



Superintendencia del Medio Ambiente
Gobierno de Chile

INFORME TÉCNICO
CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE POR
MP2,5, MP10, PLOMO Y SO₂

EVALUACIÓN DE INFORMACIÓN

REDES DE CALIDAD DEL AIRE PUCHUNCAVÍ, QUINTERO Y CONCÓN

REGIÓN DE VALPARAÍSO

SECCIÓN DE CALIDAD DEL AIRE Y EMISIONES ATMOSFÉRICAS

DFZ-2020-2496-V-NC

JULIO 2020



| | Nombre | Firma |
|-----------|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aprobado | Juan Pablo Rodríguez F. | X  Juan Pablo Rodríguez Jefe Sección de Calidad del aire y emisiones Firmado por: Juan Pablo Rodríguez Fernandez |
| Elaborado | Isabel Leiva Campos | X  Isabel Leiva Campos Profesional División de Fiscalización Firmado por: isabel.leiva@sma.gob.cl |

TABLA DE CONTENIDOS

| Tema | Página |
|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1. RESUMEN EJECUTIVO | 2 |
| 2. INTRODUCCIÓN | 6 |
| 3. OBJETIVOS | 8 |
| 4. ALCANCE | 8 |
| 5. EVALUACIÓN DE VALIDEZ DE LOS DATOS..... | 9 |
| 5.1. Estaciones declaradas como EMRP-MP2,5, EMRP-MP10, EMRPG y EMRRN | 10 |
| 5.2. Descripción de equipos de medición Red de Ventanas y Red de ENAP Refinerías..... | 12 |
| 5.3. Auditoría de datos | 14 |
| 6. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUPERACIÓN DE NORMA | 21 |
| 6.1. Evaluación de la norma para MP2,5 | 21 |
| 6.1.1. Evaluación de la norma 24 horas MP2,5..... | 21 |
| 6.1.2. Evaluación de la norma anual para MP2,5..... | 22 |
| 6.2. Evaluación de la norma para MP10 | 23 |
| 6.2.1. Evaluación de la norma 24 horas para MP10..... | 23 |
| 6.2.2. Evaluación de la norma anual para MP10..... | 25 |
| 6.3. Evaluación de la norma primaria SO ₂ | 26 |
| 6.3.1. Evaluación de la norma primaria de 1 hora SO ₂ | 26 |
| 6.3.2. Evaluación de la norma primaria 24 horas SO ₂ | 30 |
| 6.3.3. Evaluación de la norma primaria anual de SO ₂ | 32 |
| 6.4. Evaluación de la norma secundaria para SO ₂ | 34 |
| 6.4.1. Evaluación de la norma secundaria a nivel horario para SO ₂ | 34 |
| 6.4.2. Evaluación de la norma secundaria 24 horas SO ₂ | 36 |
| 6.4.3. Evaluación de la norma secundaria anual de SO ₂ | 39 |
| 6.5. Evaluación de la norma primaria de Plomo (Pb)..... | 41 |
| 6.5.1. Evaluación de la norma anual para Plomo (Pb) | 41 |
| 7. CONCLUSIONES..... | 43 |
| 8. ANEXOS..... | 47 |

1. RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento da cuenta de la evaluación del cumplimiento de las normas de calidad del aire para: MP10, contenida en el D.S. N° 59/1998 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, modificado por el D.S. N° 45/2001 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia; MP2,5, contenida en el D.S. N° 12/2011 del Ministerio del Medio Ambiente; norma primaria para SO₂, contenida en el D.S. N° 104/2018 del Ministerio de Medio Ambiente; norma primaria de Plomo, contenida en el D.S. N° 136/2000 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia; y norma secundaria para SO₂, contenida en el D.S. N° 22/2009 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Lo anterior de acuerdo con lo establecido en el Artículo 16° del párrafo II, de la Ley Orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente: “Corresponderá a la Superintendencia del Medio Ambiente, fiscalizar el cumplimiento de las normas de calidad y normas de emisión de cada región, incluida la Metropolitana.”

La actividad de fiscalización de las normas de calidad del aire corresponde a un examen de información para MP2,5, MP10, SO₂ y Pb; donde se consideró para los años 2017 y 2018, el análisis de las normas efectuado en los informes DFZ-2018-2163-V-NC y DFZ-2019-664-V-NC. Para el año 2019 se realizó una auditoría 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 2019, 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 con lo establecido el Reglamento de Estaciones de Medición de Contaminantes Atmosféricos, D.S. N° 61/2008, modificado por el D.S. N° 30/2009, del 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 con los criterios establecidos en la norma de SO₂. Para el contaminante primario Plomo se utilizó como criterio lo descrito en la norma, que establece que se debe contar con 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 $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, determinó que para el año 2017 el percentil 98 de las concentraciones diarias en todas las estaciones analizadas no superó la norma de 24 horas y tampoco el 80% de la norma de 24 horas. En el caso del año 2018 la norma 24 horas no fue superada en ninguna de las estaciones, y solo se observó que en la estación Concón se superó el 80% de la norma con una concentración de $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (82%). Por último, para el año 2019 el cálculo del percentil 98 en cada una de las estaciones determinó que en ninguna de las estaciones se superó la norma y la concentración más alta se observó en la estación Puchuncaví con $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (72%).

Del análisis de la norma anual de MP2,5, con la información disponible para los años 2017, 2018 y 2019, se concluyó que la norma anual no fue superada en las estaciones; Quintero, La Greda, Puchuncaví, Los Maitenes y Valle Alegre; las concentraciones trianuales expresadas como promedios se mantuvieron por debajo del 80% de la norma anual. No obstante, en la estación Concón se registró el valor más alto como promedio trianual, determinándose una concentración de $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$, es decir, un 81% de la norma anual.

Norma de calidad del aire para MP10

La evaluación de la norma de 24 horas de MP10, que fija como límite un valor de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, mediante el cálculo del percentil 98 de las concentraciones de 24 horas para los años 2017, 2018 y 2019, 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 analizados 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 $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, se determinó que el promedio trianual (2017-2018-2019) en cada una de las estaciones evaluadas no superó la norma anual de MP10. Sin embargo, se registraron porcentajes superiores al 80% de la norma anual en las estaciones de Concón con una concentración de $43 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (87%) y Colmo con una concentración de $41 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (82%).

Norma primaria de calidad del aire para SO₂

La evaluación de la norma primaria de 1 hora de SO₂, que establece como límite 134 ppbv (350 µg/m³N), mediante el cálculo del promedio aritmético del percentil 98,5 de tres años calendario sucesivos, determinó que la norma no fue superada en las estaciones para el período en evaluación (2017 al 2019), y solo se observó que en la estación Quintero se encuentra cercana al 80% de la norma de 1 hora, con una concentración de 106,92 ppbv.

La evaluación de la norma primaria de SO₂, concluyó que la norma 24 horas de 57 ppbv (150 µg/m³N) no fue superada en las estaciones para el período en evaluación (2017 al 2019), y solo se observó que en estación Quintero superó el 80% de la norma, con una concentración de 49,66 ppbv, equivalente al 87% de la norma de 24 horas.

Respecto de la norma anual, se determinó que no fue superada en ninguna de las estaciones para el período comprendido entre el día 1° de enero de 2017 y el día 31 de diciembre de 2019, y los valores se encontraron del límite de la norma anual de 23 ppbv (60 µg/m³N) y por debajo del 80% de dicha norma.

Norma secundaria de calidad del aire para SO₂

La evaluación del cumplimiento de la norma secundaria de SO₂, para el periodo comprendido entre el día 1° de enero de 2017 y el día 31 de diciembre de 2019, determinó lo siguiente:

Respecto a la norma secundaria horaria, se realizó una evaluación de esta en las dos condiciones descritas en la norma mencionada. En el caso de la evaluación mediante el cálculo del promedio trianual del percentil 99,73, 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), de lo cual se concluyó 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 fue 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 de 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 ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$), 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 analizadas 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 de 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 2018 y el 31 de diciembre de 2019, considerándose válida la información generada de las mediciones de MP10 y la determinación de las concentraciones de plomo en filtros de MP10. 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 la red de AESGener-CODELCO cumplió con el número de concentraciones válidas para plomo en filtros. Cabe destacar que las estaciones de la Red de ENAP Refinerías no poseen información suficiente para efectuar una evaluación normativa, debido a las exigencias de su evaluación ambiental, y por lo tanto no se consideran para la evaluación de esta norma.

Del resultado de la evaluación de la norma anual de plomo, que fija como límite $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, se verificó que las concentraciones obtenidas en las estaciones de la Red de AESGener-CODELCO, no superaron la norma anual de plomo y los valores se encontraron por debajo del 80% de la norma.

2. 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 II de la Ley Orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente, corresponderá a esta Superintendencia fiscalizar el cumplimiento de las normas de calidad.

Cabe señalar, que el 30 de marzo de 2019 se publicó en el diario oficial el D.S. N° 105 que aprueba el Plan de prevención y descontaminación atmosférica para las comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví, entrando en vigencia el mismo día de su publicación. Además, en dicho documento se indica que se utilizaron para la elaboración del plan 10 estaciones de la zona de Quintero, Puchuncaví y Concón, y estas corresponden a; Quintero, La Greda, Puchuncaví, Los Maitenes, Valle Alegre y Sur, de la red de CODELCO Ventana y Aes Gener; y Concón, Colmo, Junta de Vecinos y Las Gaviotas, de la Red ENAP. De acuerdo con lo mencionado, para la evaluación de las normas de calidad en el presente informe se utilizaron las estaciones descritas anteriormente.

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 2019. Cabe señalar que en los informes DFZ-2018-2163-V-NC y DFZ-2019-664-V-NC, emitidos por la Superintendencia del Medio Ambiente, contienen la auditoría y validación de los datos generados durante los años 2017 y 2018. Respecto del año 2019 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 con lo establecido en la Resolución Exenta N° 302, de 2011, del Subsecretario del Medio Ambiente, que instruye sobre modificaciones al procedimiento de declaración de zona saturada y latente, a partir de la entrada en vigencia de la nueva Institucionalidad Ambiental, modificada por la Resolución Exenta N° 422, de 2012.

3. OBJETIVOS

El objetivo general es evaluar el cumplimiento de las normas de calidad del aire primaria para 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 2017 y el 31 de diciembre de 2019, 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 2019, en base a una auditoría de los datos. Para los años 2017 y 2018 se utilizaron los datos validados por esta Superintendencia y publicados en los informes de fiscalización DFZ-2018-2163-V-NC y DFZ-2019-664-V-NC.

4. 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 2019 y el 31 de diciembre de 2019.

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 2017 y el 31 de diciembre de 2019. 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 vigentes 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/m ³ | 20 µg/m ³ |
| | D.S. N° 104/2018 del Ministerio de Medio Ambiente | SO ₂ | 134 ppbv (350 µg/m ³ N) | 57 ppbv (150 µg/m ³ N) | 23 ppbv (60 µg/m ³ N) |
| | 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/m ³ N | 50 µg/m ³ N |
| | D.S. N° 136/2000 del Ministerio Secretaria General de la Presidencia de la República | Plomo | No aplica | No aplica | 0,5 µg/m ³ N |
| Secundaria | D.S. N° 22/2009, del Ministerio Secretaria General de la Presidencia de la República | SO ₂ | 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) |

5. EVALUACIÓN DE VALIDEZ DE LOS DATOS

La información de las mediciones para los años 2017 y 2018, corresponden a los datos auditados y validados en el marco de los informes DFZ-2018-2163-V-NC y DFZ-2019-664-V-NC, emitidos por la Superintendencia del Medio Ambiente durante el año 2018 y 2019, respectivamente.

Para los datos del año 2019 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 ENAP para 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 con el 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.

5.1. 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 EMRRN¹

| Estación de Monitoreo | Resolución que otorga EMRP para MP2,5 | Resolución que otorga EMRP para MP10 | Resolución que otorga EMRP para SO ₂ | Resolución que otorga EMRRN |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Quintero | Res. Exenta N° 2943 del 26 de diciembre de 2012, de la Secretaría Regional Ministerial de Salud de Valparaíso | Res. Exenta N° 1527 del 28 de junio de 2012, de la Secretaría Regional Ministerial de Salud de Valparaíso | Res. Exenta N° 1527 del 28 de junio de 2012, de la Secretaría 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 Secretaría 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 Secretaría 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 Secretaría 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 Secretaría 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 |

¹ Resoluciones de EMRMP10, EMRMP2,5, EMRPG y EMRRN, disponibles en el anexo del Informe DFZ-2014-431-V-NC-EI del año 2014.

| Estación de Monitoreo | Resolución que otorga EMRP para MP2,5 | Resolución que otorga EMRP para MP10 | Resolución que otorga EMRP para SO ₂ | Resolución que otorga EMRRN |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Concón | Res. Exenta N° 4421 del 27 de diciembre de 2012, de la Secretaría Regional Ministerial de Salud de Valparaíso | Res. Exenta N° 2330 del 14 de septiembre de 2005, de la Secretaría Regional Ministerial de Salud de Valparaíso | Res. Exenta N° 306 del 28 de enero de 2004, de la Secretaría 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 Secretaría Regional Ministerial de Salud de Valparaíso | Res. Exenta N° 306 del 28 de enero de 2004, de la Secretaría 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 Secretaría Regional Ministerial de Salud de Valparaíso | Res. Exenta N° 322 del 01 de abril de 2006, de la Secretaría 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 Secretaría 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.

