



Superintendencia del Medio Ambiente
Gobierno de Chile

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

**REDES DE CALIDAD DEL AIRE
CONCÓN, PUCHUNCAVÍ Y QUINTERO
REGIÓN DE VALPARAÍSO**

**Unidad Técnica
División de Fiscalización**

DFZ-2015-14-V-NC-EI

	Nombre	Firma
Aprobado	Juan Eduardo Johnson V.	<p style="text-align: right;">27-01-2015</p> <p>X </p> <hr/> <p>Juan Eduardo Johnson Jefe Unidad Técnica División de Fiscalización Firmado por: Juan Eduardo Johnson Vidal</p>
Revisado	Juan Pablo Rodríguez F.	<p>X </p> <hr/> <p>Juan Pablo Rodríguez Profesional División de Fiscalización Firmado por: Juan Pablo Rodríguez Fernandez</p>

CONTENIDO

1.	RESUMEN EJECUTIVO.....	3
2.	INTRODUCCIÓN.....	6
3.	OBJETIVOS	7
4.	ALCANCE.....	7
5.	EVALUACIÓN DE VALIDEZ DE LOS DATOS	8
5.1.	Estaciones declaradas como EMRP-MP2,5, EMRP-MP10, EMRPG yEMRRN.....	8
5.2.	Descripción de equipos de medición utilizados en la Red de Ventanas y la Red de ENAP Refinerías ..	11
5.3.	Auditoría de datos	12
6.	RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUPERACIÓN DE NORMA.....	18
6.1.	Evaluación de la norma para MP2,5.....	18
6.1.1.	Evaluación de la norma 24 horas MP2,5.....	18
6.1.2.	Evaluación de la norma anual para MP2,5.....	19
6.2.	Evaluación de la norma para MP10.....	21
6.2.1.	Evaluación de la norma 24 horas para MP10.....	21
6.2.2.	Evaluación de la norma anual para MP10.....	22
6.3.	Evaluación de la norma primaria SO ₂	23
6.3.1.	Evaluación de la norma primaria 24 horas SO ₂	23
6.3.2.	Evaluación de la norma anual de SO ₂	25
6.4.	Evaluación de la norma secundaria para SO ₂	26
6.4.1.	Evaluación de la norma secundaria 24 horas SO ₂	26
6.4.2.	Evaluación de la norma secundaria anual de SO ₂	27
6.4.3.	Evaluación de la norma secundaria a nivel horario para SO ₂	27
7.	CONCLUSIONES.....	29
8.	ANEXOS	31

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° 113/2002 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 a lo establecido en el Artículo 16° del párrafo II, de la Ley Orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente: “Corresponderá a la Superintendencia del Medio Ambiente, fiscalizar el cumplimiento de las normas de calidad y normas de emisión de cada región, incluida la Metropolitana.”

La actividad de fiscalización de las normas de calidad del aire corresponde a un examen de información para; MP2,5, MP10 y SO₂; donde se consideraron los datos validados proporcionados por la Secretaría Regional Ministerial de Salud de la Región de Valparaíso para el año 2012. Para el año 2013, se consideró el informe DFZ-2014-431-V-NC-EI, emitido por la Superintendencia del Medio Ambiente durante el mes de diciembre de 2014, el cual contiene la auditoría y validación de los datos generados el año 2013. Finalmente, para el año 2014 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 de las estaciones de 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. 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 y SO₂ se realizó con las mediciones del periodo comprendido entre el 1° de enero de 2012 y 31 de diciembre de 2014, periodo en el cual se utilizaron instrumentos de medición con aprobación EPA.

Para la auditoría de los datos horarios se consideraron los criterios establecidos en las normas primaria y secundaria de calidad del aire, que indican que los datos deben ser reportados de acuerdo a lo establecido el Reglamento de Estaciones de Medición de Contaminantes Atmosféricos, D.S. N° 61/2008, modificado por el D.S. N° 30/2009, de Ministerio de Salud. Para el cálculo del promedio diario en equipos de tipo gravimétrico, en el caso del MP10 y MP2,5, se utilizó como criterio lo dispuesto en el decreto antes mencionado, que establece el cálculo diario sobre la base de 18 horas continuas de medición. En el caso del SO₂ se utilizó como criterio, para el cálculo del promedio anual las concentraciones mensuales y para el promedio de 24 horas los promedios horarios, de acuerdo a los criterios establecidos en la norma de SO₂.

Norma de calidad del aire para MP2,5

La evaluación del cumplimiento de norma de calidad del aire para MP2,5, que establece la superación de la norma de 24 horas con una concentración mayor a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, permite determinar que para los años 2012, 2013 y 2014 no se superó el límite de la norma diaria en las estaciones de la Red de Ventanas. El año 2012 los valores del percentil 98 de las concentraciones de 24 horas se encontraron por debajo del 80% de la norma, para el año 2013 se observa un porcentaje mayor al 80% de la norma 24 horas en las estaciones de: La Greda (83%), Puchuncaví (81%), y Quintero (80%). Por su parte, para el año 2014, sólo se observa un porcentaje superior al 80% de la norma en la estación Quintero, con 94% y una concentración de $47 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en el resto de las estaciones, el valor del percentil 98 de las concentraciones de 24 horas para MP2,5 se encuentran por debajo del 80% de la norma.

En la estación Concón, perteneciente a la red de ENAP Refinerías, la determinación del percentil 98 de las concentraciones de 24 horas en el año 2012 se situó en $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, valor equivalente al 80% de la norma de MP2,5, en el año 2013 se determinó un valor en el límite de la norma con una concentración de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y para el año 2014 el valor del percentil 98 se encuentra por debajo del 80% de la norma con una concentración de $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

La evaluación de la norma anual para MP2,5, con la información disponible para los años 2012, 2013 y 2014, indica que la norma no es superada en su nivel anual en ninguna de las estaciones de la Red de Ventanas, solo se aprecia un porcentaje superior al 80% de la norma en las estaciones de Quintero y La Greda con porcentajes de 86% y 80%, respectivamente.

En el caso de la Red de ENAP Refinerías, la evaluación de la norma anual a través del cálculo del promedio tri-anual de los años 2012, 2013 y 2014, determinó que en la estación de Concón se registró un porcentaje de 102% de la norma, superando el límite de la norma anual.

Norma de calidad del aire para MP10

En la comparación de norma de MP10 a nivel diario ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$), se determinó que el valor de la norma como concentración de 24 horas, no es superada en ninguna de las estaciones de la Red de Ventanas ni de la Red de ENAP Refinerías en todo el período bajo análisis. Los valores obtenidos se encuentran por debajo del 80% de la norma.

Respecto del cumplimiento de la norma anual de MP10 que establece como límite una concentración de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, se concluye que en ninguna de las estaciones se supera la norma, sólo se observa un porcentaje mayor al 80%, en la estación Concón con 86%, en la estación Quintero con 84% y en estación La Greda con 83% de la norma anual.

Norma primaria de calidad del aire para SO₂

La evaluación de la norma primaria de SO₂ como concentración 24 horas ($250 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) y concentración anual ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$), para el período comprendido entre el día 1° de enero de 2012 y el día 31 de diciembre de 2014, concluye que la norma en su nivel diario y anual no es

sobrepasada en ninguna de las estaciones de la Red de Ventanas ni de la Red de ENAP Refinerías. Los valores obtenidos en todas las estaciones se encuentran por debajo del 80% de la norma.

Norma secundaria de calidad del aire para SO₂

La evaluación del cumplimiento de la norma secundaria de SO₂ como concentración horaria (1.000 µg/m³N), concentración 24 horas (365 µg/m³N) y concentración anual (80 µg/m³N), permitió determinar que la norma no es sobrepasada en ninguna de las estaciones de la Red de Ventanas ni de la Red de ENAP Refinerías. Los valores obtenidos en todas las estaciones se encuentran por debajo del 80% de la norma.

2. INTRODUCCIÓN

El D.S. N° 185/1992 del Ministerio de Minería estableció que se instalara 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.

