






Superintendencia del Medio Ambiente  
Gobierno de Chile

**INFORME TÉCNICO  
CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE POR  
MP10, PLOMO, NO<sub>2</sub> Y SO<sub>2</sub>**

**REDES DE CALIDAD DEL AIRE DE  
HUASCO  
REGIÓN DE ATACAMA**

Unidad Técnica  
División de Fiscalización  
DFZ-2016-4690-III-NC-EI

	Nombre	Firma
Aprobado	Juan Eduardo Johnson V.	<input checked="" type="checkbox"/>  Juan Eduardo Johnson Jefe Sección Técnica División de Fiscalización Firmado por: Juan Eduardo Johnson Vidal
Revisado	Juan Pablo Rodríguez F.	<input checked="" type="checkbox"/>  Juan Pablo Rodríguez Profesional División de Fiscalización Firmado por: Juan Pablo Rodríguez Fernández
Elaborado	Valeska Muñoz T.	<input checked="" type="checkbox"/>  Valeska Muñoz T. 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 .....	6
3. OBJETIVOS .....	8
4. ALCANCE.....	8
5. EVALUACIÓN DE VALIDEZ DE LOS DATOS .....	9
5.1. Estaciones declaradas como EMRP-MP10, EMRPG y EMRRN .....	9
5.2. Descripción de equipos de medición utilizados en la Red de monitoreo .....	11
5.3. Auditoría de datos.....	11
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
6.1. Evaluación de la norma NO <sub>2</sub> .....	18
6.1.1. Evaluación de la norma horaria para NO <sub>2</sub> .....	18
6.1.2. Evaluación de la norma anual para NO <sub>2</sub> .....	19
6.2. Evaluación de la norma para plomo (Pb) .....	20
6.2.1. Evaluación de la norma anual para plomo (Pb) .....	20
6.3. Evaluación de la norma secundaria para SO <sub>2</sub> .....	21
6.3.1. Evaluación de la norma secundaria horaria para SO <sub>2</sub> .....	21
6.3.2. Evaluación de la norma secundaria 24 horas para SO <sub>2</sub> .....	24
6.3.3. Evaluación de la norma secundaria anual para SO <sub>2</sub> .....	26
7. CONCLUSIONES .....	28
8. ANEXOS .....	30



## 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 Secretaría General de la Presidencia; norma primaria para NO<sub>2</sub>, contenida en el D.S. N° 114/2002 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia; norma primaria de Plomo, contenida en el D.S. N° 136/2000 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia y norma secundaria para SO<sub>2</sub>, contenida en el D.S. N° 22/2009 del Ministerio Secretaría 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, Pb, NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub>; donde se consideraron los datos validados proporcionados por los titulares de Guacolda S.A. y por la Compañía Minera del Pacífico (en adelante CAP). Para la validación de los datos se realizó una auditoría de los datos, correspondientes a las estaciones declaradas de representatividad poblacional para MP10 (EMRP), representatividad poblacional para gases (EMRPG) y representatividad para recursos naturales (EMRRN). Las 17 estaciones declaradas como EMRPMP, EMRPG y EMRRN, corresponden a: EME F, EME M, SM 1, SM 2, SM 3, SM 4, SM 5, SM 6, SM 7 y SM 8, estaciones pertenecientes a Guacolda S.A., y Huasco II, perteneciente a CAP.

El análisis de datos de MP10, Pb, NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub> se realizó con las mediciones del periodo comprendido entre el 1° de enero de 2013 y 31 de diciembre de 2015, 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 su determinación sobre la base de 18 horas continuas de medición. En el caso del SO<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub> se utilizó como criterio, para el cálculo del promedio anual las concentraciones mensuales y para el promedio de 24 horas los promedios horarios, criterios establecidos en la norma de SO<sub>2</sub>.



### **Norma de calidad del aire para MP10**

En la comparación de norma de MP10 a nivel diario ( $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) se determinó que el valor de la norma no es superado por ninguna de las estaciones para los tres años del período analizado (2013, 2014 y 2015), encontrándose todas ellas por debajo del 80% del límite normativo. La concentración más alta se presentó en la estación Huasco II en el año 2014 (79,2% de la norma), sin embargo, para el año 2015, la misma estación presentó una concentración equivalente al 60,7% de la norma.

Respecto del cumplimiento de la norma anual de MP10 que establece como límite una concentración de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , se concluye que esta no fue superada en ninguna de las estaciones con EMRP. Sin embargo, se aprecia un porcentaje superior al 80% del límite normativo en las estaciones EME-F y EME-M.

### **Norma primaria de calidad del aire para $\text{NO}_2$**

La determinación de la norma de 1 hora por  $\text{NO}_2$ , mediante el promedio del percentil 99, concluyó que ésta no fue superada en ninguna de las estaciones de la Red y los valores se encuentran por debajo del 80% de la norma. Para el caso de la norma  $\text{NO}_2$  a nivel anual, los valores obtenidos del promedio trianual de las concentraciones de  $\text{NO}_2$  para los años 2013, 2014 y 2015, indican que no fue superada en ninguna de las estaciones de la Red, ya que estos se encuentran por debajo del 80% de la norma.

### **Norma primaria de calidad del aire para Plomo (Pb)**

En el análisis de la norma anual de plomo, se verificó que en la estación de Huasco II, única declarada como EMRP con mediciones de Pb, no superó la norma anual y los valores se encuentran cercanos del 1% respecto de la norma.

### **Norma secundaria de calidad del aire para $\text{SO}_2$**

La evaluación del cumplimiento de la norma secundaria de  $\text{SO}_2$  como concentración horaria ( $1.000 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ), expresado como concentración y porcentaje, muestra que la norma horaria no fue superada y los valores se encuentran por debajo del 80% de ésta. 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 ( $2.000 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ).

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, así como el percentil 99,7 de las concentraciones diarias para cada año, en las estaciones con EMRPG no superaron la norma, además, los valores calculados se encontraron por debajo del 80% de la misma.

Del análisis de la norma anual secundaria ( $80 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) se constató que todas las estaciones se encuentran por debajo del 80% del límite. 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.



## 2. INTRODUCCIÓN

La comuna de Huasco se localiza en la costa de la III Región de Atacama en una pequeña bahía abierta al norte, ocupando la vertiente sur de la cuenca del río Huasco, en las coordenadas geográficas 28°27'30" S y 71°13'00" W. Huasco tiene una población de 8.976 habitantes (CENSO 2012) y una superficie de 1.635 km<sup>2</sup> (correspondiente al 8,6% provincial y al 2,1% regional).

Huasco corresponde a la segunda ciudad en jerarquía en la Provincia del Huasco, después de Vallenar, influenciando a nivel comunal e intercomunal como centro de servicios, puerto de embarque y balneario. El puerto sirve para la salida de minerales provenientes de la planta de pellets de Compañía Minera del Pacífico y recibe, desde el exterior, carbón para la termoeléctrica de Guacolda S.A.

El desarrollo industrial de Huasco, que junto con la actividad agrícola, está basado en actividades industriales mineras y de generación termoeléctrica, a partir de fines de los años 80 y principios de los 90, ha afectado la calidad del aire, principalmente en los parámetros de material particulado respirable y en menor medida en otros contaminantes tales como el dióxido de azufre y el dióxido de nitrógeno.