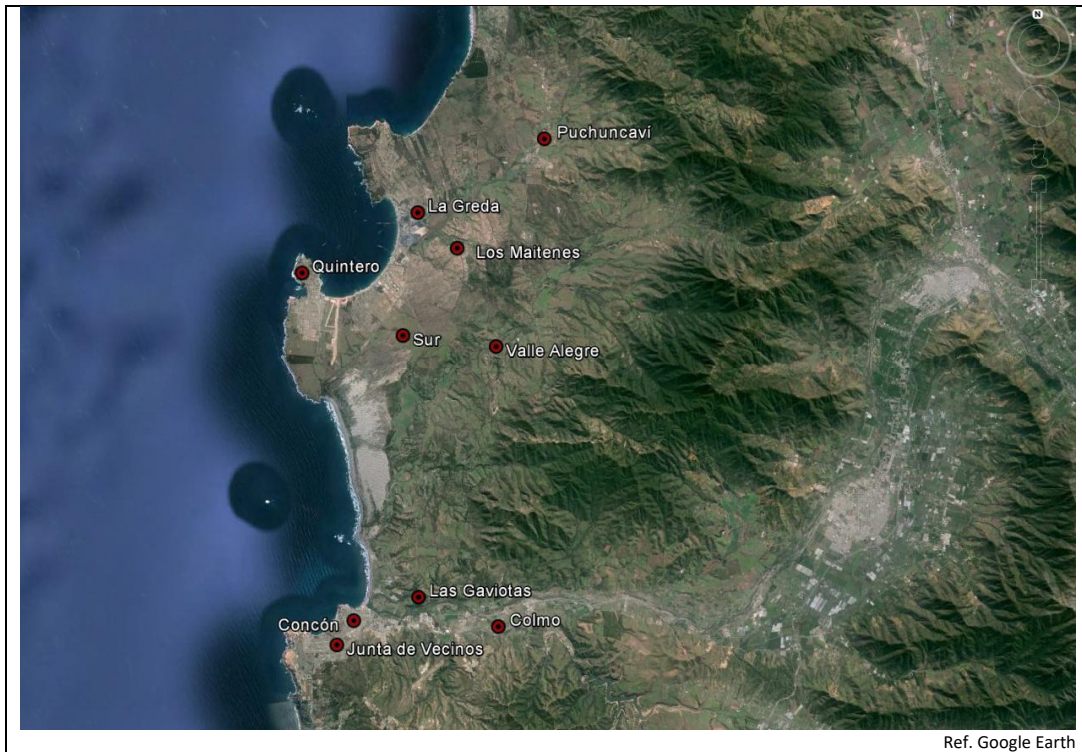


Figura 1 Ubicación de estaciones de calidad del aire de la Red de Ventanas y la Red de ENAP Refinerías.

5.2. Descripción de equipos de medición Red de Ventanas y Red de ENAP Refinerías

De acuerdo con los antecedentes entregados por los titulares AESGener - CODELCO División Ventanas y ENAP Refinerías para el año 2019, los instrumentos de medición utilizados para el monitoreo de MP_{2,5}, 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 MP_{2,5}, MP₁₀, Plomo y SO₂, utilizados en las estaciones de calidad del aire analizadas, durante el año 2019.

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 |
| | | SO ₂ | 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 |
| | | SO ₂ | 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 |
| | | SO ₂ | 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 |
| | | SO ₂ | 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 |
| | | SO ₂ | 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 |
| | | SO ₂ | 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 |
| | | SO ₂ | Fluorescencia ultravioleta | Thermo / 43i | EQSA -0486-060 |
| | Colmo | MP10 | Método Gravimétrico de Muestreador de Alto Volumen | GrasebyAndersen / GMW 1200 | RFPS-1287-063 |
| | | SO ₂ | Fluorescencia ultravioleta | Teledyne/100E | EQSA -0495-100 |
| | Junta de Vecinos | MP10 | Método Gravimétrico de Muestreador de Alto Volumen | GrasebyAndersen / GMW 1200 | RFPS-1287-063 |
| | | SO ₂ | Fluorescencia ultravioleta | Teledyne /T100 | EQSA -0495-100 |
| | Las Gaviotas | MP10 | Método Gravimétrico de Muestreador de Alto Volumen | GrasebyAndersen / GMW 1200 | RFPS-1287-063 |
| | | SO ₂ | Fluorescencia ultravioleta | Environnement/AF21M | EQSA -0292-084 |

5.3. Auditoría de datos

Los datos de MP2,5, MP10, Plomo y SO₂ para el año 2019, 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 evaluó el número de días sin dato o dato inválido. De este análisis se presentó el siguiente porcentaje de datos inválidos (Tabla 5):

Tabla 5 Porcentaje de datos inválidos horarios y diarios por contaminante para el año 2019

| Estación | MP2,5 % Diario | MP10 % Diario | SO ₂ % Horario |
|------------------|-------------------|------------------|------------------------------|
| Quintero | 0 | 0,83 | 1,1 |
| La Greda | 1,7 | 0 | 0,8 |
| Puchuncaví | 0,8 | 0,83 | 0,8 |
| Los Maitenes | 3,3 | 0 | 1,0 |
| Valle Alegre | 2,5 | 0,83 | 2,1 |
| Sur | NA | NA | 1,1 |
| Concón | 0 | 0,83 | 1,1 |
| Colmo | NA | 0,83 | 1,2 |
| Junta de Vecinos | NA | 0,83 | 2,2 |
| Las Gaviotas | NA | NA | 2,0 |

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 con 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 con 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 contar con 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 2017, 2018 y 2019. 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 específicos de 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 2017 y 31 de diciembre de 2019)

| 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) SO ₂ | Porcentaje de datos (%) |
|----------|------|--------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------------|-------------------------|
| Quintero | 2017 | 119 | 98 | 121 | 99 | 364 | 99,7 |
| | 2018 | 121 | 99,2 | 119 | 97,5 | 364 | 99,7 |
| | 2019 | 121 | 100 | 120 | 99,2 | 363 | 99,5 |

Tabla 7 Estación La Greda porcentaje de datos válidos por año (1° de enero de 2017 y 31 de diciembre de 2019)

| 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) SO ₂ | Porcentaje de datos (%) |
|----------|------|--------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------------|-------------------------|
| La Greda | 2017 | 118 | 97 | 120 | 98 | 362 | 99,2 |
| | 2018 | 119 | 97,5 | 122 | 100 | 364 | 99,7 |
| | 2019 | 119 | 98,3 | 121 | 100 | 365 | 100 |

Tabla 8 Estación Puchuncaví porcentaje de datos válidos por año (1° de enero de 2017 y 31 de diciembre de 2019)

| 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) SO ₂ | Porcentaje de datos (%) |
|------------|------|--------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------------|-------------------------|
| Puchuncaví | 2017 | 122 | 100 | 122 | 100 | 365 | 100 |
| | 2018 | 122 | 100 | 122 | 100 | 365 | 100 |
| | 2019 | 120 | 99,2 | 120 | 99,2 | 365 | 100 |

Tabla 9 Estación Los Maitenes porcentaje de datos válidos por año (1° de enero de 2017 y 31 de diciembre de 2019)

| 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) SO ₂ | Porcentaje de datos (%) |
|--------------|------|--------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------------|-------------------------|
| Los Maitenes | 2017 | 119 | 98 | 119 | 98 | 362 | 99,2 |
| | 2018 | 121 | 99,2 | 121 | 99,2 | 364 | 99,7 |
| | 2019 | 117 | 96,7 | 121 | 100 | 365 | 100 |

Tabla 10 Estación Valle Alegre porcentaje de datos válidos por año (1° de enero de 2017 y 31 de diciembre de 2019)

| 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) SO ₂ | Porcentaje de datos (%) |
|--------------|------|--------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------------|-------------------------|
| Valle Alegre | 2017 | 119 | 98 | 119 | 98 | 362 | 99,2 |
| | 2018 | 121 | 99,2 | 120 | 98,4 | 358 | 98,1 |
| | 2019 | 118 | 97,5 | 120 | 99,2 | 356 | 97,5 |

Tabla 11 Estación Sur porcentaje de datos válidos por año (1° de enero de 2017 y 31 de diciembre de 2019)

| 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) SO ₂ | Porcentaje de datos (%) |
|----------|------|--------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------------|-------------------------|
| Sur | 2017 | No Aplica | | | | 361 | 98,9 |
| | 2018 | No Aplica | | | | 361 | 98,9 |
| | 2019 | No Aplica | | | | 364 | 99,7 |

Tabla 12 Estación Concón porcentaje de datos válidos por año (1° de enero de 2017 y 31 de diciembre de 2019)

| 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) SO ₂ | Porcentaje de datos (%) |
|----------|------|--------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------------|-------------------------|
| Concón | 2017 | 121 | 99 | 121 | 99 | 362 | 99,9 |
| | 2018 | 122 | 100 | 122 | 100 | 364 | 99,7 |
| | 2019 | 121 | 100 | 120 | 99,2 | 365 | 100 |

Tabla 13 Estación Colmo porcentaje de datos válidos por año (1° de enero de 2017 y 31 de diciembre de 2019)

| 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) SO ₂ | Porcentaje de datos (%) |
|----------|------|--------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------------|-------------------------|
| Colmo | 2017 | No Aplica | | 122 | 100 | 362 | 99,2 |
| | 2018 | | | 122 | 100 | 365 | 100 |
| | 2019 | | | 120 | 99,2 | 363 | 99,5 |

Tabla 14 Estación Junta de Vecinos porcentaje de datos válidos por año (1° de enero de 2017 y 31 de diciembre de 2019)

| 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) SO ₂ | Porcentaje de datos (%) |
|------------------|------|--------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------------|-------------------------|
| Junta de Vecinos | 2017 | No Aplica | | 122 | 100 | 363 | 99,5 |
| | 2018 | | | 119 | 97,5 | 362 | 99,2 |
| | 2019 | | | 121 | 100 | 358 | 98,1 |

Tabla 15 Estación Las Gaviotas porcentaje de datos válidos por año (1° de enero de 2017 y 31 de diciembre de 2019)

| 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) SO ₂ | Porcentaje de datos (%) |
|--------------|------|--------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------------|-------------------------|
| Las Gaviotas | 2017 | No Aplica | | | | 360 | 98,6 |
| | 2018 | | | | | 355 | 97,3 |
| | 2019 | | | | | 359 | 98,4 |

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.

Tabla 16 Porcentaje de datos válidos de MP2,5 mensuales por estación para los años 2017, 2018 y 2019

| MESES (%) | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| AesGener y CODELCO División Ventanas | | | | | | | | | | | | | |
| Estación | Año | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC |
| Quintero | 2017 | 91 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90 | 90 | 100 | 100 | 90 |
| | 2018 | 100 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 2019 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| La Greda | 2017 | 100 | 100 | 100 | 90 | 91 | 100 | 90 | 100 | 100 | 91 | 100 | 100 |
| | 2018 | 100 | 100 | 100 | 90 | 100 | 90 | 100 | 100 | 90 | 100 | 100 | 100 |
| | 2019 | 100 | 78 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Puchuncaví | 2017 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 2018 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 2019 | 100 | 89 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Los Maitenes | 2017 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 2018 | 100 | 100 | 100 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 2019 | 100 | 100 | 91 | 100 | 100 | 80 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90 |
| Valle Alegre | 2017 | 100 | 100 | 100 | 90 | 100 | 100 | 100 | 90 | 90 | 100 | 100 | 100 |
| | 2018 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 91 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 2019 | 90 | 100 | 91 | 100 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| ENAP Refinerías | | | | | | | | | | | | | |
| Estación | Año | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC |
| Concón | 2017 | 91 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 2018 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 2019 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Tabla 17 Porcentaje de datos válidos de MP10 mensuales por estación para los años 2017, 2018 y 2019

| MESES (%) | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| AesGener y CODELCO División Ventanas | | | | | | | | | | | | | |
| Estación | Año | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC |
| Quintero | 2017 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 2018 | 100 | 100 | 100 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 80 | 100 | 100 |
| | 2019 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| La Greda | 2017 | 100 | 100 | 100 | 90 | 100 | 100 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 2018 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 2019 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Puchuncaví | 2017 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 2018 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 2019 | 100 | 100 | 91 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Los Maitenes | 2017 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 2018 | 100 | 100 | 100 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 2019 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Valle Alegre | 2017 | 100 | 100 | 100 | 90 | 91 | 100 | 100 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 2018 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 91 | 100 | 100 | 100 | 90 | 100 |
| | 2019 | 100 | 100 | 91 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| ENAP Refinerías | | | | | | | | | | | | | |
| Estación | Año | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC |
| Concón | 2017 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90 | 100 | 100 | 100 |
| | 2018 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 2019 | 100 | 100 | 91 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Colmo | 2017 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 2018 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

| MESES (%) | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| AesGener y CODELCO División Ventanas | | | | | | | | | | | | | |
| Estación | Año | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC |
| | 2019 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Junta de Vecinos | 2017 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 2018 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90 | 100 | 100 | 90 | 100 | 100 | 100 |
| | 2019 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Tabla 18 Porcentaje de datos válidos de SO₂ mensuales por estación para los años 2017, 2018 y 2019

| MESES (%) | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| AESGener y CODELCO División Ventanas | | | | | | | | | | | | | |
| Estación | Año | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC |
| Quintero | 2017 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 97 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 2018 | 97 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 2019 | 97 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 97 | 100 |
| La Greda | 2017 | 100 | 100 | 100 | 97 | 100 | 100 | 97 | 97 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 2018 | 100 | 96 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 2019 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Puchuncaví | 2017 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 2018 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 2019 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Los Maitenes | 2017 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 2018 | 100 | 100 | 100 | 97 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 2019 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Valle Alegre | 2017 | 100 | 100 | 97 | 97 | 100 | 100 | 100 | 97 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 2018 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 87 | 94 | 100 | 100 | 97 | 100 | 100 |
| | 2019 | 100 | 100 | 94 | 97 | 97 | 93 | 94 | 100 | 97 | 100 | 100 | 100 |
| Sur | 2017 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 97 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 2018 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90 | 97 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 2019 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 97 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| ENAP Refinerías | | | | | | | | | | | | | |
| Estación | Año | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC |
| Concón | 2017 | 97 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 94 |
| | 2018 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 97 |
| | 2019 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Colmo | 2017 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90 |
| | 2018 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 2019 | 94 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Junta de Vecinos | 2017 | 100 | 100 | 100 | 97 | 100 | 97 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 2018 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 97 | 100 | 100 | 93 | 100 | 100 | 100 |
| | 2019 | 100 | 89 | 97 | 100 | 100 | 93 | 100 | 100 | 100 | 100 | 97 | 100 |
| Las Gaviotas | 2017 | 100 | 100 | 100 | 100 | 94 | 97 | 94 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 2018 | 100 | 93 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90 | 100 | 100 | 97 | 87 | 100 |
| | 2019 | 100 | 100 | 94 | 93 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 94 | 100 | 100 |