Para lo anterior, la SMA realizó una auditoría y análisis de los datos para el año 2014. Cabe señalar que el informe DFZ-2014-431-V-NC-EI, emitido por la Superintendencia del Medio Ambiente durante el año 2014, contiene la auditoría y validación de los datos generados el año 2013, además del análisis de la información correspondiente al año 2012. Respecto del año 2014 los datos fueron proporcionados por los titulares AESGener-CODELCO División Ventanas, mediante las cartas N° VACS 095/14 y CJD N°011/2015, y en el caso del titular de ENAP Refinerías, los datos fueron remitidos mediante las cartas N° 1572 y N° 050. 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 D.S. N° 61/2008, modificado por D.S. N° 30/2009, del Ministerio de Salud.

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

3. OBJETIVOS

El objetivo general es evaluar el cumplimiento de las normas de calidad del aire primaria para MP2,5, MP10, 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 2012 y el 31 de diciembre de 2014, 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 y SO₂ realizadas por la Red de monitoreo de Calidad del aire de Ventanas y la Red de ENAP Refinerías en el año 2014, en base a una auditoría de los datos. Para el año 2012 se utilizaron los datos validados por la Secretaria Regional Ministerial de Salud de la Región de Valparaíso, mientras que para el año 2013 se consideró el análisis efectuado en informe de fiscalización DFZ-2014-431-V-NC-EI, emitido por la Superintendencia del Medio Ambiente en diciembre de 2014.

4. ALCANCE

Los datos validados por esta Superintendencia corresponden a los registros de MP2,5, MP10 y SO₂ de la Red de Ventanas y la Red de ENAP Refinerías, para el periodo comprendido entre el 1° de enero de 2014 y el 31 de diciembre de 2014.

Las estaciones utilizadas para la evaluación de datos de MP2,5, MP10 y SO₂, 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 2012 y el 31 de diciembre de 2014.

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

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

Norma	Descripción	Contaminante	Límite Concentración Horaria	Límite Concentración 24 horas	Límite Concentración Anual
Primaria	D.S. N° 12/2011 del Ministerio del Medio Ambiente	MP2,5	No aplica	50 µg/m ³	20 µg/m ³
	D.S. N° 113/2002 del Ministerio Secretaria General de la Presidencia de la Republica	SO ₂	No aplica	250 µg/m ³ N	80 µg/m ³ N
	D.S. N° 59/1998, modificado por D.S. N° 45/2001, del Ministerio Secretaria General de la Presidencia de la Republica	MP10	No aplica	150 µg/m ³ N	50 µg/m ³ N
Secundaria	D.S. N° 22/2009, del Ministerio Secretaria General de la Presidencia de la Republica	SO ₂	1.000 µg/m ³ N	365 µg/m ³ N	80 µg/m ³ N

5. EVALUACIÓN DE VALIDEZ DE LOS DATOS

La información de las mediciones para el año 2012, realizadas por la Red de Ventanas para los contaminantes MP_{2,5}, MP₁₀ y SO₂, se reportó a esta Superintendencia por parte de la Secretaria Regional Ministerial de Salud de Valparaíso, mediante oficio N° 1127 de 2014, este incluyó datos validados y códigos de invalidación, en promedios horarios para SO₂ y diario para material particulado (MP₁₀ y MP_{2,5}).

Los datos para el año 2013 fueron auditados y validados en el marco del informe DFZ-2014-431-V-NC-EI, emitido por la Superintendencia del Medio Ambiente durante el año 2014.

Los datos para del año 2014 fueron solicitados a los titulares de la Red de Ventanas AESGener y CODELCO División Ventanas, mediante la Resolución Exenta N° 734 del 2014, y al titular de la Red de ENAP Refinerías, mediante la Resolución Exenta N° 733 del 2014. La información de AESGener y CODELCO División Ventanas fue remitida a la SMA, mediante la carta N° VACS 095/14 con fecha del 30 de diciembre de 2014 y la carta CJD N°011/2015 con fecha del 15 de enero de 2015. En el caso de ENAP Refinerías, los datos de calidad del aire se remitieron a la SMA, mediante la carta N° 1572 del 7 de enero de 2015 y la carta N° 050 con fecha del 15 de enero de 2015. 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 y diario para material particulado (MP₁₀ y MP_{2,5}). Los datos se reportaron de acuerdo al formato establecido por la SMA, el cual incluye los códigos de invalidación establecidos en el D.S. N° 61/2008, modificado por el D.S. N° 30/2009, del MINSAL.

Los datos evaluados de MP_{2,5}, MP₁₀ y SO₂, corresponde a las mediciones realizadas en las estaciones declaradas con representatividad poblacional para material particulado, gases y recursos naturales, indicadas en el punto 5.1 de este documento.

5.1. Estaciones declaradas como EMRP-MP_{2,5}, 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 MP_{2,5}), representatividad poblacional para gases y representatividad para recursos naturales.

Tabla 2 Estaciones declaradas como EMRP-MP_{2,5}, EMRP-MP₁₀, EMRPG y EMRRN¹

Estación de Monitoreo	Resolución que otorga EMRP para MP _{2,5}	Resolución que otorga EMRP para MP ₁₀	Resolución que otorga EMRP para SO ₂	Resolución que otorga EMRRN
Quintero	Res. Exenta N° 2943 del 26 de Diciembre de 2012, de la Secretaria Regional	Res. Exenta N° 1527 del 28 de Junio de 2012, de la Secretaria Regional	Res. Exenta N° 1527 del 28 de Junio de 2012, de la Secretaria Regional	Res. Exenta N° 2040 del 30 de Diciembre de 2010, del Servicio Agrícola y

¹ Resoluciones de EMRPPMP₁₀, EMRPPMP_{2,5}, EMRPG y EMRRN, disponibles en el anexo del Informe DFZ-2014-431-V-NC-EI del año 2014.



