



Superintendencia del Medio Ambiente  
Gobierno de Chile

**INFORME TÉCNICO  
CUMPLIMIENTO DE NORMA DE CALIDAD DEL AIRE POR  
MP10**

**RED DE CALIDAD DEL AIRE DE SIERRA GORDA  
REGIÓN DE ANTOFAGASTA**

**SECCIÓN DE CALIDAD DEL AIRE Y CAMBIO CLIMÁTICO  
DIVISIÓN DE FISCALIZACIÓN Y CONFORMIDAD AMBIENTAL**

**DFZ-2022-125-II-NC**

**MARZO 2022**

|           | Nombre                  | Firma   |
|-----------|-------------------------|---|
| Aprobado  | Claudia Quiroga Muñoz   | <p style="text-align: right;">22-03-2022</p> <p>X </p> <hr/> <p>Claudia Quiroga M.<br/>Profesional División de Fiscalización y Conformi...<br/>Firmado por: claudia.alejandra.quiroga.muñoz</p> |
| Revisado  | Isabel Leiva Campos     | <p>X </p> <hr/> <p>Isabel Leiva C.<br/>Profesional División de Fiscalización<br/>Firmado por: isabel.leiva@sma.gob.cl</p>   |
| Elaborado | Karin Salazar Navarrete | <p>X </p> <hr/> <p>Karin Salazar N.<br/>Profesional División de Fiscalización<br/>Firmado por: KARIN.LETICIA.SALAZAR.NAVARRETE</p>  |

## TABLA DE CONTENIDOS

| <i>Tema</i>   | <i>Página</i> |
|---|---------------|
| <b>1. RESUMEN EJECUTIVO</b> .....   | <b>2</b>      |
| <b>2. INTRODUCCIÓN</b> .....  | <b>4</b>      |
| <b>3. OBJETIVOS</b> .....   | <b>5</b>      |
| <b>4. ALCANCE</b> .....   | <b>5</b>      |
| <b>5. EVALUACIÓN DE VALIDEZ DE LOS DATOS</b> .....  | <b>6</b>      |
| <b>5.1 ESTACIONES DECLARADAS COMO EMRP-MP10</b> .....   | <b>6</b>      |
| 5.2 DESCRIPCIÓN DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN DE LA RED DE VIGILANCIA DE LA COMUNA DE SIERRA GORDA..... | 7             |
| 5.3 AUDITORÍA DE DATOS.....   | 8             |
| <b>6. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUPERACIÓN DE NORMA</b> .....  | <b>11</b>     |
| <b>6.1. EVALUACIÓN DE LA NORMA PARA MP10</b> .....  | <b>11</b>     |
| 6.1.1 EVALUACIÓN DE LA NORMA 24 HORAS PARA MP10 .....   | 11            |
| 6.1.2. EVALUACIÓN DE LA NORMA ANUAL PARA MP10 .....   | 13            |
| <b>7. CONCLUSIONES</b> .....  | <b>15</b>     |
| <b>8. ANEXOS</b> .....  | <b>17</b>     |

## 1. RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento da cuenta de la evaluación del cumplimiento de las normas de calidad del aire para material particulado respirable MP10, contenidas en 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 proporcionados por los titulares Minera Spence S.A., Minera Centinela (Ex Minera El Tesoro) y Sierra Gorda Sociedad Contractual Minera (SCM), para el contaminante MP10. Con la información remitida por los titulares, se realizó una auditoría a los datos validados, correspondiente a las estaciones de vigilancia de calidad del aire de la Región de Antofagasta, ubicadas en la comuna de Sierra Gorda denominadas “Sierra Gorda (Spence)”, “Sierra Gorda (Centinela)” y “Sierra Gorda (SCM)”, perteneciente a los titulares señalados y declaradas con representatividad poblacional (EMRP) por MP10 para las estaciones Sierra Gorda (Spence)<sup>1</sup>, Sierra Gorda (Centinela)<sup>2</sup> y Sierra Gorda (SCM)<sup>3</sup>, por la SEREMI de Salud de Antofagasta.

El análisis de datos de MP10, se realizó con las mediciones del periodo comprendido entre el 1° de enero de 2019 y 31 de diciembre de 2021, datos medidos con instrumentos de medición con aprobación EPA.