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, para el año 2018 y 2019, superando el 70%

mensual que exige la norma. Cabe destacar que las estaciones de la Red de ENAP Refinerías no poseen información suficiente para efectuar una evaluación normativa, debido a las exigencias de su evaluación ambiental, por lo tanto, no se consideran para la evaluación de esta norma.

Tabla 19 Porcentaje de datos mensuales de Pb por estación para los años 2018 y 2019

| | | MESES (%) | | | | | | | | | | | |
|--------------|------|--------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | AesGener y CODELCO División Ventanas | | | | | | | | | | | |
| Estación | Año | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC |
| Quintero | 2018 | 100 | 100 | 100 | 90 | 100 | 80 | 100 | 100 | 100 | 80 | 100 | 100 |
| | 2019 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| La Greda | 2018 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 2019 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Puchuncaví | 2018 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 2019 | 100 | 100 | 91 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Los Maitenes | 2018 | 100 | 100 | 100 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 2019 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Valle Alegre | 2018 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 91 | 100 | 100 | 100 | 90 | 100 |
| | 2019 | 100 | 100 | 91 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

6. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUPERACIÓN DE NORMA

6.1. Evaluación de la norma para MP2,5

6.1.1. 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 2017 y el día 31 de diciembre de 2019. 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 2017, 2018 y 2019, de las estaciones de monitoreo de la Red.

De acuerdo con 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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en cualquier estación monitorea calificada como EMRPMP2,5.

Tabla 20 Evaluación de la norma de 24 horas para MP2,5 durante el período 2017 al 2019

| Red | Estación | Percentil 98 Año 2017 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | % de la Norma 24 horas 2017 ($50\mu\text{g}/\text{m}^3$) | Percentil 98 Año 2018 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | % de la Norma 24 horas 2018 ($50\mu\text{g}/\text{m}^3$) | Percentil 98 Año 2019 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | % de la Norma 24 horas 2019 ($50\mu\text{g}/\text{m}^3$) |
|--------------------------------------|--------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| AESGener y CODELCO División Ventanas | Quintero | 34 | 68 | 34 | 68 | 31 | 62 |
| | La Greda | 37 | 74 | 33 | 67 | 34 | 68 |
| | Puchuncaví | 30 | 60 | 38 | 76 | 36 | 72 |
| | Los Maitenes | 28 | 56 | 25 | 50 | 28 | 56 |
| | Valle Alegre | 27 | 54 | 24 | 48 | 22 | 45 |
| ENAP Refinerías | Concón | 32 | 64 | 41 | 82 | 35 | 70 |

De acuerdo con los resultados obtenidos a partir de los datos disponibles para los años 2017, 2018 y 2019, se determinó que para el año 2017 el percentil 98 de las concentraciones diarias en todas las estaciones analizadas no superó la norma de 24 horas y tampoco el 80% de la norma de 24 horas. En el caso del año 2018 la norma 24 horas no fue superada en ninguna de las estaciones, y solo se observó que en la estación Concón se superó el 80% de la norma con una concentración de 41 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (82%). Por último, para el año 2019 el cálculo del percentil 98 en cada una de las estaciones determinó que en ninguna de las estaciones se superó la norma y la concentración más alta se observó en la estación Puchuncaví con 36 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (72%).

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 2017, 2018 y 2019.

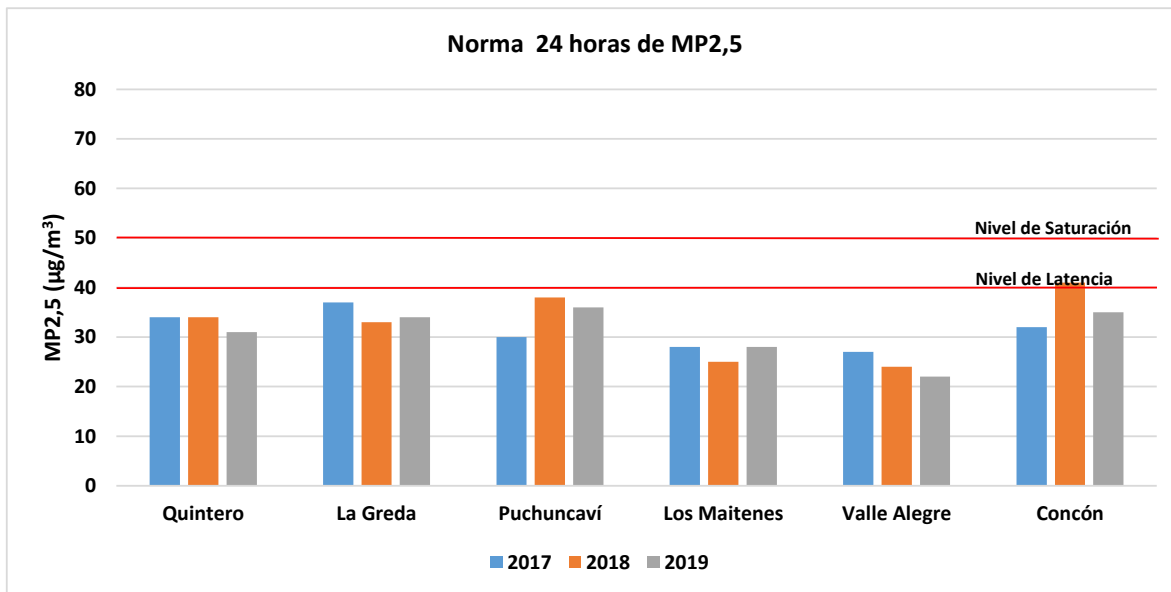


Gráfico 1 Norma 24 Horas para MP2,5

6.1.2. 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 2017 y el día 31 de diciembre de 2019.

De acuerdo con 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 monitorea calificada como EMRPMP2,5.

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 2017, 2018 y 2019, en las estaciones de monitoreo de la Red.

Tabla 21 Evaluación de la norma anual para MP2,5 durante el período 2017 al 2019

| Red | Estación | Concentración Anual Año 2017 (µg/m³) | Concentración Anual Año 2018 (µg/m³) | Concentración Anual Año 2019 (µg/m³) | Promedio Trianual (2017-2018-2019) (µg/m³) | % de la Norma Anual (20µg/m³) |
|--------------------------------------|--------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------|
| AesGener y CODELCO División Ventanas | Quintero | 15 | 15 | 16 | 15.6 | 78 |
| | La Greda | 15 | 15 | 16 | 15.4 | 77 |
| | Puchuncaví | 14 | 15 | 16 | 14.9 | 74 |
| | Los Maitenes | 12 | 12 | 13 | 12.5 | 63 |
| | Valle Alegre | 11 | 12 | 12 | 11.6 | 58 |
| ENAP Refinerías | Concón | 16 | 16 | 17 | 16.2 | 81 |

Los resultados de la evaluación de la norma anual para los años 2017, 2018 y 2019 indican que en las estaciones; Quintero, La Greda, Puchuncaví, Los Maitenes y Valle Alegre; las concentraciones trianuales expresadas como promedios se mantuvieron por debajo del 80% de la norma anual. No obstante, en la estación Concón se registró el valor más alto como promedio trianual, determinándose una concentración de $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$, es decir, un 81% de la norma anual.

Complementariamente, en el Gráfico 2, se pueden observar las concentraciones medias anual por estación, para el período comprendido entre el día 1° de enero de 2017 y el día 31 de diciembre de 2019.

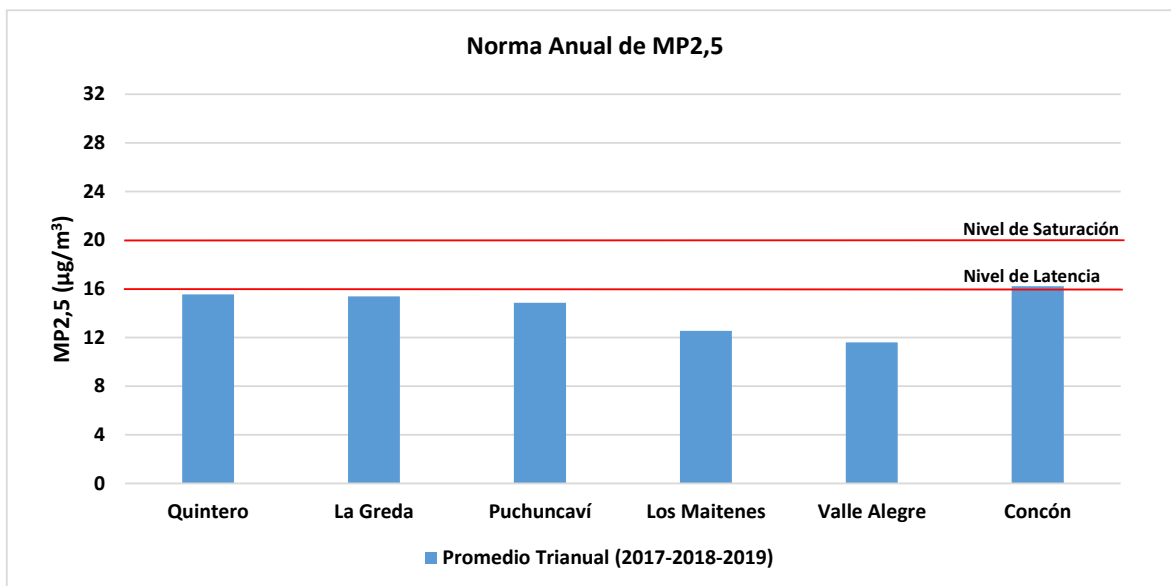


Gráfico 2 Norma anual para MP2,5

6.2. Evaluación de la norma para MP10

6.2.1. Evaluación de la norma 24 horas para MP10

El periodo de evaluación de superación de la norma para MP10, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2017 y el día 31 de diciembre de 2019. 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 2017, 2018 y 2019, de las estaciones de monitoreo de la Red.

Cabe señalar que, de acuerdo con 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 $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

Tabla 22 Evaluación de la norma de 24 horas para MP10 durante el período 2017 al 2019

| Red | Estación | Percentil 98 Año 2017 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) | % de la Norma 24 horas Año 2017 ($150\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) | Percentil 98 Año 2018 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) | % de la Norma 24 horas Año 2018 ($150\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) | Percentil 98 Año 2019 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) | % de la Norma 24 horas Año 2019 ($150\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) |
|--------------------------------------|------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| AESGener y CODELCO División Ventanas | Quintero | 65 | 43 | 61 | 41 | 77 | 51 |
| | La Greda | 72 | 48 | 80 | 53 | 68 | 46 |
| | Puchuncaví | 75 | 50 | 66 | 44 | 59 | 39 |
| | Los Maitenes | 55 | 37 | 47 | 32 | 57 | 38 |
| | Valle Alegre | 55 | 37 | 46 | 31 | 59 | 39 |
| ENAP Refinerías | Concón | 74 | 49 | 73 | 49 | 81 | 54 |
| | Colmo | 72 | 48 | 71 | 47 | 80 | 53 |
| | Junta de Vecinos | 60 | 40 | 61 | 41 | 64 | 43 |

De acuerdo con el análisis efectuado y la determinación del percentil 98 con las concentraciones de 24 horas para los años 2017, 2018 y 2019, 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 2017, 2018 y 2019.

