N° 113/2002 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República.	SO ₂	No aplica	250 µg/m ³ N	80 µg/m ³ N
	D.S. N° 59/1998, modificado por D.S. N° 45/2001, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República.	MP10	No aplica	150 µg/m ³ N	50 µg/m ³ N
	D.S. N° 136/2000, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República.	Pb	No Aplica	No Aplica	0,5 µg/m ³ N
Secundaria	D.S. N° 22/2009, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República.	SO ₂	1.000 µg/m ³ N (trianual) 2.000 µg/m ³ N (anual)	365 µg/m ³ N (trianual) 730 µg/m ³ N (anual)	80 µg/m ³ N (trianual) 160 µg/m ³ N (anual)

5. EVALUACIÓN DE VALIDEZ DE LOS DATOS

Los datos para los años 2013, 2014 y 2015 fueron solicitados a ENAMI, titular de la Red Fundición Hernán Videla Lira, mediante la Resolución Exenta N° 961 de 2014 y la Resolución Exenta N° 410 de 2015. El titular remitió los antecedentes trimestralmente de acuerdo a la Resolución N°410 de 2015. La información de calidad del aire remitida contiene los datos crudos, datos validados y códigos de invalidación, en promedios horarios para SO₂, diario para material particulado (MP10) y concentraciones de plomo correspondiente a cada filtro de MP10. Los datos se reportaron de acuerdo al formato establecido por la SMA, el cual incluye los códigos de invalidación establecidos en el D.S. N° 61/2008, modificado por el D.S. N° 30/2009, del MINSAL.

Los datos evaluados de MP10, plomo (Pb) y dióxido de azufre (SO₂), corresponde a las mediciones realizadas en las estaciones declaradas con representatividad poblacional para material particulado, gases y recursos naturales, indicadas en el punto 5.1 de este documento.

5.1. Estaciones declaradas como EMRP-MP10, EMRPG y EMRRN

En la Tabla 2 se describen las estaciones de la Red Fundición Hernán Videla Lira, y sus respectivas resoluciones que las califican como estación de monitoreo con representatividad poblacional para material particulado (MP10), representatividad poblacional para gases (SO₂) y representatividad para recursos naturales.

Tabla 2 Estaciones declaradas como EMRP-MP10, EMRPG y EMRRN

Estación de Monitoreo	Resolución que otorga EMRP para MP10	Resolución que otorga EMRPG para SO ₂	Resolución que otorga EMRRN SO ₂
Copiapó	Res. N° 545, del 23 de Abril 2003 de Servicio de Salud Atacama	Res. N° 1729, del 14 de Septiembre de 2004 de Servicio de Salud Atacama.	No posee
Los Volcanes	No posee	Res. N° 1729, del 14 de Septiembre de 2004 de Servicio de Salud Atacama.	No posee
San Fernando	Res. N° 545, del 23 de Abril 2003 de Servicio de Salud Atacama	Res. N° 1729, del 14 de Septiembre de 2004 de Servicio de Salud Atacama.	No posee
Paipote	Res. N° 880, del 7 de Agosto 1992 de Servicio de Salud Atacama y Res. N° 104, del 7 de Agosto 1992 del Servicio Agrícola y Ganadero de la Región de Atacama.	Res. N° 1729, del 14 de Septiembre de 2004 de Servicio de Salud Atacama.	No posee
Tierra Amarilla	Res. N° 545, del 23 de Abril 2003 de Servicio de Salud Atacama	Res. N° 1729, del 14 de Septiembre de 2004 de Servicio de Salud Atacama.	Res. Exenta N° 523, del 12 de mayo de 2011, del Servicio Agrícola y Ganadero de la Región de Atacama.
Pabellón	No posee	Res. N° 1729, del 14 de Septiembre de 2004 de Servicio de Salud Atacama.	Res. Exenta N° 523, del 12 de mayo de 2011, del Servicio Agrícola y Ganadero de la Región de Atacama.

Por su parte, en la Tabla 3 se describe la ubicación de las estaciones de la Red de la Fundación Hernán Videla Lira, cuya representación gráfica se ilustra en la Figura 1.

Tabla 3 Georreferenciación de las estaciones de la Red de la Fundación de Hernán Videla Lira.

Estación de Monitoreo	Coordenadas UTM (m)*	
Copiapó	368.534 E	6.972.643 N
Los Volcanes	370.767 E	6.971.457 N
San Fernando	371.369 E	6.968.993 N
Paipote	374.340 E	6.967.108 N
Tierra Amarilla	375.128 E	6.960.567 N
Pabellón	378.151 E	6.940.115 N

* Ref. Google Earth

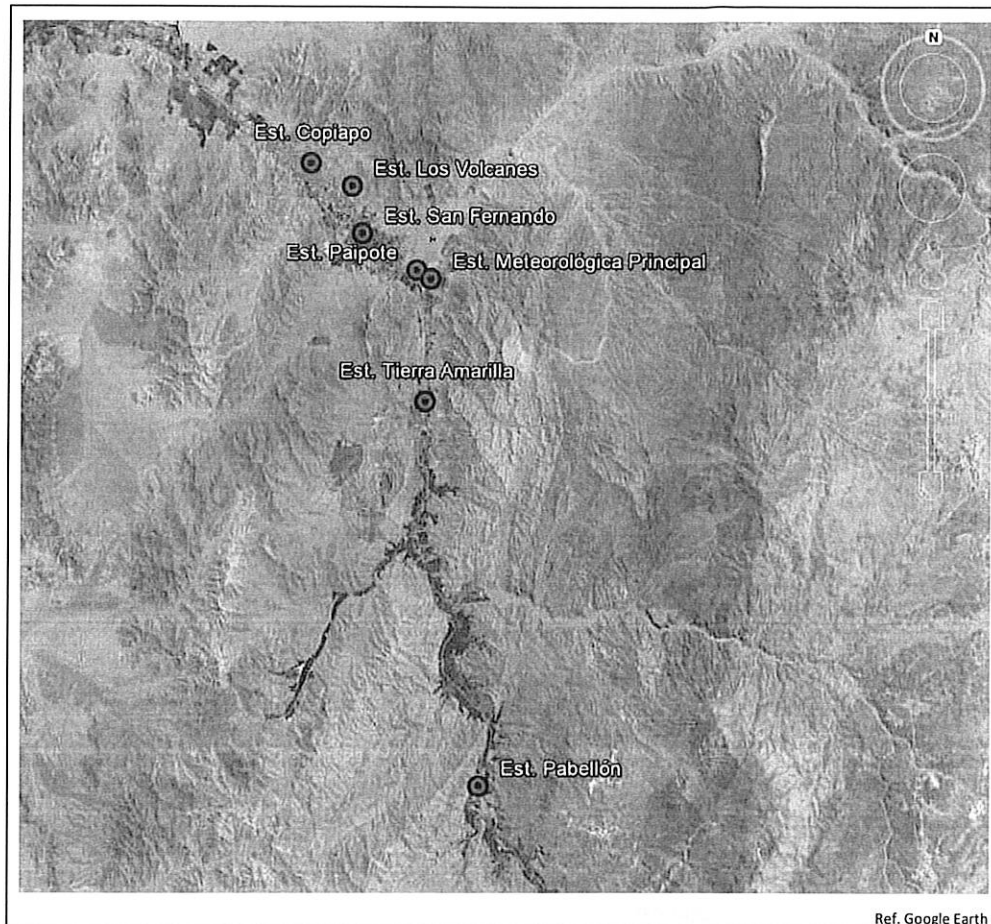


Figura 1 Ubicación de estaciones de calidad del aire de la Red de la Fundación Hernán Videla Lira.

