

INFORME TÉCNICO

cumplimiento de NORMAs DE CALIDAD DEL AIRE POR

mp2,5, MP10, Plomo y SO2

REDes de calidad del aire CONCÓN, PUCHUNCAVÍ Y QUINTERO

REGIÓN de VALPARAÍSO

**División de Fiscalización**

**DFZ-2017-3678-V-NC-EI**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Nombre** | **Cargo** | **Firma** |
| Aprobado | Juan Pablo Rodríguez F. | Jefe de Sección Técnica División de Fiscalización |  |
| Elaborado | Isabel Leiva Campos | Profesional División de Fiscalización |  |

**TABLA DE CONTENIDOS**

|  |  |
| --- | --- |
| ***Tema*** | ***Página*** |

[1. RESUMEN EJECUTIVO 3](#_Toc490040052)

[2. INTRODUCCIÓN 7](#_Toc490040053)

[3. OBJETIVOS 8](#_Toc490040054)

[4. ALCANCE 8](#_Toc490040055)

[5. EVALUACIÓN DE VALIDEZ DE LOS DATOS 9](#_Toc490040056)

[5.1. Estaciones declaradas como EMRP-MP2,5, EMRP-MP10, EMRPG y EMRRN 10](#_Toc490040057)

[5.2. Descripción de equipos de medición Red de Ventanas y Red de ENAP Refinerías 13](#_Toc490040058)

[5.3. Auditoría de datos 15](#_Toc490040059)

[6. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUPERACIÓN DE NORMA 23](#_Toc490040060)

[6.1. Evaluación de la norma para MP2,5 23](#_Toc490040061)

[6.1.1. Evaluación de la norma 24 horas MP2,5 23](#_Toc490040062)

[6.1.2. Evaluación de la norma anual para MP2,5 24](#_Toc490040063)

[6.2. Evaluación de la norma para MP10 26](#_Toc490040064)

[6.2.1. Evaluación de la norma 24 horas para MP10 26](#_Toc490040065)

[6.2.2. Evaluación de la norma anual para MP10 27](#_Toc490040066)

[6.3. Evaluación de la norma primaria SO2 28](#_Toc490040067)

[6.3.1. Evaluación de la norma primaria 24 horas SO2 29](#_Toc490040068)

[6.3.2. Evaluación de la norma primaria anual de SO2 30](#_Toc490040069)

[6.4. Evaluación de la norma secundaria para SO2 31](#_Toc490040070)

[6.4.1. Evaluación de la norma secundaria a nivel horario para SO2 31](#_Toc490040071)

[6.4.2. Evaluación de la norma secundaria 24 horas SO2 33](#_Toc490040072)

[6.4.3. Evaluación de la norma secundaria anual de SO2 36](#_Toc490040073)

[6.5. Evaluación de la norma primaria de Plomo (Pb) 38](#_Toc490040074)

[6.5.1. Evaluación de la norma anual para Plomo (Pb) 38](#_Toc490040075)

[7. CONCLUSIONES 40](#_Toc490040076)

[8. ANEXOS 43](#_Toc490040077)

# 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 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), 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); MP2,5, contenida en el D.S. N° 12/2011 del [Ministerio del Medio Ambiente](https://www.google.cl/search?espv=2&biw=1366&bih=628&q=MINSEGPRES&spell=1&sa=X&ei=eDfNU9e6FK7isASvtoKACA&ved=0CBgQvwUoAA); norma primaria para SO2, contenida en el D.S. N° 113/2002 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); y 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). 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; MP2,5, MP10, SO2  y Pb; donde se consideró para los años 2014 y 2015, el análisis de las normas efectuado en los informes DFZ-2015-14-V-NC-EI y DFZ-2016-1077-V-NC-EI. Para el año 2016 se realizó una auditoria y validación de los datos proporcionados por los titulares; AESGener - CODELCO División Ventanas y ENAP Refinerías, de las estaciones de la Red de Ventanas y la Red de ENAP Refinerías; declaradas como estaciones de monitoreo con representatividad poblacional para MP2,5 y MP10 (EMRPMP10 y EMRPMP2,5), representatividad poblacional para gases (EMRPG) y representatividad para recursos naturales (EMRRN). Las 9 estaciones declaradas como EMRPMP, EMRPG y EMRRN, corresponden a: Quintero, La Greda, Puchuncaví, Maitenes, Valle Alegre, Concón, Colmo, Junta de Vecinos y Las Gaviotas.

El análisis de datos de MP2,5, MP10, SO2  y Pb se realizó con las mediciones del periodo comprendido entre el 1° de enero y 31 de diciembre de 2016, 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 y MP2,5, se utilizó como criterio lo dispuesto en el decreto antes mencionado, que establece el cálculo diario sobre la base de 18 horas continuas de medición. En el caso del SO2 se utilizó como criterio, para el cálculo del promedio anual las concentraciones mensuales y para el promedio de 24 horas los promedios horarios, de acuerdo a los criterios establecidos en la norma de SO2. Para el contaminante primario Plomo se utilizó como criterio lo descrito en la norma, que establece al menos un 70% de los filtros programados para el mes.

**Norma de calidad del aire para MP2,5**

La evaluación del cumplimiento de la norma de calidad del aire para MP2,5, que establece la superación de la norma de 24 horas con una concentración mayor a 50 μg/m3, determinó que el percentil 98 de los promedios de las concentraciones diarias de MP2,5 no fue superado. Para el año 2014 sólo se observa, en la estación Quintero, un porcentaje sobre el 80% de límite, correspondiendo a un 94% de la norma. El resto de las estaciones para el periodo reportado presentan un valor del percentil 98 por debajo del 80% de la norma de 24 horas. La evaluación para el año 2015 y 2016 determinó mediante el cálculo del percentil 98 que la estación Concón presenta valores de 44 μg/m3 y 40 μg/m3, respectivamente, los que corresponden al 88 % y 80 % de la norma de norma diaria de MP2,5.

Del análisis de la norma anual de MP2,5, con la información disponible para los años 2014, 2015 y 2016, se concluye que esta no fue superada en ninguna de las estaciones de la Red, sin embargo se observó un porcentaje superior al 80% de la norma, en estación Concón con un valor promedio de 19 μg/m3 y en la estación Quintero con un valor de 17 μg/m3 con porcentajes de 97% y 83%, respectivamente.

**Norma de calidad del aire para MP10**

La evaluación de la norma de 24 horas de MP10, que fija como límite un valor de 150 μg/m3N, mediante el cálculo del percentil 98 de las concentraciones de 24 horas para los años 2014, 2015 y 2016, determinó que el valor de la norma de MP10 como concentración de 24 horas, no fue superada en ninguna de las estaciones en los años mencionados anteriormente y los valores del percentil 98 se encuentran por debajo del 80% de la norma.

Respecto de la norma anual de MP10 que establece como límite una concentración de 50 μg/m3N, se determinó que el promedio trianual (2014-2015-2016) de las estaciones de la Red no superó la norma anual de MP10. Al evaluar el 80% de la norma anual, se aprecia que la estación Concón alcanzó un 83% de la norma, con un valor de 42 μg/m3N. El resto de las estaciones se encontró por debajo del 80% de la norma anual.

**Norma primaria de calidad del aire para SO2**

La evaluación de la norma primaria de SO2 en las estaciones de la Red, para el período comprendido entre el día 1° de enero de 2014 y el día 31 de diciembre de 2016, concluyó lo siguiente:

Para la norma primaria de SO2 como concentración 24 horas, cuyo límite es de 96 ppbv (250 μg/m3N), mediante el cálculo del promedio trianual del percentil 99 se determinó que ésta no fue superada en ninguna de las estaciones para el período en análisis y los valores se encuentran por debajo del 80% de la norma.

Respecto de la norma anual de SO2 que establece un límite de 31 ppbv (80 μg/m3N), se determinó, al calcular el promedio trianual, que la norma anual no fue superada en ninguna de las estaciones y los valores se encuentran por debajo del 80% de la norma.

**Norma secundaria de calidad del aire para SO2**

La evaluación del cumplimiento de la norma secundaria de SO2, de las estaciones de la Red, para el periodo comprendido entre el día 1° de enero de 2014 y el día 31 de diciembre de 2016, determinó lo siguiente:

Respecto a la norma secundaria horaria se evaluó en las dos condiciones descritas en la norma, en el caso del cálculo del promedio trianual del percentil 99,73, el que establece un límite de 382 ppbv (1.000 µg/m3N), concluyéndose que todas las estaciones se encontraron por debajo del 80% del límite normativo. En la segunda condición, se evaluó el percentil 99,73 de las concentraciones de 1 hora registradas durante un año calendario, el que establece un límite de 764 ppbv (2.000 μg/m3N). Del análisis realizado se determinó que todas las estaciones se encontraron por debajo del 80% del límite horario definido para este caso. Por consiguiente, la norma horaria no fue superada en las estaciones de la red en ninguna de las dos condiciones analizadas.

Para la norma secundaria de 24 horas, cuyo límite es de 140 ppbv (365 µg/m3N), el cálculo del promedio trianual del percentil 99,7 determinó que ésta no fue superada en ninguna de las estaciones y los valores se encontraron por debajo del 80% de la norma. De igual modo, se evaluó la concentración anual para cada año, concluyendo que durante el periodo analizado, las concentraciones en todas las estaciones se encuentran por debajo del límite (280 ppbv). En ambos casos las estaciones no superaron el 80% de la normativa secundaria a nivel diario para el contaminante SO2.

Respecto de la norma secundaria anual que establece un límite de 31 ppbv (80 μg/m3N), al calcular el promedio aritmético de las concentraciones anuales de los 3 años, se determinó que ésta no fue superada en ninguna de las estaciones y los valores obtenidos se encontraron por debajo del 80% de la norma. De igual modo, se evaluó la concentración anual para cada año, donde se obtuvo que durante el periodo analizado, las concentraciones en todas las estaciones se encontraron por debajo del límite (62 ppbv). En ambos casos las estaciones no superaron el 80% de la normativa secundaria anual para el contaminante SO2.

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

La revisión de la norma primaria de calidad del aire para plomo, se realizó en base al periodo comprendido entre el 1° de enero de 2015 y el 31 de diciembre de 2016, considerándose válida la información generada de las mediciones de MP10 y la determinación de las concentraciones de plomo en filtros de MP10 de las estaciones de la Red. Del análisis efectuado se concluyó lo siguiente:

El número de los análisis químicos de plomo en filtros de MP10 supera el 70% mensual que exige la norma, por tanto, la información proporcionada por las redes de AESGener-CODELCO cumplió con el número de concentraciones válidas para plomo en filtros. Para el caso de las estaciones perteneciente a ENAP Refinerías, la revisión de muestras analizadas determinó que, el número de datos de concentraciones de plomo disponibles es insuficiente para evaluar la norma.

