

INFORME TÉCNICO

cumplimiento de NORMAs DE CALIDAD DEL AIRE POR

MP10, PLOMO, NO2, SO2, MPS y Hierro en MPS

REDes de calidad del aire de

HUASCO

REGIÓN de ATACAMA

**Sección Técnica**

**División de Fiscalización**

**DFZ-2015-4155-III-NC-EI**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Nombre** | **Firma** |
| Aprobado | **Juan Eduardo Johnson V.** |  |
| Revisado | **Juan Pablo Rodríguez F.** |  |
| Elaborado | **Isabel Leiva C.** |  |

**CONTENIDO**

[1. RESUMEN EJECUTIVO 3](#_Toc440882196)

[2. INTRODUCCIÓN 6](#_Toc440882197)

[3. OBJETIVOS 8](#_Toc440882198)

[4. ALCANCE 8](#_Toc440882199)

[5. EVALUACIÓN DE VALIDEZ DE LOS DATOS 9](#_Toc440882200)

[5.1. Estaciones declaradas como EMRP-MP10, EMRPG y EMRRN 9](#_Toc440882201)

[5.2. Descripción de equipos de medición utilizados en la Red de monitoreo 12](#_Toc440882202)

[5.3. Auditoría de datos 13](#_Toc440882203)

[6. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUPERACIÓN DE NORMA 17](#_Toc440882204)

[6.1. Evaluación de la norma para MP10 17](#_Toc440882205)

[6.1.1. Evaluación de la norma 24 horas para MP10 17](#_Toc440882206)

[6.1.2. Evaluación de la norma anual para MP10 18](#_Toc440882207)

[6.1. Evaluación de la norma NO2 19](#_Toc440882208)

[6.1.1. Evaluación de la norma 1 hora NO2 19](#_Toc440882209)

[6.1.2. Evaluación de la norma anual NO2 20](#_Toc440882210)

[6.2. Evaluación de la norma plomo (Pb) 21](#_Toc440882211)

[6.2.1. Evaluación de la norma anual para Plomo (Pb) 21](#_Toc440882212)

[6.3. Evaluación de la norma secundaria para SO2 22](#_Toc440882213)

[6.3.1. Evaluación de la norma secundaria a nivel horario para SO2 22](#_Toc440882214)

[6.3.2. Evaluación de la norma secundaria 24 horas SO2 24](#_Toc440882215)

[6.3.3. Evaluación de la norma secundaria anual de SO2 25](#_Toc440882216)

[6.4. Evaluación de la norma secundaria para MPS 26](#_Toc440882217)

[6.4.1. Evaluación de la norma secundaria a nivel mensual para MPS 26](#_Toc440882218)

[6.4.2. Evaluación de la norma secundaria a nivel anual para MPS 29](#_Toc440882219)

[6.4.3. Evaluación de la norma secundaria a nivel mensual para Hierro en MPS 31](#_Toc440882220)

[6.4.4. Evaluación de la norma secundaria a nivel anual para Hierro en MPS 33](#_Toc440882221)

[7. CONCLUSIONES 34](#_Toc440882222)

[8. ANEXOS 36](#_Toc440882223)

# 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](https://www.google.cl/search?espv=2&biw=1366&bih=628&q=MINSEGPRES&spell=1&sa=X&ei=eDfNU9e6FK7isASvtoKACA&ved=0CBgQvwUoAA); norma primaria para NO2, contenida en el D.S. N° 114/2002 del [Ministerio Secretaria General de la Presidencia](https://www.google.cl/search?espv=2&biw=1366&bih=628&q=MINSEGPRES&spell=1&sa=X&ei=eDfNU9e6FK7isASvtoKACA&ved=0CBgQvwUoAA); norma primaria de Plomo, contenida en el D.S. N° 136/2000 del [Ministerio Secretaria General de la Presidencia](https://www.google.cl/search?espv=2&biw=1366&bih=628&q=MINSEGPRES&spell=1&sa=X&ei=eDfNU9e6FK7isASvtoKACA&ved=0CBgQvwUoAA); norma secundaria para SO2, contenida en el D.S. N° 22/2009 del [Ministerio Secretaria General de la Presidencia](https://www.google.cl/search?espv=2&biw=1366&bih=628&q=MINSEGPRES&spell=1&sa=X&ei=eDfNU9e6FK7isASvtoKACA&ved=0CBgQvwUoAA); y norma secundaria para material particulado sedimentable, contenida en Decreto Exento N° 4/1992 del Ministerio de Agricultura. Lo anterior de acuerdo a lo establecido en el Artículo 16° del párrafo ll, 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, MPS, Hierro en MPS, NO2 y SO2; donde se consideraron los datos validados proporcionados por los titulares de Guacolda S.A. y por la Compañía Minera del Pacifico (en adelante CAP). Para la validación de los datos se realizó una auditoria de los datos, correspondientes a las estaciones declaradas de representatividad poblacional para MP10 (EMRPMP), 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, 1, 2, 3, 4, 5 y 6, estaciones pertenecientes a CAP.

El análisis de datos de MP10, Pb, MPS, Hierro en MPS, NO2 y SO2 se realizó con las mediciones del periodo comprendido entre el 1° de enero de 2012 y 31 de diciembre de 2014, 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 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 SO2 y NO2 se utilizó como criterio, para el cálculo del promedio anual las concentraciones mensuales y para el promedio de 24 horas los promedios horarios, los criterios establecidos en la norma de SO2. En el caso de las mediciones de material particulado sedimentable, se consideró como criterio de validación lo establecido en la norma secundaria, es decir, el mes será válido cuando se cumpla un periodo de 27 días y el año será válido cuando se cuente con 11 meses válidos. Para las mediciones de MPS y Hierro en MPS, se utilizó el criterio establecido en la norma de MPS, validación mensual y mínimo de meses válidos.

**Norma de calidad del aire para MP10**

En la comparación 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 2012, 2013 y 2014, constatándose que la norma no fue superada en las estaciones de la Red. Sólo en la estación EME-M para el año 2012, se observa un valor de 125 μg/m3N, valor por sobre el 80% de la norma de 24 horas.

Respecto del cumplimiento de la norma anual de MP10 que establece como límite una concentración de 50 μg/m3N, se concluye que esta no fue superada en las estaciones de la Red. Respecto del promedio trianual expresado en porcentaje en las estaciones con EMRP (EME-F, EME-M y Huasco II), sólo se aprecia un porcentaje superior al 80% de la norma anual en las estaciones EME-F y EME-M, con 89,2% y 85%, respectivamente.

**Norma primaria de calidad del aire para NO2**

La determinación de la norma de 1 hora por NO2, mediante el promedio del percentil 99, concluyó que esta 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 NO2 a nivel anual, los valores obtenidos del promedio trianual de las concentraciones de NO2 para los años 2012, 2013 y 2014, indican que la norma anual 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 SO2**

La evaluación del cumplimiento de la norma secundaria de SO2 como concentración horaria (1.000 µg/m3N), expresado como concentración y porcentaje, muestra que la norma horaria no fue superada y los valores se encuentran por debajo del 80% de la norma.

La evaluación de la norma secundaria de 24 horas (365 µg/m3N), muestra que el promedio aritmético de tres años calendarios sucesivos, en las estaciones con EMRPG no superaron la norma, además, los valores calculados se encontraron por debajo del 80% de la misma.

La norma anual secundaria (80 µg/m3N) no fue superada en las estaciones con EMRPG. Los valores obtenidos en todas las estaciones se encuentran por debajo del 80% de la norma anual.

**Norma secundaria de calidad del aire para MPS**

La evaluación de la norma mensual de MPS, determinó que la mayoría de las estaciones que cuentan con aprobación, a través del año 2012 y 2013, no presentan superaciones a la norma mensual de MPS, sólo se advierte que las concentraciones superan el 80% de la norma en el año 2012 en las estaciones 3 y 5 para el mes de diciembre, y en la estación 6 en el mes de febrero.

Durante el año 2014, se determinó que en la mayoría de las estaciones la norma mensual de MPS no es superada, a excepción de las estaciones 2, 3, 5 y 6 que presenta superación de la norma en el mes de noviembre y en marzo en la estación 2. Además, se observa una concentración mensual por sobre el 80% de la norma en la estación 4 para el mes de noviembre.

**Norma secundaria de calidad del aire para Hierro en MPS**

La evaluación de la norma mensual de Hierro en MPS (30 mg/m2día), determinó que la norma mensual no fue superada en los años 2012 y 2013, y los valores se encontraron por debajo del 80% de la norma. Para el año 2014, la gran mayoría de las estaciones no superó la norma mensual de MPS, sólo en la estación 5, en el mes de noviembre, esta fue superada. Además, se constató que en las estaciones 3, 4 y 6 en el mes de noviembre superó el 80% la norma mensual, con 88,5%, 80,3% y 87,3%, respectivamente.

El cálculo y análisis de la norma anual de Hierro en MPS, a través de la media aritmética anual, determinó que la norma anual no fue superada en ninguna de las estaciones en los años 2012, 2013 y 2014. Los valores calculados se encuentran por debajo del 80% de la norma anual de Hierro en MPS.

# 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 28º 27’30" S y 71º 13’00" W. Huasco tiene una población de 8976 habitantes (CENSO 2012) y una superficie de 1635 km2 (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 sedimentable 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. Recientemente, ha sido aprobado el anteproyecto plan de prevención de contaminación atmosférica para la localidad de Huasco y su zona circundante, en la Resolución Exenta N° 1295 del 3 de diciembre de 2015 del Ministerio del Medio Ambiente.