5.2. Descripción de equipos de medición utilizados en la Red de la Fundación Hernán Videla Lira

De acuerdo a los antecedentes entregados por el titular de la Fundación Hernán Videla Lira para los años 2013, 2014 y 2015, los instrumentos de medición utilizados para el monitoreo de MP10 y SO₂ en las estaciones evaluadas, cumplen con el requisito de contar con aprobación USEPA, establecido en las normas primaria y secundaria de calidad del aire. En la Tabla 4 se describen los instrumentos y métodos de medición de MP10 y SO₂, utilizados en las estaciones de calidad del aire analizadas, durante el año 2015.

Tabla 4 Listado de estaciones, instrumento y método de medición.

Estación	Parámetro	Método de Medición	Marca/Modelo	Método de Referencia o Equivalente EPA
Copiapó	MP10	Método Gravimétrico de Muestreador de Alto Volumen	GrasebyAndersen / GMW 1200	RFPS-1287-063
	SO ₂	Fluorescencia ultravioleta	Thermo / 43i	EQSA -0486-060
Los Volcanes	MP10	Método Gravimétrico de Muestreador de Alto Volumen	GrasebyAndersen / GMW 1200	RFPS-1287-063
	SO ₂	Fluorescencia ultravioleta	Thermo / 43i	EQSA -0486-060
San Fernando	MP10	Método Gravimétrico de Muestreador de Alto Volumen	GrasebyAndersen / GMW 1200	RFPS-1287-063
	SO ₂	Fluorescencia ultravioleta	Thermo / 43i	EQSA -0486-060
Paipote	MP10	Método Gravimétrico de Muestreador de Alto Volumen	GrasebyAndersen / GMW 1200	RFPS-1287-063
	SO ₂	Fluorescencia ultravioleta	Thermo / 43i	EQSA -0486-060
Tierra Amarilla	MP10	Método Gravimétrico de Muestreador de Alto Volumen	GrasebyAndersen / GMW 1200	RFPS-1287-063
	SO ₂	Fluorescencia ultravioleta	Thermo / 43i	EQSA -0486-060
Pabellón	MP10	Método Gravimétrico de Muestreador de Alto Volumen	GrasebyAndersen / GMW 1200	RFPS-1287-063
	SO ₂	Fluorescencia ultravioleta	Thermo / 43i	EQSA -0486-060

5.3. Auditoría de datos

Los datos de MP10, plomo (Pb) y SO₂ para los años 2013, 2014 y 2015, validados previamente por los titulares, fueron sometidos a una revisión usando como criterio lo establecido en las normas primarias y secundarias de calidad del aire, para cada contaminante. Además, se evaluó el comportamiento de los datos para el periodo en estudio, a través de gráficas de series de tiempo para cada una de las estaciones.

La auditoría de los datos consideró una revisión de los códigos de invalidación horarios reportados para el contaminante SO₂ de cada estación y su correspondiente registro de calibración de cero y span o multipunto. Para el caso de los datos diarios de MP10, medidos con equipos de tipo discreto, se evaluó el número de días sin dato o dato inválido. De este análisis se obtuvo el siguiente porcentaje de datos inválidos (Tabla 5):

Tabla 5 Porcentaje de datos inválidos horarios y diarios por contaminante para los años 2013, 2014 y 2015

Estación	2013		2014		2015	
	MP10 % Diario	SO ₂ % Horario	MP10 % Diario	SO ₂ % Horario	MP10 % Diario	SO ₂ % Horario
Copiapó	0,8	1,2	0,0	0,7	7,1	1,0
Los Volcanes	No Aplica	0,8	No Aplica	0,6	11,6	0,6
San Fernando	1,7	0,8	0,0	0,8	11,6	5,0
Paipote	0,8	0,7	0,0	1,4	11,6	4,7
Tierra Amarilla	2,5	1,0	0,0	1,0	7,1	5,0
Pabellón	No Aplica	7,5	No Aplica	2,7	No Aplica	Sin Dato



La falta de información se presentó en los meses de marzo y abril del año 2015 para los contaminantes de MP10 y SO₂ en las estaciones pertenecientes a la Red de la Fundición Hernán Videla Lira. Dicha situación se debió principalmente al evento climático registrado en el sector que impidió el monitoreo de acuerdo al programa mensual establecido. Respecto de la invalidación de datos, éstos corresponden principalmente a: tiempo mínimo de muestreo, exceso de tiempo de muestreo y falla del equipo. De las estaciones que miden SO₂ la invalidación de datos horarios se debió principalmente a fallas en el equipo, mantenciones en terreno y falla de energía.

Se determinó estadísticamente la cantidad de datos horarios disponibles para el cálculo de los promedios diarios de SO₂ y de días disponibles para MP10. La construcción de los promedios diarios (24 horas) se realizó en base a la disponibilidad de datos horarios por día, considerando como mínimo el 75% de datos efectivamente medidos de acuerdo a lo descrito en el D.S. N° 61/2008, modificado por D.S N° 30/2009 de MINSAL. En los casos de días con un porcentaje menor al 75% de datos horarios, éstos se invalidaron de acuerdo a lo descrito en el decreto mencionado, sin perjuicio de lo dispuesto en cada una de las normas primarias y secundarias de calidad del aire correspondiente a cada contaminante en evaluación. Para los datos obtenidos de equipos gravimétricos se consideró la cantidad de horas de funcionamiento del equipo de alto volumen o bajo volumen, MP10, respectivamente, con un mínimo de 18 horas continuas de medición.

En las Tabla 6 y Tabla 7, se resumen los días válidos por año y estación para cada contaminante. Se puede observar un porcentaje de datos válidos superior al 75% para el contaminante de MP10, y SO₂ en las estaciones de la Red para los años 2013, 2014 y 2015, a excepción de la estación Pabellón que presenta un porcentaje de datos de 15,6% durante el año 2015 para el contaminante SO₂. De acuerdo a lo informado por el titular, mediante la carta N° 260 del 24 de noviembre de 2015, la estación fue desconectada por problemas en el suministro eléctrico y a la fecha no existen antecedentes de una nueva ubicación de la estación o restablecimiento de la misma.

El resumen de datos disponibles permite concluir que se dispone de la información suficiente para realizar un análisis estadístico, aplicando los criterios especificados en las normas primaria y secundaria de calidad del aire correspondientes a los distintos contaminantes evaluados.