Para la auditoría de los datos se consideraron los criterios establecidos en la norma primaria de calidad del aire para MP10, 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).

Para el cálculo del promedio diario en equipos de tipo gravimétrico, en el caso del MP10, se utilizó como criterio lo dispuesto en el decreto antes mencionado, que establece el cálculo diario sobre la base de 18 horas continuas de medición. En el caso de las mediciones continuas de MP10, se utilizó como criterio, para el cálculo del promedio anual las concentraciones mensuales y para el promedio de 24 horas los promedios horarios, de acuerdo con los criterios establecidos en la norma de MP10.

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

El análisis de la norma de MP10 de 24 horas, que establece como límite una concentración mayor o igual a 150 µg/m<sup>3</sup>N, concluyó, mediante el cálculo del percentil 98 que para el periodo evaluado entre al año 2019 y el año 2021, que la norma de 24 horas no fue superada y solo se observó

<sup>1</sup> Autorizada EMRP para MP10 a partir del 13 de septiembre del año 2004 (Resolución N°3883)

<sup>2</sup> Autorizada EMRP para MP10 a partir del 29 de julio del año 2005 (Resolución N°4450)

<sup>3</sup> Autorizada EMRP para MP10, a partir del 21 de noviembre de 2012 (Resolución N°5059)

superación al 80% del límite de la norma en las estaciones de la red, durante el periodo en estudio. En relación a la estación Sierra Gorda (Spence) las concentraciones obtenidas correspondieron a: 122  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  (81%) en el año 2019, 101  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  (67%) en el año 2020, y para el año 2021 la concentración fue de 132  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , equivalente al 88% del límite de la norma de 24 horas. Respecto a la estación Sierra Gorda (Centinela), se determinó una concentración de 134  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  (89%) para el año 2019, 80  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  (53%) para el año 2020 y 119  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  para el año 2021, correspondiente a 79% del límite de la norma de 24 horas. Finalmente, para la estación Sierra Gorda (SCM) las concentraciones obtenidas fueron: 106  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  (71%) en el año 2019, 84  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  (56%) en el año 2020, y una concentración de 89  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  en el año 2021, correspondiente al 59% del límite de la norma de 24 horas.

Adicionalmente, se calculó el número de días con excedencia a la norma de 24 horas de MP10, para el periodo comprendido entre el año 2019 y el 2021, determinándose para las estaciones Sierra Gorda (Spence) y Sierra Gorda (SCM) no presentaron excedencias a la norma durante el periodo en evaluación. Respecto a la estación Sierra Gorda (Centinela) la norma fue superada dos veces en el periodo de evaluación, una vez en el año 2019 y una vez en 2021.

Por otra parte, el análisis de la norma anual de MP10, que establece como límite 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  como promedio trianual, concluyó que con los datos disponibles para los años 2019, 2020 y 2021 la norma anual fue superada en las tres estaciones. Las concentraciones obtenidas mediante el promedio trianual fueron de: 57  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  para la estación Sierra Gorda (Spence), 64  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  para la estación Sierra Gorda (Centinela) y 54  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  para la estación Sierra Gorda (SCM), concentraciones equivalentes al 114%, 128% y 108%, respectivamente, del límite de la norma anual.

## 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 2019, 2020 y 2021, con el fin de obtener información válida que permita evaluar la norma primaria de calidad del aire de MP10.

De acuerdo Of. Ord. N° 210705 y Of. Ord. N° 212636, del Ministerio del Medio Ambiente, se le solicitó a la Superintendencia del Medio Ambiente, la evaluación de cumplimiento normativo de la estación de vigilancia de calidad del aire de la comuna de Sierra Gorda, de acuerdo con el programa de fiscalización de normas de calidad ambiental del año 2022.