Lo anterior considerando los resultados de las mediciones de las estaciones de monitoreo que existen en la zona, las que han sido implementadas por la Empresa eléctrica Guacolda que mide fundamentalmente Material particulado respirable MP10, dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno, y CAP que mide MPS, Hierro en MPS, material particulado y plomo.

Considerando lo establecido en el artículo 16, del Título ll 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 los años 2012, 2013 y 2014, con el fin de obtener información valida que permita evaluar las normas normas de calidad del aire.

Se debe señalar que los datos fueron proporcionados por el Titular AES Gener, mediante la carta VPO-DMA-071-2015. En el caso de la Compañía Minera del Pacifico, los datos fueron informados mediante la carta GG-CA-O-O-160-NAG. Las estaciones informadas cuentan con declaración de representatividad poblacional (EMRP en adelante) por MP10 y representatividad poblacional de gases (EMRPG en adelante) por NO2 norma primaria, representatividad por recursos naturales por SO2 (EMRRN en adelante) y para los muestreadores de MPS, el SAG mediante la Resolución Exenta N°099/1992, aprobó la Red de Monitoreo de la Compañía Minera del Pacifico, para medir la emisiones de material particulado sedimentable. 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.

# OBJETIVOS

El objetivo general es evaluar el cumplimiento de las normas de calidad del aire primaria para MP10, Plomo, MPS, Hierro en MPS, NO2 y norma secundaria para SO2; en su nivel horario, diario, mensual y anual, según corresponda, considerando el período de información comprendido entre el 1° de enero de 2012 y el 31 de diciembre de 2014, en las estaciones que cuentan con representatividad poblacional para material particulado MP10, gases (NO2) y que cuenten con representatividad para recursos naturales, específicamente SO2.

Para lo anterior se determinó la validez de las mediciones de MP10, Plomo, MPS, Hierro en MPS, SO2 yNO2 para los años 2012, 2013 y 2014, en base a una auditoría de los datos.

# ALCANCE

Los datos validados por esta Superintendencia corresponden a los registros de MP10, MPS, Hierro en MPS, SO2 yNO2 de las estaciones instaladas por Guacolda y CAP.

Las estaciones utilizadas para la evaluación de datos de MP10, Plomo, SO2 yNO2, que cumplen con ser estaciones con EMRP y/o EMRRN para MP10, SO2 yNO2 son: EME-F, EME-M, SM1, SM2, SM3, SM4, SM5, SM6, SM7, SM8 y Huasco II. En el caso del muestreo de MPS y Hierro en MPS, las estaciones: 1, 2, 3, 4, 5 y 6 cuentan con la aprobación de la red del Servicio Agrícola y Ganadero mediante la Resolución Exenta N° 099/1992.

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 2012 y el 31 de diciembre de 2014.

A continuación en la Tabla 1 se muestran los valores límite a nivel horario, diario, mensual y anual, por contaminante y cuerpo normativo:

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

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Norma** | **Descripción** | **Contaminante** | **Límite**  **Concentración Horaria** | **Límite**  **Concentración 24 horas** | **Límite**  **Concentración Mensual** | **Límite**  **Concentración Anual** |
| Primaria | D.S. N° 59/1998, modificado por  D.S. N° 45/2001, del Ministerio Secretaria General de la Presidencia de la Republica. | MP10 | No aplica | 150 μg/m3N | ‐‐‐‐‐ | 50 μg/m3N |
| D.S. N° 114/2002 del Ministerio  Secretaria General de la Presidencia de la  Republica. | NO2 | 400 μg/m3N  (1 Hora) | ‐‐‐‐‐ | ‐‐‐‐‐ | 100 μg/m3N |
| D.S. N° 136/2000 del Ministerio Secretaria General de la Presidencia de la Republica | Pb | No aplica | No aplica | No aplica | 0,5 μg/m3N |
| Secundaria | D.S. N° 22/2009, del Ministerio Secretaria General de la Presidencia de la Republica. | SO2 | 1.000 μg/m3N | 365 μg/m3N | ‐‐‐‐‐ | 80 μg/m3N |
| D.S. N° 4/1992, del Ministerio de Agricultura. | MPS | ‐‐‐‐‐ | ‐‐‐‐‐ | 150 mg/m2 día | 100 mg/m2 día |
| Hierro en MPS | ‐‐‐‐‐ | ‐‐‐‐‐ | 60 mg/m2 día\* | 30 mg/m2 día |

\* A excepción de los meses de septiembre, octubre, noviembre y primera mitad de diciembre en el que será de 30 mg/m2día como concentración media aritmética mensual.

# EVALUACIÓN DE VALIDEZ DE LOS DATOS

Los datos para los años 2012, 2013 y 2014 fueron solicitados a AES-GENER mediante la Resolución Exenta N° 961 de 2014 y la Resolución Exenta N° 410 de 2015, el titular remitió los antecedentes a través de la carta N° 149 de 2014 y de la carta N° 141 de 2015. En el caso del titular CAP, los antecedentes para los años 2012, 2013 y 2014, fueron solicitados mediante la Resolución Exenta N° 1084 de 2015, el titular envío los antecedentes por medio de la carta GG-CA-O-O-160-NAG. La información de calidad del aire remitida por los titulares contenía los datos crudos, datos validados y códigos de invalidación, en promedios horarios para SO2 y NO2, para el material particulado (MP10) medición diaria con una frecuencia cada tres días y para material particulado sedimentable el reporte es mensual. 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, MPS, Hierro en MPS, NO2 y 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.

## 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 (NO2) y representatividad para recursos naturales (SO2).

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 NO2** | **Resolución que otorga EMRRN SO2** | **Aprobación de Red de Monitoreo de MPS** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Guacolda | EME-M | Res. N° 1179, del 22 de diciembre 2002, de la Secretaria Regional Ministerial de Salud Atacama | Res. N° 2100, del 22 de noviembre 2006, de la Secretaria Regional Ministerial de Salud Atacama | No posee | No Aplica |
| EME-F | Res. N° 1179, del 22 de diciembre 2002, de la Secretaria Regional Ministerial de Salud Atacama | Res. N° 2100, del 22 de noviembre 2006, de la Secretaria Regional Ministerial de Salud Atacama | No posee | No Aplica |
| 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. | No Aplica |
| 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. | No Aplica |
| 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. | No Aplica |
| 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. | No Aplica |
| 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. | No Aplica |
| 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. | No Aplica |
| 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. | No Aplica |
| 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. | No Aplica |
| CAP | Huasco II | Res. N° 4812, del 24 de noviembre 2009, de la Secretaria Regional Ministerial de Salud Atacama | No posee | No posee | No Aplica |
| 1 | No posee | No posee | No posee | Resolución Exenta N° 99 del 22 de Julio de 1992, del Servicio Agrícola y Ganadero de la Región de Atacama. |
| 2 | No posee | No posee | No posee | Resolución Exenta N° 99 del 22 de Julio de 1992, del Servicio Agrícola y Ganadero de la Región de Atacama. |
| 3 | No posee | No posee | No posee | Resolución Exenta N° 99 del 22 de Julio de 1992, del Servicio Agrícola y Ganadero de la Región de Atacama. |
| 4 | No posee | No posee | No posee | Resolución Exenta N° 99 del 22 de Julio de 1992, del Servicio Agrícola y Ganadero de la Región de Atacama. |
| 5 | No posee | No posee | No posee | Resolución Exenta N° 99 del 22 de Julio de 1992, del Servicio Agrícola y Ganadero de la Región de Atacama. |
| 6 | No posee | No posee | No posee | Resolución Exenta N° 99 del 22 de Julio de 1992, del Servicio Agrícola y Ganadero de la Región de Atacama. |

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

Tabla 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 |
| SM-1 | 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 |
| 1 | 284.428 E | 6.849.030 N |
| 2 | 285.201 E | 6.848.848 N |
| 3 | 286.486 E | 6.850.326 N |
| 4 | 286.286 E | 6.849.042 N |
| 5 | 286.977 E | 6.850.244 N |
| 6 | 288.290 E | 6.849.377 N |

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

|  |
| --- |
| Ref. Google Earth |

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

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

De acuerdo a los antecedentes entregados por ambos titulares para los años 2012, 2013 y 2014, los instrumentos de medición utilizados para el monitoreo de MP10, SO2 yNO2 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, SO2 yNO2, utilizados en las estaciones de calidad del aire analizadas, durante el año 2014.