Tabla 6 Resumen de datos disponibles de MP10 por estación para los años 2013, 2014 y 2015.

Estación	Año	N° de Datos Disponibles (Días) MP10	Porcentaje de datos (%)
Copiapó	2013	120	99,2
	2014	122	100
	2015	144	92,9
Paipote	2013	120	99,2
	2014	122	100
	2015	137	88,4
San Fernando	2013	119	98,3
	2014	122	100
	2015	137	88,4
Tierra Amarilla	2013	118	97,5
	2014	122	100
	2015	137	88,4

Tabla 7 Resumen de datos disponibles de SO₂ por estación para los años 2013, 2014 y 2015.

Estación	Año	N° de Datos Disponibles (Días) SO ₂	Porcentaje de datos (%)
Copiapó	2013	363	99,5
	2014	364	99,7
	2015	363	99,5
Los Volcanes	2013	364	99,7
	2014	365	100
	2015	365	100
Pabellón	2013	328	89,9
	2014	356	97,5
	2015	57	15,6
Paipote	2013	365	100
	2014	364	99,7
	2015	350	95,9
San Fernando	2013	364	99,7
	2014	364	99,7
	2015	349	95,6
Tierra Amarilla	2013	363	99,5
	2014	364	99,7
	2015	346	94,8

Para efectos de la evaluación anual de las normas respectivas, en las Tabla 8 y Tabla 9 se resume el porcentaje de datos disponibles a nivel mensual de las estaciones de la Red de la Fundación Hernán Videla Lira, observándose un cumplimiento superior al 75% en la mayoría de los datos mensuales para los contaminantes de MP10, excepto en el año 2015 para el mes de marzo y abril, donde se aprecia un porcentaje menor al 75% de datos válidos, debido al evento climático que afectó a la región de Atacama que impidió el monitoreo de acuerdo al programa mensual, por lo que para efectos de evaluación de la norma anual de MP10 se invalidó el mes de marzo, para todas las estaciones, y abril para las estaciones de Paipote, San Fernando y Tierra Amarilla. En relación a la estación Pabellón y la información mensual, se observa que el monitoreo de SO₂ durante el año 2015 se realizó hasta el mes de febrero, lo cual fue informado por el titular mediante la N° 260 del

24 de noviembre de 2015. El resto de las estaciones presenta porcentajes superiores al 75% de los datos de SO₂, con algunas excepciones en el mes de febrero de 2013 en la estación Pabellón con 57,1% y en abril de 2015 para las estaciones de Paipote con 73,3%, San Fernando con 66,7% y Tierra Amarilla con 70%.

Tabla 8 Porcentaje de datos válidos de MP10 mensuales por estación para los años 2013, 2014 y 2015.

MESES (%)													
Fundición Hernán Videla Lira													
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Copiapó	2013	100	100	100	100	90	100	100	100	100	100	100	100
	2014	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2015	100	100	60	85,7	87	95	100	100	100	100	100	100
Paipote	2013	90	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2014	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2015	100	100	60	57,1	87	95	100	100	100	91	100	100
San Fernando	2013	100	100	100	100	80	100	100	100	100	100	100	100
	2014	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2015	100	100	60	42,9	95,7	100	100	90	100	100	100	100
Tierra Amarilla	2013	90	100	100	100	100	100	100	100	90	90	100	100
	2014	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2015	100	100	60	57,1	95,7	100	80	100	100	91	100	100

Tabla 9 Porcentaje de datos válidos de SO₂ mensuales por estación para los años 2013, 2014 y 2015.

MESES (%)													
Fundición Hernán Videla Lira													
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Copiapó	2013	100	100	96,8	100	100	100	100	100	96,7	100	100	96,8
	2014	96,8	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2015	100	100	100	93,3	100	100	100	100	100	100	100	100
Los Volcanes	2013	100	100	100	100	100	100	96,8	100	100	100	100	100
	2014	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2015	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Pabellón	2013	90,3	57,1	93,5	96,7	77,4	76,7	96,8	90,3	60,0	93,5	96,7	96,8
	2014	100	100	93,5	100	87,1	100	100	100	100	100	93,3	96,8
	2015	96,8	96,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Paipote	2013	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2014	100	100	100	100	100	96,7	100	100	100	100	100	100
	2015	100	100	77,4	73,3	100	100	100	100	100	100	100	100
San Fernando	2013	100	100	100	100	100	100	96,8	100	100	100	100	100
	2014	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	96,8
	2015	100	100	80,6	66,7	100	100	100	100	100	100	100	100
Tierra Amarilla	2013	100	100	100	100	100	96,7	96,8	100	100	100	100	100
	2014	100	100	100	100	100	100	100	100	100	96,8	100	100
	2015	100	96,4	77,4	70	100	100	100	96,8	100	100	96,7	100



En el caso de las concentraciones de plomo (Pb), los datos válidos tienen directa relación con el número de filtros de MP10 analizados y deben cumplir de acuerdo a la norma de plomo con el 70% de los valores programados para el mes.

En la Tabla 10, se presenta el porcentaje mensual de filtros analizados químicamente para plomo, por año y estación. De la tabla se puede observar que en el mes de noviembre de 2015, sólo se analizó el 60% de los filtros válidos en la estación Paipote, y en la estación de Tierra Amarilla en el mes de mayo de 2015 se analizó el 45,5% de los filtros válidos. En ambos casos se invalidaron estos meses para efectos de evaluación de la norma de plomo.

Tabla 10 Porcentaje de filtros analizados químicamente para Pb por estación para los años 2014 y 2015.

MESES (%)													
Fundición Hernán Videla Lira													
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Copiapó	2014	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2015	100	100	*	94,7	100	100	100	100	100	100	100	100
Paipote	2014	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2015	100	100	*	*	100	100	100	100	100	100	60	100
San Fernando	2014	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2015	100	100	*	*	100	100	100	100	100	100	100	100
Tierra Amarilla	2014	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2015	100	100	*	*	45,5	100	100	100	100	100	100	100

* Menor al 70% de mediciones programados para el mes (ver Tabla 8).

6. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUPERACIÓN DE NORMA

6.1. Evaluación de la norma para MP10

6.1.1. Evaluación de la norma 24 horas para MP10

El periodo de evaluación de superación de la norma para MP10, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2013 y el día 31 de diciembre de 2015. En la Tabla 11 se presenta un resumen de los valores calculados del percentil 98 de la concentración 24 horas de la norma de MP10, para los años 2013, 2014 y 2015, de las estaciones de monitoreo de la Red Fundición Hernán Videla Lira.