En el año 2011 fue declarada la localidad de Huasco y su zona circundante, como zona latente por material particulado respirable MP10, como concentración anual, de acuerdo al D.S. N° 40 del 15 de noviembre de 2011 del Ministerio del Medio Ambiente. Actualmente se encuentra en elaboración el Plan de Prevención de Contaminación Atmosférica para la localidad de Huasco y su zona circundante. Lo anterior considerando los resultados de las mediciones de las estaciones de monitoreo que existentes en la zona, las que han sido implementadas por la empresa eléctrica Guacolda, las cuales miden material particulado respirable MP10, dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno, y por CAP, las que miden material particulado y plomo.

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. Respecto a los años 2013 y 2014, se consideraron los datos previamente auditados y analizados mediante el informe de fiscalización DFZ-2015-4155-III-NC-EI.

Se debe señalar que los datos fueron proporcionados por el Titular AES Gener y por la Compañía Minera del Pacífico a través de la oficina de partes de esta superintendencia, solicitándose, posteriormente, aclaraciones. Las estaciones informadas cuentan con declaración de representatividad poblacional (EMRP en adelante) por MP10, representatividad poblacional de gases (EMRPG en adelante) por NO<sub>2</sub> norma primaria, y representatividad por recursos naturales por SO<sub>2</sub> (EMRRN en adelante). El proceso de auditoría y análisis de los datos consideró la



verificación del cumplimiento normativo de las normas primarias y secundarias de calidad del aire de 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, NO<sub>2</sub> y norma secundaria para SO<sub>2</sub>; 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, gases (NO<sub>2</sub>) y que cuenten con representatividad para recursos naturales, específicamente SO<sub>2</sub>.

Para lo anterior se determinó la validez de las mediciones de MP10, Plomo, SO<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub> 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 de fiscalización DFZ-2015-4155-III-NC-EI.

### 4. ALCANCE

Los datos validados por esta Superintendencia corresponden a los registros de MP10, SO<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub> de las estaciones instaladas por Guacolda y CAP para el período 1° de enero de 2015 y el 31 de diciembre de 2015.

Las estaciones utilizadas para la evaluación de datos de MP10, Plomo, SO<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub>, que cumplen con ser estaciones con EMRP y/o EMRRN para MP10, SO<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub> son: EME-F, EME-M, SM1, SM2, SM3, SM4, SM5, SM6, SM7, SM8 y Huasco II.

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

A continuación en la Tabla 1 se muestran los valores límite a nivel horario, diario y anual, 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° 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 <sup>3</sup> N	50 µg/m <sup>3</sup> N
	D.S. N° 114/2002 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República.	NO <sub>2</sub>	400 µg/m <sup>3</sup> N (1 Hora)	-----	100 µg/m <sup>3</sup> N
	D.S. N° 136/2000 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República	Pb	-----	-----	0,5 µg/m <sup>3</sup> N
Secundaria	D.S. N° 22/2009, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República.	SO <sub>2</sub>	1.000 µg/m <sup>3</sup> N	365 µg/m <sup>3</sup> N	80 µg/m <sup>3</sup> N



## 5. EVALUACIÓN DE VALIDEZ DE LOS DATOS

La información de calidad del aire remitida por los titulares contenía los datos crudos, datos validados y códigos de invalidación, en promedios horarios para SO<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub>, para el material particulado (MP10) medición diaria con una frecuencia cada tres días. 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, Pb, NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub>, corresponden 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 Guacolda y CAP y sus respectivas resoluciones que las califican como estación de monitoreo con representatividad poblacional para material particulado (MP10), representatividad poblacional para gases (NO<sub>2</sub>) y representatividad para recursos naturales (SO<sub>2</sub>).

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

Red	Estación de Monitoreo	Resolución que otorga EMRP para MP10	Resolución que otorga EMRPG para NO <sub>2</sub>	Resolución que otorga EMRRN SO <sub>2</sub>
Guacolda	EME-M	Res. N° 1179, del 22 de diciembre 2002, de la Secretaría Regional Ministerial de Salud Atacama	Res. N° 2100, del 22 de noviembre 2006, de la Secretaría Regional Ministerial de Salud Atacama	No posee
	EME-F	Res. N° 1179, del 22 de diciembre 2002, de la Secretaría Regional Ministerial de Salud Atacama	Res. N° 2100, del 22 de noviembre 2006, de la Secretaría Regional Ministerial de Salud Atacama	No posee
	SM1	No posee	No posee	Res. Exenta N° 524, del 12 de mayo de 2011, del Servicio Agrícola y Ganadero de la Región de Atacama.
	SM2	No posee	No posee	Res. Exenta N° 524, del 12 de mayo de 2011, del Servicio Agrícola y Ganadero de la Región de Atacama.
	SM3	No posee	No posee	Res. Exenta N° 524, del 12 de mayo de 2011, del Servicio Agrícola y Ganadero de la Región de Atacama.
	SM4	No posee	No posee	Res. Exenta N° 524, del 12 de mayo de 2011, del Servicio Agrícola y Ganadero de la Región de Atacama.
	SM5	No posee	No posee	Res. Exenta N° 524, del 12 de mayo de 2011, del Servicio Agrícola y Ganadero de la Región de Atacama.

Red	Estación de Monitoreo	Resolución que otorga EMRP para MP10	Resolución que otorga EMRPG para NO <sub>2</sub>	Resolución que otorga EMRRN SO <sub>2</sub>
	SM6	No posee	No posee	Res. Exenta N° 524, del 12 de mayo de 2011, del Servicio Agrícola y Ganadero de la Región de Atacama.
	SM7	No posee	No posee	Res. Exenta N° 524, del 12 de mayo de 2011, del Servicio Agrícola y Ganadero de la Región de Atacama.
	SM8	No posee	No posee	Res. Exenta N° 524, del 12 de mayo de 2011, del Servicio Agrícola y Ganadero de la Región de Atacama.
CAP	Huasco II	Res. N° 4812, del 24 de noviembre 2009, de la Secretaría Regional Ministerial de Salud Atacama	No posee	No posee

Por su parte, en la Tabla 3 se describe la georreferenciación de las estaciones, cuya representación gráfica se ilustra en la Figura 1.

**Tabla 3 Georreferenciación de las estaciones de la Red de Guacolda y la Red de CAP.**

Red	Estación de Monitoreo	Coordenadas UTM (m)*	
Guacolda	EME-M	282.755 E	6.848.689 N
	EME-F	282.501 E	6.849.129 N
	SM1	279.550 E	6.845.667 N
	SM2	286.614 E	6.849.717 N
	SM3	286.948 E	6.848.974 N
	SM4	288.025 E	6.847.946 N
	SM5	290.101 E	6.847.633 N
	SM6	292.058 E	6.845.539 N
	SM7	295.021 E	6.846.218 N
	SM8	296.473 E	6.845.185 N
CAP	Huasco II	281.803 E	6.849.374 N

\* Ref. Resoluciones de calificación como EMRP, EMRPG o EMRRN



Ref. Google Earth

**Figura 1 Ubicación de estaciones de calidad del aire de Guacolda y CAP.**

## 5.2. Descripción de equipos de medición utilizados en la Red de monitoreo

De acuerdo a los antecedentes entregados por ambos titulares para los años 2013, 2014 y 2015, los instrumentos de medición utilizados para el monitoreo de MP10, SO<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub> en las estaciones evaluadas, cumplen con el requisito de emplear equipos con aprobación USEPA, establecido en las normas primarias y secundaria de calidad del aire. En la Tabla 4 se describen los instrumentos y métodos de medición de MP10, SO<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub>, utilizados en las estaciones de calidad del aire analizadas, durante el año 2015.