Del resultado de la evaluación de la norma anual de plomo, que fija como límite 0,5 µg/m3N, se verificó que las concentraciones obtenidas en las estaciones de la Red de Ventanas, no superaron la norma anual de plomo y los valores se encontraron por debajo del 80% de la norma.

# INTRODUCCIÓN

El D.S. N° 185/1992 del Ministerio de Minería estableció que se instalará una red de monitoreo permanente de calidad del aire en la zona circundante al Complejo Industrial de Ventanas. El proyecto de red de monitoreo fue aprobado por Resolución Conjunta N° 2005 y N° 115 del 29 de abril de 1992, del Servicio de Salud de Viña del Mar-Quillota y Servicio Agrícola y Ganadero de la Región de Valparaíso, respectivamente; las que fueron modificadas posteriormente por la Res. N° 3474 y N° 206, del 23 de julio de 1992, del Servicio de Salud de Viña del Mar-Quillota y Servicio Agrícola y Ganadero de la Región de Valparaíso, respectivamente.

Debido a que las concentraciones monitoreadas por dicha red alcanzaron niveles por sobre la norma establecida por el D.S. N° 185/1992, el año 1994 se declaró la zona delimitada por las áreas jurisdiccionales de las comunas de Puchuncaví y Quintero, como saturada en material particulado respirable (MP10) y dióxido de azufre (SO2), mediante el D.S. N° 346/1994 del Ministerio de Agricultura.

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.

Por lo expuesto anteriormente, se realizó un análisis de la validez de las mediciones de MP2,5, MP10, Pb y SO2 , informadas por la Red de monitoreo de calidad del aire de AESGener-CODELCO Ventanas y la Red de ENAP Refinerías en el año 2016. Cabe señalar que en los informes DFZ-2015-14-V-NC-EI y DFZ-2016-1077-V-NC-EI, emitidos por la Superintendencia del Medio Ambiente, contienen la auditoría y validación de los datos generados durante los años 2014 y 2015. Respecto del año 2016 los datos fueron proporcionados por los titulares AESGener, CODELCO División Ventanas y ENAP Refinerías, en forma mensual. Las estaciones informadas en ambas redes cuentan con declaración de representatividad poblacional (EMRP en adelante) por MP2,5, MP10, representatividad poblacional de gases (EMRPG en adelante) por SO2 primario y representatividad de recursos naturales (EMRRN en adelante) para SO2 secundario. El proceso de auditoría y análisis de los datos consideró la verificación del cumplimiento normativo de las normas primarias y secundaria de calidad del aire de cada contaminante y el cumplimiento de las exigencias del 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 MP2,5, MP10, Pb, SO2 y norma secundaria para SO2; en su nivel horario, diario y anual, según corresponda, considerando el período de información comprendido entre el 1° de enero de 2014 y el 31 de diciembre de 2016, en las estaciones que cuentan con representatividad poblacional para material particulado MP2,5, MP10, gases (específicamente SO2), y además, cuenten con representatividad para recursos naturales.

Para lo anterior se determinó la validez de las mediciones de MP2,5, MP10, Pb y SO2 , realizadas por la Red de monitoreo de calidad del aire de Ventanas y la Red de ENAP Refinerías en el año 2016, en base a una auditoría de los datos. Para los años 2014 y 2015 se utilizaron los datos validados por esta Superintendencia y publicados en los informes de fiscalización DFZ-2015-14-V-NC-EI y DFZ-2016-1077-V-NC-EI.

# ALCANCE

Los datos validados por esta Superintendencia en el presente informe corresponden a los registros de MP2,5, MP10, SO2  y Pb de la Red de Ventanas y la Red de ENAP Refinerías, para el periodo comprendido entre el 1° de enero de 2016 y el 31 de diciembre de 2016.

Las estaciones utilizadas para la evaluación de datos de MP2,5, MP10, SO2  y Pb, que cumplen con ser estaciones con EMRP y/o EMRRN para MP2,5, MP10 y SO2 son: Quintero, La Greda, Puchuncaví, Maitenes, Valle Alegre, Sur, Concón, Colmo, Junta de Vecinos y Las Gaviotas.

El presente documento evaluó el cumplimiento de las normas primaria y secundaria de calidad vigentes para el periodo evaluado entre el 1° de enero de 2014 y el 31 de diciembre de 2016. A continuación en la Tabla 1 se muestran los valores límite a nivel 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° 12/2011 del Ministerio del Medio Ambiente | MP2,5 | No aplica | 50 μg/m3 | 20 μg/m3 |
| D.S. N° 113/2002 del Ministerio Secretaria General de la Presidencia de la República | SO2 | No aplica | 96 ppbv | 31 ppbv |
| D.S. N° 59/1998, modificado por  D.S. N° 45/2001, del Ministerio Secretaria General de la Presidencia de la República | MP10 | No aplica | 150 μg/m3N | 50 μg/m3N |
| D.S. N° 136/2000 del Ministerio Secretaria General de la Presidencia de la República | Plomo | No aplica | No aplica | 0,5 μg/m3N |
| Secundaria | D.S. N° 22/2009, del Ministerio Secretaria General de la Presidencia de la República | SO2 | 382 ppbv  (promedio del percentil 99,73 de 3 años)  o  764 ppbv  (percentil 99,73 durante un año) | 140 ppbv  (promedio del percentil 99,7 de 3 años)  o  280 ppbv  (percentil 99,7 durante un año) | 31 ppbv  (promedio trianual)  o  62 ppbv  (promedio anual) |

# EVALUACIÓN DE VALIDEZ DE LOS DATOS

La información de las mediciones para los años 2014 y 2015, corresponden a los datos auditados y validados en el marco de los informes DFZ-2015-14-V-NC-EI y DFZ-2016-1077-V-NC-EI, emitidos por la Superintendencia del Medio Ambiente durante el año 2015 y 2016, respectivamente.

Para los datos del año 2016 se utilizó la información remitida por los titulares de la Red de Ventanas AESGener y CODELCO División Ventanas, antecedentes solicitados mediante la Resolución Exenta N° 734 de 2014, y la información remitida por el titular de la Red de ENAP Refinerías, solicitada mediante la Resolución Exenta N° 733 del 2014. La información de calidad del aire recepcionada de ambas redes incluyó los datos crudos (minuto), datos validados y códigos de invalidación, en promedios horarios para SO2, diario para material particulado (MP10 y MP2,5) y los resultados de análisis químico para plomo de los filtros de material particulado MP10. Adicionalmente, los titulares remitieron las calibraciones realizadas a los equipos durante el periodo de evaluación. Cabe señalar que la información enviada se reportó 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 MP2,5, MP10, SO2  y Pb, 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.

## Estaciones declaradas como EMRP-MP2,5, EMRP-MP10, EMRPG y EMRRN

En la Tabla 2 se describen las estaciones de la Red de Ventanas y la Red de ENAP Refinerías, y sus respectivas resoluciones que las califican como estación de monitoreo con representatividad poblacional para material particulado (MP10 y MP2,5), representatividad poblacional para gases y representatividad para recursos naturales.

Tabla 2 Estaciones declaradas como EMRP-MP2,5, EMRP-MP10, EMRPG y EMRRN[[1]](#footnote-1)

| **Estación de Monitoreo** | **Resolución que otorga EMRP para MP2,5** | **Resolución que otorga EMRP para MP10** | **Resolución que otorga EMRP para SO2** | **Resolución que otorga EMRRN** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Quintero | Res. Exenta N° 2943 del 26 de Diciembre de 2012, de la Secretaria Regional Ministerial de Salud de Valparaíso | Res. Exenta N° 1527 del 28 de Junio de 2012, de la Secretaria Regional Ministerial de Salud de Valparaíso | Res. Exenta N° 1527 del 28 de Junio de 2012, de la Secretaria Regional Ministerial de Salud de Valparaíso | Res. Exenta N° 2040 del 30 de Diciembre de 2010, del Servicio Agrícola y Ganadero de la región de Valparaíso |
| La Greda | Res. Exenta N° 2944 del 26 de Diciembre de 2012, de la Secretaria Regional Ministerial de Salud de Valparaíso | Res. Exenta N° 1924 del 29 de Agosto de 2000, del Servicio de Salud Viña del Mar - Quillota | Res. Exenta N° 305 del 28 de Enero de 2004, del Servicio de Salud Viña del Mar - Quillota | Res. Exenta N° 2040 del 30 de Diciembre de 2010, del Servicio Agrícola y Ganadero de la región de Valparaíso |
| Puchuncaví | Res. Exenta N° 2940 del 26 de Diciembre de 2012, de la Secretaria Regional Ministerial de Salud de Valparaíso | Res. Exenta N° 1924 del 29 de Agosto de 2000, del Servicio de Salud Viña del Mar - Quillota | Res. Exenta N° 305 del 28 de Enero de 2004, del Servicio de Salud Viña del Mar - Quillota | Res. Exenta N° 2040 del 30 de Diciembre de 2010, del Servicio Agrícola y Ganadero de la región de Valparaíso |
| Los Maitenes | Res. Exenta N° 2942 del 26 de Diciembre de 2012, de la Secretaria Regional Ministerial de Salud de Valparaíso | Res. Exenta N° 1924 del 29 de Agosto de 2000, del Servicio de Salud Viña del Mar - Quillota | Res. Exenta N° 305 del 28 de Enero de 2004, del Servicio de Salud Viña del Mar - Quillota | Res. Exenta N° 2040 del 30 de Diciembre de 2010, del Servicio Agrícola y Ganadero de la región de Valparaíso |
| Valle Alegre | Res. Exenta N° 2941 del 26 de Diciembre de 2012, de la Secretaria Regional Ministerial de Salud de Valparaíso | Res. Exenta N° 1924 del 29 de Agosto de 2000, del Servicio de Salud Viña del Mar - Quillota | Res. Exenta N° 305 del 28 de Enero de 2004, del Servicio de Salud Viña del Mar - Quillota | Res. Exenta N° 2040 del 30 de Diciembre de 2010, del Servicio Agrícola y Ganadero de la región de Valparaíso |
| Sur | No Tiene | No Tiene | No Tiene | Res. Exenta N° 2040 del 30 de Diciembre de 2010, del Servicio Agrícola y Ganadero de la región de Valparaíso |
| Concón | Res. Exenta N° 4421 del 27 de Diciembre de 2012, de la Secretaria Regional Ministerial de Salud de Valparaíso | Res. Exenta N° 2330 del 14 de septiembre de 2005, de la Secretaria Regional Ministerial de Salud de Valparaíso | Res. Exenta N° 306 del 28 de enero de 2004, de la Secretaria Regional Ministerial de Salud de Valparaíso | Res. Exenta N° 2033 del 30 de Diciembre de 2010, del Servicio Agrícola y Ganadero de la región de Valparaíso |
| Colmo | No Tiene | Res. Exenta N° 2176 del 29 de julio de 2005, de la Secretaria Regional Ministerial de Salud de Valparaíso | Res. Exenta N° 306 del 28 de enero de 2004, de la Secretaria Regional Ministerial de Salud de Valparaíso | Res. Exenta N° 2033 del 30 de Diciembre de 2010, del Servicio Agrícola y Ganadero de la región de Valparaíso |
| Junta de Vecinos | No Tiene | Res. Exenta N° 322 del 01 de abril de 2006, de la Secretaria Regional Ministerial de Salud de Valparaíso | Res. Exenta N° 322 del 01 de abril de 2006, de la Secretaria Regional Ministerial de Salud de Valparaíso | Res. Exenta N° 2033 del 30 de Diciembre de 2010, del Servicio Agrícola y Ganadero de la región de Valparaíso |
| Las Gaviotas | No Tiene | No Tiene | Res. Exenta N° 2179 del 29 de julio de 2005, de la Secretaria Regional Ministerial de Salud de Valparaíso | Res. Exenta N° 2033 del 30 de Diciembre de 2010, del Servicio Agrícola y Ganadero de la región de Valparaíso |

