






Superintendencia del Medio Ambiente  
Gobierno de Chile

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

**ESTACIÓN DE CALIDAD DEL AIRE**  
**DE CURICÓ**

**Unidad Técnica**  
**División de Fiscalización**

**DFZ-2015-500-VII-NC-EI**

|           | Nombre                  | Firma  |
|-----------|-------------------------|--|
| Aprobado  | Juan Eduardo Johnson V. | <p style="text-align: right;">27-07-2015</p> <p>X </p> <hr/> <p>Juan Eduardo Johnson<br/>Jefe Unidad Técnica División de Fiscalización<br/>Firmado por: Juan Eduardo Johnson Vidal</p> |
| Revisado  | Juan Pablo Rodríguez F. | <p>X </p> <hr/> <p>Juan Pablo Rodríguez<br/>Profesional División de Fiscalización<br/>Firmado por: Juan Pablo Rodríguez Fernandez</p>  |
| Elaborado | Isabel Leiva C.         | <p>X </p> <hr/> <p>Isabel Leiva C.<br/>Profesional División de Fiscalización<br/>Firmado por: Isabel Leiva Campos</p>  |

## CONTENIDO

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 1.     | RESUMEN EJECUTIVO.....   | 3  |
| 2.     | INTRODUCCIÓN.....  | 4  |
| 3.     | OBJETIVOS .....  | 5  |
| 4.     | ALCANCE .....  | 5  |
| 5.     | EVALUACIÓN DE VALIDEZ DE LOS DATOS .....                         | 5  |
| 5.1.   | Estación declarada como EMRP-MP2,5.....                          | 6  |
| 5.2.   | Descripción del equipo de medición utilizado en la estación..... | 7  |
| 5.3.   | Auditoría de datos .....   | 8  |
| 6.     | RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUPERACIÓN DE NORMA.....              | 10 |
| 6.1.   | Evaluación de la norma para MP2,5.....                           | 10 |
| 6.1.1. | Evaluación de la norma 24 horas MP2,5.....                       | 10 |
| 6.1.2. | Evaluación de la norma anual para MP2,5.....                     | 11 |
| 7.     | CONCLUSIONES.....  | 13 |
| 8.     | ANEXOS .....   | 14 |

## 1. RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento proporciona la evaluación del cumplimiento de la norma de calidad del aire para MP2,5, contenida en el D.S. N° 12/2011 del Ministerio del Medio Ambiente. Lo anterior de acuerdo a lo establecido en el Artículo 16° del párrafo II, de la Ley Orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente que establece: “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 para el contaminante MP2,5. Esta evaluación tomó en cuenta la representatividad poblacional de la estación para MP2,5, el empleo de un instrumento de medición de contaminantes atmosféricos con aprobación USEPA y la correcta validación de los datos por parte del Ministerio del Medio Ambiente.

La información de material particulado fino MP2,5 proporcionada por el MMA para el periodo comprendido entre el 1° de enero y el 31 de diciembre de 2014, fue sometida a una auditoria y validación de los datos.

La auditoría de los datos a nivel horario para MP2,5 consideró los criterios establecidos en la norma de calidad del aire, los que indican que los datos deben ser reportados de acuerdo a 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, de Ministerio de Salud. Para el cálculo de los promedios diarios se tomó como criterio lo establecido en la norma y el D.S. N°61/2008 de MINSAL, en el que se indica que el promedio diario deberá calcularse con al menos 18 valores de promedio horario.

De la evaluación de los datos de calidad del aire para MP2,5 y su comparación con la norma, es posible determinar que durante el período analizado se superó el límite de la norma diaria de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en la estación de Curicó, con un valor del percentil 98 situado en  $89 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y un porcentaje de la norma de 178,8%. Además, se constató que durante el año 2014 se registraron 64 días con excedencia a la norma de 24 horas, siendo julio el mes que presentó un mayor número de excedencias, con 24 días por sobre la norma de 24 horas.