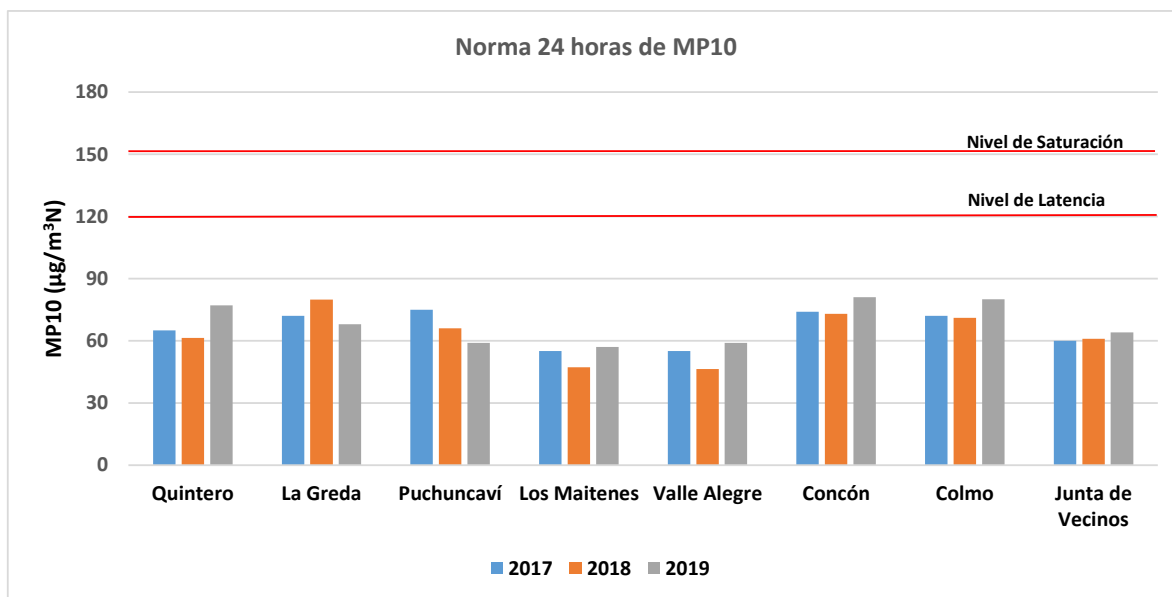


Gráfico 3 Norma 24 horas para MP10

6.2.2. 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 2017 y el día 31 de diciembre de 2019. 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 2017, 2018 y 2019, para las estaciones de monitoreo de la Red.

De acuerdo con 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 monitorea clasificada como EMRP, sea mayor o igual que 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

Tabla 23 Evaluación de la norma anual para MP10 durante el período 2017 al 2019

| Red | Estación | Promedio Anual 2017 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) | Promedio Anual 2018 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) | Promedio Anual 2019 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) | Promedio Trianual (2017-2018-2019) ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) | % de la Norma Anual (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) |
|-----------------------------------------|------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| AesGener y CODELCO División Ventanas | Quintero | 36 | 36 | 41 | 38 | 76 |
| | La Greda | 37 | 37 | 41 | 38 | 77 |
| | Puchuncaví | 36 | 35 | 39 | 37 | 74 |
| | Los Maitenes | 28 | 26 | 30 | 28 | 56 |
| | Valle Alegre | 28 | 25 | 30 | 28 | 56 |
| ENAP Refinerías | Concón | 44 | 43 | 44 | 43 | 87 |
| | Colmo | 40 | 39 | 44 | 41 | 82 |
| | Junta de Vecinos | 36 | 36 | 37 | 36 | 73 |

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 registraron porcentajes superiores al 80% de la norma anual en las estaciones de Concón con una concentración de 43 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (87%) y Colmo con una concentración de 41 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (82%).

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 2017 y el día 31 de diciembre de 2019.

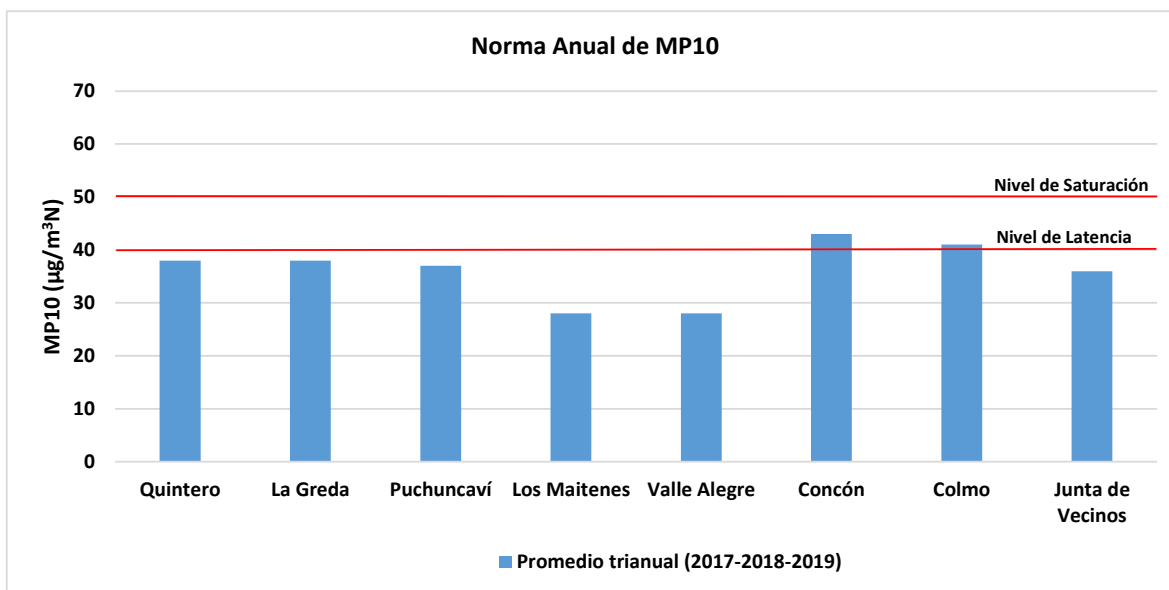


Gráfico 4 Norma anual para MP10

6.3. Evaluación de la norma primaria SO₂

6.3.1. Evaluación de la norma primaria de 1 hora SO₂

El periodo de evaluación de superación de la norma primaria de 1 hora para SO₂, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2017 y el día 31 de diciembre de 2019. En la Tabla 24, se presenta un resumen con los valores del percentil 98,5 de la norma de 1 hora para SO₂, en todas las estaciones de la Red.

Se debe señalar que, de acuerdo con los límites establecidos en el D.S. N° 104/2018 del Ministerio del Medio Ambiente, de acuerdo con las siguientes condiciones:

- a. Se considerará sobrepasada la norma primaria 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 98,5 de las concentraciones de 1 hora registradas cada año, fuere mayor o igual a 134 ppbv (350 µg/m³N). A partir del cuarto año calendario de publicada la norma en el diario oficial, se considerará un percentil 99 para evaluar esta condición.
- b. Se considerará superada la norma de 1 hora, si en un año calendario, el valor correspondiente al percentil 98,5 de las concentraciones de 1 hora registradas, fuere mayor o igual al doble del valor de la norma que se establece. A partir del cuarto año calendario año de publicada la norma en el Diario Oficial, se considera un percentil 99 para evaluar esta condición.

Tabla 24 Evaluación de la norma primaria de 1 hora de SO₂ para el período 2017 al 2019

| Estación | Percentil 98,5 2017 (ppbv) | % de la Norma Horaria 2017 (268 ppbv) | Percentil 98,5 2018 (ppbv) | % de la Norma Horaria 2018 (268 ppbv) | Percentil 98,5 2019 (ppbv) | % de la Norma Horaria 2019 (268 ppbv) | Promedio Trianual (ppbv) | % de la Norma Horaria (134 ppbv) |
|------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|--------------------------|----------------------------------|
| Quintero | 127,08 | 47 | 100,90 | 38 | 92,77 | 35 | 106,92 | 79,8 |
| La Greda | 37,68 | 14 | 35,80 | 13 | 29,71 | 11 | 34,40 | 26 |
| Puchuncaví | 35,70 | 13 | 34,97 | 13 | 28,53 | 11 | 33,07 | 25 |
| Los Maitenes | 107,30 | 40 | 100,64 | 38 | 81,57 | 30 | 96,50 | 72 |
| Valle Alegre | 36,62 | 14 | 39,83 | 15 | 30,31 | 11 | 35,59 | 27 |
| Concón | 50,33 | 19 | 48,90 | 18 | 41,58 | 16 | 46,94 | 35 |
| Colmo | 13,85 | 5 | 11,70 | 4 | 9,29 | 3 | 11,61 | 9 |
| Junta de Vecinos | 9,50 | 4 | 18,16 | 7 | 9,65 | 4 | 12,44 | 9 |
| Las Gaviotas | 17,27 | 6 | 16,03 | 6 | 14,74 | 6 | 16,01 | 12 |

De acuerdo con lo calculado, Tabla 24, se determinó que la norma de 1 hora no fue superada en ninguna de las estaciones para el período en estudio y solo se observó que estación Quintero se encuentra cercana al 80% de la norma, con una concentración promedio de 106,92 ppbv,

El Gráfico 5 muestra los valores obtenidos del análisis del percentil 98,5 del periodo como promedio trianual (condición a). Mientras que, el Gráfico 6 presenta los valores obtenidos del cálculo del percentil 98,5 de las concentraciones de 1 hora para cada uno de los años de periodo analizado (condición b).

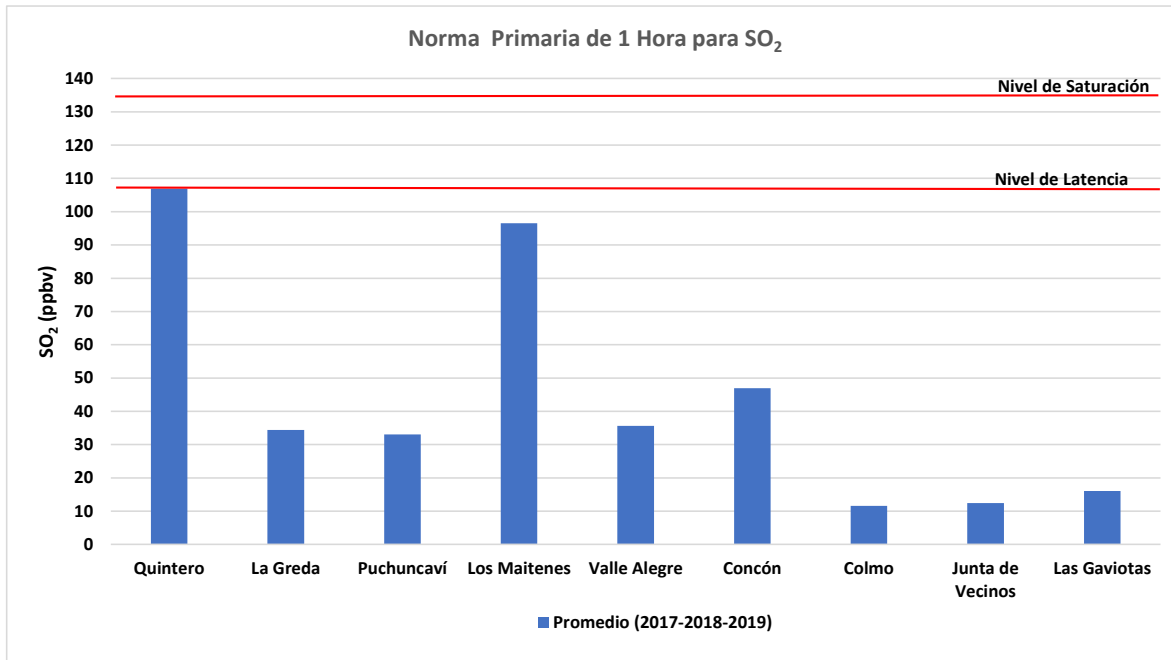


Gráfico 5 Norma primaria de 1 hora para SO₂, promedio trianual periodo 2017 al 2019 (condición a)

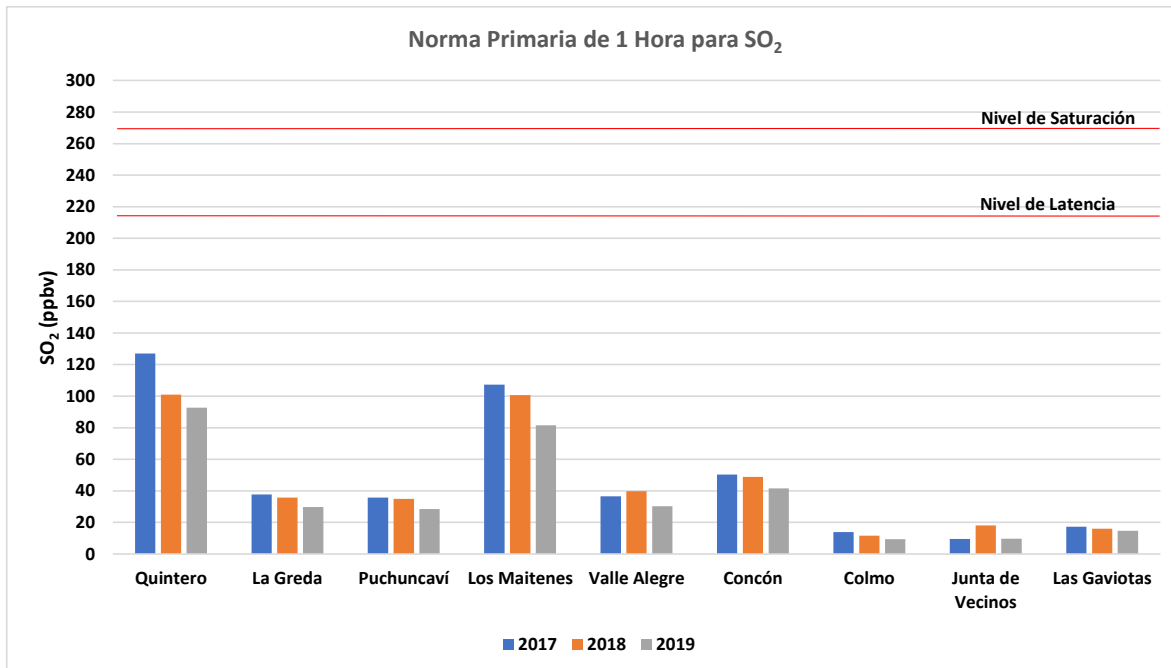


Gráfico 6 Norma primaria de 1 hora para SO₂, por año para el periodo 2017 al 2019 (condición b)

En la Tabla 25, se resume el número de días de excedencias a la norma de 1 hora de SO₂ por estación durante el año 2019, la cual muestra que el mayor número de días con excedencias se presentó en la estación Quintero con 58 excedencias.