Por su parte, en la Tabla 3 se describe la ubicación de las estaciones de la Red de Ventanas y la Red de ENAP Refinerías, cuya representación gráfica se ilustra en la Figura 1.

Tabla 3 Ubicación de las estaciones de la Red de Ventanas y ENAP Refinerías.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Red** | **Estación de Monitoreo** | **Coordenadas UTM (m)**  **Datum WGS84,**  **Huso 19 S\*** | |
| AESGener y CODELCO  División Ventanas | Quintero | 262.528 E | 6.371.087 N |
| La Greda | 268.185 E | 6.373.910 N |
| Puchuncaví | 274.379 E | 6.377.371 N |
| Los Maitenes | 270.073 E | 6.372.171 N |
| Valle Alegre | 271.889 E | 6.367.413 N |
| Sur | 267.372 E | 6.368.004 N |
| ENAP Refinerías | Concón | 264.784 E | 6.354.247 N |
| Colmo | 271.796 E | 6.353.859 N |
| Junta de Vecinos | 263.944 E | 6.353.098 N |
| Las Gaviotas | 267.940 E | 6.355.336 N |

\*Referencia de las resoluciones EMRP.

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

Figura Ubicación de estaciones de calidad del aire de la Red de Ventanas y la Red de ENAP Refinerías.

## Descripción de equipos de medición Red de Ventanas y Red de ENAP Refinerías

De acuerdo a los antecedentes entregados por los titulares AESGener - CODELCO División Ventanas y ENAP Refinerías para el año 2016, los instrumentos de medición utilizados para el monitoreo de MP2,5, MP10 y SO2 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.

A continuación en la Tabla 4 se describen los instrumentos y métodos de medición de MP2,5, MP10, Plomo y SO2, utilizados en las estaciones de calidad del aire analizadas, durante el año 2016.

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

| **Red** | **Estación de Monitoreo** | **Parámetro** | **Método de Medición** | **Marca/Modelo** | **Método de Referencia o**  **Equivalente EPA** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| AESGener y CODELCO División Ventanas | Quintero | MP2,5 | Método Gravimétrico de Muestreador de Bajo Volumen | BGIPQ200/200A | RFPS-0498-116 |
| MP10 | Método Gravimétrico de Muestreador de Alto Volumen | GrasebyAndersen / GMW 1200 | RFPS-1287-063 |
| SO2 | Fluorescencia ultravioleta | Thermo / 43i | EQSA -0486-060 |
| La Greda | MP2,5 | Método Gravimétrico de Muestreador de Bajo Volumen | BGI / PQ200 | RFPS-1298-125 |
| MP10 | Método Gravimétrico de Muestreador de Alto Volumen | GrasebyAndersen / GMW 1200 | RFPS-1287-063 |
| SO2 | Fluorescencia ultravioleta | Thermo / 43i | EQSA -0486-060 |
| Puchuncaví | MP2,5 | Método Gravimétrico de Muestreador de Bajo Volumen | BGI / PQ200 | RFPS-1298-125 |
| MP10 | Método Gravimétrico de Muestreador de Alto Volumen | GrasebyAndersen / GMW 1200 | RFPS-1287-063 |
| SO2 | Fluorescencia ultravioleta | Thermo / 43i | EQSA -0486-060 |
| Maitenes | MP2,5 | Método Gravimétrico de Muestreador de Bajo Volumen | BGI / PQ200 | RFPS-1298-125 |
| MP10 | Método Gravimétrico de Muestreador de Alto Volumen | GrasebyAndersen / GMW 1200 | RFPS-1287-063 |
| SO2 | Fluorescencia ultravioleta | Thermo / 43i | EQSA -0486-060 |
| Valle Alegre | MP2,5 | Método Gravimétrico de Muestreador de Bajo Volumen | BGI / PQ200 | RFPS-1298-125 |
| MP10 | Método Gravimétrico de Muestreador de Alto Volumen | GrasebyAndersen / GMW 1200 | RFPS-1287-063 |
| SO2 | Fluorescencia ultravioleta | Thermo / 43i | EQSA -0486-060 |
| Sur | MP2,5 | Método Gravimétrico de Muestreador de Bajo Volumen | BGI / PQ200 | RFPS-1298-125 |
| MP10 | Método Gravimétrico de Muestreador de Alto Volumen | GrasebyAndersen / GMW 1200 | RFPS-1287-063 |
| SO2 | Fluorescencia ultravioleta | Thermo / 43i | EQSA -0486-060 |
| ENAP Refinerías | Concón | MP2,5 | Método Gravimétrico de Muestreador de Bajo Volumen | BGI / PQ200 | RFPS-1298-125 |
| MP10 | Método Gravimétrico de Muestreador de Alto Volumen | Thermo Scientific G10557PM10-1 | RFPS-1287-063 |
| SO2 | Fluorescencia ultravioleta | Thermo / 43i | EQSA -0486-060 |
| Colmo | MP10 | Método Gravimétrico de Muestreador de Alto Volumen | GrasebyAndersen / GMW 1200 | RFPS-1287-063 |
| SO2 | Fluorescencia ultravioleta | Teledyne/100E | EQSA -0495-100 |
| Junta de Vecinos | MP10 | Método Gravimétrico de Muestreador de Alto Volumen | GrasebyAndersen / GMW 1200 | RFPS-1287-063 |
| SO2 | Fluorescencia ultravioleta | Teledyne /T100 | EQSA -0495-100 |
| Las Gaviotas | MP10 | Método Gravimétrico de Muestreador de Alto Volumen | GrasebyAndersen / GMW 1200 | RFPS-1287-063 |
| SO2 | Fluorescencia ultravioleta | Environnement/AF21M | EQSA -0292-084 |

## Auditoría de datos

Los datos de MP2,5, MP10, Plomo y SO2 para el año 2016, 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 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 y MP2,5, medidos con equipos de tipo discreto, se evalúo el número de días sin dato o dato inválido. De este análisis se presentó el siguiente porcentaje de datos inválidos (Tabla 5 ):

Tabla Porcentaje de datos inválidos horarios y diarios por contaminante para el año 2016

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Estación** | **MP2,5**  **% Diario** | **MP10**  **% Diario** | **SO2**  **% Horario** |
| Quintero | 0,0 | 0,8 | 0,9 |
| La Greda | 0,8 | 0,8 | 1,0 |
| Puchuncaví | 0,0 | 0,0 | 1,2 |
| Los Maitenes | 0,0 | 0,0 | 0,8 |
| Valle Alegre | 0,0 | 0,0 | 1,2 |
| Sur | 2,5 | 0,8 | 1,7 |
| Concón | 0,0 | 0,0 | 1,3 |
| Colmo | NA | 0,0 | 1,4 |
| Junta de Vecinos | NA | 0,8 | 1,3 |
| Las Gaviotas | NA | 0,8 | 1,7 |

La invalidación de datos para los contaminantes MP10 y MP2,5 se debió principalmente a cortes de energía eléctrica, exceso de tiempo de muestreo y fallas en los equipos. En las estaciones que miden SO2 la invalidación de datos horarios se debió a mantenciones en terreno y fallas de energía.

Mediante el análisis estadístico se determinó la cantidad de datos disponible para el cálculo de los promedios diarios respecto del SO2 y de días disponibles para MP10 y MP2,5. 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 y MP2,5, respectivamente, con un mínimo de 18 horas continuas de medición. Y para la validación de las concentraciones de Plomo se utilizó el criterio establecido en la norma, que considera al menos un 70% de las mediciones programadas en filtros de MP10 para el mes.

En las tablas siguientes, 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 MP10, MP2,5 y SO2 en las estaciones de las Redes para los años 2014, 2015 y 2016. Se debe señalar que en las estaciones de Colmo, Junta de Vecinos y Las Gaviotas, pertenecientes a la Red de ENAP Refinerías no se realizan mediciones del contaminante MP2,5.