La comuna de Sierra Gorda se ubica en la provincia de Antofagasta, en la región del mismo nombre, en el Norte Grande de Chile. El poblado se creó hacia 1872 con el descubrimiento de la mina de plata de Caracoles. La comuna limita al norte con las comunas de María Elena y Calama (se ubica a 60 kilómetros de Calama), al sur con la comuna de Antofagasta (a 150 kilómetros de Antofagasta), al este con la comuna de San Pedro de Atacama, y al oeste con la comuna de Mejillones. Los límites de la zona son los siguientes: Coordenadas: Sur latitud 22°,53 y por el Oeste, longitud 69°,19'. Posee una superficie 12.886 km<sup>2</sup> y tiene una población de 10.186 habitantes (2017, Instituto Nacional de Estadísticas).

El presente documento da cuenta de la evaluación de la norma para MP10, en las estaciones de vigilancia de la calidad del aire de la comuna de Sierra Gorda, correspondientes a: “Sierra Gorda (Spence)”, “Sierra Gorda (Centinela)” y “Sierra Gorda (SCM)”, las estaciones cuentan con calificación de representatividad poblacional (en adelante, EMRP) por MP10.

El proceso de evaluación de la norma de MP10 consideró una auditoría y análisis de los datos de las tres (3) estaciones de vigilancia de la zona, con el objeto de dar cumplimiento a la norma primaria de calidad del aire para MP10, 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°503 de 2 de junio de 2021, del Subsecretario del Medio Ambiente, complementa circular N°0001, de 2005, de la comisión nacional del medio ambiente, que instruye sobre procedimiento para la declaración, modificación y derogación de zonas saturadas o latentes de carácter atmosférico, y deja sin efecto la resolución exento N°302, de 2011, y N°1121, de 2020, ambas del Ministerio del Medio Ambiente.

### 3. OBJETIVOS

El objetivo general es evaluar el cumplimiento de la norma de calidad del aire primaria para MP10, en su nivel diario y anual, según corresponda, considerando el período de información comprendido entre el 1° de enero de 2019 y el 31 de diciembre de 2021, en las estaciones que cuentan con representatividad poblacional para material particulado MP10.

Para lo anterior se determinó la validez de las mediciones de MP10, realizadas por la Red de vigilancia de Calidad del Aire de la comuna de Sierra Gorda, Región de Antofagasta, en base a una auditoría de los datos reportados para los años 2019, 2020 y 2021.

### 4. ALCANCE

Los datos validados por esta Superintendencia en el presente informe corresponden a los registros de MP10 de la red de vigilancia de calidad del aire de la comuna de Sierra Gorda, para el periodo comprendido entre el 1° de enero de 2019 y el 31 de diciembre de 2021.

Las estaciones utilizadas para la evaluación de datos de MP10, que cumplen con ser estaciones con EMRP para MP10 corresponden a: Sierra Gorda (Spence), Sierra Gorda (Centinela) y Sierra Gorda (SCM).

El presente documento evaluó el cumplimiento de la norma primaria de calidad vigente para el periodo evaluado entre el 1° de enero de 2019 y el 31 de diciembre de 2021. 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     |

## 5. EVALUACIÓN DE VALIDEZ DE LOS DATOS

La información de las mediciones realizadas en las estaciones de Sierra Gorda (Spence), Sierra Gorda (Centinela) y Sierra Gorda (SCM), para el contaminante MP10, se reportó a esta Superintendencia por parte de los titulares Minera Spence S.A., Minera Centinela (Ex Minera El Tesoro) y Sierra Gorda Sociedad Contractual Minera (SCM); mediante documentos electrónicos compartidos, 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.

El periodo de datos de MP10 auditado, corresponde a las mediciones realizadas entre el 1° de enero de 2019 y 31 de diciembre de 2021, para las estaciones declaradas con representatividad poblacional para material particulado MP10, indicadas en el punto 0 de este documento.

### 5.1 Estaciones declaradas como EMRP-MP10

En la Tabla 2, se describen las respectivas resoluciones de las estaciones que la califican como estación de monitoreo con representatividad poblacional para material particulado MP10.

