



Superintendencia del Medio Ambiente  
Gobierno de Chile



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

**RED DE CALIDAD DEL AIRE DE O'HIGGINS  
REGIÓN DEL LIBERTADOR GENERAL BERNARDO O'HIGGINS**

**SECCIÓN DE CALIDAD DEL AIRE Y EMISIONES ATMOSFÉRICAS**

**DIVISIÓN DE FISCALIZACIÓN**

**DFZ-2020-3934-VI-NC  
DICIEMBRE 2020**

	Nombre	Cargo	Firma
Aprobado	Juan Pablo Rodríguez F.	Jefe de Sección de Calidad del Aire y Emisiones Atmosféricas	<input checked="" type="checkbox"/>  _____ Juan Pablo Rodríguez F. Jefe Sección Calidad Aire y Emisiones Firmado por: Juan Pablo Rodríguez Fernandez
Elaborado	Isabel Leiva Campos	Profesional División de Fiscalización	<input checked="" type="checkbox"/>  _____ Isabel Leiva Campos Profesional División de Fiscalización Firmado por: Isabel Leiva Campos

## CONTENIDO

<b>1. RESUMEN EJECUTIVO.....</b>	<b>3</b>
<b>2. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>6</b>
<b>3. OBJETIVOS.....</b>	<b>7</b>
<b>4. ALCANCE.....</b>	<b>7</b>
<b>5. EVALUACIÓN DE VALIDEZ DE LOS DATOS.....</b>	<b>8</b>
5.1 ESTACIONES DECLARADAS COMO EMRP-MP2,5 Y EMRP-MP10.....	8
5.2 DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS DE MEDICIÓN DE LA RED DE MONITOREO DE LA REGIÓN DE O’HIGGINS .....	10
5.3 AUDITORÍA DE DATOS .....	11
<b>6. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUPERACIÓN DE NORMA.....</b>	<b>13</b>
6.1 EVALUACIÓN DE LA NORMA PARA MP2,5.....	13
6.1.1 EVALUACIÓN DE LA NORMA 24 HORAS PARA MP2,5 .....	13
6.1.2 EVALUACIÓN DE LA NORMA ANUAL PARA MP2,5.....	16
6.2 EVALUACIÓN DE LA NORMA PARA MP10.....	18
6.2.1 EVALUACIÓN DE LA NORMA 24 HORAS MP10 .....	18
6.2.2 EVALUACIÓN DE LA NORMA ANUAL PARA MP10.....	20
<b>7. CONCLUSIONES.....</b>	<b>22</b>
<b>8. ANEXOS .....</b>	<b>24</b>

## 1. RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento da cuenta de la evaluación del cumplimiento de las normas de calidad del aire para material particulado fino respirable MP2,5 y MP10, establecida en el D.S. N° 12/2011, del Ministerio del Medio Ambiente y el D.S. N° 59/1998, modificado por el D.S. N° 45/2001, 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 la norma de calidad del aire correspondió a un examen de información de los datos validados y proporcionados por el Ministerio del Medio Ambiente, para los contaminantes MP10 y MP2,5. Con la información remitida por el Ministerio de Medio Ambiente, se realizó una auditoría a los datos validados, correspondiente a cuatro (4) estaciones de monitoreo de calidad del aire de la Región del Libertador General Bernardo O’Higgins, ubicadas en las comunas de Rancagua y Rengo, denominadas “Rancagua 1”, “Rancagua 2” y “Rengo”, pertenecientes a la provincia de Cachapoal y la estación de “San Fernando” de la comuna del mismo nombre, perteneciente a la provincia de Colchagua, todas de propiedad del Ministerio del Medio Ambiente y declaradas con representatividad poblacional (EMRP) por MP10 y MP2,5.

Cabe señalar que mediante Decreto Supremo N° 7, del 3 de febrero de 2009, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, fue declarada zona saturada por material particulado respirable MP10, como concentración anual y de 24 horas, la zona correspondiente al Valle Central de la Región del Libertador General Bernardo O’Higgins. Que incluye a las siguientes comunas: Graneros, Rancagua, Doñihue, Olivar, Coltauco, Coínco, Quinta de Tilcoco, San Vicente de Tagua Tagua y Placilla; incluyendo parcialmente a las comunas de Mostazal, Codegua, Machalí, Malloa, Rengo, Requínoa, San Fernando y Chimbarongo, de acuerdo con los límites que se establecen en dicha resolución.

Una vez declarada la zona saturada, y de conformidad a lo establecido en el artículo 44 de la Ley N°19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente, y en el D.S. N° 94, de 1995, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, se dio inicio a la elaboración del Plan de Descontaminación Atmosférica, PDA, mediante la Resolución Exenta N° 3.107, del 29 de mayo de 2009, de la Dirección Ejecutiva de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, publicada en el Diario Oficial el 20 de junio del mismo año.

Posteriormente, mediante D.S. N° 82, de 20 de julio de 2009, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, se rectificó el límite norte de la zona saturada del Valle Central de la Región del Libertador General Bernardo O’Higgins.

Mediante el Decreto Supremo N° 15, del 05 de agosto de 2013, se establece el Plan de descontaminación atmosférica para el Valle Central de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins.

En el año 2016 la Superintendencia del Medio Ambiente realizó una fiscalización ambiental a la red de calidad del aire de la región, con el objeto de evaluar la representatividad poblacional para MP2,5 para las estaciones de Rancagua 2 y San Fernando. Producto de esta fiscalización, se calificaron como EMRP-MP2,5 (estaciones de monitoreo con representatividad poblacional) las mencionadas estaciones de monitoreo.

Asimismo, en el año 2020 la Superintendencia del Medio Ambiente efectuó una fiscalización ambiental a las estaciones de monitoreo denominadas Rengo y Rancagua 2, con la finalidad de evaluar la representatividad poblacional para MP2,5 y MP10, respectivamente. Producto de esta fiscalización, se calificó como EMRP-MP2,5 la estación de Rengo y como EMRP-MP10 la estación Rancagua 2.

El análisis de datos de MP10 y MP2,5, se realizó con las mediciones del periodo comprendido entre el 1° de enero de 2017 y 31 de diciembre de 2019, datos medidos con instrumentos de medición con aprobación EPA.

Para la auditoría de los datos horarios se consideraron los criterios establecidos en las normas primarias de calidad del aire para MP10 y MP2,5, en esta última indica que todos los datos deben ser reportados de acuerdo con lo establecido en el Reglamento de Estaciones de Medición de Contaminantes Atmosféricos, D.S. N° 61/2008, modificado por el D.S. N° 30/2009, del Ministerio de Salud (MINSAL). En el caso de los contaminantes de MP10 y MP2,5 se utilizó como criterio, para el cálculo del promedio anual las concentraciones mensuales de un año calendario y para el promedio de 24 horas los promedios horarios en base un número igual o mayor a 18 horas, de acuerdo con los criterios establecidos en las respectivas normas primarias antes mencionadas.