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

Red	Estación	Parámetro	Método de Medición	Marca/Modelo	Método de Referencia o Equivalente EPA
Guacolda	EME-M	MP10	Método Gravimétrico de Muestreador de Alto Volumen	Graseby Andersen / GMW 1200	RFPS-1287-063
		NO <sub>2</sub>	Quimioluminiscencia	Advanced Pollution Instr. 200A/200AU	RFNA – 1194 – 099
	EME-F	MP10	Método Gravimétrico de Muestreador de Alto Volumen	Graseby Andersen / GMW 1200	RFPS-1287-063
		NO <sub>2</sub>	Quimioluminiscencia	Advanced Pollution Instr. 200A/200AU	RFNA – 1194 – 098
	SM1	SO <sub>2</sub>	Fluorescencia ultravioleta	Environnement S.A /AF21M	EQSA – 0292 – 084
	SM2	SO <sub>2</sub>	Fluorescencia ultravioleta	Environnement S.A /AF21M	EQSA – 0292 – 084
	SM3	SO <sub>2</sub>	Fluorescencia ultravioleta	Environnement S.A /AF21M	EQSA – 0292 – 084
	SM4	SO <sub>2</sub>	Fluorescencia ultravioleta	Dasibi/4108	EQSA – 1086 – 061
	SM5	SO <sub>2</sub>	Fluorescencia ultravioleta	Environnement S.A /AF21M	EQSA – 0292 – 084
	SM6	SO <sub>2</sub>	Fluorescencia ultravioleta	Environnement S.A /AF21M	EQSA – 0292 – 084
	SM7	SO <sub>2</sub>	Fluorescencia ultravioleta	Environnement S.A /AF21M	EQSA – 0292 – 084
	SM8	SO <sub>2</sub>	Fluorescencia ultravioleta	Ecotech ML9850/EC9850, ML9850B/EC9850B	EQSA – 0193 – 092
CAP	Huasco II	MP10	Método Gravimétrico de Muestreador de Alto Volumen	Tisch Environmental Model TE-6070	RFPS-0202-141

## 5.3. Auditoría de datos

Los datos de MP10, Plomo, SO<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub> para el año 2015, validados previamente por los titulares, fueron sometidos a una revisión usando como criterio lo establecido en las normas primarias y secundaria de calidad del aire respectivas 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 NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub> 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. El porcentaje de datos inválidos se presenta en la Tabla 5.

Por otro lado, cabe destacar que los datos correspondientes a los años 2013 y 2014 fueron auditados en el informe DFZ-2015-4155-III-NC-EI.

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 <sub>2</sub> % Horario	NO <sub>2</sub> % Horario	MP10 % Diario	SO <sub>2</sub> % Horario	NO <sub>2</sub> % Horario	MP10 % Diario	SO <sub>2</sub> % Horario	NO <sub>2</sub> % Horario
EME-M	0	No Aplica	3,9	2,0	No Aplica	4,6	1,7	No Aplica	4,1
EME-F	0	No Aplica	1,8	2,0	No Aplica	2,0	1,7	No Aplica	2,1
SM-1	No Aplica	1,7	No Aplica	No Aplica	4,0	No Aplica	No Aplica	4,9	No Aplica
SM-2	No Aplica	1,9	No Aplica	No Aplica	2,3	No Aplica	No Aplica	2,0	No Aplica
SM-3	No Aplica	1,8	No Aplica	No Aplica	3,3	No Aplica	No Aplica	2,2	No Aplica
SM-4	No Aplica	2,7	No Aplica	No Aplica	4,6	No Aplica	No Aplica	2,0	No Aplica
SM-5	No Aplica	2,0	No Aplica	No Aplica	4,4	No Aplica	No Aplica	2,0	No Aplica
SM-6	No Aplica	1,7	No Aplica	No Aplica	1,8	No Aplica	No Aplica	2,1	No Aplica
SM-7	No Aplica	1,7	No Aplica	No Aplica	1,9	No Aplica	No Aplica	2,0	No Aplica
SM-8	No Aplica	2,2	No Aplica	No Aplica	2,1	No Aplica	No Aplica	3,6	No Aplica
Huasco II	1,6	No Aplica	No Aplica	4,1	No Aplica	No Aplica	1,6	No Aplica	No Aplica

La invalidación de días para el contaminante MP10 se debió principalmente a tiempo mínimo de muestreo, exceso de tiempo de muestreo y falla del equipo. En las estaciones que miden SO<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub>, la invalidación de datos horarios se debió principalmente a mantenencias en terreno, fallas de energía y valores fuera de rango.

Se determinó estadísticamente la cantidad de datos horarios disponibles para el cálculo de los promedios diarios de NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, 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, estos 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 la Tabla 6 y en la 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 los contaminantes de SO<sub>2</sub>, MP10 y NO<sub>2</sub> en todas las estaciones para los años 2013, 2014 y 2015.

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 y NO<sub>2</sub> por estación para los años 2013, 2014 y 2015.**

Red	Estación	Año	N° de Datos Disponibles (Días) MP10	Porcentaje de datos (%)	N° de Datos Disponibles (Horarios) NO <sub>2</sub>	Porcentaje de datos (%)
Guacolda	EME-F	2013	122	100	8417	96,1
		2014	119	98,3	8358	95,4
		2015	119	98,3	8220	95,9
	EME-M	2013	122	100	8601	98,2
		2014	119	98,3	8584	98,0
		2015	119	98,3	8574	97,9
Huasco	Huasco II	2013	120	98,4	No Aplica	
		2014	117	95,9		
		2015	120	98,4		

**Tabla 7 Resumen de datos disponibles de SO<sub>2</sub> por estación para los años 2013, 2014 y 2015.**

Estación	Año	N° de Datos Disponibles (Horarios) SO <sub>2</sub>	Porcentaje de datos (%)
SM-1	2013	8607	98,3
	2014	8407	96,0
	2015	8327	95,1
SM-2	2013	8594	98,1
	2014	8556	97,7
	2015	8585	98,0
SM-3	2013	8605	98,2
	2014	8472	96,7
	2015	8567	97,8
SM-4	2013	8526	97,3
	2014	8358	95,4
	2015	8585	98,0
SM-5	2013	8589	98,0
	2014	8378	95,6
	2015	8584	98,0
SM-6	2013	8610	98,3
	2014	8605	98,2
	2015	8577	97,9
SM-7	2013	8612	98,3
	2014	8591	98,1
	2015	8582	98,0
SM-8	2013	8564	97,8
	2014	8574	97,9
	2015	8442	96,4

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, observándose un cumplimiento igual o



superior al 75% en los datos mensuales para los contaminantes de MP10 y SO<sub>2</sub>, en todas las estaciones con EMRPG.