**Tabla 2 Estación declarada como EMRP-MP10**

| Estación                 | Resolución que otorga EMRP para MP10   |
|--------------------------|--|
| Sierra Gorda (Spence)    | Res. Exenta N°3883 del 13 de sept de 2004, de la Secretaría Regional Ministerial de Salud de Antofagasta.  |
| Sierra Gorda (Centinela) | Res. Exenta N°4450 del 29 de julio de 2005, de la Secretaría Regional Ministerial de Salud de Antofagasta. |
| Sierra Gorda (SCM)       | Res. Exenta N°5059 del 21 de nov de 2012, de la Secretaría Regional Ministerial de Salud de Antofagasta.   |

Por su parte, en la Tabla 3 se describen las coordenadas geográficas de las estaciones de vigilancia de calidad del aire de la comuna de Sierra Gorda, además la representación de las estaciones se observa gráficamente en la Figura 1.

**Tabla 3 Ubicación de las estaciones de la red de calidad del aire de Sierra Gorda georreferenciadas**

| Propietario                                    | Estación                 | Coordenadas UTM (m)<br>Datum WGS84,<br>Huso 19 S |             |
|--|--------------------------|--|-------------|
| Minera Spence S.A.                             | Sierra Gorda (Spence)    | 467.303 E  | 7.468.616 N |
| Minera Centinela (Ex Minera El Tesoro))        | Sierra Gorda (Centinela) | 467.065 E  | 7.468.513 N |
| Sierra Gorda Sociedad Contractual Minera (SCM) | Sierra Gorda (SCM)       | 467.317 E  | 7.468.569 N |



Figura 1 Ubicación de las estaciones de calidad del aire de Sierra Gorda en la Región de Antofagasta

## 5.2 Descripción de instrumentos de medición de la red de vigilancia de la comuna de Sierra Gorda

De acuerdo con los antecedentes entregados por los titulares, para los años 2019, 2020 y 2021, respecto de los instrumentos de medición utilizados para el monitoreo de 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 MP10, utilizados en las estaciones de calidad del aire analizadas para el periodo señalado anteriormente.

**Tabla 4 Descripción de la estaciones, instrumento y método de medición**

| Estación                 | Parámetro | Método de Medición                                 | Marca/Modelo                         | Método de Referencia o Equivalente EPA |
|--------------------------|-----------|--|--------------------------------------|--|
| Sierra Gorda (Spence)    | MP10      | Método Gravimétrico de Muestreador de Alto Volumen | TISH Environmental TE-6070 ns P6817x | RFPS 0202-141                          |
| Sierra Gorda (Centinela) | MP10      | Método Gravimétrico de Muestreador de Alto Volumen | Sierra-Andersen/GMW 1200             | RFPS-1287-063                          |
| Sierra Gorda (SCM)       | MP10      | Basado en el principio de atenuación beta          | Met One BAM1020                      | EQPM-1215-226                          |

### 5.3 Auditoría de datos

Los datos de MP10 para los años 2019, 2020 y 2021, validados previamente por el titular, fueron sometidos a una revisión usando como criterio lo establecido en la norma primaria de calidad del aire para dicho contaminante y de acuerdo con lo indicado en el D.S. N° 61/2008, modificado por D.S. N° 30/2009 de MINSAL. Conjuntamente, se evaluó el comportamiento de los datos para el periodo en estudio, a través de gráficas de series de tiempo.

La auditoría de los datos medidos con instrumentos de medición continuo consideró una revisión de los códigos de invalidación horarios reportados para el contaminante MP10, además, se evaluó el número de días sin dato o dato inválido. En la Tabla 5 se recopilan los porcentajes de datos inválidos por contaminante para el año 2019, 2020 y 2021. En ésta se observa que las estaciones registran menos del 25% de sus datos inválidos.

**Tabla 5 Porcentaje de datos inválidos horarios para MP10 para el periodo de 2019 al 2021**

| Estación                 | 2019                     |                           | 2020                     |                           | 2021                     |                           |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
|                          | MP10 % Diario (discreto) | MP10 % Horario (continuo) | MP10 % Diario (discreto) | MP10 % Horario (continuo) | MP10 % Diario (discreto) | MP10 % Horario (continuo) |
| Sierra Gorda (Spence)    | 0                        | No Aplica                 | 0                        | No Aplica                 | 0,8                      | No Aplica                 |
| Sierra Gorda (Centinela) | 3,3                      | No Aplica                 | 6,6                      | No Aplica                 | 0,8                      | No Aplica                 |
| Sierra Gorda (SCM)       | No Aplica                | 1,1                       | No Aplica                | 3,3                       | No Aplica                | 1,0                       |

Mediante el análisis estadístico se determinó la cantidad de datos disponible para el cálculo de los promedios diarios. La construcción de los promedios de 24 horas (diarios) se realizó 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. Para los datos obtenidos de equipos gravimétricos se consideró la cantidad de horas de funcionamiento del equipo de alto volumen o bajo volumen, MP10, específicamente, con un mínimo de 18 horas continuas de medición.