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

La evaluación de la norma 24 horas para MP2,5 determinó que los valores correspondientes al percentil 98 de las concentraciones diarias para los años 2017, 2018 y 2019 superaron el límite de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  establecido en la norma de MP2,5 en todo el periodo evaluado. El análisis determinó que para el año 2019 se superó el valor normado en las cuatro (4) estaciones calificadas como EMRP para MP2,5, siendo las estaciones de Rancagua 2 y Rengo las que registraron la máxima concentración de 84  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , equivalente al 168% del límite de la norma, seguida de Rancagua 1, con 82  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , equivalente al 164% del límite de la norma y por último, para San Fernando se determinó una concentración de 72  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , equivalente al 144% del límite de la norma.

Complementariamente, se calculó el número de días con excedencias a la norma de 24 horas para cada estación, determinándose que todas las estaciones presentan un número superior a 7 excedencias, siendo las estaciones de Rancagua 2 con 47 días y Rancagua 2 con 46 días, las que presentaron el mayor número de excedencias a la norma de 24 horas durante el año 2019.

En relación a la evaluación de la norma anual para MP2,5, mediante el cálculo del promedio trianual de las concentraciones, se concluyó que la norma fue superada en las 4 estaciones analizadas que cumplen con el porcentaje de datos válidos para el periodo en estudio, encontrándose la estación de Rancagua 2 con una concentración máxima de  $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (135%), la estación Rancagua 1 con una concentración de  $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (115%), Rengo con una concentración de  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (110%), y finalmente San Fernando con  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (100%).

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

La evaluación de la norma de 24 horas de MP10, para los años 2017, 2018 y 2019, y que fija como límite un valor de  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , determinó mediante el análisis de los datos de MP10 y el cálculo del percentil 98 en las cuatro (4) estaciones de la región de O'Higgins; Rancagua 1, Rancagua 2, Rengo y San Fernando que no es superada la norma. Cabe señalar que las estaciones de Rancagua 1 y Rancagua 2, mediante el cálculo del percentil 98 se determinó que ambas estaciones superan el 80% del límite de la norma de 24 horas en el año 2019, con concentraciones de  $143 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , equivalente al 95% del límite de la norma y  $124 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , equivalentes a un 83% del límite de la norma.

De acuerdo con la condición b) indicado en la norma de 24 horas, de acuerdo con el criterio de número de días con mediciones sobre el valor de  $150 \text{mg}/\text{m}^3\text{N}$  mayor que siete (7), con la información disponible es posible determinar que no hubo superación, mayor a siete días de excedencia, en el periodo 2019 para las estaciones evaluadas.

Respecto de la norma anual de MP10 que establece como límite una concentración de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , mediante el cálculo del promedio trianual (2017-2018-2019), se determinó que la norma anual de MP10 fue superada en las estaciones de Rancagua 1 y Rancagua 2. Cabe señalar, que las estaciones presentaron concentraciones promedio trianual de  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , equivalente al 120% del límite de la norma y  $52 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , equivalente al 104% del límite de la norma. Por otra parte, en las estaciones de Rengo y San Fernando se registraron promedios trianuales de  $48 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , equivalente al 96% del límite de la norma, y  $42 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  cada, equivalente al 84% del límite de la norma.

## 2. INTRODUCCIÓN

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 Superintendencia realizó una auditoría y análisis de los datos remitidos para los años 2017, 2018 y 2019, con el fin de obtener información válida que permita evaluar la norma primaria de calidad del aire de MP10 y MP2,5.

De acuerdo Of. Ord. N° 202482, del Ministerio del Medio Ambiente, se le solicitó a la Superintendencia la evaluación del cumplimiento normativo de las estaciones de monitoreo de calidad del aire de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, de acuerdo con el programa de fiscalización de normas de calidad ambiental del año 2020.

La Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, la componen las Provincias de Cachapoal, Cardenal Caro y Colchagua y su capital regional es la ciudad de Rancagua. Cada Provincia está compuesta por Comunas (Municipios). Siendo un total de 33 Comunas en la Región, su población alcanzó los 914.555 habitantes (CENSO 2017, INE). El principal centro urbano es el Gran Rancagua con 294.279 habitantes, seguido de San Fernando con 73.973 habitantes.

Abarca una superficie de 16.387,00 km<sup>2</sup>, representando el 2,2% del territorio nacional continental. Sus límites son por el norte la Región Metropolitana de Santiago a los 33° 50' latitud sur, y por el sur la Región del Maule a los 34° 45' latitud sur, al oeste con el Océano Pacífico y al este con la Cordillera de Los Andes.

El presente documento da cuenta de la evaluación de la norma para MP10 y MP2,5, en las estaciones de vigilancia de calidad del aire correspondientes a la región de O'Higgins; "Rancagua 1", "Rancagua 2", "Rengo" y "San Fernando", estaciones que cuentan con calificación de representatividad poblacional (en adelante, EMRP) por MP10 y MP2,5.

El proceso de evaluación de la norma de MP10 y MP2,5 de las cuatro (4) estaciones consideró una auditoría y análisis de los datos con el objeto de dar cumplimiento a la norma primaria de calidad del aire para MP10, MP2,5, en conjunto al D.S. N° 61/2008, modificado por D.S. N° 30/2009, del Ministerio de Salud (en adelante MINSAL).

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 7 de marzo 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 y MP10, en su nivel 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 y MP10.

Para lo anterior se determinó la validez de las mediciones de MP2,5 y MP10, realizadas por la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de la Región de O'Higgins, en base a una auditoría de los datos reportados para los años 2017, 2018 y 2019.

### 4. ALCANCE

Los datos validados por esta Superintendencia en el presente informe corresponden a los registros de MP2,5 y MP10 de la red de vigilancia de calidad del aire de la Región de O'Higgins, para el periodo comprendido entre el 1° de enero de 2017 y el 31 de diciembre de 2019.

Las estaciones utilizadas para la evaluación de datos de MP2,5 y de MP10, que cumplen con ser estaciones con EMRP para MP2,5 y MP10 corresponden a Rancagua 1, Rancagua2, Rengo y San Fernando.

El presente documento evaluó el cumplimiento de las normas primarias 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 vigente a nivel horario, diario y anual**

Norma	Contaminante	Límite Concentración Horaria	Límite Concentración 24 horas	Límite Concentración Anual
D.S. N° 59/1998, modificado por D.S. N° 45/2001, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República	MP10	No aplica	150 µg/m <sup>3</sup> N	50 µg/m <sup>3</sup> N
D.S. N° 12/2011 del Ministerio del Medio Ambiente.	MP2,5	No aplica	50 µg/m <sup>3</sup>	20 µg/m <sup>3</sup>

## 5. EVALUACIÓN DE VALIDEZ DE LOS DATOS

La información de las mediciones de MP2,5 y MP10, se reportó a esta Superintendencia por parte del Ministerio del Medio Ambiente, mediante el Of. Ord. N° 202482 del 30 de junio de 2020, incluyendo los datos crudos, datos validados y códigos de invalidación, en promedios horarios y en el formato establecido en el D.S. N° 61/2008, modificado por el D.S. N°30/2009, del MINSAL. Los datos evaluados de MP2,5 y MP10, corresponden a las mediciones realizadas en las estaciones declaradas con representatividad poblacional para material particulado, indicadas en el punto 5.1 de este documento.