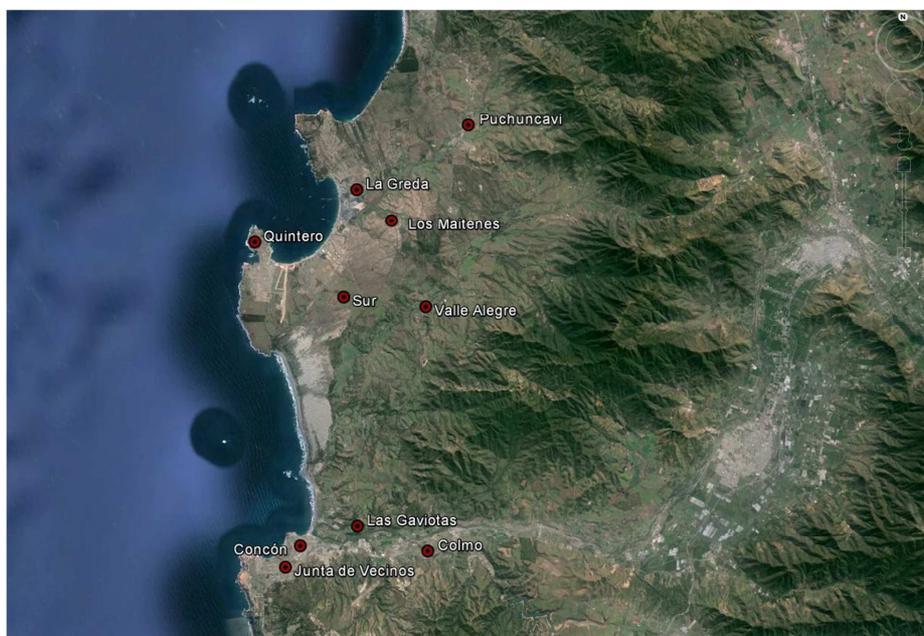
Estación de Monitoreo	Resolución que otorga EMRP para MP2,5	Resolución que otorga EMRP para MP10	Resolución que otorga EMRP para SO ₂	Resolución que otorga EMRRN
	Ministerial de Salud de Valparaíso	Ministerial de Salud de Valparaíso	Ministerial de Salud de Valparaíso	Ganadero de la región de Valparaíso
La Greda	Res. Exenta N° 2944 del 26 de Diciembre de 2012, de la Secretaria Regional Ministerial de Salud de Valparaíso	Res. Exenta N° 1924 del 29 de Agosto de 2000, del Servicio de Salud Viña del Mar - Quillota	Res. Exenta N° 305 del 28 de Enero de 2004, del Servicio de Salud Viña del Mar - Quillota	Res. Exenta N° 2040 del 30 de Diciembre de 2010, del Servicio Agrícola y Ganadero de la región de Valparaíso
Puchuncaví	Res. Exenta N° 2940 del 26 de Diciembre de 2012, de la Secretaria Regional Ministerial de Salud de Valparaíso	Res. Exenta N° 1924 del 29 de Agosto de 2000, del Servicio de Salud Viña del Mar - Quillota	Res. Exenta N° 305 del 28 de Enero de 2004, del Servicio de Salud Viña del Mar - Quillota	Res. Exenta N° 2040 del 30 de Diciembre de 2010, del Servicio Agrícola y Ganadero de la región de Valparaíso
Los Maitenes	Res. Exenta N° 2942 del 26 de Diciembre de 2012, de la Secretaria Regional Ministerial de Salud de Valparaíso	Res. Exenta N° 1924 del 29 de Agosto de 2000, del Servicio de Salud Viña del Mar - Quillota	Res. Exenta N° 305 del 28 de Enero de 2004, del Servicio de Salud Viña del Mar - Quillota	Res. Exenta N° 2040 del 30 de Diciembre de 2010, del Servicio Agrícola y Ganadero de la región de Valparaíso
Valle Alegre	Res. Exenta N° 2941 del 26 de Diciembre de 2012, de la Secretaria Regional Ministerial de Salud de Valparaíso	Res. Exenta N° 1924 del 29 de Agosto de 2000, del Servicio de Salud Viña del Mar - Quillota	Res. Exenta N° 305 del 28 de Enero de 2004, del Servicio de Salud Viña del Mar - Quillota	Res. Exenta N° 2040 del 30 de Diciembre de 2010, del Servicio Agrícola y Ganadero de la región de Valparaíso
Sur	No Tiene	No Tiene	No Tiene	Res. Exenta N° 2040 del 30 de Diciembre de 2010, del Servicio Agrícola y Ganadero de la región de Valparaíso
Concón	Res. Exenta N° 4421 del 27 de Diciembre de 2012, de la Secretaria Regional Ministerial de Salud de Valparaíso	Res. Exenta N° 2330 del 14 de septiembre de 2005, de la Secretaria Regional Ministerial de Salud de Valparaíso	Res. Exenta N° 306 del 28 de enero de 2004, de la Secretaria Regional Ministerial de Salud de Valparaíso	Res. Exenta N° 2033 del 30 de Diciembre de 2010, del Servicio Agrícola y Ganadero de la región de Valparaíso
Colmo	No Tiene	Res. Exenta N° 2176 del 29 de julio de 2005, de la Secretaria Regional Ministerial de Salud de Valparaíso	Res. Exenta N° 306 del 28 de enero de 2004, de la Secretaria Regional Ministerial de Salud de Valparaíso	Res. Exenta N° 2033 del 30 de Diciembre de 2010, del Servicio Agrícola y Ganadero de la región de Valparaíso
Junta de Vecinos	No Tiene	Res. Exenta N° 322 del 01 de abril de 2006, de la Secretaria Regional Ministerial de Salud de Valparaíso	Res. Exenta N° 322 del 01 de abril de 2006, de la Secretaria Regional Ministerial de Salud de Valparaíso	Res. Exenta N° 2033 del 30 de Diciembre de 2010, del Servicio Agrícola y Ganadero de la región de Valparaíso
Las Gaviotas	No Tiene	No Tiene	Res. Exenta N° 2179 del 29 de julio de 2005, de la Secretaria Regional Ministerial de Salud de Valparaíso	Res. Exenta N° 2033 del 30 de Diciembre de 2010, del Servicio Agrícola y Ganadero de la región de Valparaíso

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

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

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

*Referencia de las resoluciones EMRP.



Ref. Google Earth

Figura 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 utilizados en la Red de Ventanas y la Red de ENAP Refinerías

De acuerdo a los antecedentes entregados por los titulares AESGener - CODELCO División Ventanas y ENAP Refinerías para el año 2014, los instrumentos de medición utilizados para el monitoreo de MP2,5, MP10 y SO₂ en las estaciones evaluadas, cumplen con el requisito de emplear equipos con aprobación USEPA, establecido en las normas primarias y secundaria de calidad del aire. En la Tabla 4 se describen los instrumentos y métodos de medición de MP2,5, MP10 y SO₂, utilizados en las estaciones de calidad del aire analizadas, durante el año 2014.

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

Red	Estación 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	EnvironnementS.A /AF21M	EQSA -0292-084



Red	Estación de Monitoreo	Parámetro	Método de Medición	Marca/Modelo	Método de Referencia o Equivalente EPA
	Las Gaviotas	MP10	Método Gravimétrico de Muestreador de Alto Volumen	GrasebyAndersen / GMW 1200	RFPS-1287-063
		SO ₂	Fluorescencia ultravioleta	Environnement/S.AAF21M	EQSA -0292-084

5.3. Auditoría de datos

Los datos de MP2,5, MP10 y SO₂ para el año 2014, validados previamente por los titulares, fueron sometidos a una revisión usando como criterio lo establecido en las normas primarias y secundaria de calidad del aire respectivas para cada contaminante. Además, se evaluó el comportamiento de los datos para el periodo en estudio, a través de gráficas de series de tiempo para cada una de las estaciones.

La auditoría de los datos consideró una revisión de los códigos de invalidación horarios reportados para el contaminante 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 2014

Estación	MP2,5 % Diario	MP10 % Diario	SO ₂ % Horario
Quintero	0	0	0,9
La Greda	2,5	0,8	1,2
Puchuncaví	0	0	0,8
Los Maitenes	0,8	1,6	1,0
Valle Alegre	0,8	0,8	1,6
Sur	1,6	1,6	1,8
Concón	0,8	0	1,5
Colmo	No Aplica	0	2,1
Junta de Vecinos	No Aplica	0,8	2,9
Las Gaviotas	No Aplica	0,8	1,8

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

Se determinó estadísticamente la cantidad de datos disponible para el cálculo de los promedios diarios respecto del SO₂ y de días disponibles para MP10 y MP2,5. La construcción de los promedios diarios (24 horas) se realizó en base a la disponibilidad de datos horarios por día, considerando como mínimo el 75% de datos efectivamente medidos de acuerdo a lo descrito en el D.S. N° 61/2008, modificado por D.S N° 30/2009 de MINSAL. En los casos de días con un porcentaje menor al 75% de datos horarios, estos se invalidaron de acuerdo a lo descrito en el decreto mencionado, sin perjuicio de lo dispuesto en cada una de las normas primarias y secundarias de calidad del aire correspondiente a cada contaminante en evaluación. Para los datos obtenidos de equipos gravimétricos se consideró la cantidad de horas de funcionamiento del equipo de alto volumen o bajo volumen, MP10 y MP2,5, respectivamente, con un mínimo de 18 horas continuas de medición.

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 la Red para los años 2012, 2013 y 2014. En las estaciones de Colmo, Junta de Vecinos y Las Gaviotas, pertenecientes a la Red de ENAP Refinerías no se mide MP2,5.

El resumen de datos disponibles permite concluir que se dispone de la información suficiente para realizar un análisis estadístico, aplicando los criterios especificados en las normas 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 2012 y 31 de diciembre de 2014)

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	2012	120	98,4	120	98,4	364	99,5
	2013	119	97,5	119	97,5	362	99,2
	2014	122	100	122	100	365	100

Tabla 7 Estación La Greda porcentaje de datos válidos por (1° de enero de 2012 y 31 de diciembre de 2014)

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	2012	119	97,5	121	99,2	364	99,5
	2013	121	99,2	121	99,2	363	99,5
	2014	119	97,5	121	99,2	363	99,5

Tabla 8 Estación Puchuncaví porcentaje de datos válidos por año (1° de enero de 2012 y 31 de diciembre de 2014)

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	2012	120	98,4	121	99,2	366	100
	2013	121	99,2	121	99,2	362	99,2
	2014	122	100	122	100	365	100

Tabla 9 Estación Los Maitenes porcentaje de datos válidos por año (1° de enero de 2012 y 31 de diciembre de 2014)

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	2012	120	98,4	119	97,5	364	99,5
	2013	117	95,9	119	97,5	361	98,9
	2014	121	99,2	120	98,4	364	99,7