En una evaluación preliminar de la norma anual para MP2,5 que establece como límite  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  calculado como el promedio tri-anual de las concentraciones anuales, se determinó que el promedio para el año 2014 fue de  $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

## 2. INTRODUCCIÓN

De acuerdo a 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. Así mismo la Superintendencia deberá informar anualmente acerca de los resultados individualizados por tipo de instrumento y serán de conocimiento público las metodologías utilizadas.

Por lo expuesto, se realizó una auditoría y análisis de los datos de MP2,5 medidos en la estación de Curicó durante el año 2014. La información del material particulado fino MP2,5 de la estación Curicó, fue proporcionada por el Ministerio del Medio Ambiente, mediante el Of. Ord. N° 152627 del 3 de julio de 2015.

Cabe señalar que previo a la evaluación de los datos de calidad del aire, la estación de Curicó fue declarada como EMRP por MP2,5, considerando como criterios el cumplimiento de la norma de calidad de calidad del aire para MP2,5, D.S. N° 12/2011 del Ministerio del Medio Ambiente, el D.S. N° 61/2008, modificado por D.S. N°30/2009, del Ministerio de Salud y la Resolución Exenta N° 106/2013 de la Superintendencia del Medio Ambiente.

Los antecedentes expuestos en este documento permitirán al Ministerio del Medio Ambiente activar los distintos instrumentos de política pública que correspondan, por una eventual declaración de zona saturada o latente en la ciudad de Curicó, 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 la norma de calidad del aire para MP2,5, en su nivel diario, en la estación Curicó que cuenta con representatividad poblacional para material particulado fino MP2,5.

Para lo anterior se determinó la validez de las mediciones de MP2,5 realizadas en el año 2014, en la estación denominada Curicó, en base a una auditoría de los datos de calidad del aire para material particulado fino MP2,5.

### 4. ALCANCE

El presente documento evaluó el cumplimiento de la norma de MP2,5 para el periodo comprendido entre el 1° de enero y 31 de diciembre de 2014. Los datos validados por esta Superintendencia corresponden a los registros de MP2,5, medidos en la estación de Curicó durante el año 2014.

A continuación en la Tabla 1 se muestran los valores límite a nivel diario y anual, para el contaminante MP2,5:

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

| Norma   | Contaminante | Límite Concentración 24 horas | Límite Concentración Anual |
|---|--------------|-------------------------------|----------------------------|
| D.S. N° 12/2011 del Ministerio del Medio Ambiente | MP2,5        | 50 µg/m <sup>3</sup>          | 20 µg/m <sup>3</sup>       |

### 5. EVALUACIÓN DE VALIDEZ DE LOS DATOS

La información evaluada corresponde a las mediciones de MP2,5, realizadas durante el año 2014 en la estación Curicó, y reportadas por el Ministerio del Medio Ambiente a esta Superintendencia, mediante oficio N° 142627 del 3 de julio de 2015.

La información de calidad del aire recepcionada incluyó los datos crudos (horario), datos validados y códigos de invalidación, en promedios horarios para MP2,5. 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.

El periodo de datos de MP2,5 auditado, corresponde a las mediciones realizadas entre 1° de enero y el 31 de diciembre de 2014, para la estación declarada con representatividad poblacional para material particulado MP2,5, indicada en el punto 5.1 de este documento.