### 5.1 Estaciones declaradas como EMRP-MP2,5 y EMRP-MP10

En la Tabla 2 se describen las estaciones de la red de monitoreo de calidad del aire de la Región de O'Higgins y sus respectivas resoluciones que las califican como estación de monitoreo con representatividad poblacional para material particulado MP2,5 y MP10.

**Tabla 2 Estaciones declaradas como EMRP-MP2,5 y EMRP-MP10**

Estación	Resolución que otorga EMRP para MP2,5	Resolución que otorga EMRP para MP10
Rancagua 1	Res. Exenta N° 4887 del 18 de diciembre de 2012, de la Secretaría Regional Ministerial de Salud. Región del Libertador General Bernardo O'Higgins.	Res. Exenta N° 5390 del 01 de abril de 2007, de la Secretaría Regional Ministerial de Salud. Región del Libertador General Bernardo O'Higgins.
Rancagua 2	Res. Exenta N° 777 del 22 de agosto de 2016, de la Superintendencia del Medio Ambiente.	Res. Exenta N° 1377 del 07 de agosto de 2020, de la Superintendencia del Medio Ambiente. <sup>1</sup>
Rengo	Res. Exenta N° 724 del 06 de mayo de 2020, de la Superintendencia del Medio Ambiente. <sup>2</sup>	Res. Exenta N° 2535 del 03 de octubre de 2007, de la Secretaría Regional Ministerial de Salud. Región del Libertador General Bernardo O'Higgins.
San Fernando	Res. Exenta N° 823 del 6 de septiembre de 2016, de la Superintendencia del Medio Ambiente.	Res. Exenta N° 2536 del 03 de octubre de 2007, de la Secretaría Regional Ministerial de Salud. Región del Libertador General Bernardo O'Higgins.

Por su parte, en la Tabla 3 se describen las coordenadas geográficas de las estaciones de la Red de monitoreo de la región del Libertador General Bernardo O'Higgins, cuya representación espacial se ilustra en la Figura 1.

<sup>1</sup> Mediciones validas a partir del 30 de julio de 2015.

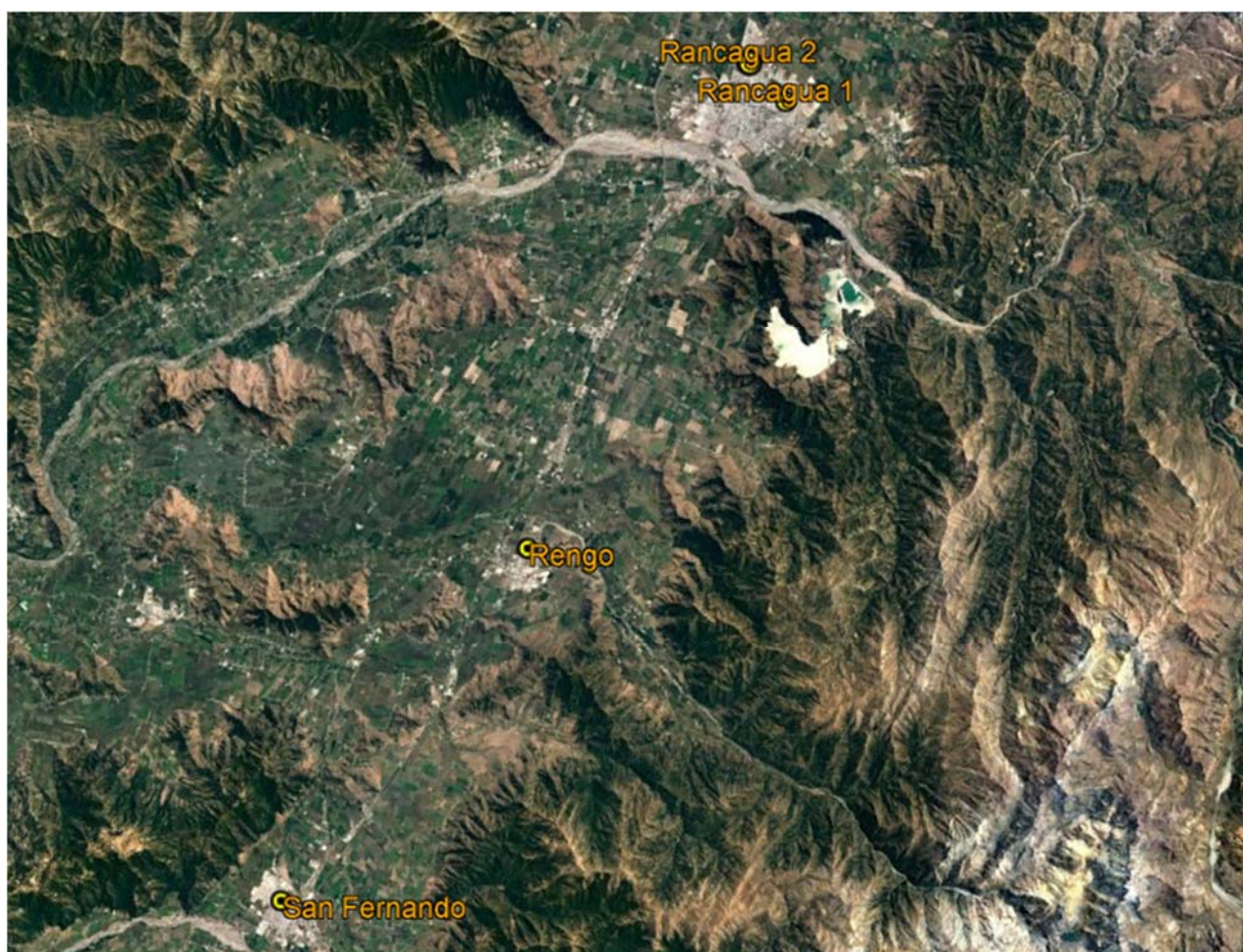
<sup>2</sup> Mediciones validas a partir del 18 de noviembre de 2016



**Tabla 3 Ubicación de las estaciones de la Red la Región de O’Higgins**

Propietario	Estación de Monitoreo	Coordenadas UTM (m) Datum WGS84, Huso 19 S*	
		E	N
MMA	Rancagua 1	338.395 E	6.219.394 N
MMA	Rancagua 2	339.844 E	6.220.530 N
MMA	Rengo	329.671 E	6.192.545 N
MMA	San Fernando	317.505 E	6.171.756 N

\*Referencia de las resoluciones EMRP.