Tabla 10 Estación Valle Alegre porcentaje de datos validos por año (1° de enero de 2012 y 31 de diciembre de 2014)

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	2012	119	97,5	120	98,4	363	99,2
	2013	119	97,5	119	97,5	362	99,2
	2014	121	99,2	121	99,2	362	99,2

Tabla 11 Estación Sur porcentaje de datos validos por año (1° de enero de 2012 y 31 de diciembre de 2014)

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	2012	101	82,8	121	99,2	361	98,6
	2013	120	98,4	120	98,4	361	98,9
	2014	120	98,4	120	98,4	360	98,6

Tabla 12 Estación Concón porcentaje de datos validos por año (1° de enero de 2012 y 31 de diciembre de 2014)

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	2012	121	99,2	120	98,4	365	99,7
	2013	122	100	122	100	362	99,2
	2014	121	99,2	122	100	361	98,9

Tabla 13 Estación Colmo porcentaje de datos validos por año (1° de enero de 2012 y 31 de diciembre de 2014)

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	2012	---	---	122	100	365	99,7
	2013	---	---	122	100	359	98,4
	2014	---	---	122	100	358	98,1

Tabla 14 Estación Junta de Vecinos porcentaje de datos validos por año (1° de enero de 2012 y 31 de diciembre de 2014)

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	2012	---	---	121	99,2	362	98,9
	2013	---	---	119	97,5	353	96,7
	2014	---	---	121	99,2	353	96,7

Tabla 15 Estación Las Gaviotas porcentaje de datos validos por año (1° de enero de 2012 y 31 de diciembre de 2014)

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	2012	---	---	121	99,2	360	98,4
	2013	---	---	121	99,2	364	99,7
	2014	---	---	121	99,2	362	99,2

Para efectos de la evaluación anual de las normas respectivas, 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 un cumplimiento superior al 75% en los datos mensuales para los contaminantes de MP10, MP2,5 y SO₂.

Tabla 16 Porcentaje de datos validos de MP2,5 mensuales por estación para los años 2012, 2013 y 2014

		MESES (%)											
AesGener y CODELCO División Ventanas													
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Quintero	2012	100	100	100	100	100	90	100	100	100	90	100	100
	2013	100	100	100	100	100	100	100	100	100	90,9	90	90
	2014	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
La Greda	2012	100	88,9	90,9	100	100	100	100	100	100	100	90	100
	2013	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	90	100
	2014	100	100	100	80	100	100	100	100	100	90,9	90	100
Puchuncaví	2012	90,9	100	90,9	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2013	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	90	100
	2014	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Maitenes	2012	100	100	100	100	100	100	90	100	100	90	100	100
	2013	100	100	90	100	90,9	80	100	100	100	100	90	100
	2014	100	100	100	100	100	100	100	90	100	100	100	100
Valle Alegre	2012	100	100	90,9	100	100	100	100	100	100	80	100	100
	2013	100	88,9	100	90	100	100	100	100	100	100	90	100
	2014	100	100	100	100	100	100	100	90	100	100	100	100
Sur	2012	s/m	s/m	100	100	90	100	100	100	100	100	100	100
	2013	90,9	100	100	100	100	100	100	100	100	100	90	100
	2014	100	100	90	100	100	90	100	100	100	100	100	100
ENAP Refinerías													
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Concón	2012	100	100	100	100	100	100	90	100	100	100	100	100
	2013	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2014	100	100	100	100	100	100	100	100	90	100	100	100

s/m sin medición.

Tabla 17 Porcentaje de datos validos de MP10 mensuales por estación para los años 2012, 2013 y 2014

MESES (%)													
AesGener y CODELCO División Ventanas													
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Quintero	2012	90,9	100	100	100	100	100	100	100	100	90	100	100
	2013	100	100	100	100	100	100	100	100	100	90,9	90	90
	2014	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
La Greda	2012	100	100	90,9	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2013	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	90	100
	2014	90	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Puchuncaví	2012	100	100	100	90	100	100	100	100	100	100	100	100
	2013	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	90	100
	2014	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Los Maitenes	2012	90,9	100	100	90	100	100	100	100	100	90	100	100
	2013	100	100	90	100	90,9	100	100	100	100	100	90	100
	2014	90	100	100	100	100	100	100	90	100	100	100	100
Valle Alegre	2012	100	100	100	100	100	100	100	90,9	100	100	100	100
	2013	100	88,9	100	100	100	100	100	100	100	100	90	90
	2014	100	100	100	100	100	100	100	90	100	100	100	100
Sur	2012	100	100	100	100	100	100	100	100	100	90	100	100
	2013	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	90	90
	2014	100	100	90	100	100	100	100	90	100	100	100	100
ENAP Refinerías													
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Concón	2012	100	100	100	90	100	100	100	100	100	90	100	100
	2013	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2014	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Colmo	2012	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2013	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2014	90	100	100	100	100	100	100	90	100	100	100	100
Junta de Vecinos	2012	100	100	100	100	100	100	100	100	90	100	100	100
	2013	100	100	100	90	90,9	100	90	100	100	100	100	100
	2014	100	100	100	100	100	100	100	90	100	100	100	100
Las Gaviotas	2012	100	100	100	100	90	100	100	100	90	100	100	100
	2013	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2014	100	100	90	100	100	100	100	90	100	100	100	100

Tabla 18 Porcentaje de datos validos de SO₂ mensuales por estación para los años 2012, 2013 y 2014

MESES (%)													
AESGener y CODELCO División Ventanas													
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Quintero	2012	100	100	97	100	100	100	100	100	96,7	100	100	100
	2013	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	96,7	93,5
	2014	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
La Greda	2012	100	100	96,8	96,7	100	100	100	100	100	100	100	100
	2013	100	100	100	100	96,8	100	100	100	100	100	96,7	100
	2014	100	100	100	100	96,8	100	96,8	100	100	100	100	100
Puchuncaví	2012	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2013	100	100	100	100	100	100,0	100	100	100	100	90	100
	2014	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Los Maitenes	2012	100	100	100	96,7	100	100	100	100	100	100	96,7	100
	2013	100	100	96,8	100	96,8	100	100	96,8	100	100	96,7	100
	2014	100	100	100	100	100	100	100	96,8	100	100	100	100
Valle Alegre	2012	100	100	96,8	93,3	100	100	100	100	100	100	100	100
	2013	100	96,4	100	96,7	100	100	100	100	100	100	96,7	100
	2014	100	100	100	100	100	100	100	93,5	100	100	96,7	100
Sur	2012	100	100	96,8	96,7	100	96,7	100	96,8	100	96,8	100	96,8
	2013	100	100	100	96,7	96,8	100	100	100	100	100	96,7	96,8
	2014	96,8	100	96,8	100	96,8	100	100	93,5	100	100	100	100
ENAP Refinerías													
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Concón	2012	100	100	100	100	100	96,7	100	100	100	100	100	100
	2013	100	92,9	100	100	100	96,7	100	100	100	100	100	100
	2014	96,8	100	100	100	100	93,3	100	100	96,7	100	100	100
Colmo	2012	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	96,7	100
	2013	96,8	100	100	100	96,8	93,3	100	100	96,7	100	100	96,8
	2014	87,1	100	100	100	96,8	100	100	100	100	93,5	100	100
Junta de Vecinos	2012	100	100	96,8	96,7	100	100	96,8	100	100	100	100	96,8
	2013	100	100	100	100	93,5	100	96,8	93,5	100	96,8	93,3	87,1
	2014	87,1	92,9	100	100	96,8	93,3	100	100	100	100	90	100
Las Gaviotas	2012	96,8	100	100	93,3	96,8	100	93,5	100	100	100	100	100
	2013	100	100	100	100	100	100	100	100	96,7	100	100	100
	2014	100	100	100	100	100	100	96,8	100	96,7	96,8	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 2012 y el día 31 de diciembre de 2014. En la Tabla 19 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 2012, 2013 y 2014, en las estaciones de monitoreo de la Red de Ventanas y la Red de ENAP Refinerías.

De acuerdo a los límites establecido en el D.S. N° 12/2011 del MMA, se considerará sobrepasada la norma para MP2,5 cuando el percentil 98 de los promedios diarios registrados durante un año, sea mayor a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en cualquier estación monitorea calificada como EMRPM2,5.