Cabe señalar que, de acuerdo a los límites establecido en el D.S. N° 59/1998, modificado por D.S. N° 45/2001, del Ministerio Secretaria General de la Presidencia de la República, la norma de calidad del aire para material particulado respirable (MP10), se considerará sobrepasada cuando el percentil 98 de las concentraciones de 24 horas registradas durante un período anual en cualquier estación monitorea clasificada como EMRPMP10, sea mayor o igual a 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

Tabla 11 Evaluación de la norma 24 horas de MP10 para el período 2013 - 2015

Estación	Percentil 98 Año 2013 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	% de la Norma 24 horas 2013 150 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Percentil 98 Año 2014 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	% de la Norma 24 horas 2014 150 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Percentil 98 Año 2015 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	% de la Norma 24 horas 2015 150 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)
Copiapó	109	72,7	85	56,7	185	123,5
Paipote	164	109,3	134	89,3	199	132,7
San Fernando	158	105,3	115	76,7	198	131,9
Tierra Amarilla	130	86,7	110	73,3	152	101,2

De acuerdo al análisis efectuado y la determinación del percentil 98 de las concentraciones de 24 horas para los años 2013, 2014 y 2015, se determinó que el valor de la norma de MP10 como concentración de 24 horas, es superada en el año 2013 en las estaciones de Paipote y San Fernando con valores de 164 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ y 158 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente, y en la estación de Tierra Amarilla en el año 2013 se supera el 80% de la norma con 130 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. Para el año 2014 solo se mantiene por sobre el 80% de la norma la estación de Paipote, con un porcentaje de 89,3%. En caso del año 2015 se observa que la norma 24 horas es superada en las cuatro estaciones, con valores del percentil 98 en Paipote de 199 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, San Fernando de 198 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, Copiapó de 185 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ y Tierra Amarilla de 152 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. Al respecto se debe considerar que las altas concentraciones registradas durante el año 2015, pudieron deberse a los eventos climáticos que afectaron durante el mes de marzo a la región de Atacama.

A continuación, el Gráfico 1 muestra la distribución temporal a nivel anual, del percentil 98 de la Norma 24 horas para MP10.

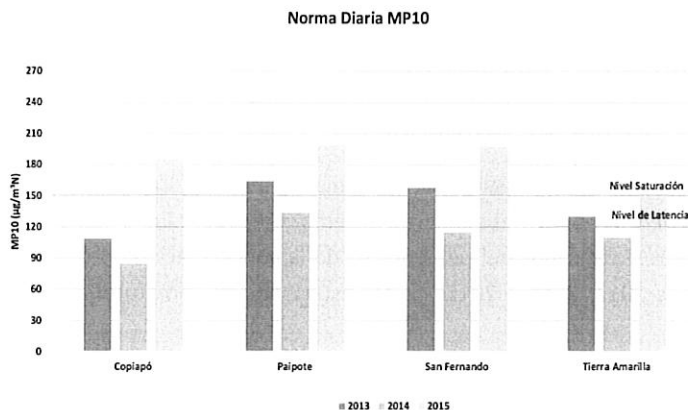


Gráfico 1 Norma Diaria para MP10 por año

6.1.2. Evaluación de la norma anual para MP10

De acuerdo a los límites establecido en el D.S. N° 59/1998, modificado por D.S. N° 45/2001, del Ministerio Secretaria General de la Presidencia de la República, la norma primaria anual de calidad del aire para material particulado respirable MP10, se considerará sobrepasada, cuando la concentración anual calculada como promedio aritmético de tres años calendario consecutivos en cualquier estación monitorea clasificada como EMRP, sea mayor o igual que 50 µg/m³N.

El periodo de evaluación de superación de la norma para MP10, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2013 y el día 31 de diciembre de 2015. En la Tabla 12 se presenta un resumen de los valores obtenidos a través del cálculo del promedio aritmético de las concentraciones de los años 2013, 2014 y 2015, para las estaciones de monitoreo de la Red Fundición Hernán Videla Lira.

Tabla 12 Evaluación de la norma anual de MP10 para el período 2013 - 2015

Estación	Promedio Anual 2013 (µg/m³N)	Promedio Anual 2014 ¹ (µg/m³N)	Promedio Anual 2015 (µg/m³N)	Promedio Trianual (2013-2014-2015) (µg/m³N)	% de la Norma Anual 50 (µg/m³N)
Copiapó	41	35	46	40	79,3
Paipote	77	65	65	69	138,4
San Fernando	88	63	86	79	158,6
Tierra Amarilla	72	63	57	64	128,3

¹ En el informe de fiscalización del año 2015 denominado DFZ-2015-4099-III-NC-EI, tabla N° 12, las columnas del promedio anual para los años 2012 y 2014 se encuentran intercambiadas, lo que no afecta el promedio trianual de la norma. Cabe señalar que en el presente informe ha sido rectificada la columna para el año 2014.

El promedio trianual expresado en porcentaje muestra que la norma anual de MP10 es superada en las estaciones de San Fernando, Paipote y Tierra Amarilla, con porcentajes de 158,6%, 138,4% y 128,3%, respectivamente. En relación a la estación de Copiapó se aprecia un porcentaje por debajo del 80% de la norma anual.

Complementariamente, en el Gráfico 2, se pueden observar las concentraciones media trianual por año y estación para el período comprendido entre el día 1° de enero de 2013 y el día 31 de diciembre de 2015.

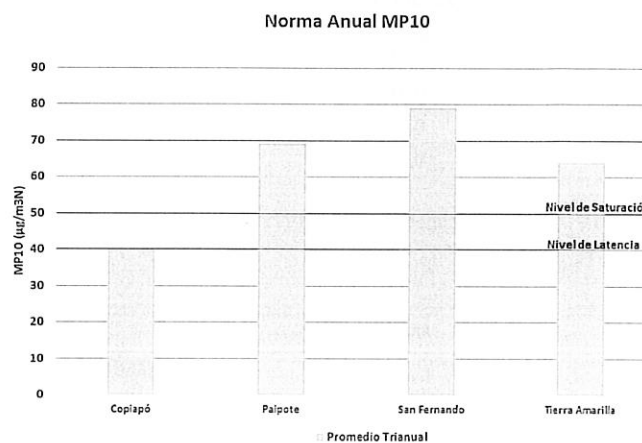


Gráfico 2 Norma Anual para MP10 Promedio Trianual

6.2. Evaluación de la norma plomo (Pb)

6.2.1. Evaluación de la norma anual para Plomo (Pb)

La norma primaria de calidad del aire para el contaminante plomo, D.S. N° 136/2000 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República, es 0,5 microgramos por metro cúbico normal ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) como concentración anual.

Cabe señalar que se considerará sobrepasada la norma cuando el promedio aritmético de los valores de concentración anual de dos años sucesivos supera el nivel de la norma en cualquier estación con representatividad poblacional. Asimismo se considerará sobrepasada la norma si la concentración anual correspondiente al primer período anual contado desde la entrada en vigencia de la norma, sea superior en más de un 100% al nivel de la norma, en cualquier estación con representatividad poblacional.

Para la evaluación de la norma de plomo se utilizaron los resultados de los análisis químicos efectuados a los filtros de material particulado MP10. El período de evaluación de la norma anual de plomo (Pb), corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2014 y el día 31 de



diciembre de 2015. En la Tabla 13 se presenta un resumen con las concentraciones anuales para plomo en las estaciones de monitoreo de la Red de Fundición Hernán Videla Lira.