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

MESES (%)													
Estaciones Guacolda													
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
EME-F	2013	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2014	100	90	100	100	100	100	90,9	100	100	100	100	90,9
	2015	100	100	100	100	90,0	100	100	100	100	100	100	90
EME-M	2013	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2014	90	100	100	100	100	100	90	100	100	100	100	90,9
	2015	100	100	90,9	100	90,0	100	100	100	100	100	100	100
Estaciones CAP													
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Huasco II	2013	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	90	90
	2014	90	90	100	100	100	100	100	100	100	80	100	90,9
	2015	100	100	90,9	90	100	100	100	100	100	100	100	100

**Tabla 9 Porcentaje de datos válidos de SO<sub>2</sub> mensuales por estación para los años 2013, 2014 y 2015**

MESES (%)													
Estaciones Guacolda													
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
SM-1	2013	100	100	96,8	96,7	100	100	100	100	100	100	100	100
	2014	100	100	100	100	100	83,3	83,9	100	100	100	96,7	100
	2015	100	100	100	96,7	100	83,3	87,1	100	100	100	100	80,6
SM-2	2013	100	100	100	100	100	100	96,8	100	100	100	100	100
	2014	100	100	100	100	100	100	100	93,5	100	100	100	100
	2015	100	100	93,5	100	100	100	100	100	100	100	100	100
SM-3	2013	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2014	100	100	100	100	96,8	86,7	100	100	96,7	100	100	100
	2015	100	100	100	100	100	100	100	100	100	93,5	100	100
SM-4	2013	100	100	100	100	93,5	100	87,1	100	100	100	100	100
	2014	100	100	100	86,7	100	100	100	80,6	86,7	100	100	100
	2015	93,5	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
SM-5	2013	100	100	96,8	96,7	93,5	100	100	100	100	100	100	100
	2014	100	75,0	93,5	100	100	93,3	100	100	100	100	100	100
	2015	96,8	100	100	100	100	100	100	100	100	96,8	100	96,8
SM-6	2013	100	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	96,8	100	100	100	100	96,7	96,8	100	100	100	100	100
SM-7	2013	100	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	96,8	100	100	100	100	100	100	100	100	100
SM-8	2013	100	100	100	100	100	100	100	93,5	100	100	100	100
	2014	100	96,4	100	100	100	93,3	100	100	100	100	100	100
	2015	100	92,9	87,1	100	100	100	96,8	100	100	96,8	100	100

Para el caso de las concentraciones de plomo (Tabla 10), estas se obtienen del análisis de los filtros de MP10, y deben cumplir, de acuerdo a la norma de plomo, con el 70% de los valores programados para el mes. Cabe destacar que esta medición se realiza solo en la estación Huasco II.

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

		MESES (%)												
		Estaciones CAP												
Estación	Año	LD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Huasco II	2014	<LC	66,7	33,3	50	100	25	25	25	0	75	25	100	100
		>LC	33,3	66,7	50	0	75	75	75	100	25	75	0	0
	2015	<LC	75	25	25	50	100	50	100	100	100	75	75	75
		>LC	25	75	75	50	0	50	0	0	0	25	25	25

LC: Límite de cuantificación de 5 µg totales.

Para efectos de la evaluación anual de la norma NO<sub>2</sub>, en la Tabla 11, se resume el porcentaje de datos disponibles a nivel mensual, de las estaciones con EMRPG, observándose un cumplimiento superior al 75% en la mayoría de los datos mensuales, a excepción del mes de septiembre de 2013 con 73,3% y en el mes de diciembre de 2014 con un 67,7%, en la estación EME-F, además de octubre del 2015 para la estación EME-M con 71%

**Tabla 11 Porcentaje de datos válidos de NO<sub>2</sub> mensuales por estación para los años 2013, 2014 y 2015**

		MESES (%)											
		Estaciones Guacolda											
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
EME-F	2013	100	100	100	100	100	100	96,8	100	73,3	100	100	100
	2014	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	93,3	67,7
	2015	93,5	100	100	100	100	93,3	100	96,8	100	100	100	100
EME-M	2013	100	100	100	100	100	100	96,8	100	100	100	100	100
	2014	100	100	100	100	100	100	100	100	96,7	100	100	100
	2015	100	100	100	100	100	93,3	100	100	100	71,0	76,7	100

## 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 12 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 de monitoreo.

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 periodo anual en cualquier estación monitorea clasificada como EMRPMP10, sea mayor o igual a 150 µg/m<sup>3</sup>N.

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

Red	Estación	Percentil 98 Año 2013 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	% de la Norma 24 horas 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 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 150 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )
Guacolda	EME-F	99	65,9	98	65,2	88,6	59,1
	EME-M	89	59,1	74	49,2	88,9	59,3
CAP	Huasco II	91	60,3	119	79,2	91	60,7

De acuerdo al análisis efectuado y la determinación del percentil 98 de las concentraciones de 24 horas de MP10 para los años 2013, 2014 y 2015, se concluyó que el valor de la norma no es superado por ninguna de las estaciones para los tres años del período analizado (2013, 2014 y 2015), encontrándose todas ellas por debajo del 80% del límite normativo. La concentración más alta se presentó en la estación Huasco II en el año 2014 (79,2% de la norma), sin embargo, para el año 2015, la misma estación presentó una concentración equivalente al 60,7% de la norma.

El Gráfico 1 muestra la distribución temporal del percentil 98 de las concentraciones diarias, según la norma 24 horas para MP10.

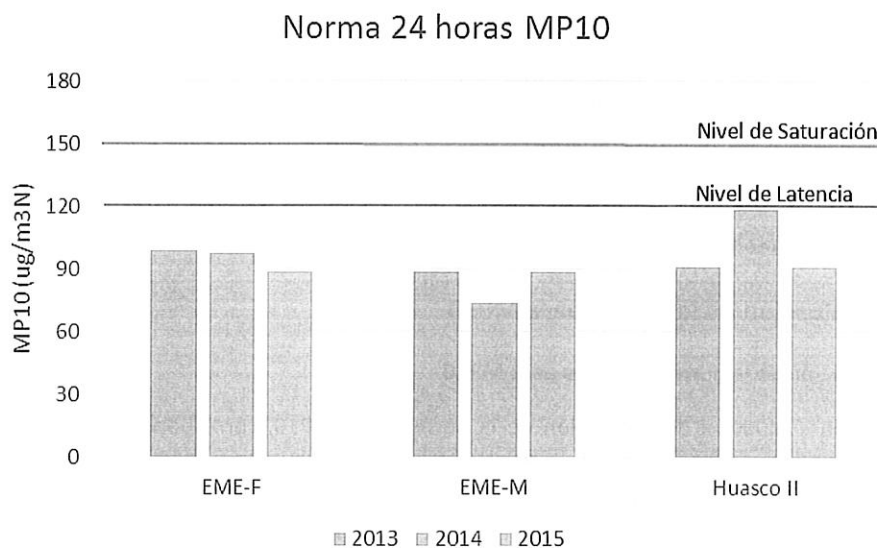


Gráfico 1 Norma diaria de MP10 por año

### 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 Secretaría 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  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ .

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 13 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 que conforman la red de monitoreo.

Tabla 13 Evaluación de la norma anual de MP10 para el período 2013 - 2015

Red	Estación	Promedio Anual 2013 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	Promedio Anual 2014 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	Promedio Anual 2015 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	Promedio Trianual 2013-2014-2015 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	% de la Norma Anual $50 (\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N})$
Guacolda	EME-F	47	40	40	42	85
	EME-M	43	38	41	41	81
CAP	Huasco II	37	40	41	39	78

El promedio trianual expresado en porcentaje muestra que la norma anual de MP10 no es superada en ninguna de las estaciones con EMRP. Sin embargo, se aprecia un porcentaje superior al 80% del límite normativo en las estaciones EME-F y EME-M.