Tabla 25 N° de Excedencias a la norma de 1 Hora de SO₂ por estación para el año 2019

| Estación | N° de Excedencia Horarias |
|---------------|---------------------------|
| La Greda | 1 |
| Los Maitenes | 25 |
| Puchuncavi | 0 |
| Quintero | 58 |
| Valle Alegre | 0 |
| Ventanas | 0 |
| Colmo | 0 |
| Concón | 2 |
| Junta Vecinos | 0 |
| Las Gaviotas | 0 |

El Gráfico 7, muestra el número de excedencias por estación, disgregada a nivel mensual, para el período comprendido entre enero y diciembre del año 2019, donde se observa que los días en los cuales hubo más excedencia a la norma ocurrió entre abril y julio, siendo las estaciones de Quintero y Los Maitenes, las que presentaron el mayor número de excedencias a la norma de 1 hora, con 58 y 25 horas, respectivamente.

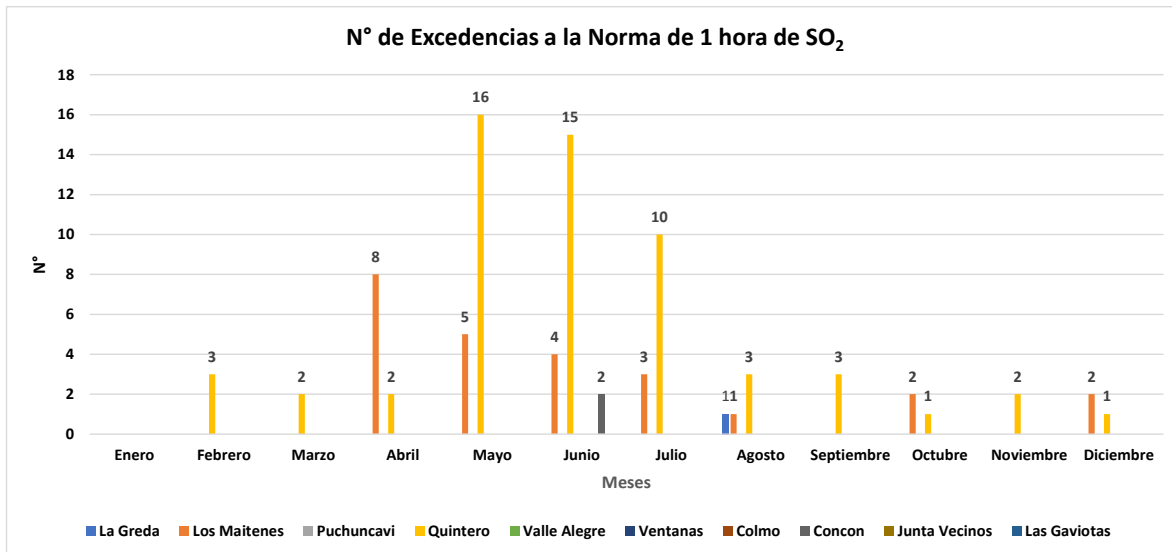


Gráfico 7 Número de Excedencias a la Norma 1 Hora de SO₂ para el 2019

6.3.2. Evaluación de la norma primaria 24 horas SO₂

El periodo de evaluación de superación de la norma primaria de 24 horas para SO₂, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2017 y el día 31 de diciembre de 2019. En la Tabla 26, se presenta un resumen con los valores del percentil 99 de la norma de 24 horas para SO₂, en todas las estaciones de la Red.

Se debe señalar que, de acuerdo con los límites establecidos en el D.S. N° 104/2018 del Ministerio del Medio Ambiente, de acuerdo con las siguientes condiciones:

- Se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para SO₂ como concentración de 24 horas, cuando el promedio aritmético de tres años calendarios sucesivos, de los valores del percentil 99 de las concentraciones de 24 horas registradas, fuere mayor o igual a 57 ppbv (150 µg/m³N).
- Se considerará superada la norma 24 horas también, si en un año calendario, el valor correspondiente al percentil 99 de las concentraciones de 24 horas registradas, fuere mayor o igual al doble del valor de la norma que se establece.

Tabla 26 Evaluación de la norma primaria de 24 horas para SO₂ durante el período 2017 - 2019

| Red | Estación | Percentil 99 2017 (ppbv) | Percentil 99 2018 (ppbv) | Percentil 99 2019 (ppbv) | Percentil 99 Promedio Trianual (2017-2018-2019) (ppbv) | % de la Norma 24 horas 57 ppbv |
|--------------------------------------|------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------|
| AesGener y CODELCO División Ventanas | Quintero | 58,05 | 47,16 | 43,76 | 49,66 | 87 |
| | La Greda | 16,44 | 19,07 | 17,95 | 17,82 | 31 |
| | Puchuncaví | 13,84 | 17,19 | 13,84 | 14,96 | 26 |
| | Los Maitenes | 38,6 | 40,38 | 29,79 | 36,26 | 64 |
| | Valle Alegre | 16,16 | 19,69 | 14,54 | 16,80 | 29 |
| ENAP Refinerías | Concón | 41,27 | 32,77 | 26,01 | 33,35 | 59 |
| | Colmo | 8,35 | 6,78 | 6,01 | 7,05 | 12 |
| | Junta de Vecinos | 8,14 | 18,76 | 8,62 | 11,84 | 21 |
| | Las Gaviotas | 10,57 | 10,76 | 11,12 | 10,82 | 19 |

De acuerdo a lo calculado, Tabla 26, se determinó que la norma 24 horas no fue superada en ninguna de las estaciones para el período en estudio, y solo se observó que en estación Quintero superó el 80% de la norma, con una concentración de 49,66 ppbv, equivalente al 87% de la norma de 24 horas.

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

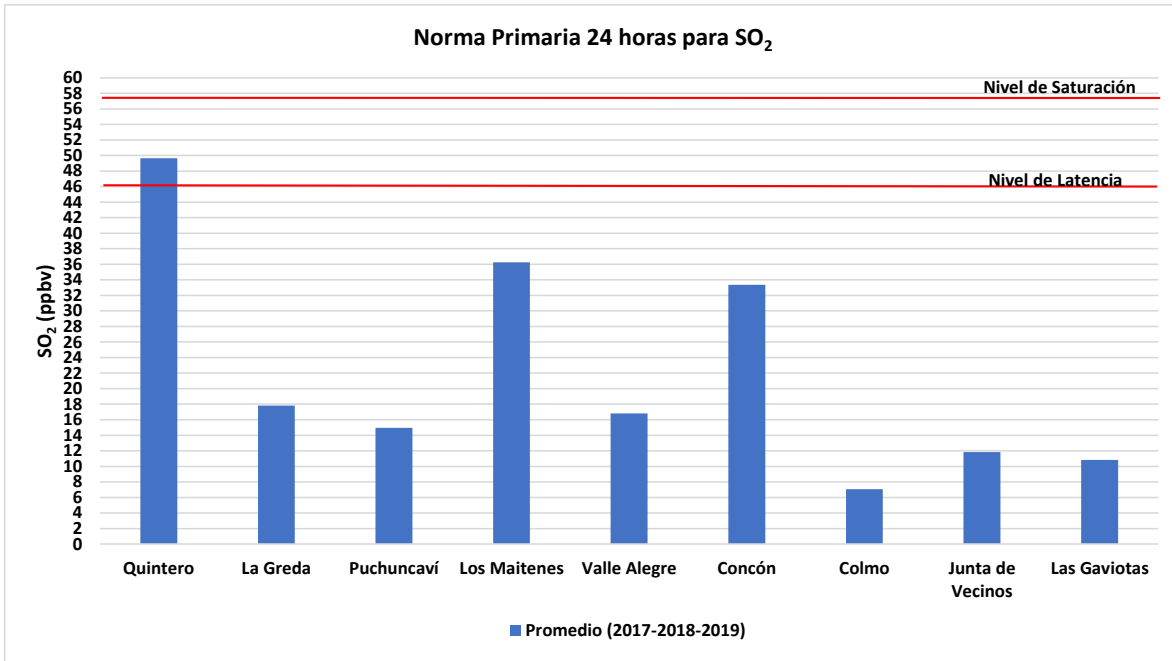


Gráfico 8 Norma primaria 24 horas para SO₂, promedio trianual periodo 2017 al 2019 (condición a)

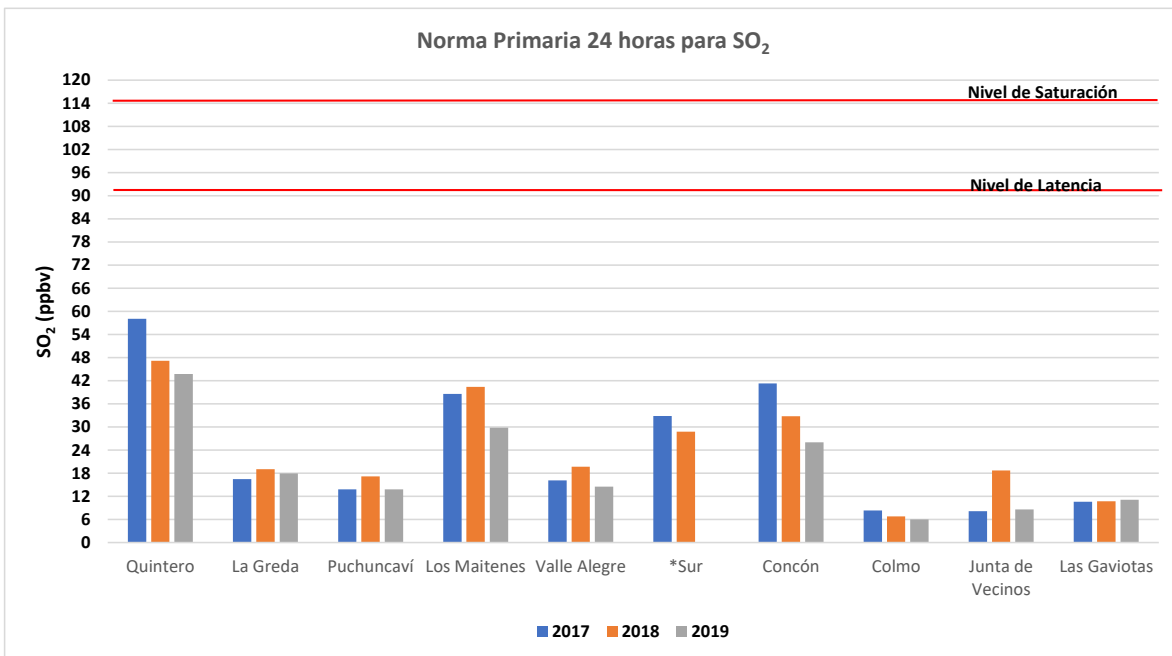


Gráfico 9 Norma primaria 24 horas para SO₂, por año para el periodo 2017 al 2019 (condición b)

6.3.3. Evaluación de la norma primaria anual de SO₂

El periodo de evaluación de superación de la norma primaria anual para SO₂, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2017 y el día 31 de diciembre de 2019. En la Tabla 27, se presenta un resumen con los promedios anuales de SO₂ en todas las estaciones de la red.

Se debe señalar que, de acuerdo con los límites establecidos en el D.S. N° 104/2018 del Ministerio del Medio Ambiente, de acuerdo con las siguientes condiciones:

- Se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para SO₂ como concentración anual, cuando el promedio aritmético de tres años calendarios sucesivos de los valores de concentración anual, fuere mayor o igual a 23 ppbv (60 µg/m³N).
- Si en un año calendario, el valor de la concentración anual, fuere mayor o igual al doble del valor de la norma que se establece.