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 |
| NO2 | 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 |
| NO2 | Quimioluminiscencia | Advanced Pollution Instr. 200A/200AU | RFNA – 1194 – 099 |
| SM1 | SO2 | Fluorescencia ultravioleta | Environnement S.A /AF21M | EQSA – 0292 – 084 |
| SM2 | SO2 | Fluorescencia ultravioleta | Environnement S.A /AF21M | EQSA – 0292 – 084 |
| SM3 | SO2 | Fluorescencia ultravioleta | Environnement S.A /AF21M | EQSA – 0292 – 084 |
| SM4 | SO2 | Fluorescencia ultravioleta | Dasibi/4108 | EQSA – 1086 – 061 |
| SM5 | SO2 | Fluorescencia ultravioleta | Environnement S.A /AF21M | EQSA – 0292 – 084 |
| SM6 | SO2 | Fluorescencia ultravioleta | Environnement S.A /AF21M | EQSA – 0292 – 084 |
| SM7 | SO2 | Fluorescencia ultravioleta | Environnement S.A /AF21M | EQSA – 0292 – 084 |
| SM8 | SO2 | 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 |
| 1, 2, 3, 4, 5 y 6 | MPS | Metodología establecida en la Resolución Exenta N° 177 del 2008, del Servicio Agrícola y Ganadero de la Región de Atacama. | | |

## Auditoría de datos

Los datos de MP10, Plomo, MPS, Hierro en MPS, SO2 yNO2 para los años 2012, 2013 y 2014, 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 NO2 y 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 evalúo el número de días sin dato o dato invalido. De este análisis se presentó el siguiente porcentaje de datos inválidos (Tabla 5):

Tabla Porcentaje de datos inválidos horarios y diarios por contaminante para los años 2012, 2013 y 2014, de la Red de monitoreo

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Estación** | **2012** | | | **2013** | | | **2014** | | |
| **MP10**  **%**  **Diario** | **SO2**  **% Horario** | **NO2**  **% Horario** | **MP10**  **%**  **Diario** | **SO2**  **%**  **Horario** | **NO2**  **% Horario** | **MP10**  **%**  **Diario** | **SO2**  **% Horario** | **NO2**  **%**  **Horario** |
| EME-M | 0,8 | *No Aplica* | 1,8 | 0 | *No Aplica* | 3,9 | 2 | *No Aplica* | *4,6* |
| EME-F | *0* | *No Aplica* | *1,8* | *0* | *No Aplica* | *1,8* | *2* | *No Aplica* | *2,0* |
| SM-1 | *No Aplica* | 1,1 | *No Aplica* | *No Aplica* | 1,7 | *No Aplica* | *No Aplica* | 4,0 | *No Aplica* |
| SM-2 | *No Aplica* | 1,5 | *No Aplica* | *No Aplica* | 1,9 | *No Aplica* | *No Aplica* | 2,3 | *No Aplica* |
| SM-3 | *No Aplica* | 1,2 | *No Aplica* | *No Aplica* | 1,8 | *No Aplica* | *No Aplica* | 3,3 | *No Aplica* |
| SM-4 | *No Aplica* | 2,1 | *No Aplica* | *No Aplica* | 2,7 | *No Aplica* | *No Aplica* | 4,6 | *No Aplica* |
| SM-5 | *No Aplica* | 1,3 | *No Aplica* | *No Aplica* | 2,0 | *No Aplica* | *No Aplica* | 4,4 | *No Aplica* |
| SM-6 | *No Aplica* | 1,3 | *No Aplica* | *No Aplica* | 1,7 | *No Aplica* | *No Aplica* | 1,8 | *No Aplica* |
| SM-7 | *No Aplica* | 1,3 | *No Aplica* | *No Aplica* | 1,7 | *No Aplica* | *No Aplica* | 1,9 | *No Aplica* |
| SM-8 | *No Aplica* | 1,9 | *No Aplica* | *No Aplica* | 2,2 | *No Aplica* | *No Aplica* | 2,1 | *No Aplica* |
| Huasco II | *0,8* | *No Aplica* | *No Aplica* | *1,6* | *No Aplica* | *No Aplica* | *4,1* | *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 SO2 y NO2, la invalidación de datos horarios se debió principalmente a mantenciones 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 NO2, SO2, de días disponibles para MP10 y meses disponibles para MPS. 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 validos por año y estación para cada contaminante. Se puede observar un porcentaje de datos válidos superior al 75% para los contaminantes de SO2, MP10 y NO2 en todas las estaciones para los años 2012, 2013 y 2014.

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 Resumen de datos disponibles de MP10 y NO2 por estación para los años 2012, 2013 y 2014.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Red** | **Estación** | **Año** | **N° de Datos Disponibles (Días)**  **MP10** | **Porcentaje de datos (%)** | **N° de Datos Disponibles (Horarios)**  **NO2** | **Porcentaje de datos (%)** |
| Guacolda | EME-F | 2012 | 120 | 99,2 | 8617 | 98,1 |
| 2013 | 122 | 100 | 8417 | 96,1 |
| 2014 | 119 | 98,3 | 8358 | 95,4 |
| EME-M | 2012 | 121 | 100 | 8627 | 98,2 |
| 2013 | 122 | 100 | 8601 | 98,2 |
| 2014 | 119 | 98,3 | 8584 | 98,0 |
| Huasco | Huasco II | 2012 | 120 | 99,2 | No Aplica | |
| 2013 | 120 | 98,4 |
| 2014 | 117 | 95,9 |

Tabla Resumen de datos disponibles de SO2 por estación para los años 2012, 2013 y 2014.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Estación** | **Año** | **N° de Datos Disponibles (Horarios)**  **SO2** | **Porcentaje de datos (%)** |
| SM-1 | 2012 | 8691 | 98,9 |
| 2013 | 8607 | 98,3 |
| 2014 | 8407 | 96,0 |
| SM-2 | 2012 | 8651 | 98,5 |
| 2013 | 8594 | 98,1 |
| 2014 | 8556 | 97,7 |
| SM-3 | 2012 | 8680 | 98,8 |
| 2013 | 8605 | 98,2 |
| 2014 | 8472 | 96,7 |
| SM-4 | 2012 | 8596 | 97,9 |
| 2013 | 8526 | 97,3 |
| 2014 | 8358 | 95,4 |
| SM-5 | 2012 | 8669 | 98,7 |
| 2013 | 8589 | 98,0 |
| 2014 | 8378 | 95,6 |
| SM-6 | 2012 | 8672 | 98,7 |
| 2013 | 8610 | 98,3 |
| 2014 | 8605 | 98,2 |
| SM-7 | 2012 | 8672 | 98,7 |
| 2013 | 8612 | 98,3 |
| 2014 | 8591 | 98,1 |
| SM-8 | 2012 | 8618 | 98,1 |
| 2013 | 8564 | 97,8 |
| 2014 | 8574 | 97,9 |

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 SO2, en todas las estaciones con EMRPG.

Tabla Porcentaje de datos validos de MP10 mensuales por estación para los años 2012, 2013 y 2014

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | | MESES (%) | | | | | | | | | | | | |
| **Estaciones Guacolda** | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Estación** | **Año** | | **ENE** | | **FEB** | **MAR** | **ABR** | **MAY** | **JUN** | **JUL** | **AGO** | **SEP** | **OCT** | **NOV** | **DIC** |
| EME-F | 2012 | | 100 | | 100 | 100 | 100 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 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 |
| EME-M | 2012 | | 100 | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2013 | | 100 | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2014 | | 90 | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90 | 100 | 100 | 100 | 90,9 |
| **Estaciones CAP** | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Estación** | **Año** | | **ENE** | | **FEB** | **MAR** | **ABR** | **MAY** | **JUN** | **JUL** | **AGO** | **SEP** | **OCT** | **NOV** | **DIC** |
| Huasco II | 2012 | | 100 | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90 | 100 | 100 |
| 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 |

Tabla 9 Porcentaje de datos validos de SO2 mensuales por estación para los años 2012, 2013 y 2014

|  |  | MESES (%) | | | | | | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Estaciones Guacolda** | | | | | | | | | | | | | |
| **Estación** | **Año** | **ENE** | **FEB** | **MAR** | **ABR** | **MAY** | **JUN** | **JUL** | **AGO** | **SEP** | **OCT** | **NOV** | **DIC** |
| SM-1 | 2012 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 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 |
| SM-2 | 2012 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 93,5 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 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 |
| SM-3 | 2012 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 96,7 | 100 | 100 | 100 |
| 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 |
| SM-4 | 2012 | 93,5 | 96,6 | 100 | 100 | 96,8 | 100 | 100 | 100 | 96,7 | 100 | 100 | 93,5 |
| 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 |
| SM-5 | 2012 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 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 |
| SM-6 | 2012 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 96,7 | 100 | 100 | 100 |
| 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 |
| SM-7 | 2012 | 100 | 100 | 100 | 100 | 96,8 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 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 |
| SM-8 | 2012 | 100 | 93,1 | 100 | 100 | 93,5 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 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 |

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 Porcentaje de datos mensuales de Pb por estación para los años 2013 y 2014

|  |  | MESES (%) | | | | | | | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Estaciones CAP** | | | | | | | | | | | | | | |
| **Estación** | **Año** | **LD** | **ENE** | **FEB** | **MAR** | **ABR** | **MAY** | **JUN** | **JUL** | **AGO** | **SEP** | **OCT** | **NOV** | **DIC** |
| Huasco II | 2013 | <LC | 50 | 0 | 50 | 50 | 100 | 0 | 0 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| >LC | 50 | 100 | 50 | 50 | 0 | 100 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2014 | <LC | 33,3 | 66,7 | 50 | 100 | 25 | 25 | 25 | 0 | 75 | 25 | 100 | 100 |
| >LC | 66,7 | 33,3 | 50 | 0 | 75 | 75 | 75 | 100 | 25 | 75 | 0 | 0 |

LC: Límite de cuantificación de 5 µg totales.

Para efectos de la evaluación anual de la norma NO2, 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.