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

Tabla 6 Estación Quintero porcentaje de datos válidos por año (1° de enero de 2014 y 31 de diciembre de 2016)

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Estación | Año | N° de Datos Disponibles (Días)  MP2,5 | Porcentaje de datos  (%) | N° de Datos Disponibles (Días)  MP10 | Porcentaje de datos  (%) | N° de Datos Disponibles (Días)  SO2 | Porcentaje de datos  (%) |
| Quintero | 2014 | 122 | 100 | 122 | 100 | 365 | 100 |
| 2015 | 119 | 98,3 | 120 | 99,2 | 365 | 100 |
| 2016 | 122 | 100 | 121 | 99,2 | 365 | 99,7 |

Tabla 7 Estación La Greda porcentaje de datos válidos por año (1° de enero de 2014 y 31 de diciembre de 2016)

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Estación | Año | N° de Datos Disponibles (Días)  MP2,5 | Porcentaje de datos  (%) | N° de Datos Disponibles (Días)  MP10 | Porcentaje de datos  (%) | N° de Datos Disponibles (Días)  SO2 | Porcentaje de datos  (%) |
| La Greda | 2014 | 119 | 97,5 | 121 | 99,2 | 363 | 99,5 |
| 2015 | 120 | 99,2 | 120 | 99,2 | 362 | 99,2 |
| 2016 | 121 | 99,2 | 121 | 99,2 | 365 | 99,7 |

Tabla 8 Estación Puchuncaví porcentaje de datos válidos por año (1° de enero de 2014 y 31 de diciembre de 2016)

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Estación | Año | N° de Datos Disponibles (Días)  MP2,5 | Porcentaje de datos MP2,5  (%) | N° de Datos Disponibles (Días)  MP10 | Porcentaje de datos MP10  (%) | N° de Datos Disponibles (Días)  SO2 | Porcentaje de datos  (%) |
| Puchuncaví | 2014 | 122 | 100 | 122 | 100 | 365 | 100 |
| 2015 | 121 | 100 | 121 | 100 | 364 | 99,7 |
| 2016 | 122 | 100 | 122 | 100 | 365 | 99,7 |

Tabla 9 Estación Los Maitenes porcentaje de datos válidos por año (1° de enero de 2014 y 31 de diciembre de 2016)

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Estación | Año | N° de Datos Disponibles (Días)  MP2,5 | Porcentaje de datos (%) | N° de Datos Disponibles (Días)  MP10 | Porcentaje de datos (%) | N° de Datos Disponibles (Días)  SO2 | Porcentaje de datos (%) |
| Los Maitenes | 2014 | 121 | 99,2 | 120 | 98,4 | 364 | 99,7 |
| 2015 | 120 | 99,2 | 120 | 99,2 | 363 | 99,5 |
| 2016 | 122 | 100 | 122 | 100 | 366 | 100 |

Tabla 10 Estación Valle Alegre porcentaje de datos válidos por año (1° de enero de 2014 y 31 de diciembre de 2016)

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Estación | Año | N° de Datos Disponibles (Días)  MP2,5 | Porcentaje de datos (%) | N° de Datos Disponibles (Días)  MP10 | Porcentaje de datos (%) | N° de Datos Disponibles (Días)  SO2 | Porcentaje de datos (%) |
| Valle Alegre | 2014 | 121 | 99,2 | 121 | 99,2 | 362 | 99,2 |
| 2015 | 118 | 97,5 | 119 | 98,3 | 361 | 98,9 |
| 2016 | 122 | 100 | 122 | 100 | 366 | 100 |

Tabla 11 Estación Sur porcentaje de datos válidos por año (1° de enero de 2014 y 31 de diciembre de 2016)

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Estación | Año | N° de Datos Disponibles (Días)  MP2,5 | Porcentaje de datos (%) | N° de Datos Disponibles (Días)  MP10 | Porcentaje de datos (%) | N° de Datos Disponibles (Días)  SO2 | Porcentaje de datos (%) |
| Sur | 2014 | 120 | 98,4 | 120 | 98,4 | 360 | 98,6 |
| 2015 | 121 | 100 | 119 | 98,3 | 361 | 98,9 |
| 2016 | 119 | 97,5 | 121 | 99,2 | 363 | 99,2 |

Tabla Estación Concón porcentaje de datos válidos por año (1° de enero de 2014 y 31 de diciembre de 2016)

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Estación | Año | N° de Datos Disponibles (Días)  MP2,5 | Porcentaje de datos (%) | N° de Datos Disponibles (Días)  MP10 | Porcentaje de datos (%) | N° de Datos Disponibles (Días)  SO2 | Porcentaje de datos (%) |
| Concón | 2014 | 121 | 99,2 | 122 | 100 | 361 | 98,9 |
| 2015 | 120 | 99,2 | 106 | 87,6 | 365 | 100 |
| 2016 | 122 | 100 | 122 | 100 | 364 | 99,5 |

Tabla Estación Colmo porcentaje de datos válidos por año (1° de enero de 2014 y 31 de diciembre de 2016)

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Estación | Año | N° de Datos Disponibles (Días)  MP2,5 | Porcentaje de datos (%) | N° de Datos Disponibles (Días)  MP10 | Porcentaje de datos (%) | N° de Datos Disponibles (Días)  SO2 | Porcentaje de datos (%) |
| Colmo | 2014 | --- | --- | 122 | 100 | 358 | 98,1 |
| 2015 | --- | --- | 120 | 99,2 | 363 | 99,5 |
| 2016 | --- | --- | 122 | 100 | 362 | 98,9 |

Tabla Estación Junta de Vecinos porcentaje de datos válidos por año (1° de enero de 2014 y 31 de diciembre de 2016)

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Estación | Año | N° de Datos Disponibles (Días)  MP2,5 | Porcentaje de datos (%) | N° de Datos Disponibles (Días)  MP10 | Porcentaje de datos (%) | N° de Datos Disponibles (Días)  SO2 | Porcentaje de datos (%) |
| Junta de Vecinos | 2014 | --- | --- | 121 | 99,2 | 353 | 96,7 |
| 2015 | --- | --- | 121 | 100 | 359 | 98,4 |
| 2016 | --- | --- | 121 | 99,2 | 365 | 99,7 |

Tabla Estación Las Gaviotas porcentaje de datos válidos por año (1° de enero de 2014 y 31 de diciembre de 2016)

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Estación | Año | N° de Datos Disponibles (Días)  MP2,5 | Porcentaje de datos (%) | N° de Datos Disponibles (Días)  MP10 | Porcentaje de datos (%) | N° de Datos Disponibles (Días)  SO2 | Porcentaje de datos (%) |
| Las Gaviotas | 2014 | --- | --- | 121 | 99,2 | 362 | 99,2 |
| 2015 | --- | --- | 121 | 100 | 351 | 96,2 |
| 2016 | --- | --- | 121 | 99,2 | 364 | 99,5 |

Para efectos de la evaluación anual de las normas respectivas, a continuación, en la Tabla 16, Tabla 17 y Tabla 18 se resume el porcentaje de datos disponibles a nivel mensual, de las estaciones de la Red de AESGener - CODELCO y la Red de ENAP Refinerías, observándose una disponibilidad superior al 75% en la mayoría de los datos mensuales para los contaminantes de MP10, MP2,5 y SO2, exceptuándose los meses de agosto y septiembre del año 2015 en la estación de Concón, para el contaminante MP10, con porcentajes de 36,4% y 20%. Dado que el porcentaje de datos es menor al requerido en la norma, estos meses no fueron considerados para el cálculo de la concentración anual.

Tabla 16 Porcentaje de datos válidos de MP2,5 mensuales por estación para los años 2014, 2015 y 2016

|  |  | MESES (%) | | | | | | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **AesGener y CODELCO División Ventanas** | | | | | | | | | | | | | |
| **Estación** | **Año** | **ENE** | **FEB** | **MAR** | **ABR** | **MAY** | **JUN** | **JUL** | **AGO** | **SEP** | **OCT** | **NOV** | **DIC** |
| Quintero | 2014 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2015 | 100 | 100 | 100 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90 | 100 | 100 |
| 2016 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| La Greda | 2014 | 100 | 100 | 100 | 80 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90,9 | 90 | 100 |
| 2015 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90,9 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2016 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90 | 100 |
| Puchuncaví | 2014 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2015 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2016 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Maitenes | 2014 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2015 | 100 | 100 | 90,9 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2016 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Valle Alegre | 2014 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2015 | 100 | 100 | 100 | 90 | 100 | 80 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2016 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Sur | 2014 | 100 | 100 | 90 | 100 | 100 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2015 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2016 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90 | 90 |
| **ENAP Refinerías** | | | | | | | | | | | | | |
| **Estación** | **Año** | **ENE** | **FEB** | **MAR** | **ABR** | **MAY** | **JUN** | **JUL** | **AGO** | **SEP** | **OCT** | **NOV** | **DIC** |
| Concón | 2014 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90 | 100 | 100 | 100 |
| 2015 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90,9 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2016 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Tabla Porcentaje de datos válidos de MP10 mensuales por estación para los años 2014, 2015 y 2016

|  |  | |  | MESES (%) | | | | | | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **AesGener y CODELCO División Ventanas** | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Estación** | | **Año** | | **ENE** | **FEB** | **MAR** | **ABR** | **MAY** | **JUN** | **JUL** | **AGO** | **SEP** | **OCT** | **NOV** | **DIC** |
| Quintero | | 2014 | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2015 | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2016 | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90 | 100 | 100 |
| La Greda | | 2014 | | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2015 | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90,9 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2016 | | 100 | 100 | 100 | 100 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Puchuncaví | | 2014 | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2015 | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2016 | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Los Maitenes | | 2014 | | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2015 | | 100 | 100 | 90,9 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2016 | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Valle Alegre | | 2014 | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2015 | | 100 | 100 | 100 | 90 | 100 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2016 | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Sur | | 2014 | | 100 | 100 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2015 | | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2016 | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90 |
| ENAP Refinerías | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Estación** | | **Año** | | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC |
| Concón | | 2014 | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2015 | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 36,4 | 20 | 100 | 100 | 100 |
| 2016 | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Colmo | | 2014 | | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2015 | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90 | 100 | 100 | 100 |
| 2016 | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Junta de Vecinos | | 2014 | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2015 | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2016 | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90 |
| Las Gaviotas | | 2014 | | 100 | 100 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2015 | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2016 | | 100 | 88,9 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Tabla 18 Porcentaje de datos válidos de SO2 mensuales por estación para los años 2014, 2015 y 2016