Tabla 19 Percentil 98 de las concentraciones de 24 horas de MP2,5

Red	Estación	Percentil 98 Año 2012 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% de la Norma 24 horas 50 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Percentil 98 Año 2013 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% de la Norma 24 horas 50 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Percentil 98 Año 2014 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% de la Norma 24 horas 50 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
AESGener y CODELCO División Ventanas	Quintero	36	72	40	80	47	94
	La Greda	36	72	42	83	30	60
	Puchuncaví	37	74	40	81	30	60
	Los Maitenes	32	63	37	75	25	50
	Valle Alegre	30	59	32	65	26	52
	*Sur	28	56	37	75	24	48
ENAP Refinerías	Concón	40	80	50	100	38	76

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

El Gráfico 1 muestra los valores obtenidos del cálculo del percentil 98 de la Norma de 24 horas para el contaminante MP2,5, por estación en los años 2012, 2013 y 2014.

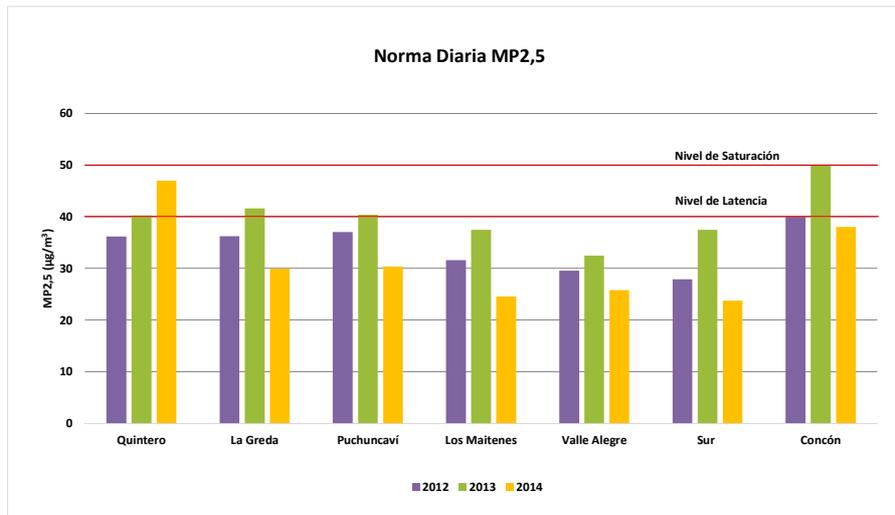


Gráfico 1 Norma 24 Horas de MP2,5 por año y estación

De acuerdo al análisis efectuado con la información disponible para los años 2012, 2013 y 2014, Tabla 19 y Gráfico 1, se determinó que el valor de la norma de MP2,5 como concentración de 24 horas no es superada en las estaciones de la Red de Ventanas, en el año 2012 las estaciones se encuentran por debajo de 80% de la norma, para el año 2013 se aprecia un porcentaje mayor al 80% de la norma 24 horas para las estaciones de: Quintero con 80%, La Greda con 83% y Puchuncaví con 81%, y en el año 2014 sólo se observa en la estación Quintero un porcentaje de 94% de la norma. En el resto de las estaciones para el periodo reportado, el valor del percentil 98 se encuentra por debajo del 80% de la norma de 24 horas.

En la estación Concón perteneciente a la red de ENAP Refinerías, se observa en el año 2012 que el valor del percentil 98 se sitúa en $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, equivalente al 80% de la norma diaria, en el año 2013 este se encuentra en límite de la norma con una concentración de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y para el año 2014 el valor del percentil 98 se encuentra por debajo del 80% de la norma con una concentración de $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

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 2012 y el día 31 de diciembre de 2014. En la Tabla 20 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 2012, 2013 y 2014, en las estaciones de monitoreo de la Red de Ventanas y de la Red de ENAP Refinerías.

De acuerdo a los límites establecido en el D.S. N°12/2011 del MMA, la norma para MP2,5 se considerará sobrepasada cuando el promedio trianual de las concentraciones anuales sea mayor a $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en cualquier estación monitorea calificada como EMRPMP2,5.

Cabe señalar que la norma anual para MP2,5 requiere determinar el promedio aritmético de 3 años calendario consecutivos de las concentraciones anuales. Si al cabo de un año, en alguna de

las estaciones de monitoreo de calidad del aire clasificadas como EMRP, se verifica la superación de la norma, su frecuencia de medición deberá ser diaria.

Tabla 20 Concentración trianual y porcentaje de la norma MP2,5

Red	Estación	Concentración Anual Año 2012 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentración Anual Año 2013 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentración Anual Año 2014 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Promedio Trianual (2012-2013-2014) ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	% de la Norma Anual 20 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
AesGener Y CODELCO División Ventanas	Quintero	17	17	17	17	86
	La Greda	17	17	15	16	80
	Puchuncaví	16	16	14	15	76
	Los Maitenes	14	14	12	14	69
	Valle Alegre	13	13	12	13	64
	*Sur	13	13	12	13	64
ENAP Refinerías	Concón	20	21	20	20	102

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

La evaluación de la norma anual, con la información disponible para los años 2012, 2013 y 2014, indica que la norma no es superada en su nivel anual en ninguna de las estaciones de la Red de Ventanas, solo se aprecia un porcentaje superior al 80% de la norma en la estación Quintero y en estación La Greda con porcentajes de 86% y 80%, respectivamente.

En el caso de la Red de ENAP Refinerías, la evaluación de la norma anual del promedio tri-anual, determinó que en la estación de Concón se registró un porcentaje de 102% de la norma, superando el límite de la norma anual.

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

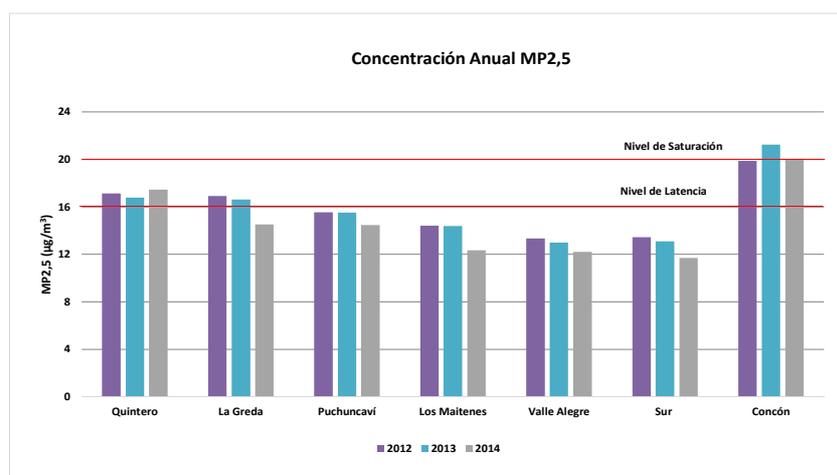


Gráfico 2 Concentración anual para MP2,5 por año y estación

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 2012 y el día 31 de diciembre de 2014. En la Tabla 21 se presenta un resumen de los valores calculados del percentil 98 de la concentración 24 horas de la norma de MP10, para los años 2012, 2013 y 2014, de las estaciones de monitoreo de la Red de Ventanas y la Red de ENAP Refinerías.

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

Tabla 21 Percentil 98 de las concentraciones de 24 horas de MP10

Red	Estación	Percentil 98 Año 2012 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	% de la Norma 24 horas 150 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Percentil 98 Año 2013 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	% de la Norma 24 horas 150 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Percentil 98 Año 2014 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	% de la Norma 24 horas 150 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)
AESGener Y CODELCO División Ventanas	Quintero	82	54	72	48	66	44
	La Greda	78	52	77	52	69	46
	Puchuncaví	71	48	61	41	67	45
	Los Maitenes	56	37	54	36	47	31
	Valle Alegre	54	36	49	33	58	38
	*Sur	61	41	52	35	49	32
ENAP Refinerías	Concón	71	47	72	48	67	45
	Colmo	81	54	78	52	67	45
	Junta de Vecinos	62	41	69	46	60	40
	*Las Gaviotas	63	42	72	48	59	39

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

El Gráfico 3 muestra la distribución temporal a nivel anual, del percentil 98 de la Norma 24 horas para MP10.