Tabla Porcentaje de datos validos de NO2 mensuales por estación para los años 2012, 2013 y 2014

|  |  | MESES (%) | | | | | | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Estaciones Guacolda** | | | | | | | | | | | | | |
| **Estación** | **Año** | **ENE** | **FEB** | **MAR** | **ABR** | **MAY** | **JUN** | **JUL** | **AGO** | **SEP** | **OCT** | **NOV** | **DIC** |
| EME-F | 2012 | 96,8 | 100 | 96,8 | 93,3 | 100 | 100 | 100 | 100 | 96,7 | 100 | 100 | 100 |
| 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 |
| EME-M | 2012 | 100 | 96,6 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 93,3 | 100 | 100 | 100 |
| 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 |

Respecto del MPS se cuenta con una disponibilidad mensual de datos del 100%, a excepción de los meses de agosto de 2013 en la estación 5, marzo de 2014 en la estación 6, septiembre de 2014 en las estaciones 1 y 5 y noviembre de 2014 en la estación 1 (Tabla 12). Por lo anterior, solo el año 2014, en la estación 1, no se cuenta con el porcentaje mínimo de datos, para realizar la evaluación de la norma.

Tabla Porcentaje de datos validos de MPS a nivel mensual por estación para los años 2012, 2013 y 2014

|  |  | MESES (%) | | | | | | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Red de CAP** | | | | | | | | | | | | | |
| **Estación** | **Año** | **ENE** | **FEB** | **MAR** | **ABR** | **MAY** | **JUN** | **JUL** | **AGO** | **SEP** | **OCT** | **NOV** | **DIC** |
| 1 | 2012 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2013 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2014 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 | 100 | 0 | 100 |
| 2 | 2012 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 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 |
| 3 | 2012 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 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 |
| 4 | 2012 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 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 |
| 5 | 2012 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2013 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2014 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 | 100 | 100 | 100 |
| 6 | 2012 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2013 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2014 | 100 | 100 | 0 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

# RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUPERACIÓN DE NORMA

## Evaluación de la norma para MP10

### 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 2012 y el día 31 de diciembre de 2014. En la Tabla 13 se presenta un resumen de los valores calculados del percentil 98 de la concentración 24 horas de la norma de MP10, para los años 2012, 2013 y 2014, 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 Republica, 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 monitora clasificada como EMRPMP10, sea mayor o igual a 150 µg/m3N.

Tabla 13 Percentil 98 de las concentraciones de 24 horas de MP10

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Red | Estación | Percentil 98  Año 2012  (μg/m3N) | % de la Norma 24 horas  150 (μg/m3N) | Percentil 98  Año 2013  (μg/m3N) | % de la Norma 24 horas  150 (μg/m3N) | Percentil 98  Año 2014  (μg/m3N) | % de la Norma 24 horas  150 (μg/m3N) |
| Guacolda | EME-F | 117 | 77,8 | 99 | 65,9 | 98 | 65,2 |
| EME-M | 125 | 83,2 | 89 | 59,1 | 74 | 49,2 |
| CAP | Huasco II | 86 | 57,1 | 91 | 60,3 | 119 | 79,2 |

De acuerdo al análisis efectuado y la determinación del percentil 98 con las concentración de 24 horas para los años 2012, 2013 y 2014, se determinó que el valor de la norma de MP10 como concentración de 24 horas, no es superada en ninguna de las estaciones de la Red de monitoreo en los años 2012, 2013 y 2014. Solo en la estación EME-M para el año 2012, se observa un valor de 125 μg/m3N, valor por sobre el 80% de la norma de 24 horas.

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



**Gráfico 1 Norma diaria de MP10 por año y estación**

### Evaluación de la norma anual para MP10

El periodo de evaluación de superación de la norma para MP10, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2012 y el día 31 de diciembre de 2014. En la Tabla 14 se presenta un resumen de los valores obtenidos a través del cálculo del promedio aritmético de las concentraciones de los años 2012, 2013 y 2014, para las estaciones que conforman la Red monitoreo.

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 Republica**,** 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 monitora clasificada como EMRP, sea mayor o igual que 50 µg/m3N.

El promedio trianual expresado en porcentaje muestra que la norma anual de MP10 no es superada en ninguna de las estaciones con EMRP. Sólo se aprecia un porcentaje superior al 80% de la norma anual en las estaciones EME-F y EME-M, con 89,2% y 85%, respectivamente.

Tabla Concentración trianual y porcentaje de la norma

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Red | Estación | Promedio  Anual  2012 (μg/m3N) | Promedio  Anual  2013 (μg/m3N) | Promedio  Anual  2014 (μg/m3N) | Promedio Trianual  (2012-2013-2014)  (μg/m3N) | % de la Norma Anual  50 (μg/m3N) |
| Guacolda | EME-F | 46 | 47 | 40 | 45 | 89,2 |
| EME-M | 47 | 43 | 38 | 43 | 85,0 |
| CAP | Huasco II | 41 | 37 | 40 | 39 | 78,6 |

Complementariamente, en el Gráfico 2, se pueden observar las concentraciones media anual por año y estación para el período comprendido entre el día 1° de enero de 2012 y el día 31 de diciembre de 2014.



**Gráfico 2 Concentración anual de MP10 por año y estación**

## Evaluación de la norma NO2

Los datos del contaminante NO2 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 2012, 2013 y 2014, se utilizó el factor de conversión de 1,88 (25°C y 760 mmHg).

### Evaluación de la norma 1 hora NO2

El periodo de evaluación de superación de la norma 1 hora para NO2, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2012 y el día 31 de diciembre de 2014. En la Tabla 15 se presenta un resumen con los valores del percentil 99 de la norma de 1 hora para NO2, 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 NO2 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 monitora EMRPG, fuere mayor o igual a 400 µg/m3N.

En la Tabla 15, 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 Percentil 99 de las concentraciones de 1 hora de NO2 para el periodo 2012-2014

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Estación | Percentil 99  2012  (μg/m3N) | Percentil 99  2013  (μg/m3N) | Percentil 99  2014  (μg/m3N) | Percentil 99  Promedio Trianual  (2012-2013-2014)  (μg/m3N) | % de la Norma  1 hora  400 (μg/m3N) |
| EME-F | 43 | 54 | 49 | 49 | 12,2 |
| EME-M | 67 | 65 | 54 | 62 | 15,6 |

En el Gráfico 3, se observa el comportamiento el percentil 99 de las concentraciones de 1 hora para NO2 a nivel anual y por estación.



Gráfico Percentil 99 de las concentraciones de 1 hora para NO2

### Evaluación de la norma anual NO2

El periodo de evaluación de superación de la norma anual para NO2, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2012 y el día 31 de diciembre de 2014.

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 NO2 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/m3N).

A continuación en la Tabla 16, se resumen los valores obtenidos del promedio anual de las concentraciones de NO2 para los años 2012, 2013 y 2014, así como el promedio trianual. Los valores obtenidos muestran que la norma anual de NO2 no es superada en ninguna de las estaciones de la Red.

Tabla Promedio anual de NO2 para el periodo 2012-2014

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Estación | Concentración Promedio  2012  (μg/m3N) | Concentración Promedio  2013  (μg/m3N) | Concentración Promedio  2014  (μg/m3N) | Promedio Trianual  (2012-2013-2014)  (μg/m3N) | % de la Norma  anual  100 (μg/m3N) |
| EME-F | 9 | 11 | 10 | 10 | 10,0 |
| EME-M | 8 | 15 | 10 | 11 | 11,2 |

El Gráfico 4, muestra el comportamiento de la media anual de las concentraciones de NO2 por año y estación.



Gráfico Promedio anual de NO2

## Evaluación de la norma plomo (Pb)

### 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 Secretaria General de la Presidencia de la Republica, establece que el límite para plomo será de 0,5 microgramos por metro cúbico normal (µg/m3N) 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 2013 y el día 31 de diciembre de 2014. En la Tabla 17 se presenta un resumen con las concentraciones anuales para plomoen la estación de monitoreo con información disponible.

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 la norma.

Tabla Norma de calidad primaria anual para Plomo

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Estación | Concentración Anual 2013  (μg/m3N) | Concentración Anual 2014  (μg/m3N) | Promedio bianual  (2013-2014)  (μg/m3N) | % de la Norma  Anual  0,5 (μg/m3N) |
| Huasco II | 0,005 | 0,007 | 0,006 | 1,2 |

En el Gráfico 5, se observan las concentraciones de plomo (Pb) obtenidas del análisis de los filtros de MP10, para los años 2013 y 2014.



**Gráfico 5 Concentración anual de Plomo (Pb)**

## Evaluación de la norma secundaria para SO2

Los datos del contaminante SO2 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 2012, 2013 y 2014, se utilizó el factor de conversión de 2,62 (25°C y 760 mmHg).

### 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 2012 y el día 31 de diciembre de 2014. En la Tabla 18 se presenta un resumen con el cálculo del percentil 99,73 de la norma secundaria horaria para SO2 en todas las estaciones de monitoreo analizadas.

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 monitora clasificada como EMRRN, fuere mayor o igual a 1.000 µg/m3N, en este caso en particular. 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 monitora clasificada como EMRRN fuere mayor o igual a 1.000 μg/m3N, en este caso en particular.

El análisis de la información expresado en porcentaje muestra que ninguna de las estaciones supera la norma horaria y los valores se encuentran por debajo del 80% de la norma (Tabla 18).