|  |  | MESES (%) | | | | | | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **AESGener y CODELCO División Ventanas** | | | | | | | | | | | | | |
| **Estación** | **Año** | **ENE** | **FEB** | **MAR** | **ABR** | **MAY** | **JUN** | **JUL** | **AGO** | **SEP** | **OCT** | **NOV** | **DIC** |
| Quintero | 2014 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2015 | 99,3 | 99,0 | 98,5 | 99,2 | 98,3 | 98,8 | 98,0 | 99,3 | 98,5 | 98,5 | 97,6 | 99,3 |
| 2016 | 98,3 | 99,3 | 99,1 | 99,4 | 99,1 | 98,9 | 99,3 | 98,7 | 98,6 | 99,5 | 99,3 | 99,2 |
| La Greda | 2014 | 100 | 100 | 100 | 100 | 96,8 | 100 | 96,8 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2015 | 99,2 | 99,3 | 99,3 | 99,2 | 99,5 | 99,3 | 99,1 | 91,4 | 99,4 | 99,3 | 99,3 | 99,2 |
| 2016 | 99,5 | 98,9 | 99,1 | 99,2 | 97,8 | 98,9 | 99,2 | 99,3 | 99,2 | 99,3 | 98,9 | 99,1 |
| Puchuncaví | 2014 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2015 | 99,5 | 99,3 | 99,5 | 99,2 | 99,1 | 99,2 | 99,1 | 98,3 | 99,4 | 99,1 | 99,0 | 99,3 |
| 2016 | 99,1 | 98,9 | 98,7 | 99,0 | 97,0 | 98,2 | 99,2 | 99,3 | 99,2 | 99,3 | 98,9 | 99,2 |
| Los Maitenes | 2014 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 96,8 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2015 | 99,3 | 99,1 | 95,4 | 99,2 | 99,5 | 99,0 | 98,8 | 99,1 | 96,9 | 99,1 | 99,3 | 99,1 |
| 2016 | 99,3 | 99,1 | 99,2 | 99,3 | 99,3 | 99,3 | 98,9 | 99,1 | 99,4 | 99,5 | 98,9 | 99,3 |
| Valle Alegre | 2014 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 93,5 | 100 | 100 | 96,7 | 100 |
| 2015 | 99,3 | 98,7 | 98,8 | 97,9 | 98,1 | 95,0 | 98,0 | 97,4 | 97,2 | 99,3 | 99,3 | 99,3 |
| 2016 | 99,2 | 98,7 | 98,4 | 97,5 | 98,7 | 99,2 | 99,1 | 99,1 | 98,5 | 99,3 | 98,9 | 99,3 |
| Sur | 2014 | 96,8 | 100 | 96,8 | 100 | 96,8 | 100 | 100 | 93,5 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2015 | 98,5 | 98,8 | 98,3 | 99,0 | 98,9 | 97,9 | 92,7 | 98,1 | 97,6 | 98,3 | 99,2 | 98,9 |
| 2016 | 99,2 | 98,4 | 99,1 | 98,6 | 93,8 | 99,0 | 99,2 | 99,3 | 99,4 | 99,3 | 99,2 | 94,9 |
| **ENAP Refinerías** | | | | | | | | | | | | | |
| **Estación** | Año | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC |
| Concón | 2014 | 96,8 | 100 | 100 | 100 | 100 | 93,3 | 100 | 100 | 96,7 | 100 | 100 | 100 |
| 2015 | 99,3 | 98,7 | 99,1 | 99,2 | 98,8 | 98,9 | 99,3 | 99,1 | 99,0 | 98,5 | 98,9 | 99,3 |
| 2016 | 96,4 | 99,1 | 99,2 | 99,2 | 98,7 | 98,8 | 99,3 | 98,5 | 98,9 | 98,8 | 98,8 | 99,1 |
| Colmo | 2014 | 87,1 | 100 | 100 | 100 | 96,8 | 100 | 100 | 100 | 100 | 93,5 | 100 | 100 |
| 2015 | 98,1 | 98,1 | 98,1 | 98,9 | 98,0 | 98,2 | 98,0 | 95,3 | 98,8 | 99,2 | 99,2 | 99,3 |
| 2016 | 99,2 | 98,4 | 99,1 | 96,1 | 99,3 | 98,2 | 99,5 | 99,2 | 98,1 | 98,9 | 97,9 | 99,2 |
| Junta de Vecinos | 2014 | 87,1 | 92,9 | 100 | 100 | 96,8 | 93,3 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90 | 100 |
| 2015 | 98,8 | 94,9 | 98,5 | 97,6 | 96,0 | 99,2 | 99,1 | 97,8 | 99,3 | 98,0 | 98,8 | 98,8 |
| 2016 | 98,4 | 99,4 | 98,3 | 97,4 | 98,5 | 98,3 | 99,2 | 99,1 | 98,8 | 99,3 | 99,2 | 99,2 |
| Las Gaviotas | 2014 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 96,8 | 100 | 96,7 | 96,8 | 100 | 100 |
| 2015 | 99,5 | 99,4 | 98,1 | 94,0 | 99,1 | 98,6 | 89,2 | 98,3 | 97,4 | 98,9 | 94,6 | 95,6 |
| 2016 | 95,4 | 96,0 | 98,5 | 99,3 | 97,8 | 98,8 | 99,1 | 99,2 | 99,2 | 98,1 | 98,9 | 99,1 |

La Tabla 19, muestra el porcentaje de filtros de MP10 analizados para el contaminante plomo. Del análisis estadístico se concluye que para la Red de AESGener - CODELCO se cumple con el número de concentraciones válidas para plomo en filtros, superando el 70% mensual que exige la norma. En el caso de la Red de ENAP Refinerías el número de filtros de MP10 analizados para el contaminante plomo es insuficiente para evaluar la norma.

Tabla Porcentaje de datos mensuales de Pb por estación para los años 2014 y 2015

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | |  | MESES (%) | | | | | | | | | | | |
| **AesGener y CODELCO División Ventanas** | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Estación** | | **Año** | | **ENE** | **FEB** | **MAR** | **ABR** | **MAY** | **JUN** | **JUL** | **AGO** | **SEP** | **OCT** | **NOV** | **DIC** |
| Quintero | | 2015 | | 100 | 90 | 100 | 100 | 100 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2016 | | 18,2 | 22 | 18,2 | 20 | 20 | 20 | 20 | 18,2 | 20 | 22,2 | 20 | 20 |
| La Greda | | 2015 | | 100 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90,9 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2016 | | 18,2 | 22 | 18,2 | 20 | 22,2 | 20 | 20 | 18,2 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Puchuncaví | | 2015 | | 100 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2016 | | 18,2 | 22 | 18,2 | 20 | 20 | 20 | 20 | 18,2 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Los Maitenes | | 2015 | | 100 | 90 | 90,9 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2016 | | 18,2 | 22 | 18,2 | 20 | 20 | 20 | 20 | 18,2 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Valle Alegre | | 2015 | | 100 | 90 | 100 | 90 | 100 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2016 | | 18,2 | 22 | 18,2 | 20 | 20 | 20 | 20 | 18,2 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| **ENAP Refinerías** | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Estación** | | **Año** | | **ENE** | **FEB** | **MAR** | **ABR** | **MAY** | **JUN** | **JUL** | **AGO** | **SEP** | **OCT** | **NOV** | **DIC** |
| Concón | | 2015 | | 20 | 20 | 18,2 | 20 | 20 | 20 | 20 | 18,2 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| 2016 | | 18,2 | 22,2 | 18,2 | 20 | 20 | 20 | 20 | 18,2 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Colmo | | 2015 | | 20 | 20 | 18,2 | 20 | 20 | 20 | 20 | 18,2 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| 2016 | | 18,2 | 22,2 | 18,2 | 20 | 20 | 20 | 20 | 18,2 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Junta de Vecinos | | 2015 | | 20 | 20 | 18,2 | 20 | 20 | 20 | 20 | 18,2 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| 2016 | | 18,2 | 22,2 | 18,2 | 20 | 20 | 20 | 20 | 18,2 | 20 | 20 | 20 | 22,2 |

# RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUPERACIÓN DE NORMA

## Evaluación de la norma para MP2,5

### Evaluación de la norma 24 horas MP2,5

El periodo de evaluación de superación de la norma para MP2,5, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2014 y el día 31 de diciembre de 2016. En la Tabla 20 se presenta un resumen de los valores obtenidos a través del cálculo del percentil 98 de las concentraciones de 24 horas de MP2,5, para los años 2014, 2015 y 2016, en las estaciones de monitoreo de la Red de Ventanas y la Red de ENAP Refinerías.

De acuerdo a los límites establecido en el D.S. N° 12/2011 del MMA, se considerará sobrepasada la norma para MP2,5 cuando el percentil 98 de los promedios diarios registrados durante un año, sea mayor a 50 µg/m3, en cualquier estación monitora calificada como EMRPMP2,5.

Tabla 20 Percentil 98 de las concentraciones de 24 horas de MP2,5

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Red | Estación | Percentil 98  Año 2014  (μg/m3) | % de la Norma 24 horas  2014  50 (μg/m3) | Percentil 98  Año 2015  (μg/m3) | % de la Norma 24 horas  2015  50 (μg/m3) | Percentil 98  Año 2016  (μg/m3) | % de la Norma 24 horas  2016  50 (μg/m3) |
| AESGener y CODELCO División Ventanas | Quintero | 47 | 94 | 38 | 76 | 35 | 70 |
| La Greda | 30 | 60 | 34 | 68 | 36 | 72 |
| Puchuncaví | 30 | 60 | 33 | 66 | 30 | 60 |
| Los Maitenes | 25 | 50 | 30 | 60 | 30 | 60 |
| Valle Alegre | 26 | 52 | 29 | 58 | 25 | 50 |
| \*Sur | 24 | 48 | 31 | 62 | 25 | 50 |
| ENAP Refinerías | Concón | 38 | 76 | 44 | 88 | 40 | 80 |

\*Evaluación referencial, la estación no posee representatividad poblacional para MP2,5.

De acuerdo al análisis efectuado con la información disponible para los años 2014, 2015 y 2016, Tabla 20 y Gráfico 1, el percentil 98 de los promedios de las concentraciones diarias de MP2,5 para el año 2014 determinó que, sólo en la estación Quintero se superó el 80% de la norma con un valor de 47 μg/m3. Para los años 2015 y 2016 en la estación Concón, el valor del percentil 98 se situó en 44 μg/m3 y 40 μg/m3, respectivamente.

El Gráfico 1, muestra los valores obtenidos del cálculo del percentil 98 de los promedios de las concentraciones diarias para el contaminante MP2,5, por estación, para los años 2014, 2015 y 2016.



Gráfico 1 Norma 24 Horas para MP2,5 por año

### Evaluación de la norma anual para MP2,5

El periodo de evaluación de superación de la norma anual para MP2,5, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2014 y el día 31 de diciembre de 2016. En la Tabla 21 se presenta un resumen de los valores obtenidos a través del cálculo de la media anual de las concentraciones de 24 horas de MP2,5, para los años 2014, 2015 y 2016, en las estaciones de monitoreo de la Red.