Complementariamente, en el Gráfico 2, se pueden observar las concentraciones trianuales para cada estación durante el período comprendido entre el día 1° de enero de 2013 y el día 31 de diciembre de 2015 y en comparación con los límites establecidos en la normativa.

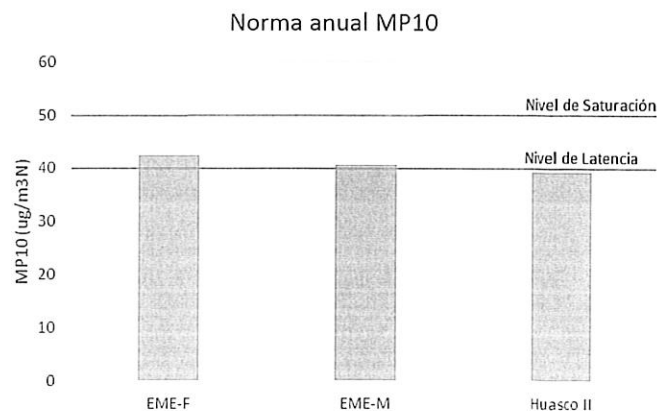


Gráfico 2. Norma anual para MP10 promedio trianual



## 6.1. Evaluación de la norma NO<sub>2</sub>

Los datos del contaminante NO<sub>2</sub> fueron informados por el Titular Guacolda S.A. 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 1,88 (25°C y 760 mmHg).

### 6.1.1. Evaluación de la norma horaria para NO<sub>2</sub>

El periodo de evaluación de superación de la norma de 1 hora para NO<sub>2</sub>, 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 1 hora para NO<sub>2</sub>, en todas las estaciones de monitoreo.

Se debe señalar que, de acuerdo a los límites establecidos en el D.S. N° 114/2002 del MINSEGPRES, se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para NO<sub>2</sub> como concentración de 1 hora, cuando el promedio aritmético de tres años sucesivos, del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 1 hora registrados durante un año calendario, en cualquier estación monitorea EMRPG, fuere mayor o igual a 400 µg/m<sup>3</sup>N.

En la Tabla 14, se muestra la evaluación de la norma de 1 hora mediante el promedio del percentil 99, los resultados obtenidos determinaron que la norma no es superada a nivel horario.

Tabla 14 Evaluación de la norma horaria de NO<sub>2</sub> para el período 2013 - 2015

Estación	Percentil 99 Año 2013 (µg/m <sup>3</sup> N)	Percentil 99 Año 2014 (µg/m <sup>3</sup> N)	Percentil 99 Año 2015 (µg/m <sup>3</sup> N)	Percentil 99 Promedio Trianual 2013-2014-2015 (µg/m <sup>3</sup> N)	% de la Norma 1 hora 400 (µg/m <sup>3</sup> N)
EME-F	54	49	55	53	13
EME-M	65	54	52	57	14

En el Gráfico 3, se observa el comportamiento del promedio trianual (2013, 2014 y 2015) del percentil 99 de las concentraciones de 1 hora para NO<sub>2</sub> en las estaciones en estudio.

### Norma horaria para NO<sub>2</sub>

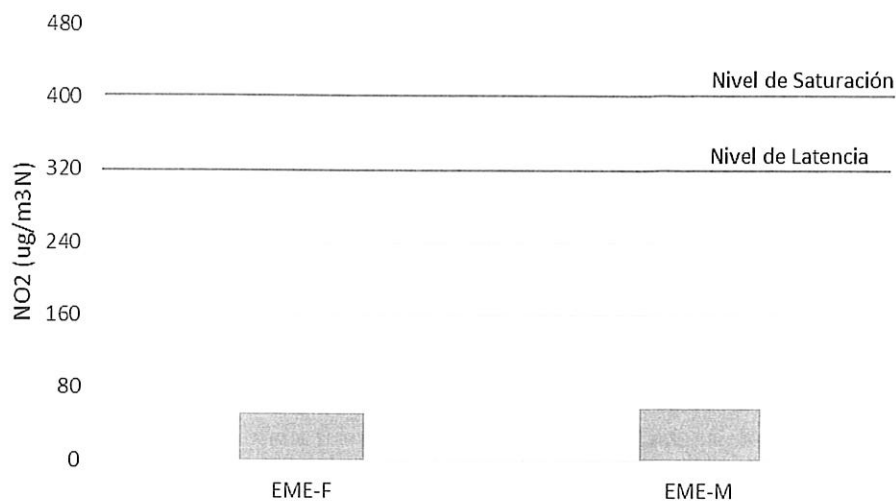


Gráfico 3 Norma Horaria para NO<sub>2</sub> Promedio Trianual

#### 6.1.2. Evaluación de la norma anual para NO<sub>2</sub>

El periodo de evaluación de superación de la norma anual para NO<sub>2</sub>, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2013 y el día 31 de diciembre de 2015.

Se debe señalar que, de acuerdo a los límites establecidos en el D.S. N° 114/2002 del MINSEGPRES, se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para NO<sub>2</sub> como concentración anual, cuando el promedio aritmético de los valores de concentración anual de tres años calendarios sucesivos, en cualquier estación monitora EMRPG, fuere mayor o igual a 100 (µg/m<sup>3</sup>N).

A continuación en la Tabla 15, se resumen los valores obtenidos del promedio anual de las concentraciones de NO<sub>2</sub> para los años 2013, 2014 y 2015, así como el promedio trianual. Los valores obtenidos muestran que la norma anual de NO<sub>2</sub> no es superada en ninguna de las estaciones de la Red.

Tabla 15 Evaluación de la norma anual de NO<sub>2</sub> para el período 2013 - 2015

Estación	Concentración Promedio Año 2013 (µg/m <sup>3</sup> N)	Concentración Promedio Año 2014 (µg/m <sup>3</sup> N)	Concentración Promedio Año 2015 (µg/m <sup>3</sup> N)	Promedio Trianual (2013-2014-2015) (µg/m <sup>3</sup> N)	% de la Norma anual 100 (µg/m <sup>3</sup> N)
EME-F	11	10	14	12	12
EME-M	15	10	8	11	11



El Gráfico 4, muestra el comportamiento del promedio trianual de las concentraciones de NO<sub>2</sub> por cada estación en estudio.

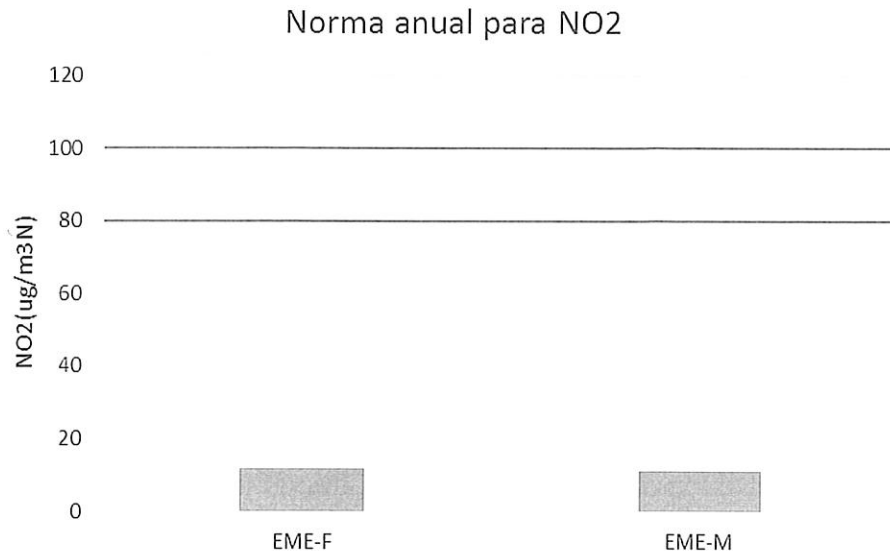


Gráfico 4 Norma Anual de NO<sub>2</sub> Promedio Trianual

## 6.2. Evaluación de la norma para 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, establece que el límite para plomo será de 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.