Tabla Percentil 99,73 de las concentraciones de horarias para el periodo 2012-2014

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Estación | Percentil 99,73  2012  (μg/m3N) | Percentil 99,73  2013  (μg/m3N) | Percentil 99,73  2014  (μg/m3N) | Promedio Trianual Percentil 99,73  (2012-2013-2014)  Norma Horaria (1.000 μg/m3N) | % de la Norma Horaria  (1.000 μg/m3N) |
| SM1 | 232 | 180 | 145 | 186 | 18,6 |
| SM2 | 114 | 136 | 125 | 125 | 12,5 |
| SM3 | 226 | 236 | 119 | 194 | 19,4 |
| SM4 | 229 | 218 | 137 | 195 | 19,5 |
| SM5 | 188 | 210 | 128 | 176 | 17,6 |
| SM6 | 181 | 187 | 115 | 161 | 16,1 |
| SM7 | 173 | 185 | 117 | 158 | 15,8 |
| SM8 | 146 | 174 | 62 | 128 | 12,8 |

El Gráfico 6 muestra los valores obtenidos del cálculo del percentil 99,73 de las concentraciones horarias para los años 2012, 2013 y 2014, de las estaciones de la Red de monitoreo de SO2.



**Gráfico 6 Percentil 99,73 de las concentraciones horarias de SO2**

### 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 2012 y el día 31 de diciembre de 2014. En la Tabla 19 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 analizadas.

Se debe señalar que, de acuerdo a los límites establecido en el D.S. N° 22/2009 de MINSEGPRES, se considerará sobrepasada la norma secundaria de calidad de aire para SO2 como concentración 24 horas, cuando el promedio aritmético de tres años calendarios sucesivos de los valores del percentil 99,7, en cualquier estación clasificada como EMRRN, fuere mayor o igual a 365 µg/m3N.

El análisis de la información, expresado en porcentaje, muestra que el promedio aritmético de tres años calendarios sucesivos, en todas las estaciones con EMRRN, se encuentra por debajo del 80% de la norma y, en consecuencia, la norma de SO2 como concentración de 24 horas no es superada.

Tabla 19 Percentil 99,7 de las concentraciones de 24 horas para el periodo 2012-2014

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Estación | Percentil 99,7  2012  (μg/m3N) | Percentil 99,7  2013  (μg/m3N) | Percentil 99,7  2014  (μg/m3N) | Promedio Percentil 99,7  24 horas  (2012-2013-2014)  (μg/m3N) | % de la Norma  24 horas  365 (μg/m3N) |
| SM1 | 75 | 72 | 45 | 64 | 17,6 |
| SM2 | 39 | 45 | 37 | 40 | 11,0 |
| SM3 | 64 | 65 | 30 | 53 | 14,4 |
| SM4 | 68 | 66 | 40 | 58 | 15,9 |
| SM5 | 89 | 86 | 32 | 69 | 18,9 |
| SM6 | 59 | 60 | 32 | 50 | 13,8 |
| SM7 | 65 | 58 | 33 | 52 | 14,3 |
| SM8 | 59 | 60 | 20 | 47 | 12,8 |

En el Gráfico 7, se observan los valores de la norma diaria respecto de la norma de 24 horas, para el período comprendido entre el día 1° de enero de 2012 y el día 31 de diciembre de 2014.



**Gráfico 7 Percentil 99,7 de las concentraciones de 24 Horas de SO2**

### Evaluación de la norma secundaria anual de SO2

El periodo de evaluación de superación de la norma secundaria de calidad del aire de SO2 como concentración anual, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2012 y el día 31 de diciembre de 2014. En la Tabla 20 se presenta un resumen con los promedios anuales de la norma SO2 en todas las estaciones de la Red de monitoreo.

Se debe señalar que, de acuerdo a los límites establecido en el D.S. N° 22/2009 de MINSEGPRES, se considerará sobrepasada la norma secundaria 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 monitora EMRPG, fuere mayor o igual a 80 µg/m3N.

Tabla Concentración anual para SO2 para el periodo del 2012-2014

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Estación | Concentración  Anual 2012  (μg/m3N) | Concentración  Anual 2013  (μg/m3N) | Concentración  Anual 2014  (μg/m3N) | Promedio Trianual  (2012-2013-2014)(μg/m3N) | % de la Norma Anual  80 (μg/m3N) |
| SM1 | 16 | 9 | 11 | 12 | 15,3 |
| SM2 | 8 | 11 | 8 | 9 | 11,4 |
| SM3 | 14 | 17 | 10 | 14 | 17,3 |
| SM4 | 15 | 18 | 10 | 15 | 18,3 |
| SM5 | 28 | 17 | 9 | 18 | 22,6 |
| SM6 | 19 | 15 | 9 | 14 | 17,8 |
| SM7 | 16 | 19 | 12 | 16 | 19,8 |
| SM8 | 15 | 16 | 8 | 13 | 16,3 |

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 2012 y el día 31 de diciembre de 2014, y los valores se encuentran por debajo del 80% de la norma anual.

El Gráfico 8 muestra la distribución temporal a nivel anual, de las concentraciones medias anuales para SO2.



**Gráfico 8 Concentración Anual para SO2**

## Evaluación de la norma secundaria para MPS

### Evaluación de la norma secundaria a nivel mensual para MPS

El periodo de evaluación de superación de la norma secundaria de calidad del aire de MPScomo concentración mensual, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2012 y el día 31 de diciembre de 2014. En las Tabla 21, Tabla 22 y Tabla 23, se presenta un resumen por año de las concentraciones mensuales de la norma MPS en todas las estaciones de la Red de monitoreo.

Cabe señalar que la norma secundaria de calidad de aire para MPS, D.S. N° 4/1992 del Ministerio de Agricultura,establece como máximo permisible 150 mg/m2día, como concentración media aritmética mensual.

En la Tabla 21, se observa que la mayoría de las estaciones no presentan superaciones de la norma mensual de MPS durante el año 2012, sólo se observa en las estaciones 3 y 5 para el mes de diciembre, y en la estación 6 en el mes de febrero, que las concentraciones superan el 80% de la norma.

Tabla Concentración mensual para MPS para el periodo del 2012

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Estación 1** | | **Estación 2** | | **Estación 3** | | **Estación 4** | | **Estación 5** | | **Estación 6** | |
| **Mes** | **Concentración**  **Mensual 2012**  **(mg/m2día)** | **% de la Norma Mensual**  **150**  **(mg/m2día)** | **Concentración**  **Mensual 2012**  **(mg/m2día)** | **% de la Norma Mensual**  **150**  **(mg/m2día)** | **Concentración**  **Mensual 2012**  **(mg/m2día)** | **% de la Norma Mensual**  **150**  **(mg/m2día)** | **Concentración**  **Mensual 2012**  **(mg/m2día)** | **% de la Norma Mensual**  **150**  **(mg/m2día)** | **Concentración**  **Mensual 2012**  **(mg/m2día)** | **% de la Norma Mensual**  **150**  **(mg/m2día)** | **Concentración**  **Mensual 2012**  **(mg/m2día)** | **% de la Norma Mensual**  **150**  **(mg/m2día)** |
| ENE | 81,0 | 54,0 | 73,7 | 49,1 | 106,3 | 70,9 | 83,0 | 55,3 | 88,8 | 59,2 | 54,5 | 36,3 |
| FEB | 97,2 | 64,8 | 80,6 | 53,7 | 118,2 | 78,8 | 107,7 | 71,8 | 96,5 | 64,3 | 121,0 | 80,7 |
| MAR | 78,3 | 52,2 | 71,1 | 47,4 | 78,8 | 52,5 | 85,3 | 56,9 | 71,2 | 47,5 | 39,9 | 26,6 |
| ABR | 58,8 | 39,2 | 61,3 | 40,9 | 70,2 | 46,8 | 87,3 | 58,2 | 66,8 | 44,5 | 65,6 | 43,7 |
| MAY | 80,6 | 53,7 | 52,3 | 34,9 | 51,7 | 34,5 | 47,7 | 31,8 | 48,2 | 32,1 | 41,9 | 27,9 |
| JUN | 72,9 | 48,6 | 39,7 | 26,5 | 43,4 | 28,9 | 57,9 | 38,6 | 39,4 | 26,3 | 16,9 | 11,3 |
| JUL | 91,6 | 61,1 | 56,3 | 37,5 | 41,8 | 27,9 | 75,5 | 50,3 | 66,6 | 44,4 | 49,4 | 32,9 |
| AGO | 58,6 | 39,1 | 39,5 | 26,3 | 51,6 | 34,4 | 59,2 | 39,5 | 52,6 | 35,1 | 45,4 | 30,3 |
| SEP | 69,1 | 46,1 | 54,1 | 36,1 | 59,9 | 39,9 | 72,6 | 48,4 | 50,2 | 33,5 | 73,0 | 48,7 |
| OCT | 107,4 | 71,6 | 71,8 | 47,9 | 74,0 | 49,3 | 86,7 | 57,8 | 85,4 | 56,9 | 89,0 | 59,3 |
| NOV | 53,1 | 35,4 | 44,7 | 29,8 | 50,3 | 33,5 | 69,8 | 46,5 | 62,0 | 41,3 | 56,5 | 37,7 |
| DIC | 116,0 | 77,3 | 104,7 | 69,8 | 121,6 | 81,1 | 118,1 | 78,7 | 121,9 | 81,3 | 112,2 | 74,8 |

Por su parte, la Tabla 22, muestra que en todas las estaciones monitoreadas durante el año 2013, no se registraron superaciones de la norma mensual de MPS, encontrándose por debajo del 80% del valor límite normativo.