**Figura 1 Ubicación de estaciones de calidad del aire del aire de la Región de O’Higgins.**

## 5.2 Descripción de equipos de medición de la Red de monitoreo de la Región de O'Higgins

De acuerdo con los antecedentes entregados por el Ministerio de Medio ambiente, para los años 2017, 2018 y 2019, respecto de los instrumentos de medición utilizados para el monitoreo de MP2,5 y MP10 en las estaciones evaluadas, cumplen con el requisito de emplear instrumentos de medición con aprobación USEPA, establecido en la norma primaria de calidad del aire.

A continuación, en la Tabla 4 se describen los instrumentos y métodos de medición de MP2,5 y MP10, utilizados en las estaciones de calidad del aire analizadas, durante el año 2019.

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

Estación	Parámetro	Método de Medición	Marca/Modelo	Método de Referencia o Equivalente EPA
Rancagua 1	MP2,5	Basado en el principio de atenuación beta	Met One MP2,5	EQPM-0308-170
	MP10	Basado en el principio de atenuación beta	Met One MP10	EQPM-0798-122
Rancagua 2	MP2,5	Basado en el principio de atenuación beta	Met One MP2,5	EQPM-0308-170
	MP10	Basado en el principio de atenuación beta	Met One MP10	EQPM-0798-122
Rengo	MP2,5	Basado en el principio de atenuación beta	Met One MP2,5	EQPM-0308-170
	MP10	Basado en el principio de atenuación beta	Met One MP10	EQPM-0798-122
San Fernando	MP2,5	Basado en el principio de atenuación beta	Met One MP2,5	EQPM-0308-170
	MP10	Basado en el principio de atenuación beta	Met One MP10	EQPM-0798-122

### 5.3 Auditoría de datos

Los datos de MP2,5 y MP10 para los años 2017, 2018 y 2019, validados por el MMA, fueron sometidos a una revisión usando como criterio lo establecido en la norma primaria de calidad del aire para dichos contaminantes y de acuerdo con lo indicado en el D.S. N° 61/2008, modificado por D.S. N° 30/2009 de MINSAL. 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 medidos con instrumentos de medición continuo, consideró una revisión de los códigos de invalidación horarios reportados para el contaminante MP2,5 y MP10 de cada estación, se evaluó el número de días sin dato o dato inválido. De este análisis se presentó el siguiente porcentaje de datos inválidos para los años 2017, 2018 y 2019.

La auditoría de los datos consideró una revisión de los códigos de invalidación horarios reportados para los contaminantes MP10 y de MP2,5, de cada estación. En la Tabla 5 se recopilan los porcentajes de datos inválidos por estación y contaminante para el año 2017, 2018 y 2019. En ésta se observa que todas las estaciones registran menos del 25% de sus datos inválidos.

**Tabla 5 Porcentaje de datos inválidos horarios para MP2,5 y MP10 para el periodo de 2017 al 2019**

Estación	2017		2018		2019	
	MP2,5 % Horario	MP10 % Horario	MP2,5 % Horario	MP10 % Horario	MP2,5 % Horario	MP10 % Horario
Rancagua 1	2,2	2,4	2,7	2,8	3,4	3,0
Rancagua 2	2,4	1,1	2,7	1,3	3,7	1,7
Rengo	4,3	5,1	2,7	3,1	3,6	2,9
San Fernando	4,7	2,6	4,4	4,0	1,3	0,9

Mediante el análisis estadístico se determinó la cantidad de datos disponible para el cálculo de los promedios diarios, lo que permitió la construcción de los promedios diarios (24 horas) en base a la disponibilidad de datos 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 horas, éstos se invalidaron de acuerdo con lo descrito en el decreto mencionado.

En la Tabla 6 se presentan el número de días válidos y el porcentaje de datos disponibles para el período 2017 al 2019, para los contaminantes MP10 y MP2,5, según corresponda a cada estación. De la Tabla 6, se puede concluir que las estaciones presentan un porcentaje de datos válidos superior al 75% para el periodo. El resumen de datos validos permite concluir que, se dispone de

la información suficiente para realizar un análisis estadístico, aplicando los criterios especificados en cada norma primaria de calidad del aire.

**Tabla 6 Resumen de datos disponibles por estación para MP2,5 y MP10 (2017-2018-2019)**

Estación	Año	N° de Datos Disponibles (Días) MP2,5	Porcentaje de datos (%)	N° de Datos Disponibles (Días) MP10	Porcentaje de datos (%)
Rancagua 1	2017	355	97	355	97
	2018	354	97	355	97
	2019	352	96	356	98
Rancagua 2	2017	356	98	363	100
	2018	354	97	360	99
	2019	353	97	359	98
Rengo	2017	352	96	346	95
	2018	353	96	354	97
	2019	348	95	354	97
San Fernando	2017	342	94	355	97
	2018	346	95	348	95
	2019	361	99	361	99

Para efectos de la evaluación anual de las normas primarias de MP2,5 y MP10, a continuación, en las Tablas 7 y Tabla 8, se resume el porcentaje de datos disponibles a nivel mensual, de las estaciones Rancagua 1, Rancagua 2, Rengo y San Fernando, observándose una disponibilidad de datos mensuales superior al 75%, en casi la totalidad del periodo.

**Tabla 7 Porcentaje de datos válidos de MP2,5 mensuales por estación para los años 2017, 2018 y 2019**

		MESES (%)											
		Red de monitoreo, Región de O'Higgins											
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Rancagua 1	2017	87,1	100	100	100	100	100	100	100	96,7	100	83,3	100
	2018	83,9	92,9	93,5	100	100	100	100	100	100	100	100	93,5
	2019	90,3	96,4	93,5	100	93,5	100	100	100	100	96,8	86,7	100
Rancagua 2	2017	87,1	100	100	96,7	96,8	100	100	100	93,3	100	100	96,8
	2018	90,3	82,1	100	100	96,8	100	100	100	100	100	93,3	100
	2019	90,3	96,4	96,8	100	100	100	77,4	100	100	100	100	100
Rengo	2017	90,3	92,9	100	86,7	93,5	100	96,8	100	100	100	96,7	100
	2018	87,1	100	100	100	93,5	86,7	100	90,3	100	100	100	100
	2019	96,8	85,7	100	100	100	100	100	96,8	96,7	87,1	86,7	93,5
San Fernando	2017	58,1	100	100	100	87,1	100	93,5	100	93,3	100	93,3	100
	2018	100	100	87,1	96,7	100	96,7	100	96,8	100	61,3	100	100
	2019	100	85,7	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