De acuerdo al análisis efectuado y la determinación del percentil 98 con las concentración de 24 horas para los años 2012, 2013 y 2014, se determinó que el valor de la norma de MP10 como concentración de 24 horas, no es superada en ninguna de las estaciones en los años mencionados anteriormente y los valores del percentil 98 se encuentran por debajo del 80% de la norma.

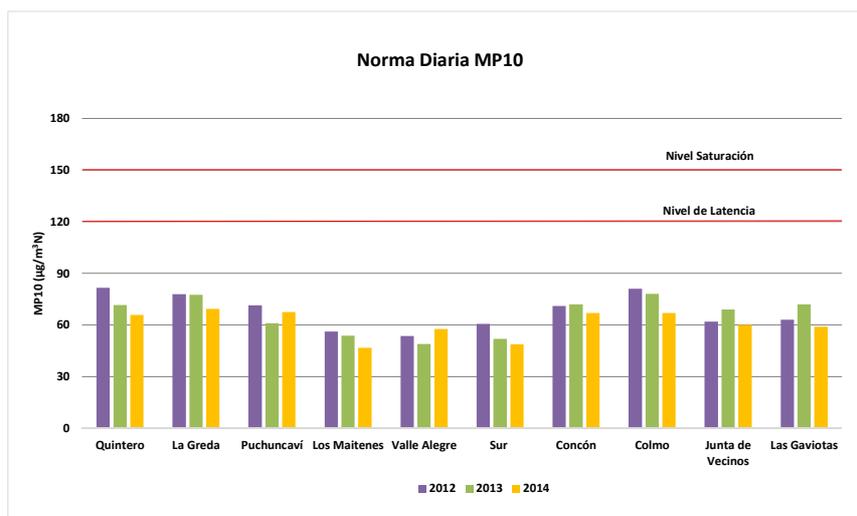


Gráfico 3 Norma diaria de MP10 por año y estación

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 2012 y el día 31 de diciembre de 2014. En la Tabla 22 se presenta un resumen de los valores obtenidos a través del cálculo del promedio aritmético de las concentraciones de los años 2012, 2013 y 2014, para las estaciones de monitoreo de la Red de Ventanas y la Red de ENAP Refinerías.

Tabla 22 Concentración trianual y porcentaje de la norma

Red	Estación	Promedio Anual 2012 (µg/m ³ N)	Promedio Anual 2013 (µg/m ³ N)	Promedio Anual 2014 (µg/m ³ N)	Promedio Trianual (2012-2013-2014) (µg/m ³ N)	% de la Norma Anual 50 (µg/m ³ N)
AesGener y CODELCO División Ventanas	Quintero	44	42	40	42	84
	La Greda	44	41	39	42	83
	Puchuncaví	38	37	38	38	75
	Los Maitenes	30	29	27	29	57
	Valle Alegre	31	28	29	29	59
	*Sur	31	28	27	29	57
ENAP Refinerías	Concón	46	43	41	43	86
	Colmo	44	39	36	39	79
	Junta de Vecinos	38	40	37	38	76
	*Las Gaviotas	36	35	33	35	69

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

De acuerdo a los límites establecido en el D.S. N° 59/1998, modificado por el D.S. N° 45/2001, del MINSEGPRES, la norma primaria anual de calidad del aire para material particulado respirable MP10, se considerará sobrepasada, cuando la concentración anual calculada como promedio

aritmético de tres años calendario consecutivos en cualquier estación monitora clasificada como EMRP, sea mayor o igual que $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

El promedio trianual expresado en porcentaje muestra que en ninguna de la estaciones se supera la norma anual de MP10, solo se aprecia un porcentaje mayor al 80% de la norma, en la estación Concón con 86%, en la estación Quintero con 84% y en estación La Greda con 83% de la norma anual. El resto de las estaciones se encuentran por debajo del 80% de la norma anual.

Complementariamente, en el Gráfico 4, se pueden observar las concentraciones media anual por año y estación para el período comprendido entre el día 1° de enero de 2012 y el día 31 de diciembre de 2014.

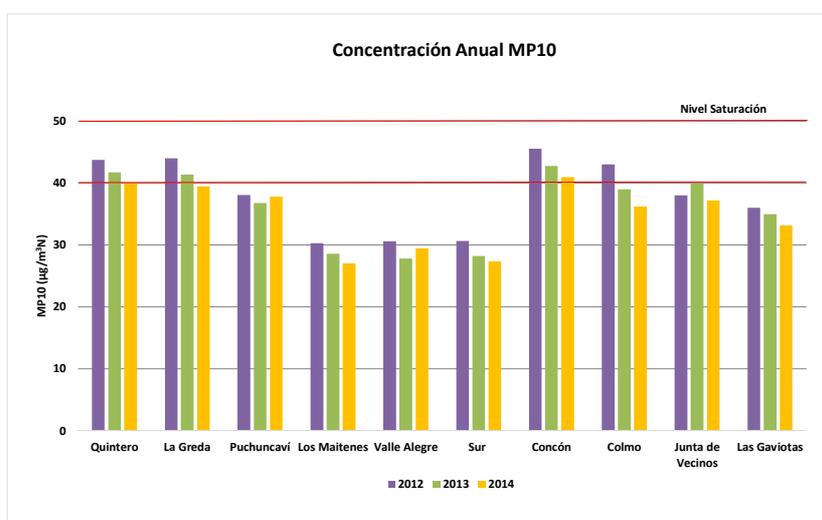


Gráfico 4 Concentración anual de MP10 por año y estación

6.3. Evaluación de la norma primaria SO_2

Los datos del contaminante SO_2 fueron informados por los titulares en ppb, unidad que reporta el equipo directamente. Para transformar los datos, y de esta forma mantener las mismas unidades en los años 2012, 2013 y 2014, se utilizó el factor de conversión de 2,62 (25°C y 760 mmHg).

6.3.1. Evaluación de la norma primaria 24 horas SO_2

El periodo de evaluación de superación de la norma 24 horas para SO_2 , corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2012 y el día 31 de diciembre de 2014. En la Tabla 23 se presenta un resumen con los valores del percentil 99 de la norma de 24 horas para SO_2 , en todas las estaciones de monitoreo de la Red de Ventanas y la Red de ENAP Refinerías.

Se debe señalar que, de acuerdo a los límites establecidos en el D.S. N° 113/2002 del MINSEGPRES, se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para SO_2 como

concentración de 24 horas, cuando el promedio aritmético de tres años sucesivos, del percentil 99 de las concentraciones de 24 horas registradas durante un año calendario, en cualquier estación monitorea EMRPG, fuere mayor o igual a $250 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

Tabla 23 Percentil 99 de las concentraciones de 24 horas para el periodo 2012-2014

Red	Estación	Percentil 99 2012 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Percentil 99 2013 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Percentil 99 2014 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Percentil 99 Promedio Trianual (2011-2012-2013) ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	% de la Norma 24 horas $250 (\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N})$
AesGener y CODELCO División Ventanas	Quintero	158	142	134	145	58
	La Greda	75	86	140	100	40
	Puchuncaví	53	62	67	61	24
	Los Maitenes	102	130	152	128	51
	Valle Alegre	36	56	54	49	20
	*Sur	112	119	128	120	48
ENAP Refinerías	Concón	95	89	130	104	42
	Colmo	26	25	31	27	11
	Junta de Vecinos	34	55	65	51	21
	Las Gaviotas	38	48	47	44	18

*Evaluación referencial, la estación no posee representatividad poblacional para SO_2

En el **Gráfico 5**, se observan las concentraciones de la norma diaria por estación para el período comprendido entre el día 1° de enero de 2012 y el día 31 de diciembre de 2014.