El promedio bianual expresado en porcentaje muestra que la norma anual de plomo no es superada en las estaciones de la Red de la Fundición Hernán Videla Lira, y los porcentajes obtenidos respecto de la norma se encuentran por debajo del 80% del límite normativo.

Tabla 13 Evaluación de la norma anual de Pb para el período 2014 - 2015

Estación	Concentración Anual 2014 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Concentración Anual 2015 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Promedio bianual (2014-2015) ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	% de la Norma Anual 0,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)
Tierra Amarilla	0,03	0,02	0,03	5,7
San Fernando	0,03	0,02	0,03	5,0
Paipote	0,05	0,04	0,05	9,0
Copiapó	0,02	0,02	0,02	4,2

En el Gráfico 3, se observan las concentraciones de plomo (Pb) obtenidas del análisis de los filtros de MP10, para los años 2014 y 2015.

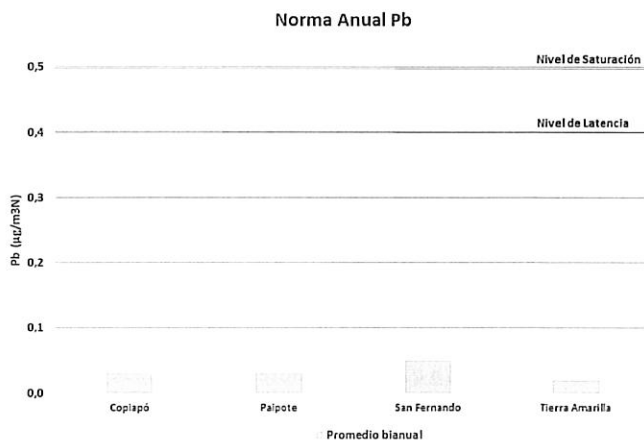


Gráfico 3 Norma Anual para Pb

6.3. Evaluación de la norma primaria SO₂

Los datos del contaminante SO₂ fueron informados por los titulares en ppb, unidad que reporta el equipo directamente. Para transformar los datos, y de esta forma mantener las mismas unidades en los años 2013, 2014 y 2015, se utilizó el factor de conversión de 2,62 (25°C y 760 mmHg).



6.3.1. Evaluación de la norma primaria 24 horas SO₂

El periodo de evaluación de superación de la norma 24 horas para SO₂, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2013 y el día 31 de diciembre de 2015. En la Tabla 14 se presenta un resumen con los valores del percentil 99 de la norma de 24 horas para SO₂, en todas las estaciones de monitoreo de la Red Fundición Hernán Videla Lira.

Se debe señalar que, de acuerdo a los límites establecidos en el D.S. N° 113/2002 del MINSEGPRES, se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para SO₂ como concentración de 24 horas, cuando el promedio aritmético de tres años sucesivos, del percentil 99 de las concentraciones de 24 horas registradas durante un año calendario, en cualquier estación monitorea EMRPG, fuere mayor o igual a 250 µg/m³N.

Tabla 14 Evaluación de la norma primaria diaria de SO₂ para el período 2013 - 2015

Estación	Percentil 99 Año 2013 (µg/m ³ N)	Percentil 99 Año 2014 (µg/m ³ N)	Percentil 99 Año 2015 (µg/m ³ N)	Percentil 99 Promedio Trianual (2013-2014-2015) (µg/m ³ N)	% de la Norma 24 horas 250 (µg/m ³ N)
Copiapó	80	36	23	46	18,6
Los Volcanes	141	61	34	79	31,4
Pabellón	89	29	s/m*	-	-
Paipote	303	143	155	200	80,1
San Fernando	67	26	15	36	14,4
Tierra Amarilla	137	85	54	92	36,8

* Sin medición (entre los meses de marzo a diciembre). El porcentaje de datos en el año 2015 es inferior al 75%, por lo que no es posible evaluar la norma.

De acuerdo a lo calculado, Tabla 14, se determinó que la norma 24 horas no es superada en las estaciones para el período en estudio y los valores se encuentran por debajo del 80% de la norma, a excepción de la estación de Paipote con un 80,1% de la norma.

En el Gráfico 4, se observa el valor del percentil 99 por estación para el período comprendido entre el día 1° de enero de 2013 y el día 31 de diciembre de 2015.

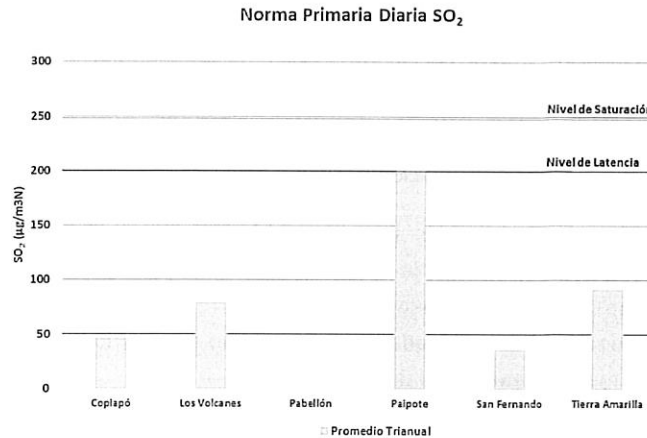


Gráfico 4 Norma Primaria Diaria para SO₂

6.3.2. Evaluación de la norma primaria anual de SO₂

El periodo de evaluación de superación de la norma primaria anual para SO₂, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2013 y el día 31 de diciembre de 2015. En la Tabla 15 se presenta un resumen con los promedios anuales de SO₂ en todas las estaciones de la Red de monitoreo Fundación Hernán Videla Lira.

Se debe señalar que, de acuerdo a los límites establecidos en el D.S. N° 113/2002 de MINSEGPRES, se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para SO₂ como concentración anual, cuando el promedio aritmético de los valores de concentración anual de tres años calendarios sucesivos, en cualquier estación monitorea EMRPG, fuere mayor o igual a 80 µg/m³N.

Tabla 15 Evaluación de la norma primaria anual de SO₂ para el período 2013 - 2015

Estación	Concentración Anual 2013 (µg/m ³ N)	Concentración Anual 2014 (µg/m ³ N)	Concentración Anual 2015 (µg/m ³ N)	Promedio Trianual (2013-2014-2015) (µg/m ³ N)	% de la Norma Anual 80 (µg/m ³ N)
Copiapó	10	5	5	7	8,1
Los Volcanes	19	10	4	11	13,7
Pabellón	11	6	s/m ³	-	-
Paipote	47	23	27	32	40,0
San Fernando	10	3	2	5	5,9
Tierra Amarilla	27	16	11	18	22,7

¹ Sin medición (entre los meses de marzo a diciembre). El porcentaje de datos en el año 2015 es inferior al 75%, por lo que no es posible evaluar la norma.