**Tabla 8 Porcentaje de datos válidos de MP10 mensuales por estación para los años 2017, 2018 y 2019**

		MESES (%)											
		Red de monitoreo, Región de O'Higgins											
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Rancagua 1	2017	83,9	100	100	100	100	100	100	100	100	100	83,3	100
	2018	87,1	100	93,5	100	100	100	94	100	100	100	100	93,5
	2019	100	85,7	100	100	100	100	100	100	100	96,8	86,7	100
Rancagua 2	2017	100	100	100	96,7	100	100	100	100	100	100	100	96,8
	2018	96,8	96,4	100	100	96,8	100	100	100	100	100	93,3	100
	2019	96,8	100	96,8	96,7	100	90,0	100	100	100	100	100	100
Rengo	2017	87,1	100	96,8	100	93,5	100	100	75	86,7	100	100	100
	2018	87,1	100	96,8	100	100	93,3	100	96,8	96,7	100	100	93,5
	2019	96,8	85,7	100	100	100	100	100	93,5	100	87,1	100	100
San Fernando	2017	100	89,3	93,5	86,7	100	100	96,8	100	100	100	100	100
	2018	100	100	96,8	96,7	100	96,7	100	96,8	100	61,3	96,7	100
	2019	100	96,4	93,5	96,7	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 para MP2,5

El periodo de evaluación de superación de la norma para MP2,5, corresponde a aquel comprendido entre el día 1° de enero de 2017 y el día 31 de diciembre de 2019. En la Tabla 9, se presenta un resumen de los valores calculados del percentil 98 de la concentración 24 horas de la norma de MP2,5, para los años 2017, 2018 y 2019, de las estaciones de vigilancia de calidad del aire de la región de O'Higgins.

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 µg/m<sup>3</sup>, en cualquier estación monitorea calificada como EMRP-MP2,5.

**Tabla 9 Evaluación de la norma 24 horas para MP2,5 para los años 2017, 2018 y 2019**

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 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Rancagua 1	73	146	76	152	82	164
Rancagua 2	83	166	99	198	84	168
Rengo	67	134	78	156	84	168
San Fernando	70	140	63	126	72	144

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, determinó que el valor de la norma 24 horas para MP2,5, fue superado en las cuatro (4) estaciones, Rancagua1, Rancagua 2, Rengo y San Fernando; los valores obtenidos se encontraron por sobre el 100% de la norma de 24 horas en todo el periodo evaluado. Cabe destacar que, para el año 2019 las concentraciones obtenidas mediante el cálculo del percentil 98, correspondieron a  $82 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en Rancagua 1 (164%),  $84 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en Rancagua 2, y Rengo se registró la concentración más alta de  $84 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para ambas estaciones, equivalente al 168% del límite de la norma de 24 horas, y por último en la estación San Fernando la concentración fue de  $72 \mu\text{g}/\text{m}^3$  correspondiente a 144 % del límite de la norma de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

El Gráfico 1, muestra los valores obtenidos del cálculo del percentil 98 de las concentraciones diarias para el contaminante MP2,5, por estación, para los años 2017, 2018 y 2019.

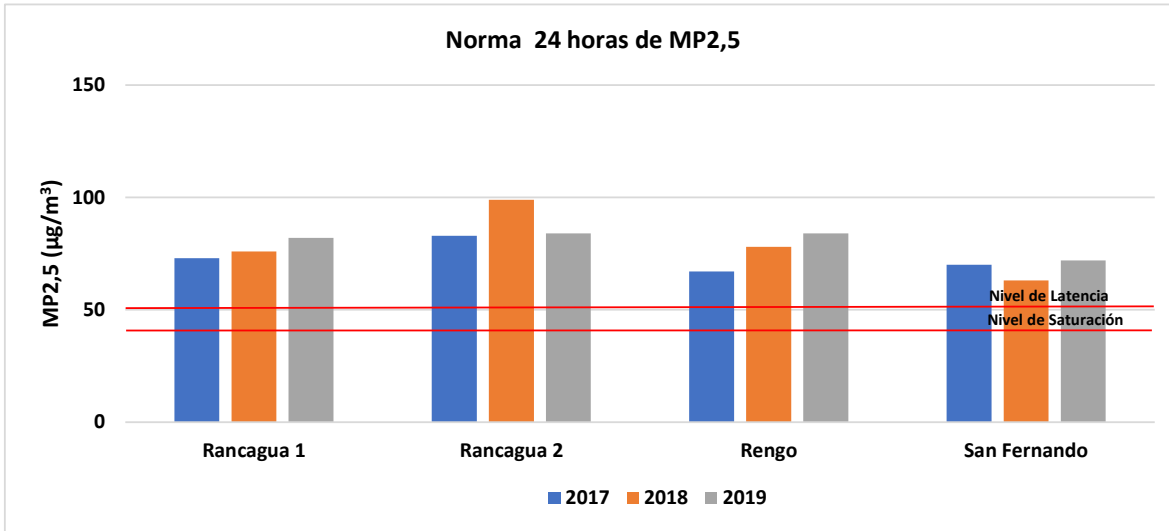


Gráfico 1 Norma 24 horas para MP2,5 periodo 2017 al 2019

Cabe señalar que, al considerar las concentraciones diarias de MP2,5 para un año calendario (365 o 366 días), el cálculo del percentil 98 permite un máximo de 7 excedencias, es decir 7 días con registros mayores a 50 µg/m<sup>3</sup> como concentración de 24 horas.

En la Tabla 10 se resume el número de días de excedencias a la norma de 24 horas por estación para todo el periodo en evaluación, para el año 2019 las excedencias fueron de 46 días en la estación Rancagua 1, 47 días en la estación Rancagua 2, 43 días en estación Rengo, en tanto, la estación San Fernando presentó 34 días sobre el valor de la norma de 24 horas.

Tabla 10 N° de Excedencias a la norma 24 horas de MP2,5 para el año 2017, 2018 y 2019

Estación	N° de Excedencias a la norma 24 horas Año 2017	N° de Excedencias a la norma 24 horas Año 2018	N° de Excedencias a la norma 24 horas Año 2019
Rancagua 1	49	37	46
Rancagua 2	54	62	47
Rengo	32	37	43
San Fernando	26	15	34

El Gráfico 2 muestra el número de excedencias por cada estación, disgregada a nivel mensual, para el período comprendido entre enero y diciembre del 2019, donde se observa que los días en los cuales se excede la norma se distribuyen en su mayoría entre los meses de mayo y agosto, siendo

la estación Rancagua 2, las que presentó el mayor número de excedencias a la norma de 24 horas, con 47 días, seguida de Rancagua 1 con 46 días sobre norma.