El análisis de datos inválidos en la estación Sierra Gorda (SMC) y Sierra Gorda (Centinela), determinó que para el contaminante MP10 la invalidación se debió principalmente por falla de energía, falla de equipo, mantención en terreno y por valor fuera de rango. En el caso de la estación Sierra Gorda (Spence), los datos inválidos muestran que estos se debieron principalmente a falla del instrumento de medición.

En la Tabla 6 se presentan el número de días válidos y el porcentaje de datos disponibles para el período 2019 al 2020, para el contaminante MP10. 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 válidos permite concluir que, se dispone de la información suficiente para realizar un análisis estadístico, aplicando los criterios especificados en la norma primaria de calidad del aire.

**Tabla 6 Porcentaje de datos válidos por año para MP10 (2019-2020-2021)**

| Estación                 | Año  | N° de Datos Disponibles (Días) MP10 | Porcentaje de datos (%) |
|--------------------------|------|-------------------------------------|-------------------------|
| Sierra Gorda (Spence)    | 2019 | 121                                 | 100                     |
|                          | 2020 | 122                                 | 100                     |
|                          | 2021 | 120                                 | 99,2                    |
| Sierra Gorda (Centinela) | 2019 | 118                                 | 96,7                    |
|                          | 2020 | 114                                 | 93,4                    |
|                          | 2021 | 121                                 | 99,2                    |
| Sierra Gorda (SMC)       | 2019 | 362                                 | 99,2                    |
|                          | 2020 | 352                                 | 96,2                    |
|                          | 2021 | 330                                 | 90,4                    |

Para efectos de la evaluación anual de la norma primaria de MP10, a continuación, en la Tabla 7, se resume el porcentaje de datos disponibles a nivel mensual, de las estaciones Sierra Gorda (Spence), Sierra Gorda (Centinela) y Sierra Gorda (SCM); observándose una disponibilidad de datos mensuales superior al 75% para MP10 en la totalidad del periodo y para todas las estaciones de la red.

**Tabla 7 Porcentaje de datos válidos de MP10 mensuales por estación para los años 2019, 2020 y 2021**

| Estación              | Año  | MESES (%) |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----------------------|------|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                       |      | ENE       | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC |
| Sierra Gorda (Spence) | 2019 | 100       | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
|                       | 2020 | 100       | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
|                       | 2021 | 100       | 89  | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

| Estación                 | Año  | MESES (%) |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|--------------------------|------|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                          |      | ENE       | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC |
| Sierra Gorda (Centinela) | 2019 | 100       | 100 | 100 | 100 | 91  | 100 | 90  | 90  | 90  | 100 | 100 | 100 |
|                          | 2020 | 91        | 89  | 100 | 90  | 80  | 100 | 100 | 82  | 100 | 90  | 100 | 100 |
|                          | 2021 | 100       | 100 | 100 | 100 | 91  | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Sierra Gorda (SMC)       | 2019 | 100       | 100 | 100 | 100 | 97  | 100 | 100 | 97  | 100 | 100 | 97  | 100 |
|                          | 2020 | 84        | 97  | 97  | 100 | 100 | 100 | 97  | 97  | 100 | 97  | 97  | 87  |
|                          | 2021 | 94        | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 97  |

## 6. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUPERACIÓN DE NORMA

### 6.1. Evaluación de la norma para MP10

#### 6.1.1 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 2019 y el día 31 de diciembre de 2021. En la Tabla 8, se presenta un resumen de los valores calculados del percentil 98 de la concentración 24 horas de la norma de MP10, para los años 2019, 2020 y 2021, de las estaciones Sierra Gorda (Spence), Sierra Gorda (Centinela) y Sierra Gorda (SCM).