De acuerdo a lo calculado se determinó que la norma anual no es superada en ninguna de las estaciones para el período comprendido entre el día 1° de enero de 2013 y el día 31 de diciembre de 2015, y los valores se encuentran por debajo del 80% de la norma.



El Gráfico 5 muestra el promedio aritmético de los valores de concentración anual de tres años calendarios, según la norma primaria anual para SO₂, correspondiente al período analizado (2013 – 2015) para todas las estaciones.

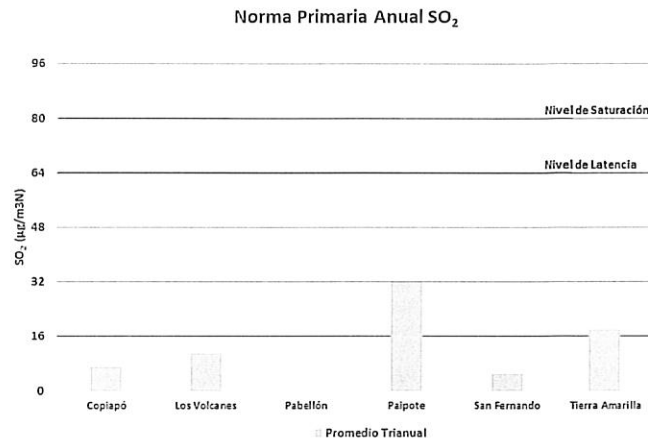


Gráfico 5 Norma Primaria Anual para SO₂

6.4. Evaluación de la norma secundaria para SO₂

6.4.1. Evaluación de la norma secundaria a nivel horario para SO₂

El periodo de evaluación de superación de la norma secundaria horaria para SO₂, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2013 y el día 31 de diciembre de 2015. En la Tabla 16 se presenta un resumen con el cálculo del percentil 99,73 de la norma secundaria horaria para SO₂ en todas las estaciones de monitoreo de la Red Fundición Hernán Videla Lira.

Se debe señalar que se considerará sobrepasada la norma secundaria de calidad de aire para SO₂ como concentración de 1 hora, cuando el promedio aritmético de tres años calendario sucesivos de los valores del percentil 99,73 de las concentraciones de 1 hora registradas cada año, en cualquier estación monitorea clasificada como EMRRN, fuere mayor o igual a 1.000 µg/m³N. Además, se considerará sobrepasada la norma secundaria de calidad de aire para dióxido de azufre como concentración de 1 hora, si en un año calendario el percentil 99,73 de las concentraciones de 1 hora registradas en cualquier estación monitorea clasificada como EMRRN fuere mayor o igual a 2.000 µg/m³N.



Tabla 16 Evaluación de la norma secundaria horaria de SO₂ para el período 2013 – 2015

Estación	Percentil 99,73 Año 2013 (µg/m ³ N)	% de la Norma Horaria 2013 (2.000 µg/m ³ N)	Percentil 99,73 Año 2014 (µg/m ³ N)	% de la Norma Horaria 2014 (2.000 µg/m ³ N)	Percentil 99,73 Año 2015 (µg/m ³ N)	% de la Norma Horaria 2015 (2.000 µg/m ³ N)	Percentil 99,73 (2013-2014-2015) (µg/m ³ N)	% de la Norma Horaria Promedio Trianual (1.000 µg/m ³ N)
Copiapó**	373	19	194	10	160	8	242	24,2
Los Volcanes**	578	29	303	15	163	8	348	34,8
Pabellón	197	10	108	5	s/m*	-	-	-
Paipote**	1382	69	730	37	750	38	954	95,4
San Fernando**	290	15	123	6	74	4	162	16,2
Tierra Amarilla	703	35	460	23	293	15	486	48,6

*Sin medición (entre los meses de marzo a diciembre). El porcentaje de datos en el año 2015 es inferior al 75%, y no es posible evaluar la norma. ** Evaluación referencial estación sin calificación por EMRRN.

En la Tabla 16 se muestran los valores obtenidos del análisis del percentil 99,73 del periodo como promedio trianual y el porcentaje respecto de la norma horaria, constatándose que la concentración registrada en la estación Paipote supera el 80% de esta normativa. El resto de las estaciones se encuentran por debajo del 80% de la norma. Del mismo modo, se evaluó el percentil 99,73 de las concentraciones de 1 hora registradas para cada año, donde se obtuvo que, durante el periodo analizado, las concentraciones en todas las estaciones se encuentran por debajo del 80% del límite horario anual (2.000 µg/m³N).

El Gráfico 6 muestra los valores obtenidos del cálculo del percentil 99,73 del periodo como promedio trianual. Mientras que el Gráfico 7 presenta los valores obtenidos del cálculo del percentil 99,73 de las concentraciones horarias para cada uno de los años del periodo analizado.

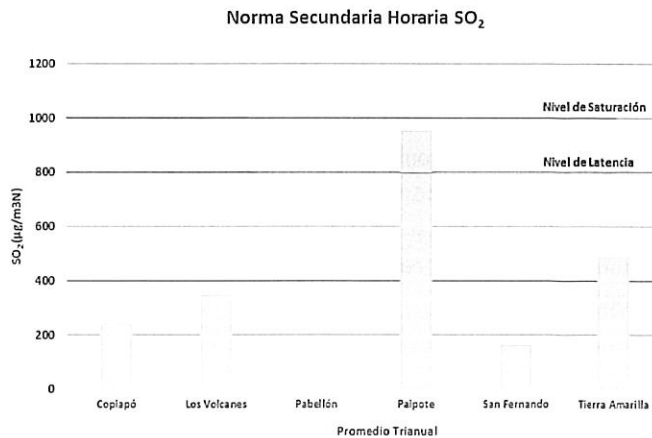


Gráfico 6 Norma Secundaria Horaria para SO₂ Promedio Trianual

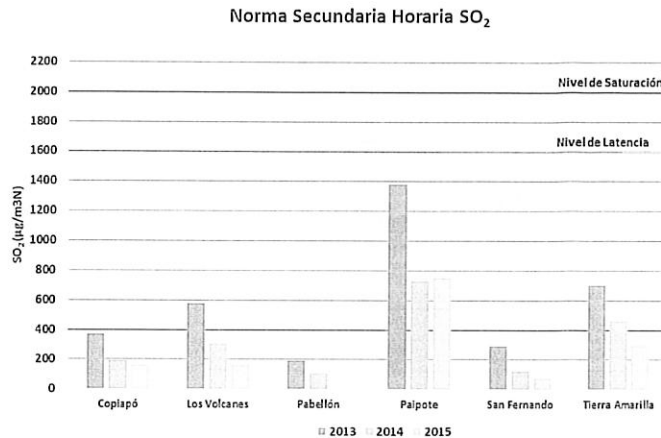


Gráfico 7 Norma Secundaria Horaria para SO₂ por año

6.4.2. Evaluación de la norma secundaria 24 horas SO₂

El periodo de evaluación de superación de la norma secundaria para SO₂, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2013 y el día 31 de diciembre de 2015. En la Tabla 17 se presenta un resumen con el cálculo del percentil 99,7 de la norma secundaria de 24 horas para SO₂ en todas las estaciones de monitoreo de la Red Fundición Hernán Videla Lira.