De acuerdo a los límites establecido en el D.S. N°12/2011 del MMA, la norma para MP2,5 se considerará sobrepasada cuando el promedio trianual de las concentraciones anuales sea mayor a 20 µg/m3, en cualquier estación monitora calificada como EMRPMP2,5.

Cabe señalar que la norma anual para MP2,5 requiere determinar el promedio aritmético de 3 años calendario consecutivos de las concentraciones anuales. Si al cabo de un año, en alguna de las estaciones de monitoreo de calidad del aire clasificadas como EMRP, se verifica la superación de la norma, su frecuencia de medición deberá ser diaria.

Tabla Concentración trianual y porcentaje de la norma MP2,5

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Red | Estación | Concentración  Anual Año  2014  (μg/m3) | Concentración  Anual Año 2015  (μg/m3) | Concentración  Anual Año 2016  (μg/m3) | Promedio Trianual  (2014-2015-2016)  (μg/m3N) | % de la Norma Anual 20 (μg/m3) |
| AesGener y CODELCO División Ventanas | Quintero | 17 | 17 | 16 | 17 | 83 |
| La Greda | 15 | 17 | 15 | 16 | 78 |
| Puchuncaví | 14 | 16 | 14 | 15 | 73 |
| Los Maitenes | 12 | 14 | 13 | 13 | 65 |
| Valle Alegre | 12 | 13 | 12 | 12 | 62 |
| \*Sur | 12 | 13 | 12 | 12 | 62 |
| ENAP Refinerías | Concón | 20 | 21 | 17 | 19 | 97 |

\*Evaluación referencial, la estación no posee representatividad poblacional para MP2,5.

La evaluación de la norma anual, con la información disponible para los años 2014, 2015 y 2016, indica que ésta no es superada en ninguna de las estaciones de la Red, solo se aprecia un porcentaje superior al 80% de la norma anual en las estaciones de Concón con 19 μg/m3 y en Quintero con 17 μg/m3.

Complementariamente, en el Gráfico 2, se pueden observar las concentraciones media anual por estación, para el período comprendido entre el día 1° de enero de 2014 y el día 31 de diciembre de 2016.



Gráfico Norma Anual para MP2,5, Promedio Trianual periodo 2014 al 2016

## 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 2014 y el día 31 de diciembre de 2016. En la Tabla 22 se presenta un resumen de los valores calculados del percentil 98 de la concentración 24 horas de la norma de MP10, para los años 2014, 2015 y 2016, de las estaciones de monitoreo de la Red.

Cabe señalar que, de acuerdo a los límites establecido en el D.S. N° 59/1998, modificado por el D.S. N°45/2001, del MINSEGPRES, 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 22 Percentil 98 de las concentraciones de 24 horas de MP10

| Red | Estación | Percentil 98  Año 2014 (μg/m3N) | % de la Norma 24 horas  2014  150 (μg/m3N) | Percentil 98 Año 2015 (μg/m3N) | % de la Norma 24 horas  2015  150 (μg/m3N) | Percentil 98 Año 2016  (μg/m3N) | % de la Norma 24 horas  2016  150 (μg/m3N) |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| AESGener y CODELCO División Ventanas | Quintero | 66 | 44 | 73 | 48 | 67 | 44 |
| La Greda | 69 | 46 | 77 | 51 | 58 | 39 |
| Puchuncaví | 67 | 45 | 65 | 44 | 56 | 38 |
| Los Maitenes | 47 | 31 | 54 | 36 | 54 | 36 |
| Valle Alegre | 58 | 38 | 66 | 44 | 49 | 32 |
| \*Sur | 49 | 32 | 57 | 38 | 51 | 34 |
| ENAP Refinerías | Concón | 67 | 45 | 74 | 49 | 63 | 42 |
| Colmo | 67 | 45 | 119 | 79 | 67 | 45 |
| Junta de Vecinos | 60 | 40 | 66 | 44 | 64 | 43 |
| \*Las Gaviotas | 59 | 39 | 69 | 46 | 59 | 39 |

\*Evaluación referencial, la estación no posee representatividad poblacional para MP10.

De acuerdo al análisis efectuado y la determinación del percentil 98 con las concentraciones de 24 horas para los años 2014, 2015 y 2016, se determinó que el valor de la norma diaria de MP10, no fue superado en ninguna de las estaciones y los valores del percentil 98 se encuentran por debajo del 80% de la norma.

El Gráfico 3 muestra los valores obtenidos del cálculo del percentil 98 de las concentraciones diarias para el contaminante MP10, por estación, para los años 2014, 2015 y 2016.



**Gráfico 3 Norma 24 horas para MP10 por año**

### 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 2014 y el día 31 de diciembre de 2016. En la Tabla 23 se presenta un resumen de los valores obtenidos a través del cálculo del promedio aritmético de las concentraciones de los años 2014, 2015 y 2016, para las estaciones de monitoreo de la Red.

De acuerdo a los límites establecido en el D.S. N° 59/1998, modificado por el D.S. N° 45/2001, del MINSEGPRES, 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.

Tabla Concentración trianual y porcentaje de la norma

| Red | Estación | Promedio  Anual  2014 (μg/m3N) | Promedio  Anual  2015 (μg/m3N) | Promedio  Anual  2016  (μg/m3N) | Promedio Trianual  (2014-2015-2016)  (μg/m3N) | % de la Norma Anual  50 (μg/m3N) |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| AesGener y CODELCO División Ventanas | Quintero | 40 | 39 | 39 | 39 | 79 |
| La Greda | 39 | 40 | 38 | 39 | 78 |
| Puchuncaví | 38 | 38 | 36 | 37 | 75 |
| Los Maitenes | 27 | 29 | 28 | 28 | 56 |
| Valle Alegre | 29 | 32 | 27 | 29 | 59 |
| \*Sur | 27 | 28 | 27 | 27 | 55 |
| ENAP Refinerías | Concón | 41 | 44 | 40 | 42 | 83 |
| Colmo | 36 | 43 | 37 | 39 | 77 |
| Junta de Vecinos | 37 | 39 | 37 | 38 | 75 |
| \*Las Gaviotas | 33 | 35 | 31 | 33 | 66 |

\*Evaluación referencial, la estación no posee representatividad poblacional para MP10

El promedio trianual expresado en porcentaje muestra que en ninguna de las estaciones de la Red se superó la norma anual de MP10. Sin embargo, se aprecia un porcentaje superior al 80% de la norma anual en la estación de Concón con un porcentaje de 83% y un valor de 42 µg/m3N. El resto de las estaciones se encontraron por debajo del 80% de la norma anual.

Complementariamente, en el Gráfico 4, se pueden observar las concentraciones correspondientes al promedio aritmético de tres años calendario consecutivo, para el período comprendido entre el día 1° de enero de 2014 y el día 31 de diciembre de 2016.



**Gráfico 4 Norma Anual para MP10, Promedio trianual periodo 2014 al 2016**

## Evaluación de la norma primaria SO2

Los datos del contaminante SO2 fueron informados por los titulares en ppb, unidad que reporta directamente el equipo, y por la cual se realizará la evaluación de la norma de acuerdo a lo establecido en el artículo sexto.

### Evaluación de la norma primaria 24 horas SO2

El periodo de evaluación de superación de la norma 24 horas para SO2, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2014 y el día 31 de diciembre de 2016. En la Tabla 24 se presenta un resumen con los valores del percentil 99 de la norma de 24 horas para SO2, en todas las estaciones de monitoreo de la Red.

Se debe señalar que, de acuerdo a los límites establecidos en el D.S. N° 113/2002 del MINSEGPRES, se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad del aire para SO2 como concentración de 24 horas, cuando el promedio aritmético de tres años sucesivos, del percentil 99 de las concentraciones de 24 horas registradas durante un año calendario, en cualquier estación monitora EMRPG, fuere mayor o igual a 96 ppbv (250 µg/m3N).

Tabla 24 Percentil 99 de las concentraciones de 24 horas para el periodo 2014-2016

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Red | Estación | Percentil 99  2014  (ppbv) | Percentil 99  2015  (ppbv) | Percentil 99  2016  (ppbv) | Percentil 99  Promedio Trianual  (2014-2015-2016)  (ppbv) | % de la Norma  24 horas  96 ppbv |
| AesGener y CODELCO División Ventanas | Quintero | 51,20 | 68,38 | 54,85 | 58,14 | 61 |
| La Greda | 53,32 | 29,82 | 20,32 | 34,49 | 36 |
| Puchuncaví | 25,75 | 18,36 | 17,86 | 20,66 | 22 |
| Los Maitenes | 57,96 | 34,59 | 40,40 | 44,32 | 46 |
| Valle Alegre | 20,59 | 15,98 | 17,68 | 18,08 | 19 |
| \*Sur | 48,93 | 37,41 | 37,20 | 41,18 | 43 |
| ENAP Refinerías | Concón | 49,59 | 62,86 | 36,22 | 49,56 | 52 |
| Colmo | 11,69 | 8,09 | 7,56 | 9,12 | 9 |
| Junta de Vecinos | 24,64 | 16,83 | 7,21 | 16,23 | 17 |
| Las Gaviotas | 17,99 | 12,74 | 9,84 | 13,52 | 14 |

\*Evaluación referencial, la estación no posee representatividad poblacional para SO2

De acuerdo al análisis del percentil 99 expresado como promedio trianual, se determinó que la norma 24 horas no es superada en ninguna de las estaciones para el período en análisis y los valores se encuentran por debajo del 80% de la norma de 24 horas de SO2.

A continuación, en el Gráfico 5 se observa el promedio trianual del percentil 99 de las concentraciones diarias por estación para el período comprendido entre el día 1° de enero de 2014 y el día 31 de diciembre de 2016.



**Gráfico 5 Norma Primaria 24 Horas para SO2,Promedio Trianual periodo 2014 al 2016**

### Evaluación de la norma primaria anual de SO2

El periodo de evaluación de superación de la norma anual para SO2, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2014 y el día 31 de diciembre de 2016. En la Tabla 25 se presenta un resumen con los promedios anuales de la norma SO2 en todas las estaciones de la Red.

Se debe señalar que, de acuerdo a los límites establecido en el D.S. N° 113/2002 de MINSEGPRES, se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para SO2 como concentración anual, cuando el promedio aritmético de los valores de concentración anual de tres años calendarios sucesivos, en cualquier estación monitora EMRPG, fuere mayor o igual a 31 ppbv (80 µg/m3N).