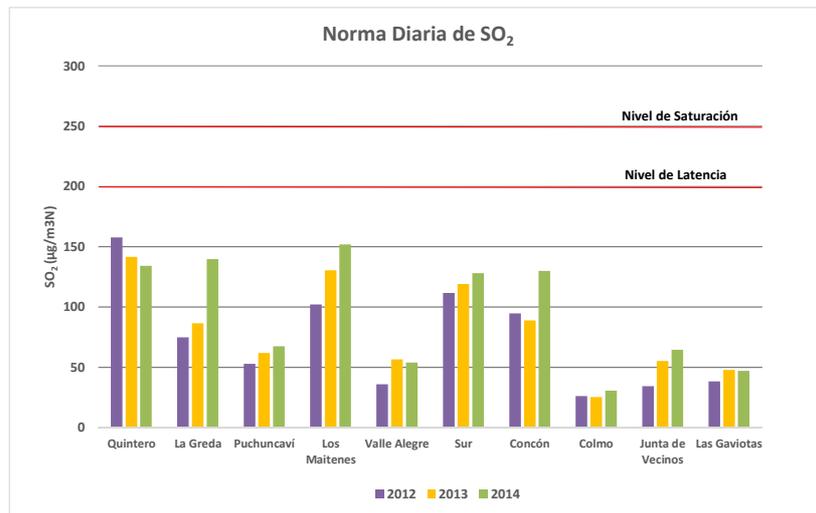


Gráfico 5 Norma 24 Horas para SO_2 por año y estación

De acuerdo a lo calculado, se determina que la norma anual no es superada en ninguna de las estaciones para el período en análisis y los valores se encuentran por debajo del 80% de la norma.

6.3.2. Evaluación de la norma anual de SO₂

El periodo de evaluación de superación de la norma anual para SO₂, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2012 y el día 31 de diciembre de 2014. En la Tabla 24 se presenta un resumen con los promedios anuales de la norma SO₂ en todas las estaciones de la Red de monitoreo de Ventanas y de la Red de ENAP Refinerías.

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

Tabla 24 Concentración anual para SO₂ para el periodo del 2012-2014

Red	Estación	Concentración Anual 2012 (µg/m ³ N)	Concentración Anual 2013 (µg/m ³ N)	Concentración Anual 2014 (µg/m ³ N)	Promedio Trianual (2012-2013-2014)(µg/m ³ N)	% de la Norma Anual 80 (µg/m ³ N)
AesGener y CODELCO División Ventanas	Quintero	29	26	27	28	34
	La Greda	16	23	28	22	28
	Puchuncaví	17	25	23	22	27
	Los Maitenes	29	34	31	31	39
	Valle Alegre	12	15	14	14	17
	*Sur	28	22	28	26	32
ENAP Refinerías	Concón	25	24	30	26	33
	Colmo	11	11	11	11	14
	Junta de Vecinos	13	14	13	13	17
	Las Gaviotas	14	14	12	13	17

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

De acuerdo a lo calculado se determina que la norma anual no es superada en ninguna de las estaciones para el período comprendido entre el día 1° de enero de 2012 y el día 31 de diciembre de 2014, y los valores se encuentran por debajo del 80% de la norma.

El Gráfico 6 muestra la distribución temporal a nivel anual, de las concentraciones medias anuales para SO₂.

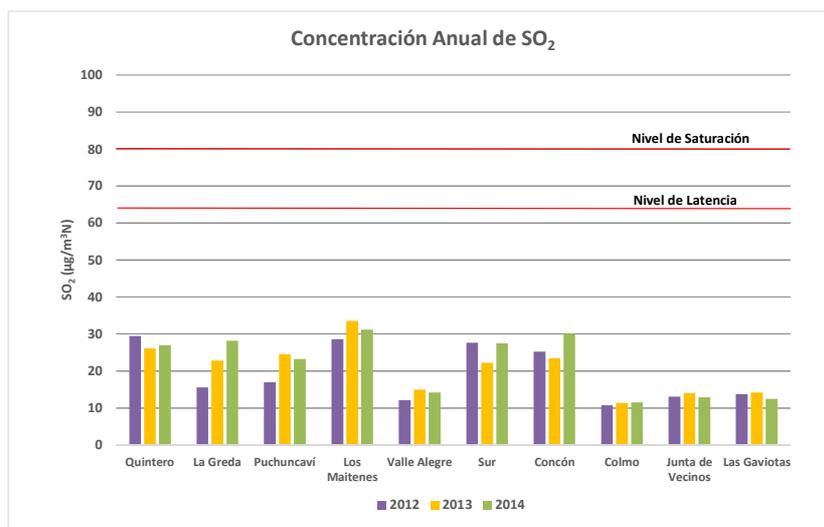


Gráfico 6 Concentración Anual para SO₂

6.4. Evaluación de la norma secundaria para SO₂

6.4.1. Evaluación de la norma secundaria 24 horas SO₂

El periodo de evaluación de superación de la norma secundaria para SO₂, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2012 y el día 31 de diciembre de 2014. En la Tabla 25 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.

Tabla 25 Percentil 99,7 de las concentraciones de 24 horas para el periodo 2012-2014

Estación	Percentil 99,7 2012 (µg/m ³ N)	Percentil 99,7 2013 (µg/m ³ N)	Percentil 99,7 2014 (µg/m ³ N)	Promedio Percentil 99,7 24 horas (2012-2013-2014) (µg/m ³ N)	% de la Norma 24 horas 365 (µg/m ³ N)
Quintero	186	167	168	174	48
La Greda	116	109	176	134	37
Puchuncaví	60	70	75	68	19
Los Maitenes	123	155	163	147	40
Valle Alegre	44	65	62	57	16
Sur	155	136	166	152	42
Concón	103	96	153	117	32
Colmo	27	32	37	32	9
Junta de Vecinos	44	62	75	60	17
Las Gaviotas	40	59	61	53	15

Se debe señalar que, de acuerdo a los límites establecido en el D.S. N° 22/2009 de MINSEGPRES, se considerará sobrepasada la norma secundaria de calidad de aire para SO₂ como concentración 24

horas, cuando el promedio aritmético de tres años calendarios sucesivos de los valores del percentil 99,7, en cualquier estación clasificada como EMRRN, fuere mayor o igual a $365 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

El análisis de la información expresado en porcentaje, muestra que el promedio aritmético de tres años calendarios sucesivos, en todas las estaciones, se encuentra por debajo del 80% de la norma.

En el Gráfico 7, se observan los porcentajes de la norma diaria por estación para el período comprendido entre el día 1° de enero de 2012 y el día 31 de diciembre de 2014.

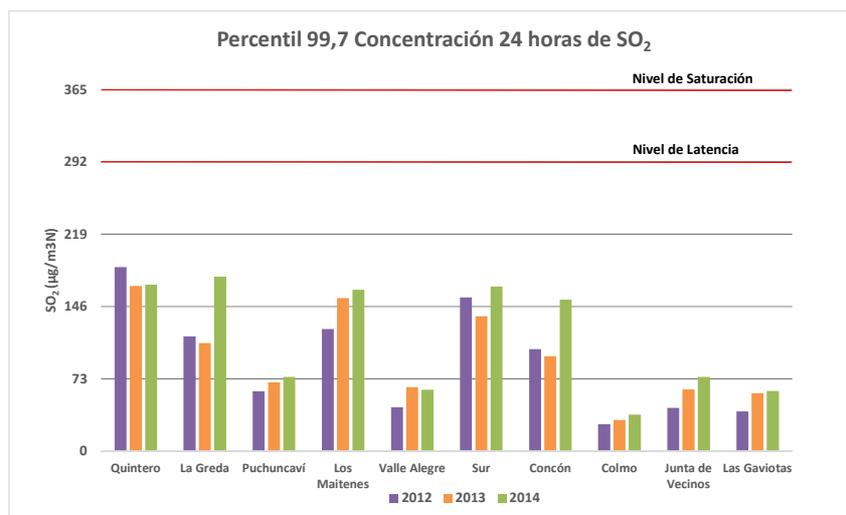


Gráfico 7 Percentil 99,7 de las concentraciones de 24 Horas de SO₂

6.4.2. 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 $80 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, en este caso en particular. El criterio de cálculo de la norma secundaria anual es el mismo que criterio utilizado en la norma primaria anual SO₂, ver Tabla 24.

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

El periodo de evaluación de superación de la norma secundaria horaria para SO₂, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2012 y el día 31 de diciembre de 2014. En la Tabla 26 se presenta un resumen con el cálculo del percentil 99,73 de la norma secundaria horaria para SO₂ en todas las estaciones de monitoreo de la Red 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 1 hora, cuando el promedio aritmético de tres años calendario sucesivos de los valores del percentil 99,73 de las concentraciones de 1 hora registradas cada año, en cualquier estación monitora clasificada como EMRRN, fuere mayor o igual a $1.000 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, en este caso en particular. Además, se considerará sobrepasada la norma secundaria de calidad de aire para dióxido de azufre como concentración de 1 hora, si en un año calendario, el percentil 99,73

de las concentraciones de 1 hora registradas en cualquier estación monitora clasificada como EMRRN fuere mayor o igual a $1.000 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, en este caso en particular.