Tabla Concentración mensual para MPS para el periodo del 2013

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Estación 1** | | **Estación 2** | | **Estación 3** | | **Estación 4** | | **Estación 5** | | **Estación 6** | |
| **Mes** | **Concentración**  **Mensual 2013**  **(mg/m2día)** | **% de la Norma Mensual**  **150**  **(mg/m2día)** | **Concentración**  **Mensual 2013**  **(mg/m2día)** | **% de la Norma Mensual**  **150**  **(mg/m2día)** | **Concentración**  **Mensual 2013**  **(mg/m2día)** | **% de la Norma Mensual**  **150**  **(mg/m2día)** | **Concentración**  **Mensual 2013**  **(mg/m2día)** | **% de la Norma Mensual**  **150**  **(mg/m2día)** | **Concentración**  **Mensual 2013**  **(mg/m2día)** | **% de la Norma Mensual**  **150**  **(mg/m2día)** | **Concentración**  **Mensual 2013**  **(mg/m2día)** | **% de la Norma Mensual**  **150**  **(mg/m2día)** |
| ENE | 93,3 | 62,2 | 95,8 | 63,9 | 45,4 | 30,3 | 105,5 | 70,3 | 98,2 | 65,5 | 94,6 | 63,1 |
| FEB | 103,0 | 68,7 | 90,5 | 60,3 | 100,3 | 66,9 | 115,2 | 76,8 | 108,5 | 72,3 | 82,9 | 55,3 |
| MAR | 77,2 | 51,5 | 75,8 | 50,5 | 77,0 | 51,3 | 100,5 | 67,0 | 86,6 | 57,7 | 67,9 | 45,3 |
| ABR | 69,4 | 46,3 | 57,0 | 38,0 | 48,9 | 32,6 | 74,4 | 49,6 | 55,0 | 36,7 | 50,5 | 33,7 |
| MAY | 78,5 | 52,3 | 60,2 | 40,1 | 44,3 | 29,5 | 64,6 | 43,1 | 53,2 | 35,5 | 44,5 | 29,7 |
| JUN | 75,6 | 50,4 | 62,5 | 41,7 | 46,8 | 31,2 | 66,1 | 44,1 | 46,8 | 31,2 | 44,4 | 29,6 |
| JUL | 60,1 | 40,1 | 47,5 | 31,7 | 52,2 | 34,8 | 74,0 | 49,3 | 43,3 | 28,9 | 48,2 | 32,1 |
| AGO | 71,0 | 47,3 | 79,1 | 52,7 | 69,1 | 46,1 | 92,9 | 61,9 | Sin Dato | Sin Dato | 32,4 | 21,6 |
| SEP | 79,6 | 53,1 | 68,8 | 45,9 | 72,0 | 48,0 | 87,6 | 58,4 | 73,5 | 49,0 | 91,9 | 61,3 |
| OCT | 70,8 | 47,2 | 102,7 | 68,5 | 88,0 | 58,7 | 102,3 | 68,2 | 97,8 | 65,2 | 94,8 | 63,2 |
| NOV | 85,4 | 56,9 | 72,4 | 48,3 | 83,7 | 55,8 | 47,2 | 31,5 | 87,7 | 58,5 | 92,1 | 61,4 |
| DIC | 63,0 | 42,0 | 53,9 | 35,9 | 65,9 | 43,9 | 75,0 | 50,0 | 72,6 | 48,4 | 92,8 | 61,8 |

Finalmente, en la Tabla 23, se observa que en la mayoría de las estaciones la norma mensual de MPS durante el año 2014 no es superada, a excepción de las estaciones 2, 3, 5 y 6 que presentan superación de la norma en el mes de noviembre, situación que se reitera en la estación 2 durante el mes de marzo. Además, se observa una concentración por sobre el 80% de la norma en el mes de noviembre en la estación 4.

Tabla Concentración mensual para MPS para el periodo del 2014

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Estación 1** | | **Estación 2** | | **Estación 3** | | **Estación 4** | | **Estación 5** | | **Estación 6** | |
| **Mes** | **Concentración**  **Mensual 2014**  **(mg/m2día)** | **% de la Norma Mensual**  **150**  **(mg/m2día)** | **Concentración**  **Mensual 2014**  **(mg/m2día)** | **% de la Norma Mensual**  **150**  **(mg/m2día)** | **Concentración**  **Mensual 2014**  **(mg/m2día)** | **% de la Norma Mensual**  **150**  **(mg/m2día)** | **Concentración**  **Mensual 2014**  **(mg/m2día)** | **% de la Norma Mensual**  **150**  **(mg/m2día)** | **Concentración**  **Mensual 2014**  **(mg/m2día)** | **% de la Norma Mensual**  **150**  **(mg/m2día)** | **Concentración**  **Mensual 2014**  **(mg/m2día)** | **% de la**  **Norma Mensual**  **150**  **(mg/m2día)** |
| ENE | 77,3 | 51,5 | 119,3 | 79,5 | 93,1 | 62,1 | 87,9 | 58,6 | 112,7 | 75,1 | 76,5 | 51,0 |
| FEB | 81,0 | 54,0 | 93,0 | 62,0 | 88,2 | 58,8 | 77,5 | 51,7 | 102,1 | 68,1 | 80,8 | 53,9 |
| MAR | 53,9 | 35,9 | 154,1 | 102,7 | 68,8 | 45,9 | 78,2 | 52,1 | 75,1 | 50,1 | Sin Dato | Sin Dato |
| ABR | 48,3 | 32,2 | 91,5 | 61,0 | 53,8 | 35,9 | 50,8 | 33,9 | 62,4 | 41,6 | 49,0 | 32,7 |
| MAY | 41,7 | 27,8 | 96,5 | 64,3 | 41,2 | 27,5 | 45,2 | 30,1 | 54,9 | 36,6 | 33,9 | 22,6 |
| JUN | 51,2 | 34,1 | 64,7 | 43,1 | 41,8 | 27,9 | 49,1 | 32,7 | 38,0 | 25,3 | 36,0 | 24,0 |
| JUL | 41,2 | 27,5 | 31,3 | 20,9 | 32,3 | 21,5 | 38,7 | 25,8 | 32,8 | 21,9 | 26,5 | 17,7 |
| AGO | 51,6 | 34,4 | 43,8 | 29,2 | 44,5 | 29,7 | 53,7 | 35,8 | 45,6 | 30,4 | 42,9 | 28,6 |
| SEP | Sin Dato | Sin Dato | 59,1 | 39,4 | 60,8 | 40,5 | 59,0 | 39,3 | s/d | 0,0 | 59,0 | 39,3 |
| OCT | 52,1 | 34,7 | 66,3 | 44,2 | 63,2 | 42,1 | 66,4 | 44,3 | 84,0 | 56,0 | 71,8 | 47,9 |
| NOV | Sin Dato | Sin Dato | 151,3 | 100,9 | 152,1 | 101,4 | 132,6 | 88,4 | 175,9 | 117,3 | 169,3 | 112,9 |
| DIC | 61,6 | 41,1 | 89,5 | 59,7 | 93,5 | 62,3 | 71,5 | 47,7 | 84,0 | 56,0 | 78,4 | 52,3 |

A continuación en los Gráfico 9, Gráfico 10 y Gráfico 11, se observa la distribución a nivel mensual de las concentraciones de MPS en la estaciones de la Red de monitoreo.



**Gráfico 9 Concentración mensual de MPS para el año 2012**



**Gráfico 10 Concentración mensual de MPS para el año 2013**



**Gráfico 11 Concentración mensual de MPS para el año 2014**

### Evaluación de la norma secundaria a nivel anual para MPS

El periodo de evaluación de superación de la norma secundaria de calidad del aire de MPScomo concentración anual, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2012 y el día 31 de diciembre de 2014. En la Tabla 24 se presenta un resumen con las concentraciones anuales de la norma MPS en todas las estaciones de la Red de CAP.

La norma secundaria de calidad de aire para MPS, D.S. N°4/1992 del Ministerio de Agricultura,establece como máximo permisible 100 mg/m2día, como concentración media aritmética anual. De la Tabla 24, se observa que la norma anual por MPS no es supera en ninguna de las estaciones, solo se aprecia en la estación 2 una concentración por sobre el 80% de la norma anual el 2014 y en la estación 4 durante el 2013.

Tabla Concentración anual para Hierro en MPS para el periodo del 2012-2014

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Estación** | **Concentración**  **Anual 2012**  **(mg/m2día)** | **% de la Norma Anual**  **100 (mg/m2día)** | **Concentración**  **Anual 2013**  **(mg/m2día)** | **% de la Norma Anual**  **100 (mg/m2día)** | **Concentración**  **Anual 2014**  **(mg/m2día)** | **% de la Norma Anual**  **100 (mg/m2día)** |
| 1 | 80,4 | 80,4 | 77,2 | 77,2 | \* | \* |
| 2 | 62,5 | 62,5 | 72,2 | 72,2 | 88,4 | 88,4 |
| 3 | 72,3 | 72,3 | 66,1 | 66,1 | 69,4 | 69,4 |
| 4 | 79,2 | 79,2 | 83,8 | 83,8 | 67,6 | 67,6 |
| 5 | 70,8 | 70,8 | 74,8 | 74,8 | 78,9 | 78,9 |
| 6 | 63,8 | 63,8 | 69,7 | 69,7 | 65,8 | 65,8 |

\*El número de meses es menor a lo requerido por la norma para calcular la concentración anual.