Tabla 25 Concentración anual para SO2 para el periodo del 2014-2016

| Red | Estación | Concentración  Anual 2014  (ppbv) | Concentración  Anual 2015  (ppbv) | Concentración  Anual 2016  (ppbv) | Promedio Trianual  (2014-2015-2016)  (ppbv) | % de la Norma Anual  31 (ppbv) |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| AesGener y CODELCO División Ventanas | Quintero | 10,30 | 15,27 | 11,05 | 12,20 | 39 |
| La Greda | 10,76 | 5,69 | 5,27 | 7,24 | 23 |
| Puchuncaví | 8,88 | 6,48 | 6,43 | 7,26 | 23 |
| Los Maitenes | 11,92 | 11,45 | 10,75 | 11,37 | 37 |
| Valle Alegre | 5,41 | 5,37 | 5,90 | 5,56 | 18 |
| \*Sur | 10,50 | 9,35 | 7,51 | 9,12 | 29 |
| ENAP Refinerías | Concón | 11,46 | 11,66 | 8,42 | 10,51 | 34 |
| Colmo | 4,39 | 3,78 | 4,01 | 4,06 | 13 |
| Junta de Vecinos | 4,97 | 4,73 | 3,18 | 4,29 | 14 |
| Las Gaviotas | 4,77 | 3,86 | 4,29 | 4,31 | 14 |

\*Evaluación referencial, la estación no posee representatividad poblacional para SO2.

De acuerdo a los valores obtenidos de promedio trianual, 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 2014 y el día 31 de diciembre de 2016, y los valores se encuentran por debajo del 80% de la norma anual.

A continuación, en el Gráfico 6 se observa el promedio trianual de las concentraciones anuales por estación para el período comprendido entre el día 1° de enero de 2014 y el día 31 de diciembre de 2016.



**Gráfico 6 Norma Primaria Anual para SO2, Promedio Trianual** **periodo 2014 al 2016**

## Evaluación de la norma secundaria para SO2

### 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 2014 y el día 31 de diciembre de 2016. En la Tabla 26 se presenta un resumen con el cálculo del percentil 99,73 de la norma secundaria horaria para SO2 en todas las estaciones de monitoreo de la Red.

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 382 ppbv (1.000 µg/m3N). Además, se considerará sobrepasada la norma secundaria de calidad de aire para dióxido de azufre como concentración de 1 hora, si en un año calendario el percentil 99,73 de las concentraciones de 1 hora registradas en cualquier estación monitora clasificada como EMRRN fuere mayor o igual a 764 ppbv (2.000 μg/m3N).

Tabla Percentil 99,73 de las concentraciones horarias para el periodo 2014-2016

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Estación | Percentil 99,73  2014  (ppbv) | % de la Norma Horaria  2014  (764  ppbv) | Percentil 99,73  2015  (ppbv) | % de la Norma Horaria  2015  (764  ppbv) | Percentil 99,73  2016  (ppbv) | % de la Norma Horaria  2016  (764  ppbv) | Percentil 99,73  2014-2015-2016  (ppbv) | % de la Norma Horaria  (382  ppbv) |
| Quintero | 220,29 | 29 | 308,94 | 40 | 273,26 | 36 | 267,50 | 70 |
| La Greda | 202,55 | 27 | 116,64 | 15 | 83,44 | 11 | 134,21 | 35 |
| Puchuncaví | 88,45 | 12 | 62,87 | 8 | 52,72 | 7 | 68,01 | 18 |
| Los Maitenes | 210,50 | 28 | 192,50 | 25 | 189,12 | 25 | 197,37 | 52 |
| Valle Alegre | 87,25 | 11 | 68,59 | 9 | 69,44 | 9 | 75,09 | 20 |
| Sur | 154,98 | 20 | 148,66 | 19 | 141,50 | 19 | 148,38 | 39 |
| Concón | 149,00 | 20 | 156,10 | 20 | 92,50 | 12 | 132,53 | 35 |
| Colmo | 31,32 | 4 | 26,94 | 4 | 19,69 | 3 | 25,98 | 7 |
| Junta de Vecinos | 50,27 | 7 | 57,84 | 8 | 14,89 | 2 | 41,00 | 11 |
| Las Gaviotas | 45,19 | 6 | 35,7 | 5 | 24,42 | 3 | 35,10 | 9 |

En la se muestran los valores obtenidos del análisis del percentil 99,73 del periodo como promedio tria-nual y el porcentaje respecto de la norma secundaria horaria, constatándose que todas las estaciones se encuentran por debajo del 80% del límite horario anual (382 ppbv). Del mismo modo, se evaluó el percentil 99,73 de las concentraciones de 1 hora registradas para cada año, donde se obtuvo que, durante el periodo analizado, las concentraciones en todas las estaciones se encontraron por debajo del 80% del límite horario anual (764 ppbv). Por lo tanto, se concluye que la norma horaria no fue superada en ninguna de las estaciones evaluadas.

El Gráfico 7 muestra los valores obtenidos del análisis del percentil 99,73 del periodo como promedio trianual. Mientras que el Gráfico 8 presenta los valores obtenidos del cálculo del percentil 99,73 de las concentraciones horarias para cada uno de los años de periodo analizado.



**Gráfico 7 Norma Secundaria Horaria para SO2,Promedio Trianual periodo 2014 al 2016**



**Gráfico 8 Norma Secundaria Horaria para SO2 por año**

### 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 2014 y el día 31 de diciembre de 2016. En la Tabla 27 se presenta un resumen con el cálculo del percentil 99,7 de la norma secundaria de 24 horas para SO2 en todas las estaciones de monitoreo de la Red de Ventanas y la Red de ENAP Refinerías.

Se debe señalar que se considerará sobrepasada la norma secundaria de calidad de aire para SO2 como concentración de 24 horas, cuando el promedio aritmético de tres años calendario sucesivos de los valores del percentil 99,7 de las concentraciones de 24 horas registradas cada año, en cualquier estación monitora clasificada como EMRRN, fuere mayor o igual a 140 ppbv (365 µg/m3N). Además, se considerará sobrepasada la norma secundaria de calidad de aire para dióxido de azufre como concentración de 24 horas, si en un año calendario el percentil 99,7 de las concentraciones de 24 horas registradas en cualquier estación monitora clasificada como EMRRN fuere mayor o igual a 280 ppbv (730 μg/m3N).

Tabla 27 Percentil 99,7 de las concentraciones de 24 horas para el periodo 2014-2016

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Estación | Percentil 99,7  2014  (ppbv) | % de la Norma 24 horas 2014  (280 ppbv) | Percentil 99,7  2015  (ppbv) | % de la Norma 24 horas 2015  (280 ppbv) | Percentil 99,7  2016  (ppbv) | % de la Norma 24 horas 2016  (280 ppbv) | Promedio Percentil 99,7  24 horas  (2014-2015-2016)  (ppbv) | % de la Norma  24 horas  (140 ppbv) |
| Quintero | 64,15 | 23 | 79,00 | 28 | 64,72 | 23 | 69,29 | 49 |
| La Greda | 67,23 | 24 | 40,37 | 14 | 29,26 | 10 | 45,62 | 33 |
| Puchuncaví | 28,45 | 10 | 22,40 | 8 | 20,14 | 7 | 23,66 | 17 |
| Los Maitenes | 62,23 | 22 | 40,35 | 14 | 49,73 | 18 | 50,77 | 36 |
| Valle Alegre | 23,67 | 8 | 19,98 | 7 | 20,25 | 7 | 21,30 | 15 |
| Sur | 63,47 | 23 | 41,64 | 15 | 45,63 | 16 | 50,24 | 36 |
| Concón | 58,53 | 21 | 64,07 | 23 | 50,51 | 18 | 57,70 | 41 |
| Colmo | 14,04 | 5 | 9,50 | 3 | 7,72 | 3 | 10,42 | 7 |
| Junta de Vecinos | 28,56 | 10 | 24,59 | 9 | 8,41 | 3 | 20,52 | 15 |
| Las Gaviotas | 23,41 | 8 | 15,46 | 6 | 11,62 | 4 | 16,83 | 12 |

En la Tabla 27 se presentan los valores obtenidos del análisis del percentil 99,7 del periodo 2014-2016, como promedio trianual y el porcentaje respecto a la norma 24 horas, constatándose que todas las estaciones se encuentran por debajo del 80% del límite normativo. Del mismo modo, se evaluó el percentil 99,7 de las concentraciones de 24 horas registradas para cada año, donde se obtuvo que, durante el periodo analizado, las concentraciones en todas las estaciones se encuentran por debajo del 80% del límite que exige la norma.

El Gráfico 9 muestra los valores obtenidos del análisis del percentil 99,7 del periodo como promedio trianual. Mientras que el Gráfico 10 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 9 Norma Secundaria Diaria para SO2, Promedio Trianual periodo 2014 al 2016**



**Gráfico 10 Norma Secundaria Diaria para SO2 por año**

### Evaluación de la norma secundaria anual de SO2

Se considerará sobrepasada la norma secundaria de calidad de aire para SO2 como concentración anual, cuando el promedio aritmético de tres años calendario sucesivos de los valores de concentración anual, en cualquier estación monitora clasificada como EMRRN, fuere mayor o igual a 31 ppbv (80 µg/m3N). Se considera también sobrepasada la norma secundaria de calidad del aire como concentración anual, si en un año calendario, el valor de concentración en cualquier estación monitora clasificada como EMRRN fuere mayor o igual a 62 ppbv (160 µg/m3N).