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 monitorea 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).

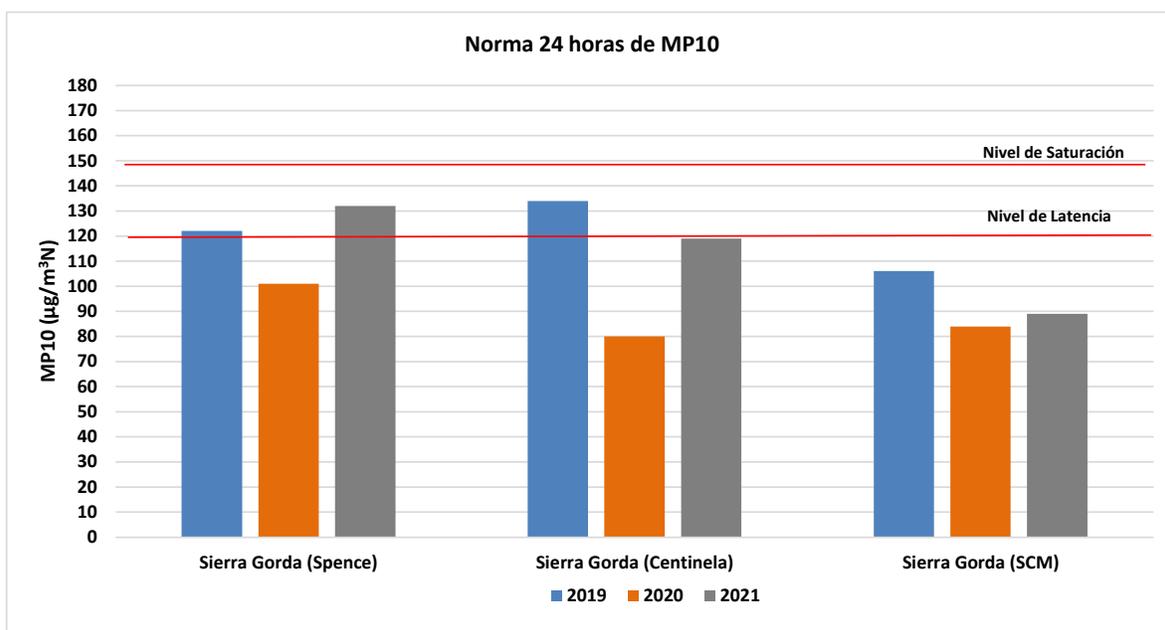
**Tabla 8 Evaluación de la norma 24 horas para MP10 para los años 2019, 2020 y 2021**

| Estación                    | Año  | Percentil 98<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) | % de la Norma 24 horas<br>150 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) |
|-----------------------------|------|--|--|
| Sierra Gorda<br>(Spence)    | 2019 | 122  | 81   |
|                             | 2020 | 101  | 67   |
|                             | 2021 | 132  | 88   |
| Sierra Gorda<br>(Centinela) | 2019 | 134  | 89   |
|                             | 2020 | 80   | 53   |
|                             | 2021 | 119  | 79   |
| Sierra Gorda<br>(SMC)       | 2019 | 106  | 71   |
|                             | 2020 | 84   | 56   |
|                             | 2021 | 89   | 59   |

De acuerdo con el análisis efectuado y la determinación del percentil 98 con las concentraciones de 24 horas para los años 2019, 2020 y 2021, determinó que el valor del límite de la norma de 24 horas para MP10 no fue superado en periodo en estudio, y solo se observó superación al 80% de la norma

en las estaciones Sierra Gorda (Spence) y Sierra Gorda (Centinela). Para la estación Sierra Gorda (Spence) se determinaron las concentraciones de: 122  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  (81%) en el año 2019, 101  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  (67%) en el año 2020 y para el año 2021 132  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , este último equivalente al 88% del límite de la norma de 24 horas de MP10. En la estación Sierra Gorda (Centinela) se obtuvo en el año 2019 una concentración de 184  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  (89%), en el año 2020 fue de 80  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  (53%), y en el año 2021 fue de 119  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , este último equivalente al 79% del límite establecido en la norma de 24 horas de MP10. Respecto a la estación Sierra Gorda (SCM) se obtuvo en el año 2019 una concentración de 106  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  (71%), en el año 2020 fue de 84  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  (56%), y en el año 2021 fue de 89  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , este último equivalente al 59% del límite establecido para la norma de 24 horas de MP10.