Se debe señalar que se considerará sobrepasada la norma secundaria de calidad de aire para SO₂ como concentración de 24 horas, cuando el promedio aritmético de tres años calendario sucesivos de los valores del percentil 99,7 de las concentraciones de 24 horas registradas cada año, en cualquier estación monitorea clasificada como EMRRN, fuere mayor o igual a 365 µg/m³N. Además, se considerará sobrepasada la norma secundaria de calidad de aire para dióxido de azufre como concentración de 24 horas, si en un año calendario el percentil 99,7 de las concentraciones de 24 horas registradas en cualquier estación monitorea clasificada como EMRRN fuere mayor o igual a 730 µg/m³N.



Tabla 17 Evaluación de la norma secundaria diaria de SO₂ para el período 2013 – 2015

Estación	Percentil 99,7 Año 2013 (µg/m ³ N)	% de la Norma 24 horas 2013 (730 µg/m ³ N)	Percentil 99,7 Año 2014 (µg/m ³ N)	% de la Norma 24 horas 2014 (730 µg/m ³ N)	Percentil 99,7 Año 2015 (µg/m ³ N)	% de la Norma 24 horas 2015 (730 µg/m ³ N)	Promedio Percentil 99,7 24 horas (2013-2014-2015) (µg/m ³ N)	% de la Norma 24 horas 365 (µg/m ³ N)
Copiapó **	118	16	52	7	52	7	74	20,3
Los Volcanes **	230	32	86	12	71	10	129	35,3
Pabellón	130	18	34	5	s/m*	s/m*	-	-
Paipote **	353	48	241	33	179	25	258	70,6
San Fernando **	75	10	29	4	22	3	42	11,5
Tierra Amarilla	194	27	96	13	64	9	118	32,3

*Sin medición (entre los meses de marzo a diciembre). El porcentaje de datos en el año 2015 es inferior al 75%, y no es posible evaluar la norma. ** Evaluación referencial estación sin calificación por EMRRN.

En la Tabla 17 se presentan los valores obtenidos del análisis del percentil 99,7 del periodo 2013-2015, como promedio trianual y el porcentaje respecto a la norma 24 horas, constatándose que todas las estaciones se encuentran por debajo del 80% del límite normativo. Del mismo modo, se evaluó el percentil 99,7 de las concentraciones de 24 horas registradas para cada año, donde se obtuvo que, durante el periodo analizado, las concentraciones en todas las estaciones se encuentran por debajo del 80% del límite que exige la norma.

El Gráfico 8 muestra los valores obtenidos del análisis del percentil 99,7 del periodo como promedio trianual. Mientras que el Gráfico 9 presenta los valores obtenidos del cálculo del percentil 99,7 de las concentraciones de 24 horas para cada uno de los años de periodo analizado.

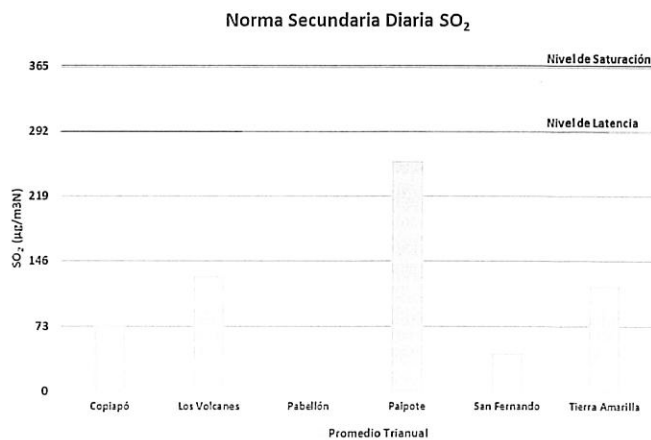


Gráfico 8 Norma Secundaria Diaria para SO₂ Promedio Trianual

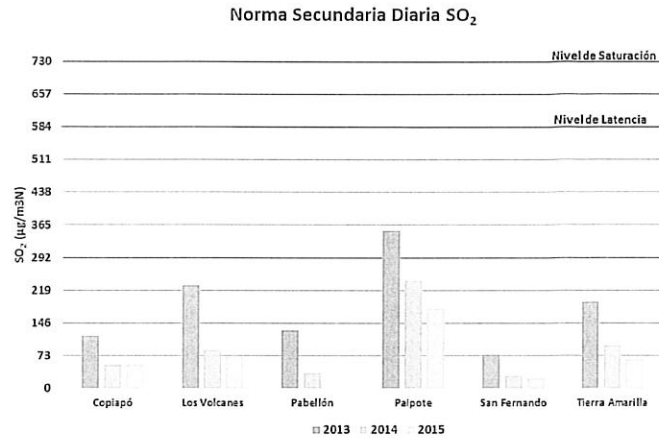


Gráfico 9 Norma Secundaria Diaria para SO₂ por año

6.4.3. Evaluación de la norma secundaria anual de SO₂

Se considerará sobrepasada la norma secundaria de calidad de aire para SO₂ como concentración anual, cuando el promedio aritmético de tres años calendario sucesivos de los valores de concentración anual, en cualquier estación monitorea clasificada como EMRRN, fuere mayor o igual a 80 µg/m³N. Se considera también sobrepasada la norma secundaria de calidad del aire como concentración anual, si en un año calendario, el valor de concentración en cualquier estación monitorea clasificada como EMRRN fuere mayor o igual a 160 µg/m³N

Tabla 18 Evaluación de la norma secundaria anual de SO₂ para el período 2013 – 2015

Estación	Concentración Anual 2013 (µg/m ³ N)	% de la Norma Anual 2013 (160 µg/m ³ N)	Concentración Anual 2014 (µg/m ³ N)	% de la Norma Anual 2014 (160 µg/m ³ N)	Concentración Anual 2015 (µg/m ³ N)	% de la Norma Anual 2015 (160 µg/m ³ N)	Promedio Trianual (2013-2014-2015) (µg/m ³ N)	% de la Norma Anual 80 (µg/m ³ N)
Copiapó	10	6	5	3	5	5	7	8,1
Los Volcanes	19	12	10	6	4	4	11	13,7
Pabellón	11	7	6	4	s/m	-	-	-
Paipote	47	29	23	14	27	27	32	40,0
San Fernando	10	6	3	2	2	2	5	5,9
Tierra Amarilla	27	17	16	10	11	11	18	22,7

* Sin medición (entre los meses de marzo a diciembre). El porcentaje de datos en el año 2015 es inferior al 75%, por lo que no es posible evaluar la norma.

En la Tabla 18 se muestran los valores obtenidos del análisis de las concentraciones anuales del periodo como promedio trianual y el porcentaje respecto de la norma anual, constatándose que todas las estaciones se encuentran por debajo del 80% del límite (80 µg/m³N). Del mismo modo, se evaluó la concentración anual para cada año, donde se obtuvo que, durante el periodo analizado, las concentraciones en todas las estaciones se encuentran por debajo del 80% del límite



(160 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$). Por lo tanto, se concluye que la norma secundaria anual no es superada en ninguna de las estaciones en estudio.