Tabla 27 Evaluación de la norma primaria anual para SO₂ durante el período 2017 - 2019

| Red | Estación | Concentración Anual 2017 (ppbv) | Concentración Anual 2018 (ppbv) | Concentración Anual 2019 (ppbv) | Promedio Trianual (2017-2018-2019) (ppbv) | % de la Norma Anual 23 (ppbv) |
|--------------------------------------|------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------|
| AesGener y CODELCO División Ventanas | Quintero | 11,96 | 10,00 | 9,66 | 10,54 | 46 |
| | La Greda | 6,38 | 6,74 | 4,51 | 5,88 | 26 |
| | Puchuncaví | 5,86 | 5,66 | 4,75 | 5,42 | 24 |
| | Los Maitenes | 10,90 | 11,65 | 8,85 | 10,47 | 46 |
| | Valle Alegre | 4,70 | 6,57 | 5,07 | 5,45 | 24 |
| ENAP Refinerías | Concón | 9,34 | 8,94 | 7,62 | 8,63 | 38 |
| | Colmo | 3,83 | 3,44 | 3,03 | 3,43 | 15 |
| | Junta de Vecinos | 3,49 | 3,11 | 3,18 | 3,26 | 14 |
| | Las Gaviotas | 4,75 | 4,38 | 4,34 | 4,49 | 20 |

De acuerdo a los resultados de la evaluación de la norma primaria anual, presentados en la Tabla 27, se determinó que las concentraciones obtenidas correspondientes al promedio trianual se encontraron por debajo del 80% de la primaria norma, por lo tanto, en ninguna de ellas se superó el límite establecido en la norma primaria anual y los valores se encontraron por debajo del 50% de la norma anual.

El Gráfico 10 muestra el promedio aritmético de los valores de concentración anual de tres años calendarios (condición a), y el Gráfico 11 presenta las concentraciones anuales para cada uno de los años de periodo analizado (condición b).

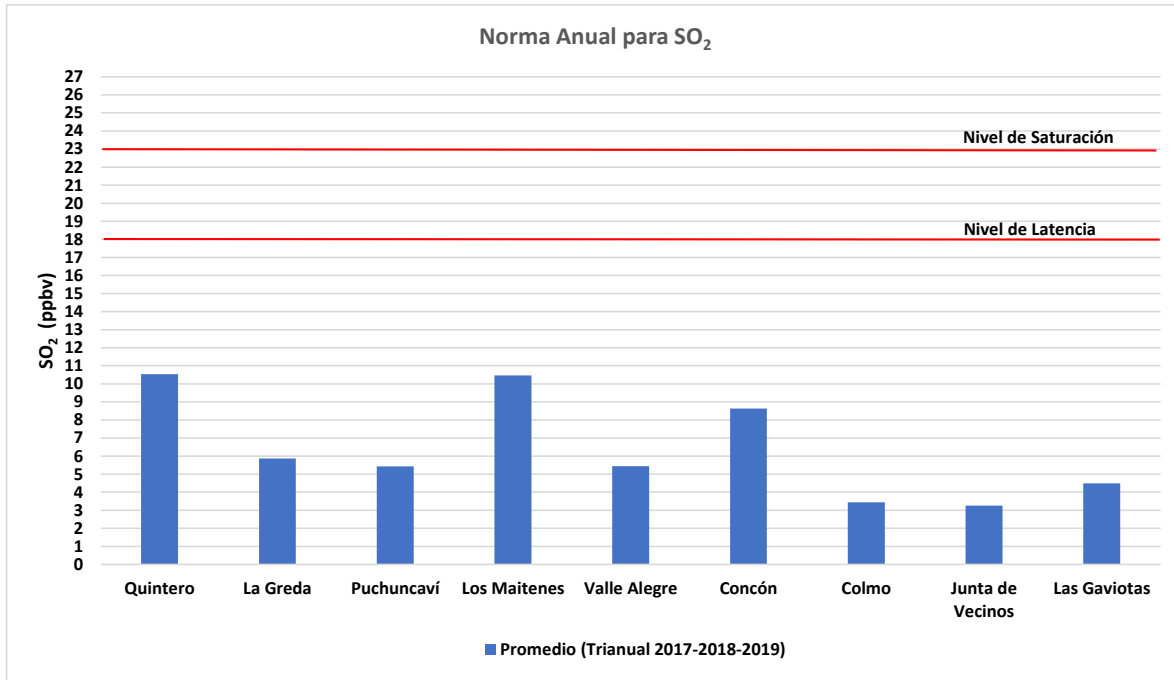


Gráfico 10 Norma primaria anual para SO₂, promedio trianual periodo 2017 al 2019 (condición a)

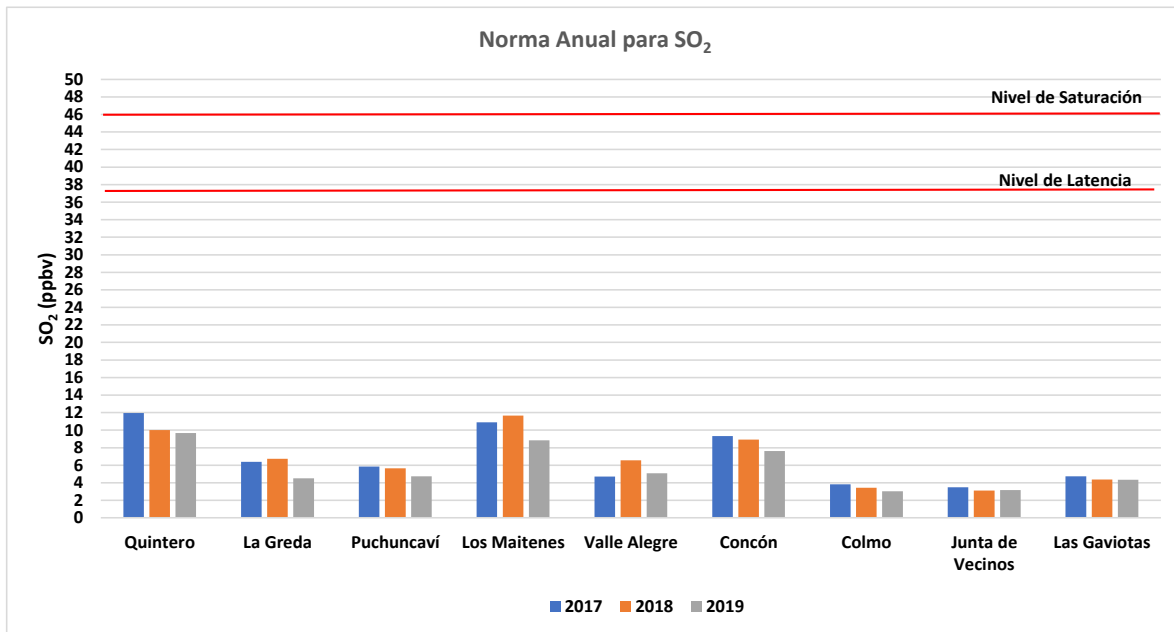


Gráfico 11 Norma primaria anual para SO₂, promedio anual por año para periodo 2017 al 2019 (condición b)

6.4. Evaluación de la norma secundaria para SO₂

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

El periodo de evaluación de superación de la norma secundaria horaria para SO₂, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2017 y el día 31 de diciembre de 2019. En la Tabla 28, se presenta un resumen con el cálculo del percentil 99,73 de la norma secundaria horaria para SO₂ en todas las estaciones 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 28 Evaluación de la norma secundaria horaria para SO₂ durante el período 2017 - 2019

| Estación | Percentil 99,73 2017 (ppbv) | % de la Norma Horaria 2017 (764 ppbv) | Percentil 99,73 2018 (ppbv) | % de la Norma Horaria 2018 (764 ppbv) | Percentil 99,73 2019 (ppbv) | % de la Norma Horaria 2019 (764 ppbv) | Promedio Trianual (ppbv) | % de la Norma Horaria (382 ppbv) |
|------------------|-----------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|--------------------------|----------------------------------|
| Quintero | 227,84 | 30 | 185,98 | 24 | 178,15 | 23 | 197,32 | 52 |
| La Greda | 89,41 | 12 | 69,57 | 9 | 65,90 | 9 | 74,96 | 20 |
| Puchuncaví | 57,32 | 8 | 57,73 | 8 | 44,89 | 6 | 53,31 | 14 |
| Los Maitenes | 178,82 | 23 | 189,73 | 25 | 139,65 | 18 | 169,40 | 44 |
| Valle Alegre | 67,64 | 9 | 75,10 | 10 | 49,25 | 6 | 64,00 | 17 |
| Sur | 121,08 | 16 | 103,17 | 14 | 94,52 | 12 | 106,26 | 28 |
| Concón | 94,70 | 12 | 87,40 | 11 | 77,28 | 10 | 86,46 | 23 |
| Colmo | 24,78 | 3 | 17,64 | 2 | 13,85 | 2 | 18,76 | 5 |
| Junta de Vecinos | 10,76 | 1 | 19,73 | 3 | 21,26 | 3 | 17,25 | 5 |
| Las Gaviotas | 30,82 | 4 | 25,95 | 3 | 22,42 | 3 | 26,40 | 7 |

En la Tabla 28, se muestran los valores obtenidos del análisis del percentil 99,73 del periodo como promedio trianual 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 12 muestra los valores obtenidos del análisis del percentil 99,73 del periodo como promedio trianual. Mientras que el Gráfico 13 presenta los valores obtenidos del cálculo del percentil 99,73 de las concentraciones horarias para cada uno de los años de periodo analizado.

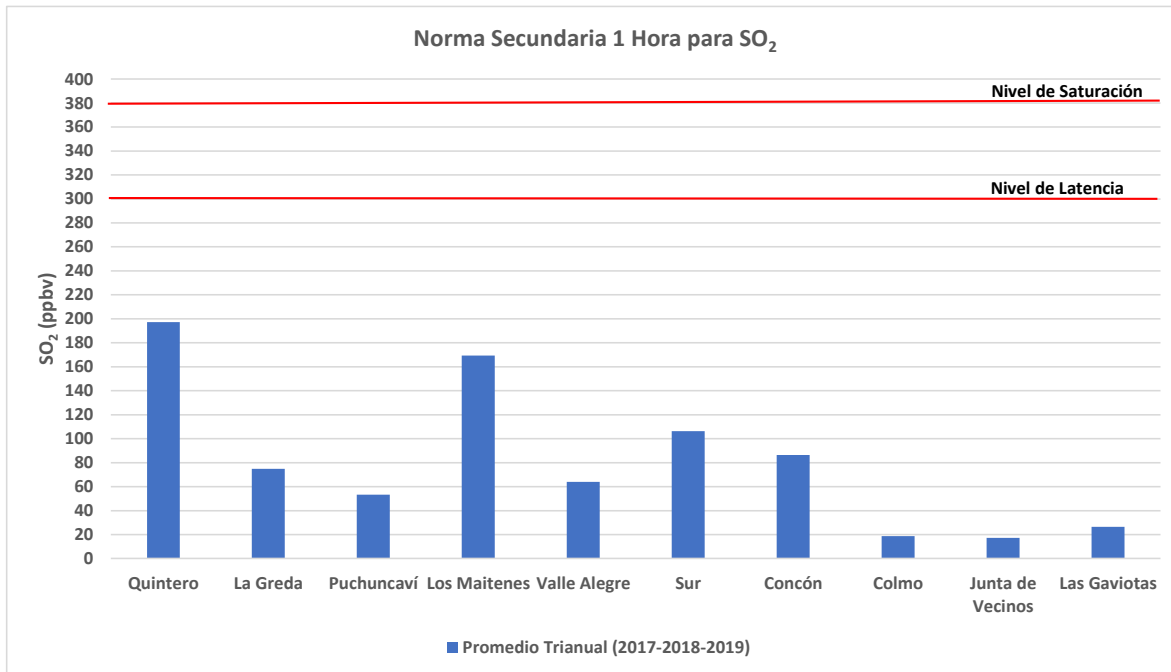


Gráfico 12 Norma secundaria horaria para SO₂

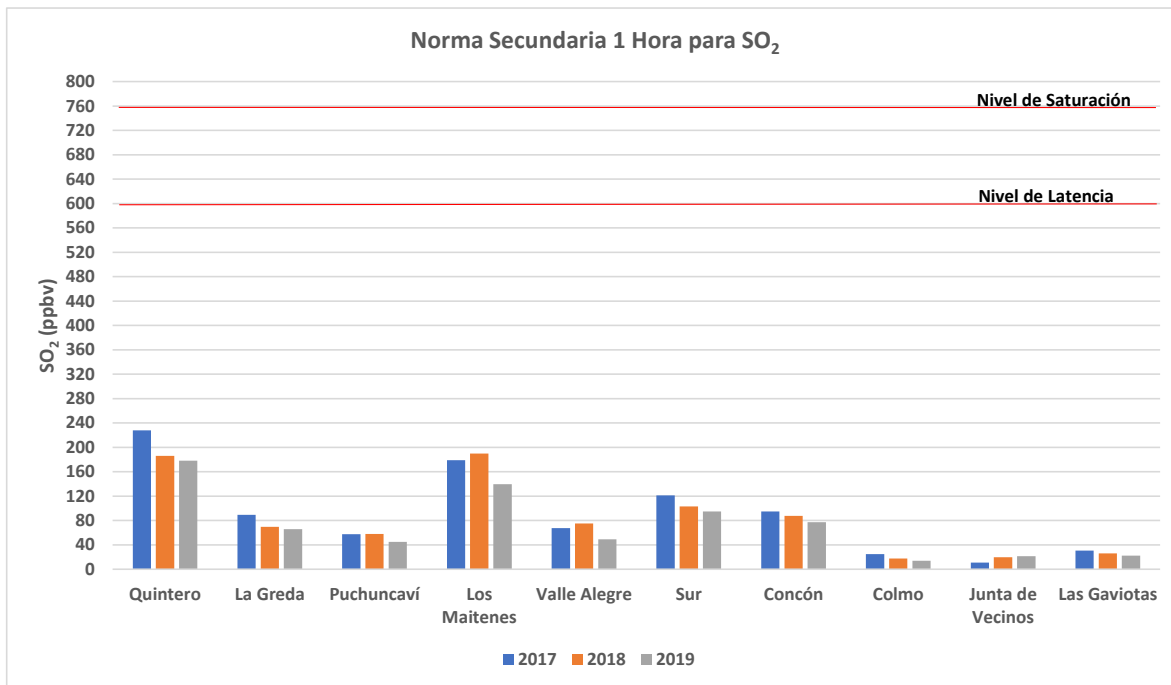


Gráfico 13 Norma secundaria horaria para SO₂ por año

6.4.2. Evaluación de la norma secundaria 24 horas SO₂

El periodo de evaluación de superación de la norma secundaria para SO₂, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2017 y el día 31 de diciembre de 2019. En la Tabla 29, 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 monitorea 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 monitorea clasificada como EMRRN fuere mayor o igual a 280 ppbv (730 µg/m³N).