El Gráfico 12, muestra las concentraciones medias aritméticas de MPS para los años 2012, 2013 y 2014.



**Gráfico 12 Concentración anual de MPS para los años 2012, 2013 y 2014**

### Evaluación de la norma secundaria a nivel mensual para Hierro en MPS

El periodo de evaluación de superación de la norma secundaria de calidad del aire de Hierro en MPScomo concentración mensual, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2012 y el día 31 de diciembre de 2014.

La norma secundaria de calidad de aire para Hierro en MPS, D.S. N°4/1992 del Ministerio de Agricultura,establece como máximo permisible 60 mg/m2día de Hierro, como concentración media aritmética mensual, con excepción de los meses de septiembre, octubre, noviembre y primera mitad de diciembre en el que será de 30 mg/m2día como concentración media aritmética mensual.

En la Tabla 25 y Tabla 26, se calcularon las concentraciones mensuales de Hierro en MPS, lo que determinó que la norma mensual no es superada en los años 2012 y 2013, y los valores se encuentran por debajo del 80% de la norma.

Para el año 2014, en la gran mayoría de las estaciones no se supera la norma mensual de MPS (Tabla 27), sólo en la estación 5 en el mes de noviembre es superada la norma mensual de 30 mg/m2día. Además, se constató que en las estaciones 3, 4 y 6 para el mes de noviembre, la norma mensual supera el 80%, con 88,5%, 80,3% y 87,3%, respectivamente.

Tabla Concentración mensual para Hierro en MPS para el periodo del 2012

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Estación 1** | | **Estación 2** | | **Estación 3** | | **Estación 4** | | **Estación 5** | | **Estación 6** | |
| **Mes** | **Concentración**  **Mensual 2012**  **(mg/m2día)** | **% de la Norma Mensual**  **60**  **(mg/m2día)** | **Concentración**  **Mensual 2012**  **(mg/m2día)** | **% de la Norma Mensual**  **60**  **(mg/m2día)** | **Concentración**  **Mensual 2012**  **(mg/m2día)** | **% de la Norma Mensual**  **60**  **(mg/m2día)** | **Concentración**  **Mensual 2012**  **(mg/m2día)** | **% de la Norma Mensual**  **60**  **(mg/m2día)** | **Concentración**  **Mensual 2012**  **(mg/m2día)** | **% de la Norma Mensual**  **60**  **(mg/m2día)** | **Concentración**  **Mensual 2012**  **(mg/m2día)** | **% de la Norma Mensual**  **60**  **(mg/m2día)** |
| ENE | 9,5 | 15,9 | 10,4 | 17,4 | 17,0 | 28,4 | 12,1 | 20,1 | 12,9 | 21,5 | 7,1 | 11,9 |
| FEB | 26,0 | 43,3 | 18,2 | 30,3 | 24,9 | 41,4 | 23,0 | 38,4 | 28,3 | 47,2 | 14,6 | 24,4 |
| MAR | 17,7 | 29,5 | 9,0 | 15,0 | 18,4 | 30,7 | 18,7 | 31,2 | 14,6 | 24,3 | 7,0 | 11,7 |
| ABR | 13,7 | 22,8 | 13,5 | 22,5 | 17,4 | 29,0 | 19,0 | 31,7 | 15,1 | 25,2 | 14,1 | 23,5 |
| MAY | 13,9 | 23,2 | 8,7 | 14,5 | 7,6 | 12,6 | 4,5 | 7,5 | 8,2 | 13,7 | 6,6 | 10,9 |
| JUN | 8,0 | 13,3 | 6,7 | 11,2 | 8,5 | 14,1 | 10,8 | 18,1 | 8,3 | 13,8 | 3,1 | 5,2 |
| JUL | 12,2 | 20,3 | 10,4 | 17,3 | 8,0 | 13,4 | 10,9 | 18,2 | 10,0 | 16,7 | 7,8 | 13,0 |
| AGO | 8,3 | 13,8 | 4,6 | 7,6 | 5,3 | 8,8 | 8,7 | 14,5 | 8,0 | 13,3 | 6,8 | 11,3 |
| SEP | 11,0 | 36,7 | 11,7 | 38,8 | 10,0 | 33,3 | 13,3 | 44,4 | 13,2 | 43,9 | 10,7 | 35,5 |
| OCT | 18,0 | 60,0 | 13,1 | 43,6 | 13,1 | 43,5 | 13,3 | 44,4 | 13,6 | 45,4 | 15,4 | 51,4 |
| NOV | 6,9 | 23,1 | 3,9 | 12,8 | 6,9 | 22,9 | 5,9 | 19,6 | 6,6 | 22,1 | 6,9 | 23,1 |
| DIC | 16,9 | 56,3 | 15,7 | 52,2 | 23,2 | 77,3 | 20,9 | 69,6 | 23,1 | 77,0 | 21,1 | 70,4 |

\*A excepción de los meses de septiembre, octubre, noviembre y primera mitad de diciembre en el que será de 30 mg/m2día.

Tabla Concentración mensual para Hierro en MPS para el periodo del 2013

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Estación 1** | | **Estación 2** | | **Estación 3** | | **Estación 4** | | **Estación 5** | | **Estación 6** | |
| **Mes** | **Concentración**  **Mensual 2013**  **(mg/m2día)** | **% de la Norma Mensual**  **60**  **(mg/m2día)** | **Concentración**  **Mensual 2013**  **(mg/m2día)** | **% de la Norma Mensual**  **60**  **(mg/m2día)** | **Concentración**  **Mensual 2013**  **(mg/m2día)** | **% de la Norma Mensual**  **60**  **(mg/m2día)** | **Concentración**  **Mensual 2013**  **(mg/m2día)** | **% de la Norma Mensual**  **60**  **(mg/m2día)** | **Concentración**  **Mensual 2013**  **(mg/m2día)** | **% de la Norma Mensual**  **60**  **(mg/m2día)** | **Concentración**  **Mensual 2013**  **(mg/m2día)** | **% de la Norma Mensual**  **60**  **(mg/m2día)** |
| ENE | 12,9 | 21,6 | 11,2 | 18,6 | 8,2 | 13,7 | 25,1 | 41,9 | 18,3 | 30,5 | 18,8 | 31,4 |
| FEB | 13,3 | 22,2 | 12,3 | 20,6 | 12,2 | 20,4 | 16,8 | 28,1 | 12,5 | 20,9 | 11,6 | 19,3 |
| MAR | 11,9 | 19,9 | 9,5 | 15,8 | 11,2 | 18,6 | 14,6 | 24,4 | 11,3 | 18,8 | 14,4 | 23,9 |
| ABR | 14,0 | 23,3 | 10,6 | 17,7 | 8,1 | 13,6 | 11,4 | 19,1 | 9,4 | 15,7 | 9,5 | 15,8 |
| MAY | 7,7 | 12,8 | 7,9 | 13,1 | 6,4 | 10,6 | 8,7 | 14,5 | 5,9 | 9,9 | 5,9 | 9,8 |
| JUN | 13,8 | 22,9 | 11,9 | 19,8 | 9,2 | 15,4 | 14,3 | 23,8 | 9,0 | 14,9 | 9,9 | 16,4 |
| JUL | 8,7 | 14,5 | 6,3 | 10,5 | 5,9 | 9,9 | 8,3 | 13,9 | 5,9 | 9,8 | 7,7 | 12,8 |
| AGO | 8,7 | 14,4 | 9,9 | 16,4 | 15,2 | 25,4 | 23,2 | 38,7 |  |  | 2,9 | 4,8 |
| SEP | 12,8 | 42,5 | 13,8 | 46,1 | 16,3 | 54,2 | 14,7 | 48,9 | 10,4 | 34,7 | 11,7 | 39,0 |
| OCT | 13,5 | 44,9 | 15,6 | 52,0 | 23,4 | 78,1 | 20,0 | 66,6 | 23,8 | 79,4 | 18,5 | 61,7 |
| NOV | 15,8 | 52,7 | 11,8 | 39,2 | 15,1 | 50,2 | 2,3 | 7,5 | 8,4 | 27,9 | 13,7 | 45,7 |
| DIC | 8,2 | 27,2 | 6,3 | 20,8 | 10,9 | 36,3 | 10,1 | 33,5 | 11,7 | 39,1 | 10,3 | 34,2 |

\*A excepción de los meses de septiembre, octubre y primera mitad de diciembre en el que será de 30 mg/m2día