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 periodo 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 16 se presenta un resumen con las concentraciones anuales para plomo en la estación de monitoreo.

El promedio bianual expresado en porcentaje muestra que la norma anual de Plomo no es superada en la estación Huasco de CAP, y los porcentajes obtenidos respecto de la norma se encuentran cercanos al 1% de ésta.

Tabla 16 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 $0,5 (\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N})$
Huasco II	0,007	0,005	0,006	1,2

En el Gráfico 5, se observa la comparación entre el valor de la concentración bianual obtenida del análisis de los datos de la estación Huasco II y el límite que establece la normativa.

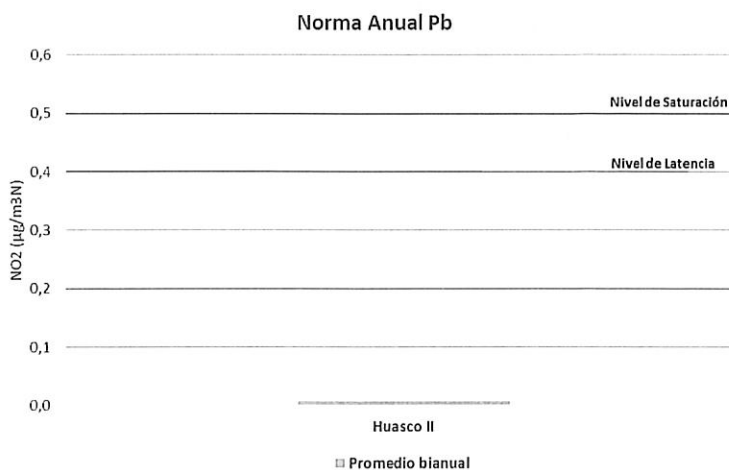


Gráfico 5 Norma Anual para Pb Promedio Bianual

### 6.3. Evaluación de la norma secundaria para $\text{SO}_2$

Los datos del contaminante  $\text{SO}_2$  fueron informados por el Titular Guacolda S.A. 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 ( $25^\circ\text{C}$  y 760 mmHg).

#### 6.3.1. Evaluación de la norma secundaria horaria para $\text{SO}_2$

El periodo de evaluación de superación de la norma secundaria horaria para  $\text{SO}_2$ , corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2013 y el día 31 de diciembre de 2015. Se debe señalar que se considerará sobrepasada la norma secundaria de calidad de aire para  $\text{SO}_2$  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  $1.000 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ . 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  $2.000 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ .

En la Tabla 17 se presenta un resumen con el cálculo del percentil 99,73 de la norma secundaria horaria para  $\text{SO}_2$  en todas las estaciones de monitoreo analizadas.

Tabla 17 Evaluación de la norma secundaria horaria de  $\text{SO}_2$  para el período 2013 – 2015

Estación	Percentil 99,73 Año 2013 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	% de la Norma Horaria 2013 (2.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	Percentil 99,73 Año 2014 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	% de la Norma Horaria 2014 (2.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	Percentil 99,73 Año 2015 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	% de la Norma Horaria 2015 (2.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	Promedio Trianual 2013-2014-2015 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	% de la Norma Horaria Promedio Trianual (1.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )
SM1	180	9	145	7	154	8	160	16
SM2	136	7	125	6	154	8	138	14
SM3	236	12	119	6	157	8	171	17
SM4	218	11	137	7	167	8	174	17
SM5	210	11	128	6	132	7	157	16
SM6	187	9	115	6	140	7	147	15
SM7	185	9	117	6	118	6	140	14
SM8	174	9	62	3	90	5	109	11

La evaluación del cumplimiento de la norma secundaria de  $\text{SO}_2$  como concentración horaria ( $1.000 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ), expresado como concentración y porcentaje, muestra que la norma horaria no fue superada y los valores se encuentran por debajo del 80% de ésta. 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 ( $2.000 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )

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.



Norma secundaria horaria para SO2 promedio trianual

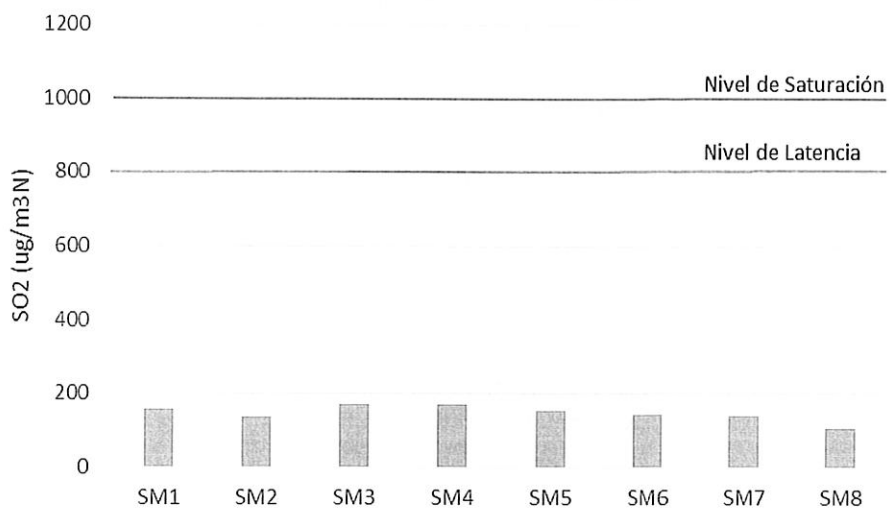


Gráfico 6 Norma Secundaria Horaria para SO<sub>2</sub> Promedio Trianual

Norma secundaria horaria para SO2 por año

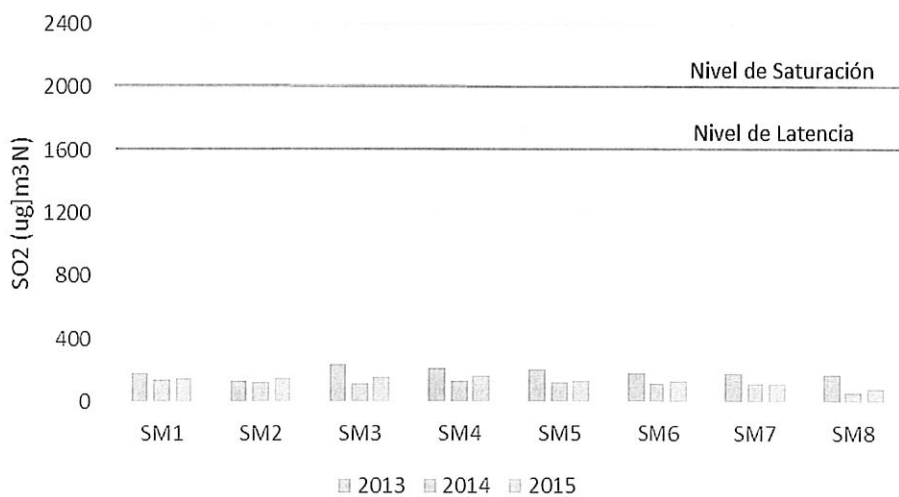


Gráfico 7 Norma Secundaria Horaria para SO<sub>2</sub> por año

### 6.3.2. Evaluación de la norma secundaria 24 horas para SO<sub>2</sub>

El periodo de evaluación de superación de la norma secundaria para SO<sub>2</sub>, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2013 y el día 31 de diciembre de 2015. Se debe señalar que se considerará sobrepasada la norma secundaria de calidad de aire para SO<sub>2</sub> 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 monitora clasificada como EMRRN, fuere mayor o igual a 365 µg/m<sup>3</sup>N. 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 monitora clasificada como EMRRN fuere mayor o igual a 730 µg/m<sup>3</sup>N.