Tabla 29 Evaluación de la norma secundaria de 24 horas para SO₂ durante el período 2017 - 2019

| Estación | Percentil 99,7 2017 (ppbv) | % de la Norma 24 horas 2017 (280 ppbv) | Percentil 99,7 2018 (ppbv) | % de la Norma 24 horas 2018 (280 ppbv) | Percentil 99,7 2019 (ppbv) | % de la Norma 24 horas 2019 (280 ppbv) | Promedio Percentil 99,7 24 horas (2017-2018-2019) (ppbv) | % de la Norma 24 horas (140 ppbv) |
|------------------|----------------------------|----------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Quintero | 70,68 | 25 | 63,17 | 23 | 48,19 | 17 | 60,68 | 43 |
| La Greda | 27,05 | 10 | 27,78 | 10 | 20,50 | 7 | 25,11 | 18 |
| Puchuncaví | 15,66 | 6 | 19,23 | 7 | 17,51 | 6 | 17,47 | 12 |
| Los Maitenes | 45,97 | 16 | 46,56 | 17 | 31,41 | 11 | 41,31 | 30 |
| Valle Alegre | 19,35 | 7 | 22,89 | 8 | 16,14 | 6 | 19,46 | 14 |
| Sur | 37,34 | 13 | 36,89 | 13 | 31,84 | 11 | 35,36 | 25 |
| Concón | 51,48 | 18 | 35,03 | 13 | 44,53 | 16 | 43,68 | 31 |
| Colmo | 9,57 | 3 | 8,76 | 3 | 7,01 | 3 | 8,45 | 6 |
| Junta de Vecinos | 9,66 | 3 | 19,12 | 7 | 9,29 | 3 | 12,69 | 9 |
| Las Gaviotas | 12,27 | 4 | 12,29 | 4 | 14,30 | 5 | 12,95 | 9 |

En la Tabla 29, se presentan los valores obtenidos del análisis del percentil 99,7 del periodo 2017 al 2019, 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 14 muestra los valores obtenidos del análisis del percentil 99,7 del periodo como promedio trianual. Mientras que el Gráfico 15 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.

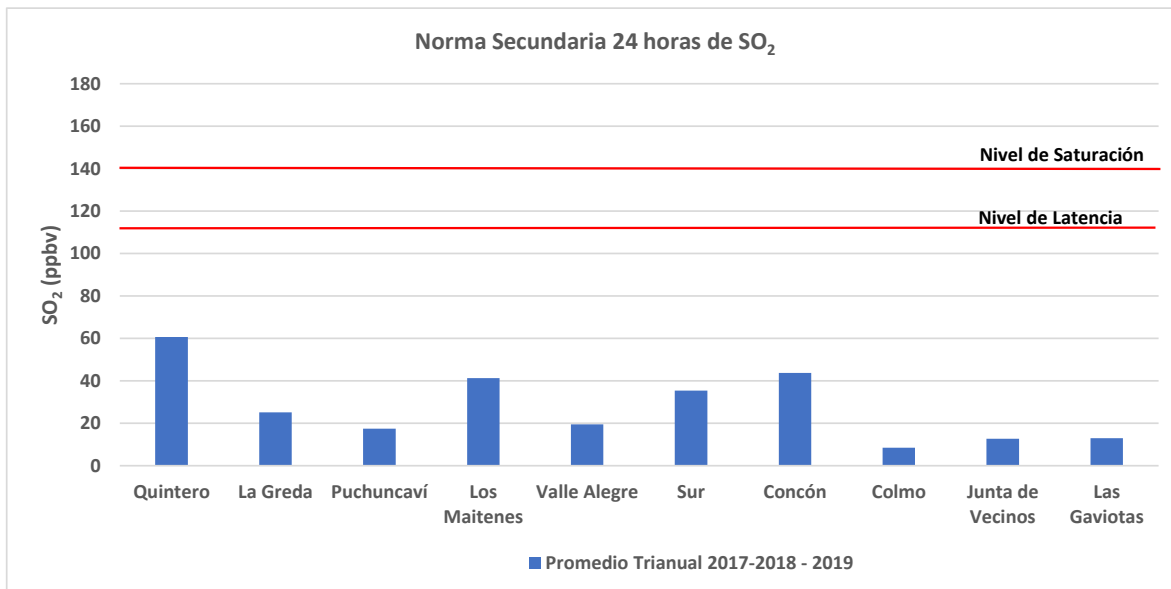


Gráfico 14 Norma secundaria diaria para SO₂

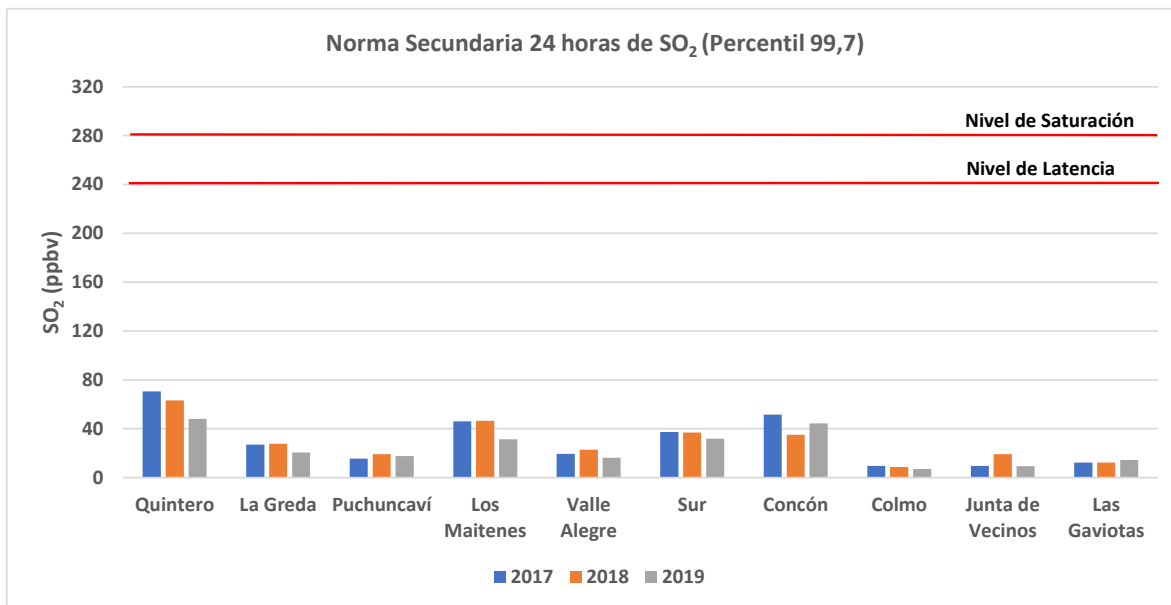


Gráfico 15 Norma secundaria diaria para SO₂ por año

6.4.3. Evaluación de la norma secundaria anual de SO₂

Se considerará sobrepasada la norma secundaria de calidad de aire para SO₂ como concentración anual, cuando el promedio aritmético de tres años calendario sucesivos de los valores de concentración anual, en cualquier estación 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 30 Evaluación de la norma secundaria anual para SO₂ durante el período 2017 - 2019

| Estación | Conc. Anual 2017 (ppbv) | % de la Norma Anual 2017 (62ppbv) | Conc. Anual 2018 (ppbv) | % de la Norma Anual 2018 (62ppbv) | Conc. Anual 2019 (ppbv) | % de la Norma Anual 2019 (62ppbv) | Promedio Trianual (2017-2018-2019) (ppbv) | % de la Norma Anual (31 ppbv) |
|------------------|-------------------------|-----------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------|
| Quintero | 11,96 | 19 | 10,00 | 16 | 9,66 | 16 | 10,54 | 34 |
| La Greda | 6,38 | 10 | 6,74 | 11 | 4,51 | 7 | 5,88 | 19 |
| Puchuncaví | 5,86 | 9 | 5,66 | 9 | 4,75 | 8 | 5,42 | 17 |
| Los Maitenes | 10,90 | 18 | 11,65 | 19 | 8,85 | 14 | 10,47 | 34 |
| Valle Alegre | 4,70 | 8 | 6,57 | 11 | 5,07 | 8 | 5,45 | 18 |
| Sur | 9,16 | 15 | 9,36 | 15 | 7,40 | 12 | 8,64 | 28 |
| Concón | 9,34 | 15 | 8,94 | 14 | 7,62 | 12 | 8,63 | 28 |
| Colmo | 3,83 | 6 | 3,44 | 6 | 3,03 | 5 | 3,43 | 11 |
| Junta de Vecinos | 3,49 | 6 | 3,11 | 5 | 3,18 | 5 | 3,26 | 11 |
| Las Gaviotas | 4,75 | 8 | 4,38 | 7 | 4,34 | 7 | 4,49 | 14 |

En la Tabla 30, 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 16 muestra las concentraciones anuales del periodo como promedio trianual. Mientras que el Gráfico 17 presenta las concentraciones anuales para cada uno de los años analizados.