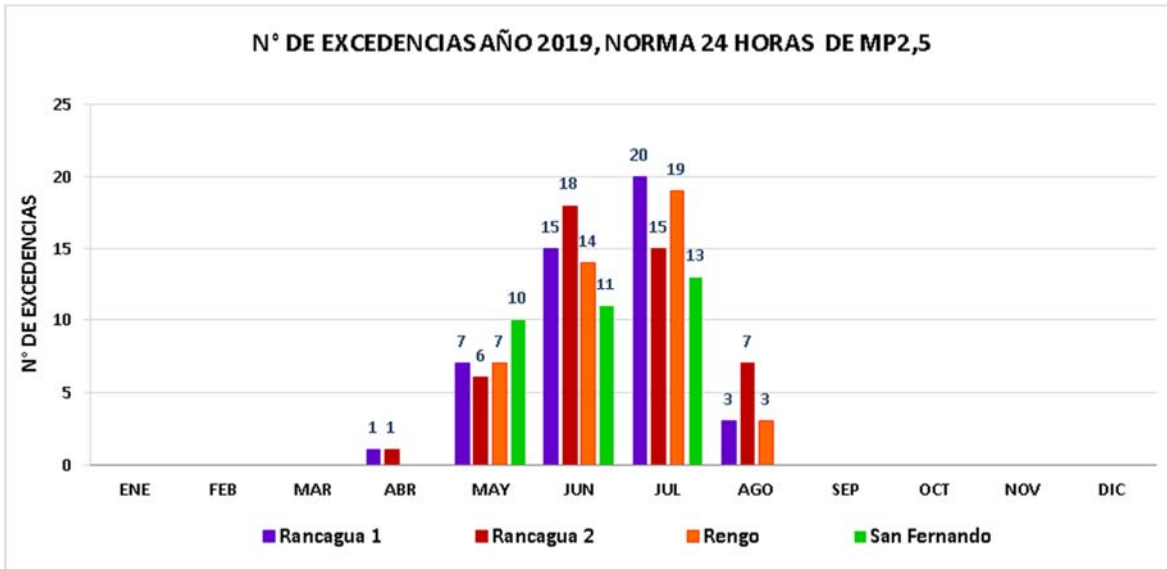


Gráfico 2 Excedencias norma 24 Horas MP2,5 para el año 2019

### 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 a aquel comprendido entre el día 1° de enero de 2017 y el día 31 de diciembre de 2019. En la Tabla 11, 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 la Red de monitoreo de la región del Libertador General Bernardo O’Higgins.

De acuerdo con los límites establecidos 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/m<sup>3</sup>, 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.

A continuación, en la Tabla 11 se presentan los valores como promedio anual para los años 2017, 2018 y 2019, y el promedio trianual.

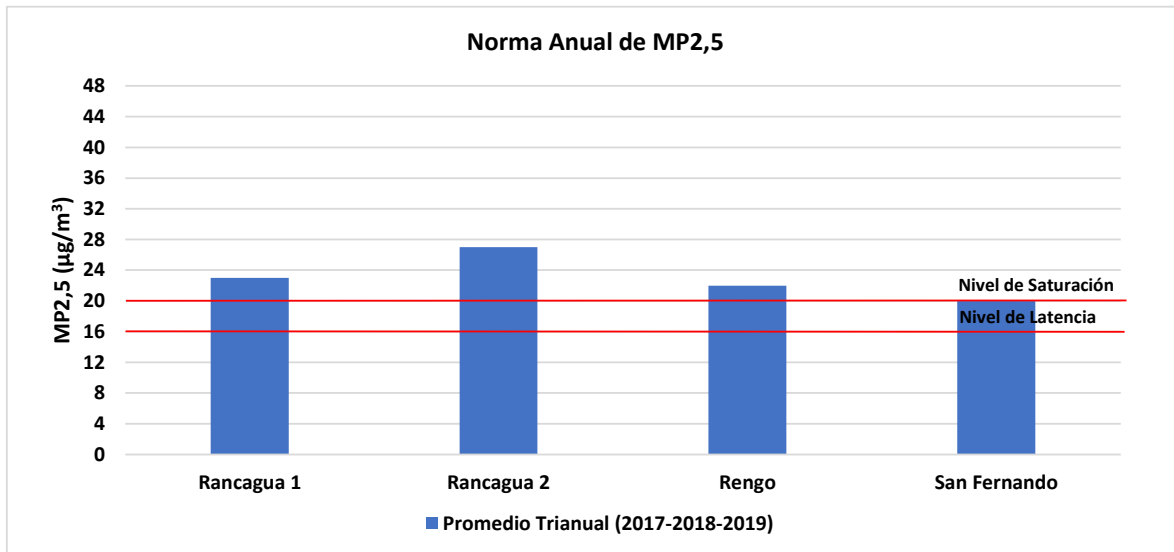


**Tabla 11 Concentración trianual y porcentaje de la norma MP2,5 para el periodo 2017 al 2019**

Estación	Promedio Anual 2017 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Promedio Anual 2018 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Promedio Anual 2019 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Promedio Trianual (2017-2018-2019) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	% de la Norma Anual 20 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Rancagua 1	23	22	24	23	115
Rancagua 2	26	28	27	27	135
Rengo	22	22	23	22	110
San Fernando	21	18	20	20	100

La evaluación de la norma anual, determino que ésta fue superada en las cuatro (4) estaciones; Rancagua 1, Rancagua 2, Rengo y San Fernando de la región de O'Higgins, con concentraciones de  $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (115%), de  $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (135%),  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (110%) y de  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (100%), respectivamente.

Complementariamente, en el Gráfico 3, se pueden observar las concentraciones de la media trianual por estación, para el período comprendido entre el día 1° de enero de 2017 y el día 31 de diciembre de 2019.



**Gráfico 3 Norma Anual para MP2,5, Promedio trianual periodo 2017 al 2019**

## 6.2 Evaluación de la norma para MP10

### 6.2.1 Evaluación de la norma 24 horas 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 12, se presenta un resumen de los valores calculados del percentil 98 de la concentración 24 horas de la norma de MP10, para los años 2017, 2018 y 2019, de las estaciones Rancagua 1, Rancagua 2, Rengo y San Fernando.

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 en las siguientes condiciones:

- a) 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  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ .
- b) Asimismo, se considerará superada la norma, si antes que concluyese el primer período anual de mediciones certificadas por el Servicio de Salud competente se registrare en alguna de las estaciones monitoras de Material Particulado Respirable MP10 clasificada como EMRP, un número de días con mediciones sobre el valor de 150  $\text{mg}/\text{m}^3\text{N}$  mayor que siete (7).

**Tabla 12 Evaluación de la norma 24 horas para MP10 para los años 2017, 2018 y 2019**

Estación	Percentil 98 Año 2017 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	% de la Norma 24 horas 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 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 2019 150 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )
Rancagua 1	133	89	116	77	143	95
Rancagua 2	109	73	132	88	124	83
Rengo	110	73	109	73	116	77
San Fernando	92	61	100	67	112	75

De acuerdo con la condición a) con el análisis efectuado y la determinación del percentil 98 para los años 2017, 2018 y 2019, es posible señalar que en las estaciones de la red de O'Higgins el valor de la norma 24 horas para MP10 no fue superado en el periodo en estudio. Se debe advertir que las estaciones de Rancagua 1 y Rancagua 2, mediante el cálculo del percentil 98 se determinó que ambas estaciones superan el 80% del límite de la norma de 24 horas en el año 2019, con concentraciones de 143  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , equivalente al 95% del límite de la norma y 124  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , equivalentes a un 83% del límite de la norma.