Tabla Concentración anual para SO2 para el periodo del 2014-2016

| Estación | Conc.  Anual  2014  (ppbv) | % de la Norma Anual  2014  (62  ppbv) | Conc.  Anual  2015  (ppbv) | % de la Norma Anual  2015  (62  ppbv) | Conc.  Anual  2016  (ppbv) | % de la Norma Anual  2016  (62  ppbv) | Promedio Trianual  (ppbv) | % de la Norma Anual  (31  ppbv) |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Quintero | 10,30 | 17 | 15,27 | 25 | 11,05 | 18 | 12,20 | 39 |
| La Greda | 10,76 | 17 | 5,69 | 9 | 5,27 | 9 | 7,24 | 23 |
| Puchuncaví | 8,88 | 14 | 6,48 | 10 | 6,43 | 10 | 7,26 | 23 |
| Los Maitenes | 11,92 | 19 | 11,45 | 18 | 10,75 | 17 | 11,37 | 37 |
| Valle Alegre | 5,41 | 9 | 5,37 | 9 | 5,90 | 10 | 5,56 | 18 |
| Sur | 10,50 | 17 | 9,35 | 15 | 7,51 | 12 | 9,12 | 29 |
| Concón | 11,46 | 18 | 11,66 | 19 | 8,42 | 14 | 10,51 | 34 |
| Colmo | 4,39 | 7 | 3,78 | 6 | 4,01 | 6 | 4,06 | 13 |
| Junta de Vecinos | 4,97 | 8 | 4,73 | 8 | 3,18 | 5 | 4,29 | 14 |
| Las Gaviotas | 4,77 | 8 | 3,86 | 6 | 4,29 | 7 | 4,31 | 14 |

En la Tabla 28 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 (31 ppbv). 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 encontraron por debajo del 80% del límite (62 ppbv). Por lo tanto, se concluye que la norma anual no fue superada en ninguna de las estaciones en estudio.

El Gráfico 11 muestra las concentraciones anuales del periodo como promedio trianual. Mientras que el Gráfico 12 presenta las concentraciones anuales para cada uno de los años de periodo analizado.



**Gráfico 11 Norma Secundaria Anual para SO2, Promedio Trianual periodo 2014 al 2016**



**Gráfico 12 Norma Secundaria Anual para SO2 por año**

## Evaluación de la norma primaria de 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 2015 y el día 31 de diciembre de 2016. En la Tabla 29 se presenta un resumen con las concentraciones anuales para plomo sólo en las estaciones de monitoreo de la Red de AESGener – CODELCO, ya que las estaciones de la Red de ENAP Refinerías, no poseen información suficiente para efectuar una evaluación normativa.

El promedio bianual expresado en porcentaje muestra que la norma anual de Plomo no fue superada en las estaciones de monitoreo de la Red de AESGener – CODELCO, y los porcentajes obtenidos respecto de la norma se encontraron por debajo del 80% de la norma.

Tabla Norma de calidad primaria anual para Plomo

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Red | Estación | Concentración Anual 2015  (μg/m3N) | Concentración Anual 2016  (μg/m3N) | Promedio bianual  (2015-2016)  (μg/m3N) | % de la Norma  Anual  0,5 (μg/m3N) |
| AesGener y CODELCO División Ventanas | Quintero | 0,063 | 0,096 | 0,079 | 15,9 |
| La Greda | 0,020 | 0,035 | 0,028 | 5,5 |
| Puchuncaví | 0,020 | 0,029 | 0,025 | 4,9 |
| Los Maitenes | 0,047 | 0,073 | 0,060 | 12,0 |
| Valle Alegre | 0,021 | 0,032 | 0,027 | 5,3 |

El Gráfico 13 presenta el promedio bianual de las concentraciones anuales de Plomo para el periodo comprendido entre el día 1° de enero de 2015 y el día 31 de diciembre de 2016.



**Gráfico 13 Norma Anual para Plomo (Pb)**

# 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 2014 y el 31 de diciembre de 2016, considerándose válida la información generada de las mediciones de MP2,5, MP10, SO2 y Pb, de las 10 estaciones de la Red; Quintero, La Greda, Puchuncaví, Los Maitenes, Valle Alegre, Sur, Concón, Colmo, Junta de Vecinos y Las Gaviotas. Para verificar el cumplimiento de las normas se tomó en cuenta la representatividad poblacional para material particulado MP2,5; MP10, para el contaminante SO2 la representatividad poblacional para gases por norma primaria y representatividad para recursos naturales por norma secundaria, 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 2014 y 2015, se consideró el análisis efectuado en los informes DFZ-2015-14-V-NC- EI y DFZ-2016-1077-V-NC-EI, emitido por la Superintendencia del Medio Ambiente.

**Norma de calidad del aire para MP2,5**

La evaluación del cumplimiento de la norma de calidad del aire para MP2,5, que establece la superación de la norma de 24 horas con una concentración mayor a 50 μg/m3, determinó que el percentil 98 de los promedios de las concentraciones diarias de MP2,5 no fue superado. Para el año 2014 sólo se observa, en la estación Quintero, un porcentaje sobre el 80% de límite, correspondiendo a un 94% de la norma. El resto de las estaciones para el periodo reportado presentan un valor del percentil 98 por debajo del 80% de la norma de 24 horas. La evaluación para el año 2015 y 2016 determinó mediante el cálculo del percentil 98 que la estación Concón presentó valores de 44 μg/m3 y 40 μg/m3, respectivamente, los que corresponden al 88 % y 80 % de la norma de norma diaria de MP2,5.

Del análisis de la norma anual de MP2,5, con la información disponible para los años 2014, 2015 y 2016, se concluye que la norma anual no fue superada en ninguna de las estaciones de la Red, sin embargo se observó un porcentaje superior al 80% de la norma, en estación Concón con un valor promedio de 19 μg/m3 y en la estación Quintero con un valor de 17 μg/m3 con porcentajes de 97% y 83%, respectivamente.

**Norma de calidad del aire para MP10**

La evaluación de la norma de 24 horas de MP10, que fija como límite un valor de 150 μg/m3N, mediante el cálculo del percentil 98 de las concentraciones de 24 horas para los años 2014, 2015 y 2016, determinó que el valor de la norma de MP10 como concentración de 24 horas, no fue superado en ninguna de las estaciones en los años mencionados anteriormente y los valores del percentil 98 se encontraron por debajo del 80% de la norma.

Respecto de la norma anual de MP10 que establece como límite una concentración de 50 μg/m3N, se determinó que el promedio trianual (2014-2015-2016) de las estaciones de la Red no superó la norma anual de MP10. Al evaluar el 80% de la norma anual, se aprecia que la estación Concón alcanzó un 83% de la norma, con un valor de 42 μg/m3N. El resto de las estaciones se encuentran por debajo del 80% de la norma anual.

**Norma primaria de calidad del aire para SO2**

La evaluación de la norma primaria de SO2 en las estaciones de la Red, para el período comprendido entre el día 1° de enero de 2014 y el día 31 de diciembre de 2016, concluyó lo siguiente:

Para la norma primaria de SO2 como concentración 24 horas, cuyo límite es de 96 ppbv (250 μg/m3N), mediante el cálculo del promedio trianual del percentil 99 se determinó que ésta no fue superada en ninguna de las estaciones de la red para el período en análisis, y los valores se encontraron por debajo del 80% de la norma.

Respecto de la norma anual de SO2 que establece un límite de 31 ppbv (80 μg/m3N), se determinó, al calcular el promedio trianual, que la norma anual no fue superada en ninguna de las estaciones y los valores se encontraron por debajo del 80% de la norma.

**Norma secundaria de calidad del aire para SO2**

La evaluación del cumplimiento de la norma secundaria de SO2, de las estaciones de la Red, para el periodo comprendido entre el día 1° de enero de 2014 y el día 31 de diciembre de 2016, se determinó lo siguiente:

Respecto a la norma secundaria horaria se avalúo en las dos condiciones descritas en la norma, en el caso del cálculo del promedio trianual del percentil 99,73, el que establece un límite de 382 ppbv (1.000 µg/m3N), se determinó que todas las estaciones se encontraron por debajo del 80% del límite normativo. En la segunda condición, se evaluó el percentil 99,73 de las concentraciones de 1 hora registradas durante un año calendario, el que establece un límite de 764 ppbv (2.000 μg/m3N). Del análisis realizado se determinó que todas las estaciones de la red se encontraron por debajo del 80% del límite horario definido para este caso. Por consiguiente, la norma secundaria horaria no fue superada en las estaciones de la red en ninguna de las dos condiciones analizadas.

Para la norma secundaria de 24 horas, cuyo límite es de 140 ppbv (365 µg/m3N), el cálculo del promedio trianual del percentil 99,7 determinó que ésta no es superada en ninguna de las estaciones y los valores se encontraron por debajo del 80% de la norma. De igual manera, se evaluó la concentración anual para cada año, donde se obtuvo que durante el periodo analizado, las concentraciones en todas las estaciones estuvieron por debajo del límite (280 ppbv). Por consiguiente, la norma secundaria 24 horas no fue superada en las estaciones de la red en ninguna de las dos condiciones analizadas.

Respecto de la norma secundaria anual que establece un límite de 31 ppbv (80 μg/m3N), al calcular el promedio aritmético de las concentraciones anuales de los 3 años, se determinó que ésta no fue superada en ninguna de las estaciones de la red y los valores obtenidos se encontraron por debajo del 80% de la norma. De igual manera, se evaluó la norma como concentración anual para cada año, donde se obtuvo que durante el periodo analizado, las concentraciones en todas las estaciones se encontraron por debajo del límite (62 ppbv). Por consiguiente, la norma secundaria anual no fue superada en las estaciones de la red en ninguna de las dos condiciones analizadas.

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

La revisión de la norma primaria de calidad del aire para plomo, se realizó en base al periodo comprendido entre el 1° de enero de 2015 y el 31 de diciembre de 2016, considerándose válida la información generada de las mediciones de MP10 y la determinación de las concentraciones de plomo en filtros de MP10 de las estaciones de la Red, y del análisis efectuado se pudo determinar lo siguiente:

El número de los análisis químicos de plomo en filtros de MP10 supera el 70% mensual que exige la norma, por tanto, la información proporcionada por las redes de AESGener-CODELCO cumplió con el número de concentraciones válidas para plomo en filtros. Para el caso de las estaciones perteneciente a ENAP Refinerías, la revisión de muestras analizadas determinó que, el número de datos de concentraciones de plomo disponibles es insuficiente para evaluar la norma.

Del resultado de la evaluación de la norma anual de plomo, que fija como límite 0,5 µg/m3N, se verificó que las concentraciones obtenidas en las estaciones de la Red de Ventanas, no superaron la norma anual de plomo y los valores se encontraron por debajo del 80% de la norma.

# ANEXOS

|  |  |
| --- | --- |
| **N° Anexo** | **Nombre Anexo** |
| 1 | Resolución Requiere Antecedentes del Titular AESGener y CODELCO División Ventanas. |
| 2 | Resolución Requiere Antecedentes del Titular ENAP Refinerías. |
| 3 | Datos de calidad del aire para el año 2016. |

1. Resoluciones de EMRPMP10, EMRPMP2,5, EMRPG y EMRRN, disponibles en el anexo del Informe DFZ-2014-431-V-NC-EI del año 2014. [↑](#footnote-ref-1)