Tabla Concentración mensual para Hierro en MPS para el periodo del 2014

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Estación 1** | | **Estación 2** | | **Estación 3** | | **Estación 4** | | **Estación 5** | | **Estación 6** | |
| **Mes** | **Concentración**  **Mensual 2014**  **(mg/m2día)** | **% de la Norma Mensual**  **60**  **(mg/m2día)** | **Concentración**  **Mensual 2014**  **(mg/m2día)** | **% de la Norma Mensual**  **60**  **(mg/m2día)** | **Concentración**  **Mensual 2014**  **(mg/m2día)** | **% de la Norma Mensual**  **60**  **(mg/m2día)** | **Concentración**  **Mensual 2014**  **(mg/m2día)** | **% de la Norma Mensual**  **60**  **(mg/m2día)** | **Concentración**  **Mensual 2014**  **(mg/m2día)** | **% de la Norma Mensual**  **60**  **(mg/m2día)** | **Concentración**  **Mensual 2014**  **(mg/m2día)** | **% de la Norma Mensual**  **60**  **(mg/m2día)** |
| ENE | 16,3 | 27,2 | 15,9 | 26,6 | 20,1 | 33,6 | 17,5 | 29,1 | 21,3 | 35,5 | 16,0 | 26,6 |
| FEB | 10,4 | 17,4 | 7,4 | 12,4 | 12,7 | 21,2 | 10,1 | 16,8 | 16,0 | 26,7 | 10,1 | 16,8 |
| MAR | 8,6 | 14,4 | 13,9 | 23,1 | 14,5 | 24,2 | 15,7 | 26,2 | 13,1 | 21,8 |  |  |
| ABR | 9,4 | 15,7 | 10,1 | 16,9 | 10,0 | 16,7 | 7,8 | 13,0 | 11,9 | 19,9 | 8,9 | 14,9 |
| MAY | 7,8 | 13,0 | 7,0 | 11,7 | 7,4 | 12,3 | 9,6 | 15,9 | 6,7 | 11,1 | 5,3 | 8,8 |
| JUN | 9,3 | 15,5 | 7,9 | 13,2 | 5,9 | 9,8 | 5,7 | 9,5 | 5,7 | 9,5 | 5,1 | 8,6 |
| JUL | 4,8 | 8,0 | 2,8 | 4,7 | 3,2 | 5,4 | 4,8 | 7,9 | 3,7 | 6,2 | 3,4 | 5,6 |
| AGO | 8,1 | 13,5 | 8,0 | 13,3 | 7,9 | 13,2 | 10,2 | 17,1 | 9,1 | 15,2 | 8,8 | 14,7 |
| SEP |  |  | 5,6 | 18,7 | 10,1 | 33,7 | 6,1 | 20,4 |  |  | 10,8 | 35,9 |
| OCT | 8,4 | 28,0 | 9,8 | 32,6 | 14,4 | 47,9 | 14,5 | 48,4 | 16,6 | 55,4 | 13,5 | 45,1 |
| NOV |  |  | 7,5 | 25,1 | 26,6 | 88,5 | 24,1 | 80,3 | 33,3 | 111,0 | 26,2 | 87,3 |
| DIC | 7,1 | 23,6 | 8,8 | 29,3 | 13,1 | 43,5 | 9,7 | 32,2 | 12,7 | 42,3 | 8,7 | 29,1 |

\*A excepción de los meses de septiembre, octubre y primera mitad de diciembre en el que será de 30 mg/m2día

### Evaluación de la norma secundaria a nivel anual para Hierro en MPS

El periodo de evaluación de superación de la norma secundaria de calidad del aire de Hierro en MPScomo concentración anual, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2012 y el día 31 de diciembre de 2014.

La norma secundaria de calidad de aire para Hierro en MPS, D.S. N°4/1992 del Ministerio de Agricultura,establece como máximo permisible 30 mg/m2día de Hierro, como concentración media aritmética anual.

De la Tabla 28, se observan las concentraciones de la media aritmética anual de la norma de Hierro, la cual no es superada en ninguna de las estaciones en los años 2012, 2013 y 2014. Los valores calculados se encuentran por debajo del 80% de la norma.

Tabla Concentración anual para Hierro en MPS para el periodo del 2012-2014

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Estación | Concentración  Anual 2012  30 (mg/m2día) | % de la Norma Anual  30 (mg/m2día) | Concentración  Anual 2013  (mg/m2día) | % de la Norma Anual  30 (mg/m2día) | Concentración  Anual 2014  (mg/m2día) | % de la Norma Anual  30 (mg/m2día) |
| 1 | 13,5 | 45,0 | 11,8 | 39,2 | \* | \* |
| 2 | 10,5 | 34,9 | 10,6 | 35,3 | 8,7 | 29,1 |
| 3 | 13,3 | 44,5 | 11,8 | 39,5 | 12,2 | 40,5 |
| 4 | 13,4 | 44,7 | 14,1 | 47,1 | 11,3 | 37,7 |
| 5 | 13,5 | 45,0 | 11,5 | 38,4 | 13,7 | 45,5 |
| 6 | 10,1 | 33,7 | 11,2 | 37,4 | 10,6 | 35,4 |

\*En la estación 1 para el año 2014 no es posible determinar la concentración anual, por insuficiencia de datos.

Complementariamente, en el Gráfico 13 se observan las medias aritméticas de Hierro a nivel anual.



**Gráfico 13 Concentración anual de MPS para los años 2012, 2013 y 2014**

# 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 2012 y el 31 de diciembre de 2014, considerándose válida la información generada de las mediciones de MP10, NO2 y SO2, de las 10 estaciones de implementadas por Guacolda; EME-F, EME-M, SM1, SM2, SM3, SM4, SM5, SM6, SM7 y SM8; y las 7 estaciones pertenecientes a CAP; Huasco II, 1, 2, 3, 4, 5 y 6. Para verificar el cumplimiento de las normas se tomó en cuenta la representatividad poblacional para material particulado (MP10), la representatividad poblacional para gases (NO2) 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 los años 2012,2013 y 2014.

En la comparación 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 2012, 2013 y 2014, constatándose que la norma no es superada en las estaciones con EMRP. Sólo en la estación EME-M para el año 2012, se observa un valor de 125 μg/m3N, valor por sobre el 80% de la norma de 24 horas.

Respecto del cumplimiento de la norma anual de MP10 que establece como límite una concentración de 50 μg/m3N, se concluye que la norma anual de MP10 no es superada en las estaciones analizadas. El promedio trianual expresado en porcentaje en las estaciones EME-F, EME-M y Huasco II, permite evidenciar un porcentaje superior al 80% de la norma anual en las estaciones EME-F y EME-M, con 89,2% y 85%, respectivamente.

La determinación de la norma de 1 hora por NO2, mediante el promedio del percentil 99, concluyó que la norma no es superada en ninguna de las estaciones de monitoreo y los valores se encuentran por debajo del 80% de la norma. Para el caso de la norma NO2 a nivel anual, los valores obtenidos del promedio trianual de las concentraciones de NO2 para los años 2012, 2013 y 2014, determinaron que la norma anual no es superada en ninguna de las estaciones de la Red y los valores se encuentran por debajo del 80% de la norma.

En el análisis de la norma anual de plomo, se verificó que en la estación de Huasco II, única con información disponible, no supera la norma anual de plomo y los valores se encuentran cercanos del 1% respecto de la norma.

La evaluación del cumplimiento de la norma secundaria de SO2 como concentración horaria (1.000 µg/m3N), expresado como concentración y porcentaje, muestra que la norma horaria no es superada y los valores se encuentran por debajo del 80% de la norma.

La evaluación de la norma secundaria de 24 horas de SO2 (365 µg/m3N), muestra que el promedio aritmético de tres años calendarios sucesivos, en las estaciones analizadas determinó que la norma no es superada, y los valores calculados se encuentran por debajo del 80% de la norma.

La evaluación de la norma anual secundaria de SO2 (80 µg/m3N), determinó que la norma no es superada en las estaciones de la Red de monitoreo. Los valores obtenidos en todas las estaciones se encuentran por debajo del 80% de la norma anual.

La evaluación de la norma mensual de MPS, determinó que en la mayoría de las estaciones a través del año 2012 y 2013, no presentan superaciones a la norma, sólo se advierte que las concentraciones superan el 80% del límite normativo en el año 2012 en las estaciones 3 y 5 para el mes de diciembre, y en la estación 6 en el mes de febrero. Durante el año 2014, se determinó que en la mayoría de las estaciones la norma mensual de MPS no es superada, a excepción de las estaciones 3, 5 y 6 que presentan superación de la norma en el mes de noviembre y la estación 2 que presenta superaciones en marzo y noviembre. Además, se observa una concentración mensual por sobre el 80% de la norma en la estación 4 para el mes de noviembre.

La evaluación de la norma mensual de Hierro en MPS, determinó que esta no es superada en los años 2012 y 2013, y los valores se encuentran por debajo del 80% de la norma. Para el año 2014, la gran mayoría de las estaciones no supera la norma mensual de MPS, sólo en la estación 5, en el mes de noviembre, es superada la norma mensual de 30 mg/m2día. Además, se constata que en las estaciones 3, 4 y 6, en el mes de noviembre, se supera el 80% la norma mensual, con 88,5%, 80,3% y 87,3%, respectivamente.

El cálculo y análisis de la norma anual de Hierro en MPS, a través de la media aritmética anual, determinó que la norma anual no es superada en ninguna de las estaciones en los años 2012, 2013 y 2014. Los valores calculados se encuentran por debajo del 80% de la norma anual de Hierro en MPS.

# ANEXOS

|  |  |
| --- | --- |
| **N° Anexo** | **Nombre Anexo** |
| 1 | Resolución Requiere Antecedentes a los Titulares Guacolda S.A. y CAP. |
| 2 | Antecedentes Remitidos por los Titulares Guacolda S.A. y CAP. |
| 3 | Resoluciones EMRP, EMRPG y EMRRN |
| 4 | Datos de calidad del aire para el año 2012-2013-2014. |