El Gráfico 4, 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.

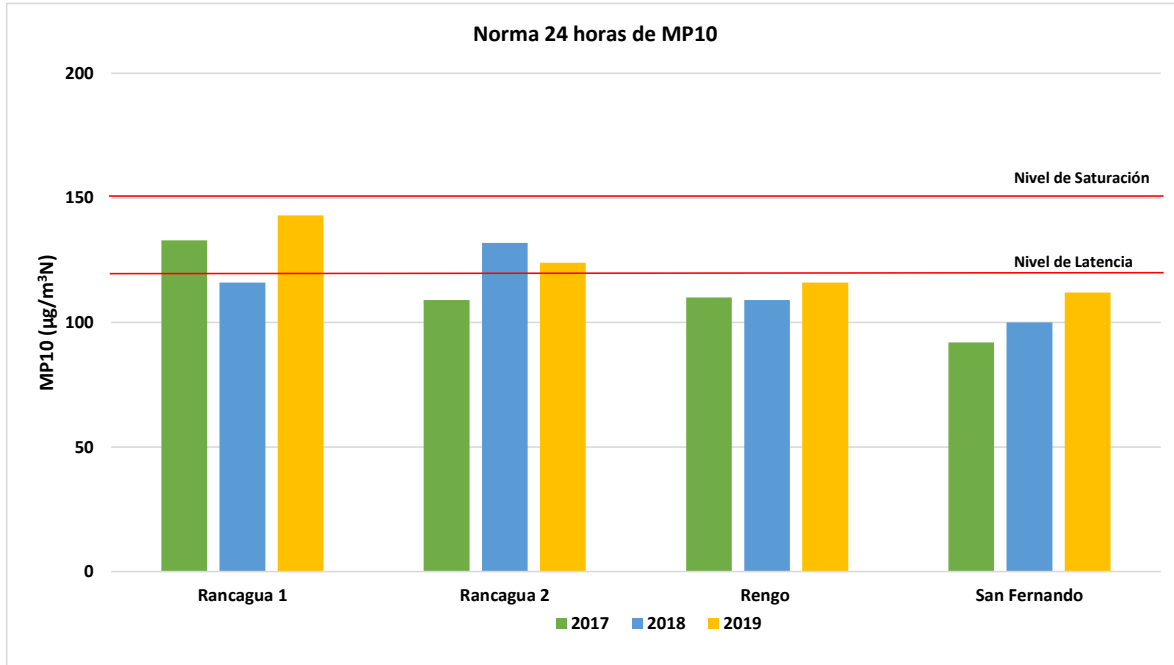


Gráfico 4 Norma 24 horas para MP10 para el periodo 2017 al 2019

Cabe señalar que de acuerdo con la condición b) señalada en la norma, es posible evaluar la norma de acuerdo con el número de excedencias a la norma y determinar que la norma de MP10 de 24 horas no fue superada en las cuatro (4) estaciones en estudio.

En la Tabla 13, se resume el número de días con excedencias a la norma de 24 horas por estación durante el año 2019, presentadas en las estaciones de la región de O’Higgins.

Tabla 13 N° de Excedencias a la norma 24 horas de MP10 para el año 2019

Estación	N° de Excedencias a la Norma 24 horas Año 2019
Rancagua 1	3
Rancagua 2	2
Rengo	1
San Fernando	1

Adicionalmente, en el Gráfico 5, se recopilan el número de excedencias de la norma de 24 horas por MP10, a nivel mensual y por estación durante el año 2019, donde se aprecia que el número de días con excedencias a la norma se presentaron principalmente en el mes de mayo.

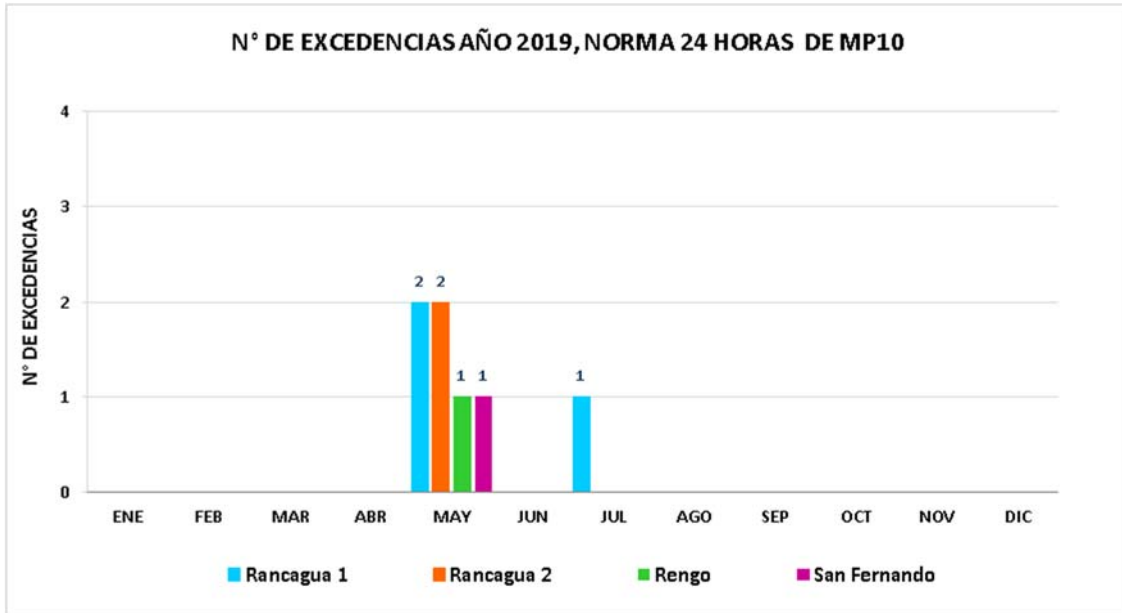


Gráfico 5 Excedencias a la Norma de 24 horas de MP10 en el año 2019

### 6.2.2 Evaluación de la norma anual para MP10

De acuerdo con los límites establecidos 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, cuando sea mayor o igual que 50 µg/m<sup>3</sup>N.

El periodo de evaluación 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 14, 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 región del Libertador General Bernardo O’Higgins.