El Gráfico 10 muestra las concentraciones anuales del periodo como promedio trianual. Mientras que el Gráfico 11 presenta las concentraciones anuales para cada uno de los años de periodo analizado.

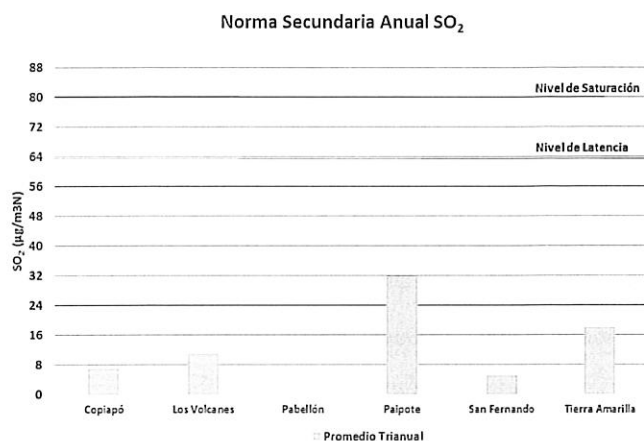


Gráfico 10 Norma Secundaria Anual para SO₂ Promedio Trianual

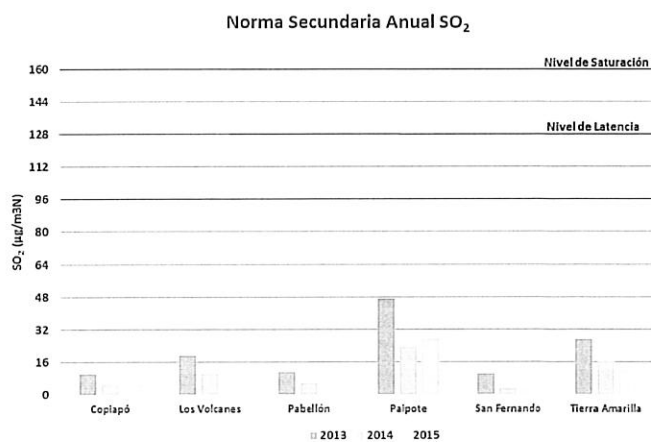


Gráfico 11 Norma Secundaria Anual para SO₂ por año

7. CONCLUSIONES

La revisión de las normas de calidad del aire primaria y secundaria, se realizó en base al periodo comprendido entre el 1° de enero de 2013 y el 31 de diciembre de 2015, considerándose válida la información generada de las mediciones de MP10, plomo (Pb) y SO₂, de las 6 estaciones de la Red Fundición Hernán Videla Lira; Copiapó, Los Volcanes, Pabellón, Paipote, San Fernando y Tierra Amarilla. Para verificar el cumplimiento de las normas se tomó en cuenta la representatividad poblacional para material particulado (MP10), la representatividad poblacional para gases (SO₂) y representatividad para recursos naturales en el caso de la norma secundaria (SO₂), el empleo de instrumentos de medición de contaminantes atmosféricos con aprobación USEPA y la constatación por parte de la SMA de la correcta validación de los datos por parte del titular para el año 2015.

En la evaluación de la norma de MP10 a nivel diario (150 µg/m³N), se determinó el valor del percentil 98 de la norma de 24 horas, para los años 2013, 2014 y 2015, constatándose que la norma es superada en el año 2013 en las estaciones de Paipote y San Fernando, con valores de 164 µg/m³N (109.3%) y 158 µg/m³N (105.3%), respectivamente, y en la estación Tierra Amarilla se supera el 80% de la norma (86,7%). Para el año 2014 solo se mantiene por sobre el 80% de la norma la estación de Paipote, con un porcentaje de 89%. En el año 2015, se observan concentraciones por sobre la norma diaria en las cuatro estaciones; Paipote con 199 µg/m³N, San Fernando con 198 µg/m³N, Copiapó con 185 µg/m³N y Tierra Amarilla con 152 µg/m³N.

El promedio trianual que establece un límite de 50 µg/m³N para la norma anual de MP10, muestra que ésta es superada en las estaciones de San Fernando, Paipote y Tierra Amarilla, con porcentajes de 158,6%; 138,4% y 128,3% por sobre el límite, respectivamente. En relación a la estación de Copiapó se registró un porcentaje inferior al 80%.

En el análisis de la norma anual de plomo, se verificó que en las estaciones de Copiapó, San Fernando, Paipote y Tierra Amarilla ésta no es superada y los valores se encuentran por debajo del 80% respecto del límite normativo.

La evaluación de la norma primaria de SO₂ concluye que la norma 24 horas (250 µg/m³N) no es superada en las estaciones para el período en estudio y los valores se encuentran por debajo del 80% de la norma, a excepción de la estación de Paipote con un 80,1%. Respecto de la norma anual, se determinó que no es superada en ninguna de las estaciones para el período comprendido entre el día 1° de enero de 2013 y el día 31 de diciembre de 2015, y los valores se encuentran por debajo del 80%.

La evaluación del cumplimiento de la norma secundaria horaria, que establece un límite de 1.000 µg/m³N, mediante el cálculo del promedio trianual del percentil 99,73; determinó que las estaciones se encuentran por debajo del 80% de la norma, a excepción de la estación Paipote, que al evaluarla de manera referencial, debido ya que no posee calificación por EMRRN, presenta un



95% del límite normativo. Por otro lado, se evaluó el percentil 99,73 de las concentraciones de 1 hora registradas para cada año, donde se obtuvo que durante el periodo analizado, las concentraciones en todas las estaciones se encuentran por debajo del 80% del límite horario anual definido para este caso ($2.000 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$).

La evaluación de la norma secundaria de 24 horas ($365 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$), muestra que el promedio aritmético de tres años calendario sucesivos, en todas las estaciones, se encuentra por debajo del 80% de la norma. Por otro lado, de la evaluación de la norma anual por cada año, 2013, 2014 y 2015, se concluye que ninguna estación sobrepasa el 80% del límite ($730 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$).

Finalmente la evaluación de la norma anual secundaria ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$), determinó que los valores obtenidos del análisis de las concentraciones anuales del periodo como promedio trianual se encuentran por debajo del 80% del límite ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$). Del mismo modo, se evaluó la concentración anual para cada año, donde se obtuvo que, durante el periodo analizado, las concentraciones en todas las estaciones se encuentran por debajo del 80% del límite ($160 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$).

8. ANEXOS

N° Anexo	Nombre Anexo
1	Resolución Requiere Antecedentes del Titular ENAMI Fundición Hernán Videla Lira.
2	Antecedentes Remitidos por el Titular ENAMI Fundición Hernán Videla Lira.
3	Resoluciones EMRP y EMRRN
4	Datos de calidad del aire para el año 2015.