Tabla 26 Percentil 99,73 de las concentraciones de horarias para el periodo 2012-2014

Estación	Percentil 99,73 2012 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Percentil 99,73 2013 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Percentil 99,73 2014 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Percentil 99,73 (2012-2013-2014) Norma Horaria ($1.000 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	% de la Norma Horaria ($1.000 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)
Quintero	699	640	577	639	64
La Greda	326	487	531	448	45
Puchuncaví	164	207	232	201	20
Los Maitenes	454	549	552	518	52
Valle Alegre	150	208	229	196	20
Sur	396	360	406	387	39
Concón	283	242	390	305	31
Colmo	73	71	82	75	8
Junta de Vecinos	110	124	132	122	12
Las Gaviotas	102	127	118	116	12

El Gráfico 8 muestra los valores obtenidos del cálculo del percentil 99,73 de las concentraciones horarias para los años 2012, 2013 y 2014, de las estaciones de la Red de Ventanas y de la Red de ENAP Refinerías.

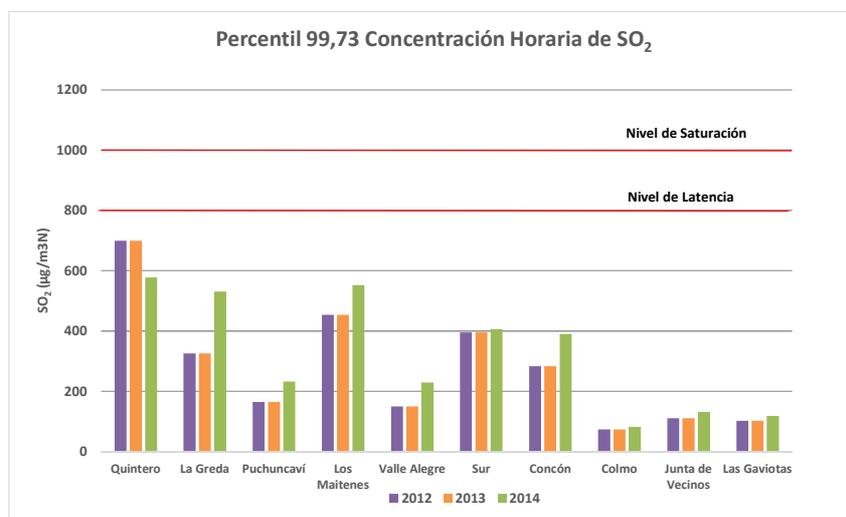


Gráfico 8 Percentil 99,73 de las concentraciones horarias de SO_2

El análisis de la información expresado en porcentaje, muestra todas las estaciones se encuentran por debajo del 80% de la norma, por lo tanto la norma horaria no es superada en ninguna de las estaciones en estudio.

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 2012 y el 31 de diciembre de 2014, considerándose válida la información generada de las mediciones de MP2,5, MP10 y SO₂, de las 6 estaciones de la Red de Ventanas; Quintero, La Greda, Puchuncaví, Los Maitenes, Valle Alegre y Sur; y las 4 estaciones de la Red de ENAP Refinerías; 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, la representatividad poblacional para gases en este caso SO₂ y representatividad para recursos naturales en el caso de la norma secundaria de SO₂, el empleo de instrumentos de medición de contaminantes atmosféricos con aprobación USEPA y la constatación por parte de la SMA de la correcta validación de los datos por parte del titular para el año 2014. En el caso del año 2012 se consideró válida la información proporcionada por la SEREMI de Salud de Valparaíso, mientras que para el año 2014 se consideró el análisis efectuado en el marco del informe DFZ-2014-431-V-NC-EI, emitido por la Superintendencia del Medio Ambiente en diciembre de 2014.

La evaluación del cumplimiento de norma de calidad del aire para MP2,5, que establece la superación de la norma de 24 horas una concentración mayor a 50 µg/m³, permite determinar que para los años 2012, 2013 y 2014 no se superó el límite de la norma diaria en las estaciones de la Red de Ventanas. Para el año 2012 el valor de percentil 98 de las concentraciones de 24 horas, se encontró por debajo 80% de la norma diaria en todas las estaciones, para el año 2013 se observa un porcentaje mayor al 80% de la norma 24 horas en las estaciones de: La Greda (83%), Puchuncaví (81%), y Quintero (80%), y para el año 2014, sólo se observa un porcentaje superior al 80% de la norma en la estación Quintero, con 94% y una concentración de 47 µg/m³. En el resto de las estaciones para el periodo evaluado, el valor del percentil 98 se encuentra por debajo del 80% de la norma de 24 horas.

La estación Concón perteneciente a la red de ENAP Refinerías se observa que en el año 2012 el valor del percentil 98 de las concentraciones de 24 horas se sitúa en 40 µg/m³, equivalente al 80% de la norma diaria de MP2,5, en el año 2013 se determinó un valor en el límite de la norma con una concentración de 50 µg/m³ y para el año 2014 el valor del percentil 98 se encuentra por debajo del 80% de la norma.

La evaluación de la norma anual para MP2,5, con la información disponible para los años 2012, 2013 y 2014, indica que la norma no es superada en su nivel anual en ninguna de las estaciones de la Red de Ventanas, solo se aprecia un porcentaje superior al 80% de la norma en las estaciones de Quintero y La Greda con porcentajes de 86% y 80%, respectivamente.

En el caso de la Red de ENAP Refinerías, la evaluación de la norma anual a través del cálculo del promedio tri-anual de los años 2012, 2013 y 2014, determinó que en la estación de Concón se registró un porcentaje de 102% de la norma, superando el límite de la norma anual.

En la comparación de norma de MP10 a nivel diario ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$), se determinó que el valor de la norma como concentración de 24 horas, no es superada en ninguna de las estaciones de la Red de Ventanas ni de la Red de ENAP Refinerías, encontrándose los valores por debajo del 80% de la norma. Respecto del cumplimiento de la norma anual de MP10 que establece como límite una concentración de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, se concluye que en ninguna de las estaciones se supera la norma anual, solo se observa un porcentaje mayor al 80% de la norma, en la estación Concón con 86%, en la estación Quintero con 84% y en estación La Greda con 83% de la norma anual. En el resto de las estaciones el promedio tri-anual se encuentra por debajo del 80% de la norma.

La evaluación de la norma primaria de SO_2 como concentración 24 horas ($250 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) y concentración anual ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$), para el período comprendido entre el día 1° de enero de 2012 y el día 31 de diciembre de 2014, concluye que la norma en su nivel diario y anual no es sobrepasada en ninguna de las estaciones de la Red de Ventanas y de la Red de ENAP Refinerías. Los valores obtenidos en todas las estaciones se encuentran por debajo del 80% de la norma anual y diaria.

La evaluación del cumplimiento de la norma secundaria de SO_2 como concentración horaria ($1.000 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$), concentración 24 horas ($365 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) y concentración anual ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$), determinó que la norma no es sobrepasada en ninguna de las estaciones de la Red de Ventanas ni de la Red de ENAP Refinerías. Los valores obtenidos en todas las estaciones se encuentran por debajo del 80% de la norma anual, diaria y horaria.

En este documento se evaluó a nivel referencial la norma para MP10, MP2,5, SO_2 (norma primaria) para la estación Sur, en su nivel diario y anual, a pesar de que la estación no posee calificación como EMRP (MP10 o MP2,5) y tampoco posee calificación como EMRPG. En la estación Las Gaviotas, también se realizó a nivel referencial una evaluación de la norma para MP10, a pesar de no estar calificada como EMRP para MP10.

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	Ordinario Requiere Antecedentes de SEREMI Salud de Valparaíso.
4	Antecedentes Remitidos por SEREMI Salud de Valparaíso.
5	Antecedentes Remitidos por el Titular AESGener y CODELCO División Ventanas.
6	Antecedentes Remitidos por el Titular ENAP Refinerías.
7	Datos de calidad del aire para el año 2014.