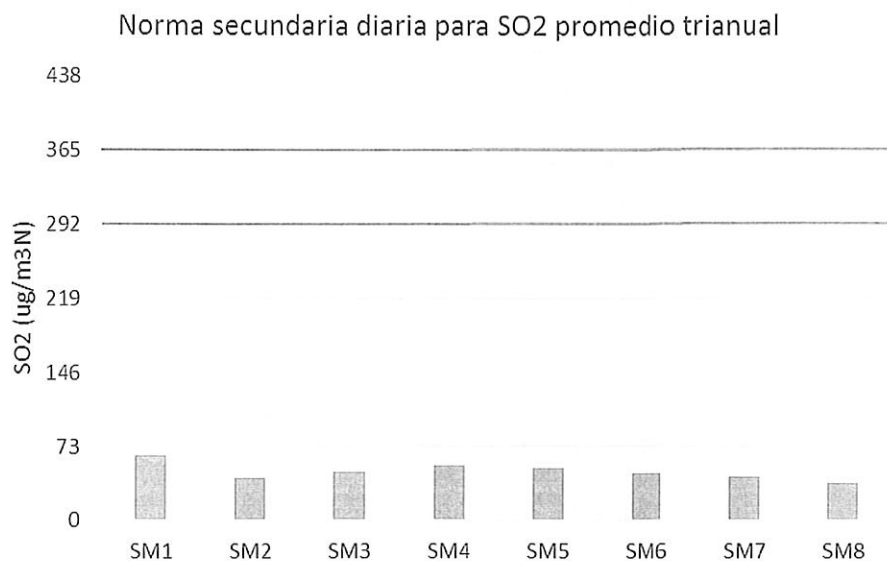
En la Tabla 18 se presentan los valores obtenidos del análisis del percentil 99,7 del periodo 2013-2015, como promedio trianual y el porcentaje respecto a la norma 24 horas, constatándose que todas las estaciones se encuentran por debajo del 80% del límite normativo. Del mismo modo, se evaluó el percentil 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.

Tabla 18 Evaluación de la norma secundaria diaria de SO<sub>2</sub> para el período 2013 – 2015

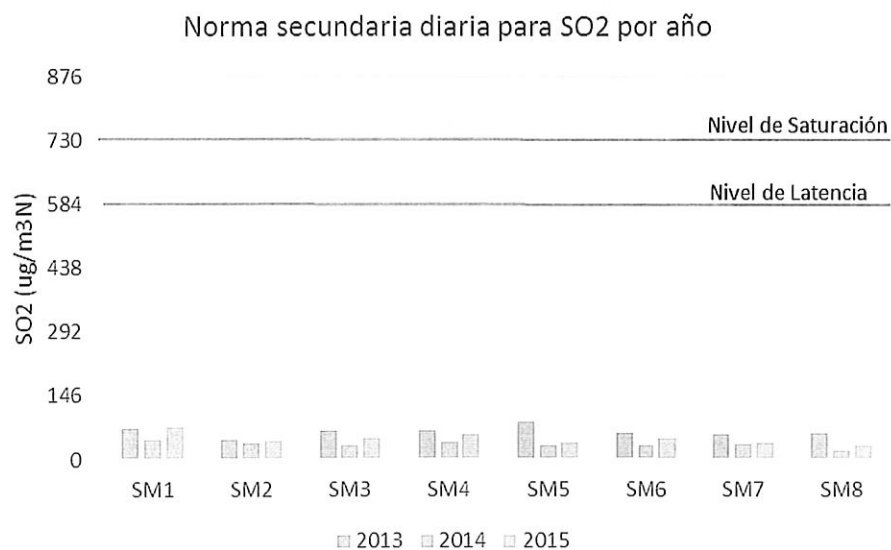
Estación	Percentil 99,7 Año 2013 (µg/m <sup>3</sup> N)	% de la Norma 24 horas 2013 (730 µg/m <sup>3</sup> N)	Percentil 99,7 Año 2014 (µg/m <sup>3</sup> N)	% de la Norma 24 horas 2014 (730 µg/m <sup>3</sup> N)	Percentil 99,7 Año 2015 (µg/m <sup>3</sup> N)	% de la Norma 24 horas 2015 (730 µg/m <sup>3</sup> N)	Promedio Trianual 24 horas (2013-2014-2015) (µg/m <sup>3</sup> N)	% de la Norma 24 horas 365 (µg/m <sup>3</sup> N)
SM1	72	10	45	6	75	10	64	18
SM2	45	6	37	5	44	6	42	12
SM3	65	9	30	4	48	7	48	13
SM4	66	9	40	5	58	8	55	15
SM5	86	12	32	4	36	5	51	14
SM6	60	8	32	4	49	7	47	13
SM7	58	8	33	5	37	5	43	12
SM8	60	8	20	3	32	4	37	10

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 SO<sub>2</sub> Promedio Trianual**



**Gráfico 9 Norma Secundaria Diaria para SO<sub>2</sub> por año**

### 6.3.3. Evaluación de la norma secundaria anual para SO<sub>2</sub>

El periodo de evaluación de superación de la norma secundaria de calidad del aire de SO<sub>2</sub> como concentración anual, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2013 y el día 31 de diciembre de 2015. Se debe señalar que se considerará sobrepasada la norma secundaria de calidad de aire para SO<sub>2</sub> 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/m<sup>3</sup>N. 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/m<sup>3</sup>N

En la Tabla 19 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/m<sup>3</sup>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 µg/m<sup>3</sup>N). Por lo tanto, se concluye que la norma secundaria anual no es superada en ninguna de las estaciones en estudio.

Tabla 19 Evaluación de la norma secundaria anual de SO<sub>2</sub> para el periodo 2013 – 2015

Estación	Concentración Anual 2013 (µg/m <sup>3</sup> N)	% de la Norma Anual 2013 (160 µg/m <sup>3</sup> N)	Concentración Anual 2014 (µg/m <sup>3</sup> N)	% de la Norma Anual 2014 (160 µg/m <sup>3</sup> N)	Concentración Anual 2015 (µg/m <sup>3</sup> N)	% de la Norma Anual 2015 (160 µg/m <sup>3</sup> N)	Promedio Trianual (2013-2014-2015) (µg/m <sup>3</sup> N)	% de la Norma Anual 80 (µg/m <sup>3</sup> N)
SM1	9	6	11	7	11	7	10	13
SM2	11	7	8	5	10	6	10	12
SM3	17	11	10	6	11	7	13	16
SM4	18	11	10	6	12	8	13	17
SM5	17	11	9	6	8	5	11	14
SM6	15	9	9	6	11	7	12	15
SM7	19	12	12	8	11	7	14	18
SM8	16	10	8	5	9	6	11	14

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.