El Gráfico 1, muestra los valores obtenidos del cálculo del percentil 98 de las concentraciones diarias para el contaminante MP10, por estación, para los años 2019, 2020 y 2021.



**Gráfico 1 Norma 24 horas para MP10 por año y estación**

Complementariamente, se determinó el número de excedencias a la norma de 24 horas, determinándose que en las estaciones de Sierra Gorda (Spence) y Sierra Gorda (SCM) no presentaron excedencias a la norma de 24 horas en el año 2019, 2020 y 2021. Y solamente en la estación Sierra Gorda (Centinela) presentaron excedencia a la norma de 24 horas, con 1 día el año 2019 al igual que el año 2021.

### 6.1.2. 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, sea mayor o igual que 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ .

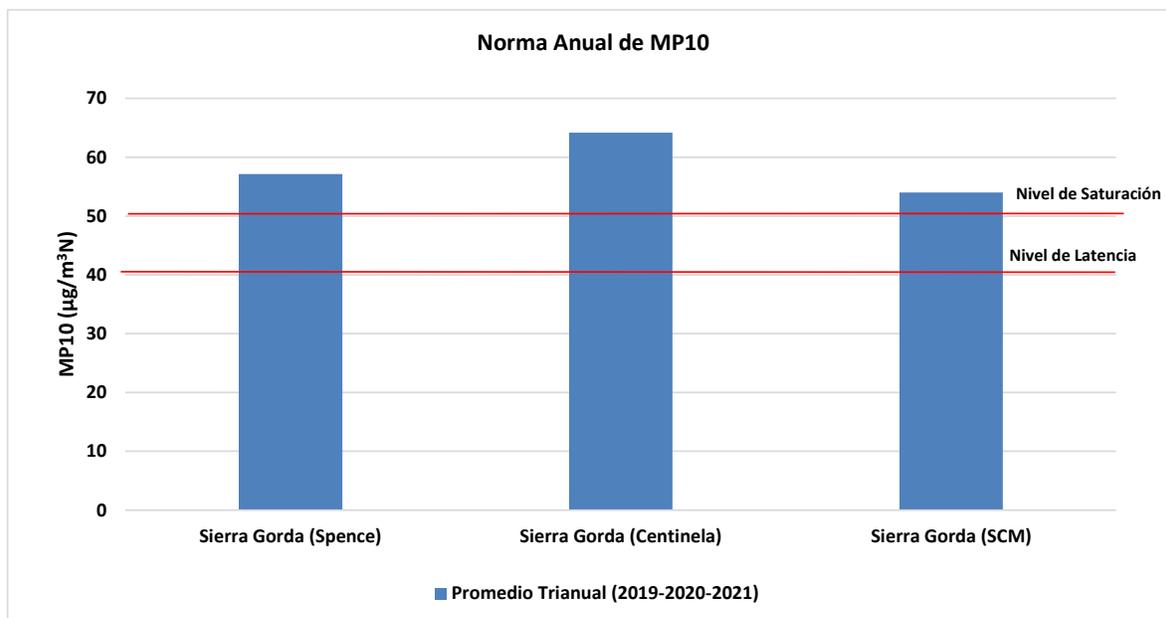
El periodo de evaluación de la norma para MP10, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2019 y el día 31 de diciembre de 2021. En la Tabla 9, se presenta un resumen de los valores obtenidos a través del cálculo del promedio aritmético de las concentraciones de los años 2019, 2020 y 2021, para las estaciones de monitoreo de la comuna de Sierra Gorda.

La evaluación de los datos válidos de MP10 como norma anual, concluyó que la norma anual fue superada en todas las estaciones, y las concentraciones obtenidas mediante el cálculo del promedio trianual correspondieron a: 57  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  en estación Sierra Gorda (Spence), equivalente al 114% del límite de la norma anual, 64  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  en la estación Sierra Gorda (Centinela), equivalente al 128% del límite de la norma anual y en la estación Sierra Gorda (SCM) la concentración fue de 54  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , correspondiente al 108% del límite de la norma anual.