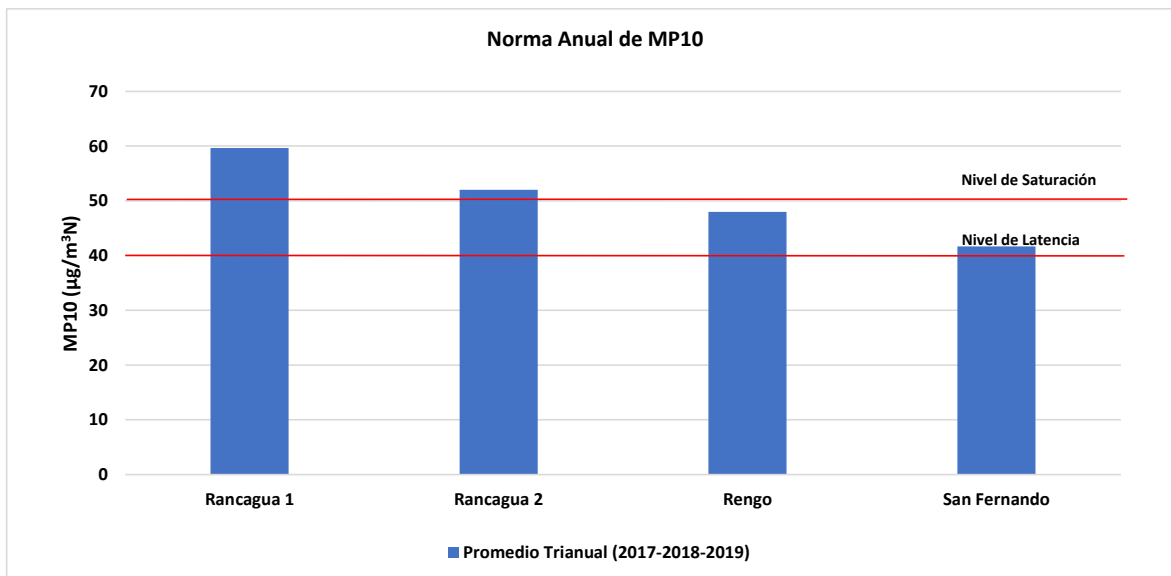
La evaluación de los datos válidos de MP10 como norma anual determinó que la norma de MP10 fue superada en dos (2) de las cuatro (4) estaciones de la Región de O’Higgins, encontrándose que

las estaciones de Rancagua 1 y Rancagua 2 superan el 100% de la norma anual de MP10, con una concentración de 60  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , equivalente al 120% del límite de la norma, y 52  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , equivalente al 104% del límite de la norma, respectivamente, Por otra parte, las estaciones de Rengo y San Fernando, presentaron concentraciones de 48  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , equivalente al 96% del límite de la norma, y 42  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , equivalente al 84% del límite de la norma.

**Tabla 14 Concentración trianual y porcentaje de la norma MP10**

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 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )
Rancagua 1	64	55	60	60	120
Rancagua 2	50	52	54	52	104
Rengo	46	45	53	48	96
San Fernando	39	41	45	42	84

Complementariamente, en el Gráfico 6, se puede observar las concentraciones correspondientes al promedio aritmético de tres años calendarios consecutivos, para el período comprendido entre el día 1° de enero de 2017 y el día 31 de diciembre de 2019.



**Gráfico 6 Norma Anual para MP10, Promedio trianual periodo 2017 al 2019**

## 7. CONCLUSIONES

El análisis de los datos de calidad del aire de la Red de monitoreo de la región de O'Higgins, consideró la información válida generada de las mediciones de MP10 y MP2,5, en base al período comprendido entre el 1° de enero de 2017 y el 31 de diciembre de 2019, de las estaciones de la Red de monitoreo de la región de O'Higgins, con representatividad poblacional por material particulado MP10 y MP2,5, período en el cual se utilizó en forma continua un instrumento de medición con aprobación EPA.

Para este informe de examen de información se consideraron como requisitos; la representatividad poblacional por MP10 y MP2,5 de acuerdo con la Tabla 2, 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 para los años 2017, 2018 y 2019 por parte del MMA.

Para la auditoría de los datos de mediciones horarias y diarios se consideraron los criterios establecidos en cada una de las normas primarias y aquellos contenidos en el Reglamento de Estaciones de Medición de Contaminantes Atmosféricos, D.S. N°61/2008, modificado por el D.S. N°30/2009, de MINSAL.

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

La evaluación de la norma 24 horas para MP2,5 determinó que los valores correspondientes al percentil 98 de las concentraciones diarias para los años 2017, 2018 y 2019 superaron el límite de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  establecido en la norma de MP2,5 en todo el periodo evaluado. El análisis determinó que para el año 2019 se superó el valor normado en las cuatro (4) estaciones calificadas como EMRP para MP2,5, siendo las estaciones de Rancagua 2 y Rengo las que registraron la máxima concentración de 84  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , equivalente al 168% del límite de la norma, seguida de Rancagua 1, con 82  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , equivalente al 164% del límite de la norma y por último, para San Fernando se determinó una concentración de 72  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , equivalente al 144% del límite de la norma.

Complementariamente, se calculó el número de días con excedencias a la norma de 24 horas para cada estación, determinándose que todas las estaciones presentan un número superior a 7 excedencias, siendo las estaciones de Rancagua 2 con 47 días y Rancagua 2 con 46 días, las que presentaron el mayor número de excedencias a la norma de 24 horas durante el año 2019.

En relación a la evaluación de la norma anual para MP2,5, mediante el cálculo del promedio trianual de las concentraciones, se concluyó que la norma fue superada en las 4 estaciones analizadas que cumplen con el porcentaje de datos válidos para el periodo en estudio, encontrándose la estación de Rancagua 2 con una concentración máxima de 27  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (135%), la

estación Rancagua 1 con una concentración de  $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (115%), Rengo con una concentración de  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (110%), y finalmente San Fernando con  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (100%).

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

La evaluación de la norma de 24 horas de MP10, para los años 2017, 2018 y 2019, y que fija como límite un valor de  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , determinó mediante el análisis de los datos de MP10 y el cálculo del percentil 98 en las cuatro (4) estaciones de la región de O'Higgins; Rancagua 1, Rancagua 2, Rengo y San Fernando que no es superada la norma. Cabe señalar que las estaciones de Rancagua 1 y Rancagua 2, mediante el cálculo del percentil 98 se determinó que ambas estaciones superan el 80% del límite de la norma de 24 horas en el año 2019, con concentraciones de  $143 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , equivalente al 95% del límite de la norma y  $124 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , equivalentes a un 83% del límite de la norma.

De acuerdo con la condición b) indicado en la norma de 24 horas, de acuerdo con el criterio de número de días con mediciones sobre el valor de  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  mayor que siete (7), con la información disponible es posible determinar que no hubo superación en el periodo 2019 para las estaciones evaluadas.

Respecto de la norma anual de MP10 que establece como límite una concentración de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , mediante el cálculo del promedio trianual (2017-2018-2019), se determinó que la norma anual de MP10 fue superada en las estaciones de Rancagua 1 y Rancagua 2. Cabe señalar, que las estaciones presentaron concentraciones promedio trianual de  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , equivalente al 120% del límite de la norma y  $52 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , equivalente al 104% del límite de la norma. Por otra parte, en las estaciones de Rengo y San Fernando se registraron promedios trianuales de  $48 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , equivalente al 96% del límite de la norma, y  $42 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  cada, equivalente al 84% del límite de la norma.

## 8. ANEXOS

<b>N° Anexo</b>	<b>Nombre Anexo</b>
1	Resoluciones EMRP
2	Datos de calidad del aire para el año 2019