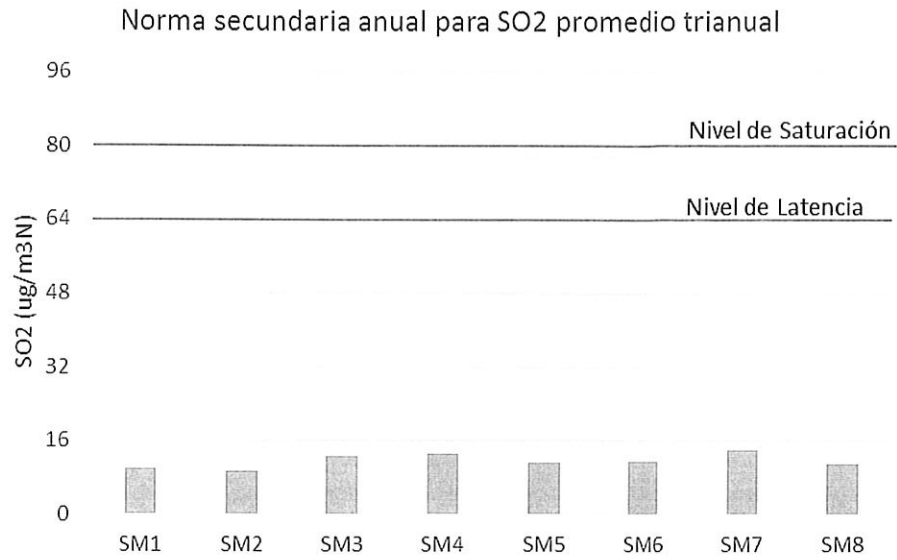


Gráfico 10 Norma Secundaria Anual para SO<sub>2</sub> Promedio Trianual

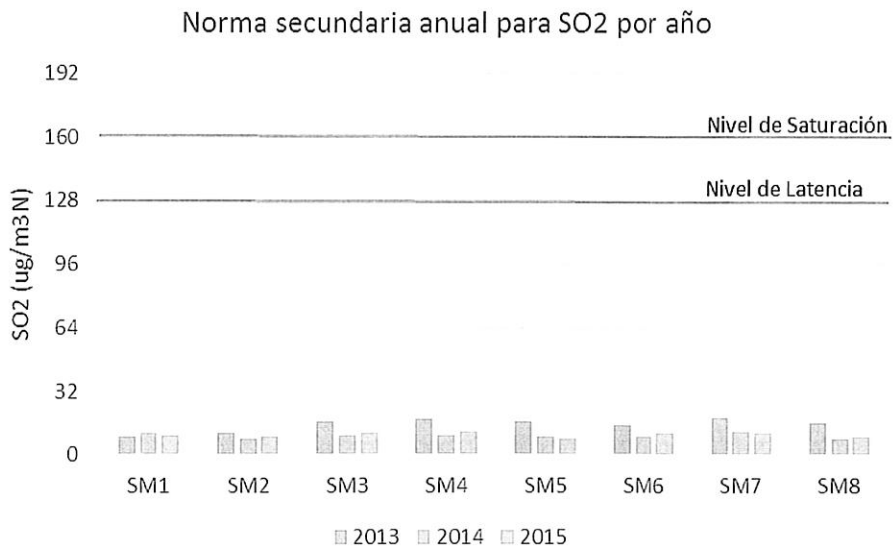


Gráfico 11 Norma Secundaria Anual para SO<sub>2</sub> por año

## 7. CONCLUSIONES

La revisión de las normas primarias y secundaria de calidad del aire, 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, NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub>, de las 10 estaciones de implementadas por Guacolda; EME-F, EME-M, SM1, SM2, SM3, SM4, SM5, SM6, SM7 y SM8; y Huasco II, perteneciente a CAP. Para verificar el cumplimiento de las normas se tomó en cuenta la representatividad poblacional para material particulado (MP10), la representatividad poblacional para gases (NO<sub>2</sub>) y representatividad para recursos naturales en el caso de la norma secundaria (SO<sub>2</sub>), 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 el caso del año 2013 y 2014, se consideró el análisis efectuado en el informe DFZ-2015-4155-III-NC-EI, emitido por la Superintendencia del Medio Ambiente.

### Norma de calidad del aire para MP10

En la comparación de norma de MP10 a nivel diario (150 µg/m<sup>3</sup>N) se determinó que el valor de la norma no es superado por ninguna de las estaciones para los tres años del período analizado (2013, 2014 y 2015), encontrándose todas ellas por debajo del 80% del límite normativo. La concentración más alta se presentó en la estación Huasco II en el año 2014 (79,2% de la norma), sin embargo, para el año 2015, la misma estación presentó una concentración equivalente al 60,7% de la norma.

Respecto del cumplimiento de la norma anual de MP10 que establece como límite una concentración de 50 µg/m<sup>3</sup>N, se concluye que esta no fue superada en ninguna de las estaciones con EMRP. Sin embargo, se aprecia un porcentaje superior al 80% del límite normativo en las estaciones EME-F y EME-M.

### Norma primaria de calidad del aire para NO<sub>2</sub>

La determinación de la norma de 1 hora por NO<sub>2</sub>, mediante el promedio del percentil 99, concluyó que ésta no fue superada en ninguna de las estaciones de la Red y los valores se encuentran por debajo del 80% de la norma. Para el caso de la norma NO<sub>2</sub> a nivel anual, los valores obtenidos del promedio trianual de las concentraciones de NO<sub>2</sub> para los años 2013, 2014 y 2015, indican que no fue superada en ninguna de las estaciones de la Red, ya que estos se encuentran por debajo del 80% de la norma.

### Norma primaria de calidad del aire para Plomo (Pb)

En el análisis de la norma anual de plomo, se verificó que en la estación de Huasco II, única declarada como EMRP con mediciones de Pb, no superó la norma anual y los valores se encuentran cercanos del 1% respecto de la norma.



### **Norma secundaria de calidad del aire para SO<sub>2</sub>**

La evaluación del cumplimiento de la norma secundaria de SO<sub>2</sub> como concentración horaria (1.000 µg/m<sup>3</sup>N), expresado como concentración y porcentaje, muestra que la norma horaria no fue superada y los valores se encuentran por debajo del 80% de ésta. 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 (2.000 µg/m<sup>3</sup>N)

La evaluación de la norma secundaria de 24 horas (365 µg/m<sup>3</sup>N), muestra que el promedio aritmético de tres años calendarios sucesivos, así como el percentil 99,7 de las concentraciones diarias para cada año, en las estaciones con EMRPG no superaron la norma, además, los valores calculados se encontraron por debajo del 80% de la misma.

Del análisis de la norma anual secundaria (80 µg/m<sup>3</sup>N) se constató que todas las estaciones se encuentran por debajo del 80% del límite. 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 µg/m<sup>3</sup>N). Por lo tanto, se concluye que la norma secundaria anual no es superada en ninguna de las estaciones en estudio.



## 8. ANEXOS

N° Anexo	Nombre Anexo
1	Resolución Requiere Antecedentes a los Titulares Guacolda S.A. y CAP.
2	Resoluciones EMRP, EMRPG y EMRRN
3	Datos de calidad del aire para el año 2015.