**Tabla 9 Concentración trianual y porcentaje de la norma MP10**

| Estación                 | Promedio Anual 2019 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) | Promedio Anual 2020 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) | Promedio Anual 2021 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) | Promedio Trianual (2019-2020-2021) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) | % de la Norma Anual 50 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) |
|--------------------------|--|--|--|---|---|
| Sierra Gorda (Spence)    | 63   | 48   | 61   | 57  | 114   |
| Sierra Gorda (Centinela) | 79   | 49   | 64   | 64  | 128   |
| Sierra Gorda (SCM)       | 60   | 50   | 53   | 54  | 108   |

Complementariamente, en el Gráfico 2, se puede observar la concentración como promedio trianual, para el período 2019, 2020 y 2021, para las estaciones Sierra Gorda (Spence), Sierra Gorda (Centinela) y Sierra Gorda (SCM).



**Gráfico 2 Norma Anual para MP10, Promedio trianual periodo 2019 al 2021**

## 7. CONCLUSIONES

El análisis de los datos de calidad del aire de la estación Sierra Gorda (Spence), estación Sierra Gorda (Centinela) y estación Sierra Gorda (SCM) pertenecientes a la Red de vigilancia de calidad del aire de la comuna de Sierra Gorda de la Región de Antofagasta, se consideró la información válida generada de las mediciones de MP10, en base al período comprendido entre el 1° de enero de 2019 y el 31 de diciembre de 2021.

Para este informe se consideraron como requisitos; la representatividad poblacional por MP10 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 2019, 2020 y 2021 por parte del titular.

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 MP10**

El análisis de la norma de MP10 de 24 horas, que establece como límite una concentración mayor o igual a 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , concluyó, mediante el cálculo del percentil 98 que para el periodo evaluado entre al año 2019 y el año 2021, que la norma de 24 horas no fue superada y solo se observó superación al 80% del límite de la norma en las estaciones de la red, durante el periodo en estudio. En relación a la estación Sierra Gorda (Spence) las concentraciones obtenidas correspondieron a: 122  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  (81%) en el año 2019, 101  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  (67%) en el año 2020, y para el año 2021 la concentración fue de 132  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , equivalente al 88% del límite de la norma de 24 horas. Respecto a la estación Sierra Gorda (Centinela), se determinó una concentración de 134  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  (89%) para el año 2019, 80  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  (53%) para el año 2020 y 119  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  para el año 2021, correspondiente a 79% del límite de la norma de 24 horas. Finalmente, para la estación Sierra Gorda (SCM) las concentraciones obtenidas fueron: 106  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  (71%) en el año 2019, 84  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  (56%) en el año 2020, y una concentración de 89  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  en el año 2021, correspondiente al 59% del límite de la norma de 24 horas.

Adicionalmente, se calculó el número de días con excedencia a la norma de 24 horas de MP10, para el periodo comprendido entre el año 2019 y el 2021, determinándose para las estaciones Sierra Gorda (Spence) y Sierra Gorda (SCM) no presentaron excedencias a la norma durante el periodo en evaluación. Respecto a la estación Sierra Gorda (Centinela) la norma fue superada dos veces en el periodo de evaluación, una vez en el año 2019 y una vez en 2021.

Por otra parte, el análisis de la norma anual de MP10, que establece como límite 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  como promedio trianual, concluyó que con los datos disponibles para los años 2019, 2020 y 2021 la norma anual fue superada en las tres estaciones. Las concentraciones obtenidas mediante el promedio

trianual fueron de: 57  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  para la estación Sierra Gorda (Spence), 64  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  para la estación Sierra Gorda (Centinela) y 54  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  para la estación Sierra Gorda (SCM), concentraciones equivalentes al 114%, 128% y 108%, respectivamente, del límite de la norma anual.

## 8. ANEXOS

| N°<br>Anexo | Nombre Anexo  |
|-------------|---|
| 1           | Resoluciones EMRP   |
| 2           | Datos de calidad del aire para los años 2019, 2020 y 2021 |