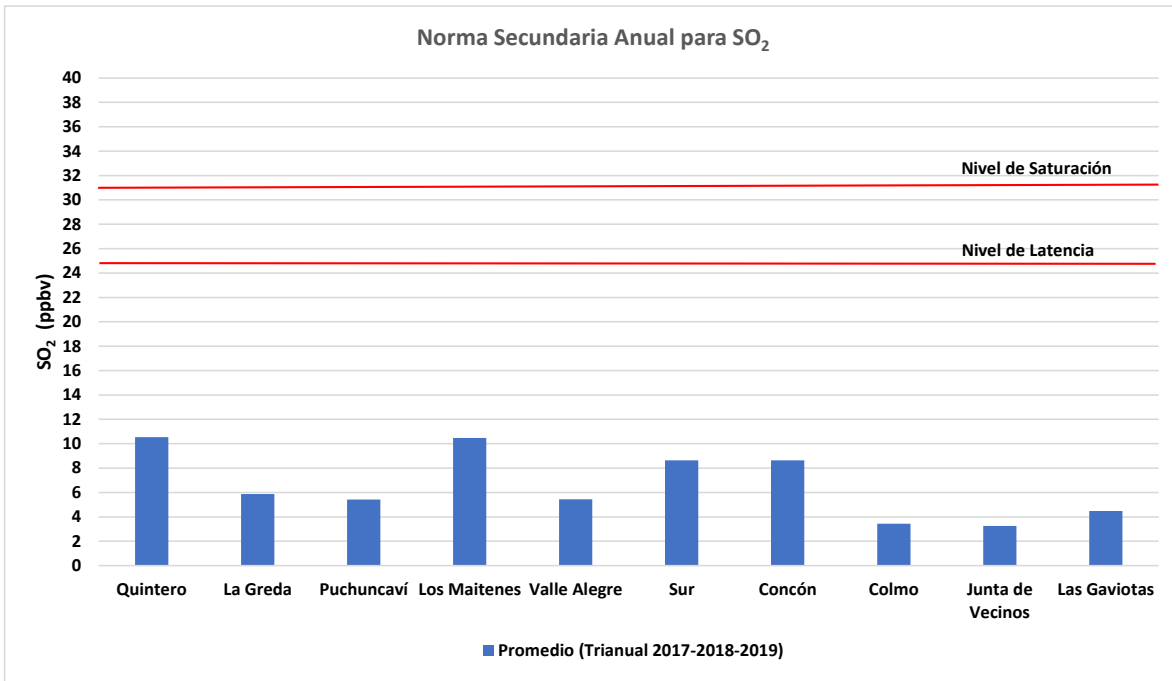


Gráfico 16 Norma secundaria anual para SO₂

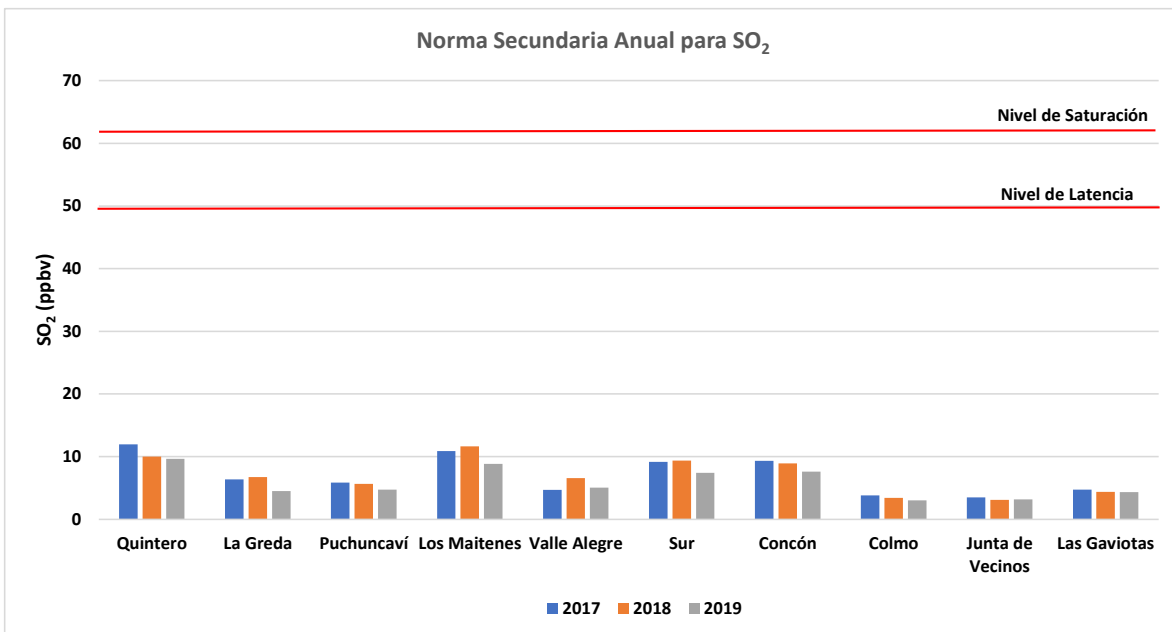


Gráfico 17 Norma secundaria anual para SO₂ por año

6.5. Evaluación de la norma primaria de Plomo (Pb)

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

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

Cabe señalar que se considerará sobrepasada la norma cuando el promedio aritmético de los valores de concentración anual de dos años sucesivos supera el nivel de la norma en cualquier estación con representatividad poblacional.

Para la evaluación de la norma de plomo se utilizaron los resultados de los análisis químicos efectuados a los filtros de material particulado MP10. El periodo de evaluación de la norma anual de plomo (Pb), corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2018 y el día 31 de diciembre de 2019. En la Tabla 31, se presenta un resumen con las concentraciones anuales para plomo sólo en las estaciones de monitoreo de la Red de AESGener – CODELCO. Cabe destacar que las estaciones de la Red de ENAP Refinerías no poseen información suficiente para efectuar una evaluación normativa, debido a las exigencias de su evaluación ambiental, y por lo tanto no se consideran para la evaluación de esta norma.

El promedio bianual expresado en porcentaje, Tabla 31, 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 misma.

Tabla 31 Evaluación de la norma primaria anual para Pb durante el período 2018 - 2019

| Red | Estación | Concentración Anual 2018 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) | Concentración Anual 2019 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) | Promedio bianual (2018-2019) ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) | % de la Norma Anual 0,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) |
|--------------------------------------|--------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| AesGener y CODELCO División Ventanas | Quintero | 0,043 | 0,058 | 0,051 | 10 |
| | La Greda | 0,018 | 0,020 | 0,019 | 4 |
| | Puchuncaví | 0,017 | 0,016 | 0,017 | 3 |
| | Los Maitenes | 0,043 | 0,040 | 0,042 | 8 |
| | Valle Alegre | 0,015 | 0,016 | 0,016 | 3 |

El Gráfico 18, presenta el promedio bianual de las concentraciones anuales de Plomo para el periodo comprendido entre el día 1° de enero de 2018 y el día 31 de diciembre de 2019.

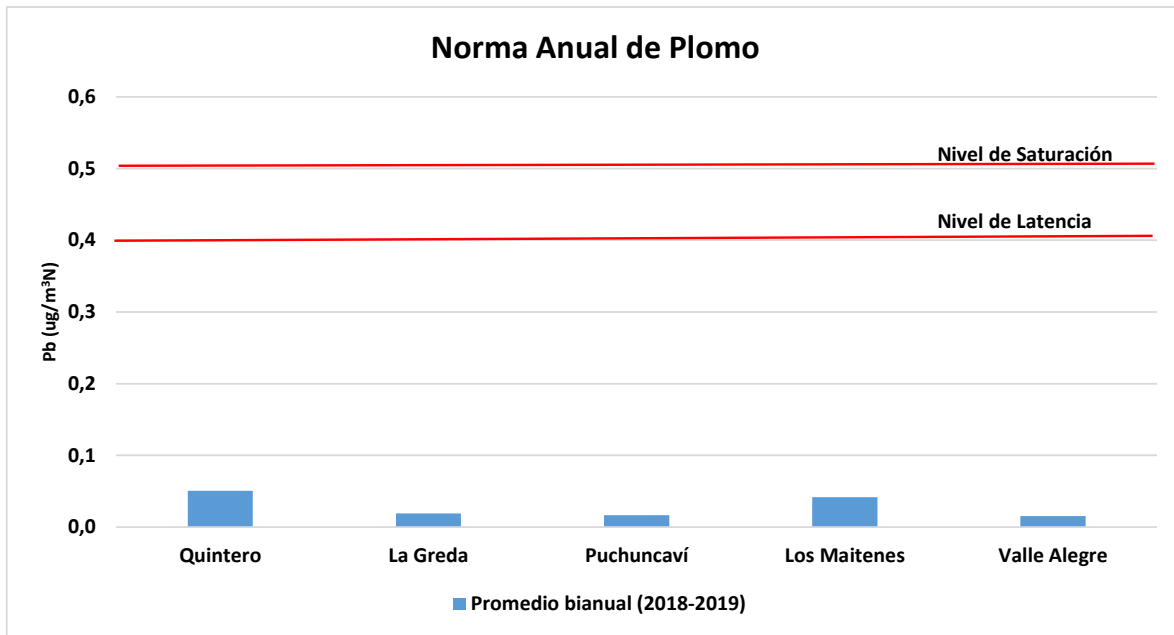


Gráfico 18 Norma anual para Plomo (Pb)

7. CONCLUSIONES

La revisión de las normas primarias y secundaria de calidad del aire se realizó en base al periodo comprendido entre el 1° de enero de 2017 y el 31 de diciembre de 2019, 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 la 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. En el caso de los años 2017 y 2018, se consideró el análisis efectuado a los informes DFZ-DFZ-2018-2163-V-NC y DFZ-2019-664-V-NC, emitidos por la Superintendencia del Medio Ambiente durante los años 2018 y 2019, respectivamente.

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 para el año 2017 el percentil 98 de las concentraciones diarias en todas las estaciones analizadas no superó la norma de 24 horas y tampoco el 80% de la norma de 24 horas. En el caso del año 2018 la norma 24 horas no fue superada en ninguna de las estaciones, y solo se observó que en la estación Concón se superó el 80% de la norma con una concentración de 41 µg/m³ (82%). Por último, para el año 2019 el cálculo del percentil 98 en cada una de las estaciones determinó que en ninguna de las se superó la norma y la concentración más alta se observó en la estación Puchuncaví con 36 µg/m³ (72%).

Del análisis de la norma anual de MP2,5, con la información disponible para los años 2017, 2018 y 2019, se concluyó que la norma anual no fue superada en las estaciones; Quintero, La Greda, Puchuncaví, Los Maitenes y Valle Alegre; las concentraciones trianuales expresadas como promedios se mantuvieron por debajo del 80% de la norma anual. No obstante, en la estación Concón se registró el valor más alto como promedio trianual, determinándose una concentración de 16.2 µg/m³, es decir, un 81% de la norma anual.

Norma de calidad del aire para MP10

La evaluación de la norma de 24 horas de MP10, que fija como límite un valor de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, mediante el cálculo del percentil 98 de las concentraciones de 24 horas para los años 2017, 2018 y 2019, 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 analizados 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 $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, se determinó que el promedio trianual (2017-2018-2019) en cada una de las estaciones evaluadas no superó la norma anual de MP10. Sin embargo, se registraron porcentajes superiores al 80% de la norma anual en las estaciones de Concón con una concentración de $43 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (87%) y Colmo con una concentración de $41 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (82%).

Norma primaria de calidad del aire para SO₂

La evaluación de la norma primaria de 1 hora de SO₂, que establece como límite 134 ppbv ($350 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$), mediante el cálculo del promedio aritmético del percentil 98,5 de tres años calendario sucesivos, determinó que la norma no fue superada en las estaciones para el período en evaluación (2017 al 2019), y solo se observó que en la estación Quintero se acerca al 80% de la norma de 1 hora, con una concentración de 106,92 ppbv.

La evaluación de la norma primaria de SO₂, concluyó que la norma 24 horas de 57 ppbv ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) no fue superada en las estaciones para el período en evaluación (2017 al 2019), y solo se observó que en estación Quintero superó el 80% de la norma, con una concentración de 49,66 ppbv, equivalente al 87% de la norma de 24 horas.

Respecto de la norma anual, se determinó que no fue superada en ninguna de las estaciones para el período comprendido entre el día 1° de enero de 2017 y el día 31 de diciembre de 2019, y los valores se encontraron bajo el límite de la norma anual de 23 ppbv ($60 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) y por debajo del 80% de dicha norma.

Adicionalmente y de manera complementaria al análisis realizado, se presentan a continuación, el percentil 99 de las concentraciones diarias de SO₂, del periodo 2015 a 2019, de acuerdo con la norma 24 horas, de este gas.

Tabla 32 Concentraciones 24 horas SO₂ 2015 - 2019

| Red | Estación | Percentil 99 2015 (ppbv) | Percentil 99 2016 (ppbv) | Percentil 99 2017 (ppbv) | Percentil 99 2018 (ppbv) | Percentil 99 2019 (ppbv) | % Disminución 2015 a 2019 |
|-----------------------------------------------|------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| AesGener y CODELCO División Ventanas | Quintero | 68,38 | 54,85 | 58,05 | 47,16 | 43,76 | 36 |
| | La Greda | 29,82 | 20,32 | 16,44 | 19,07 | 17,95 | 40 |
| | Puchuncaví | 18,36 | 17,86 | 13,84 | 17,19 | 13,84 | 25 |
| | Los Maitenes | 34,59 | 40,40 | 38,6 | 40,38 | 29,79 | 14 |
| | Valle Alegre | 15,98 | 17,68 | 16,16 | 19,69 | 14,54 | 9 |
| ENAP Refinerías | Concón | 62,86 | 36,22 | 41,27 | 32,77 | 26,01 | 59 |
| | Colmo | 8,09 | 7,56 | 8,35 | 6,78 | 6,01 | 26 |
| | Junta de Vecinos | 16,83 | 7,21 | 8,14 | 18,76 | 8,62 | 49 |
| | Las Gaviotas | 12,74 | 9,84 | 10,57 | 10,76 | 11,12 | 13 |

De la Tabla 32, es posible concluir de manera objetiva, que en todas las estaciones de calidad del aire de la zona se observó una disminución en las concentraciones de SO₂, desde el 2015 al 2019.

Respecto del cumplimiento normativo, y considerando lo observado en el Gráfico 8 es importante señalar que el nuevo plan de descontaminación vigente en la zona ha considerado medidas de control a las fuentes emisoras de SO₂, incluyendo Planes Operacionales, con medidas específicas, de acuerdo con el proceso productivo de la fuente.

Norma secundaria de calidad del aire para SO₂

La evaluación del cumplimiento de la norma secundaria de SO₂, para el periodo comprendido entre el día 1° de enero de 2017 y el día 31 de diciembre de 2019, determinó lo siguiente:

Respecto a la norma secundaria horaria, se realizó una evaluación de esta en las dos condiciones descritas en la norma mencionada. En el caso de la evaluación mediante el cálculo del promedio trianual del percentil 99,73, 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), de lo cual se concluyó 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 fue 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 de 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 ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$), 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 analizadas 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 de 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 2018 y el 31 de diciembre de 2019, considerándose válida la información generada de las mediciones de MP10 y la determinación de las concentraciones de plomo en filtros de MP10. 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 la red de AESGener-CODELCO cumplió con el número de concentraciones válidas para plomo en filtros. Cabe destacar que las estaciones de la Red de ENAP Refinerías no poseen información suficiente para efectuar una evaluación normativa, debido a las exigencias de su evaluación ambiental, y por lo tanto no se consideran para la evaluación de esta norma.

Del resultado de la evaluación de la norma anual de plomo, que fija como límite $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, se verificó que las concentraciones obtenidas en las estaciones de la Red de AESGener-CODELCO, no superaron la norma anual de plomo y los valores se encontraron por debajo del 80% de la norma.

8. 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 2019. |