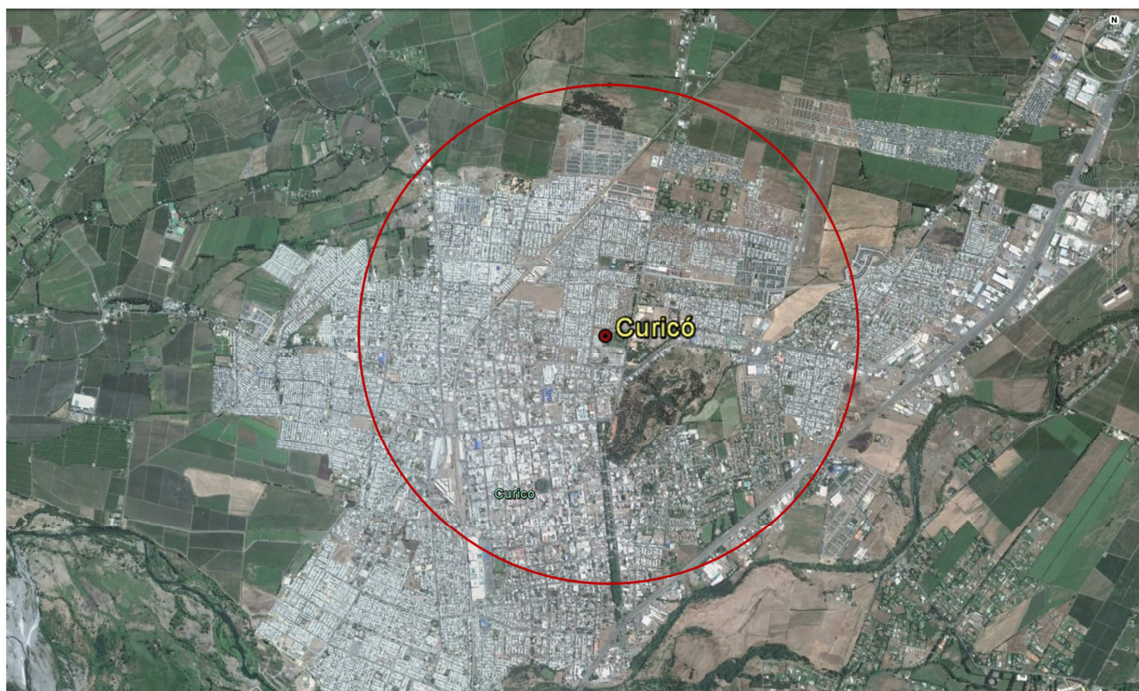
### 5.1. Estación declarada como EMRP-MP2,5

En la Tabla 2 se describe la estación de Curicó y sus respectiva resolución que la califica como estación de monitoreo con representatividad poblacional para material particulado MP2,5, además de su ubicación.

Tabla 2 Estación declarada como EMRP-MP2,5

| Estación de Monitoreo | Resolución que otorga EMRP para MP2,5  | Coordenadas UTM (m)    |           |
|-----------------------|--|------------------------|-----------|
|                       |  | Datum WGS84, Huso 19 S |           |
| Curicó                | Res. Exenta N° 617 del 27 de julio de 2015, de la Superintendencia del Medio Ambiente. | 296071 E               | 6127460 N |

En la Figura 1, se representa de manera gráfica la ubicación de la estación de Curicó y el área de influencia, de radio de 2 km calculados desde la estación.



Ref. Google Earth 2013

Figura 1 Mapa ubicación de estación de calidad del aire de Curicó (radio de 2 Km).

## 5.2. Descripción del equipo de medición utilizado en la estación

De acuerdo a los antecedentes entregados por el MMA para el año 2014, los instrumentos de medición utilizados para el monitoreo de MP2,5 en la estación evaluada, cumple con el requisito de emplear equipos con aprobación USEPA, establecido en la norma de calidad del aire para MP2,5.

En la Tabla 3 se describen los instrumentos y métodos de medición de material particulado fino MP2,5, utilizado en la estación de calidad del aire de Curicó para el periodo comprendido entre el 1° de enero y el 31 de diciembre d 2014.

**Tabla 3 Listado de instrumentos y método de medición.**

| Estación de Monitoreo | Parámetro | Método de Medición | Marca/Modelo   | Periodo de Funcionamiento                        | Método de Referencia o Equivalente EPA |
|-----------------------|-----------|--------------------|----------------|--|--|
| Curicó                | MP2,5     | Atenuación Beta    | MetOne/BAM1020 | Desde enero de 2014 al 18 agosto de 2014         | EQPM-0308-170                          |
|                       |           | Atenuación Beta    | Thermo/5014i   | Desde el 18 de agosto al 31 de diciembre de 2014 | EQPM-0609-183                          |

### 5.3. Auditoría de datos

La información del contaminante MP2,5 para el año 2014, validada previamente por el Ministerio del Medio Ambiente, fue sometida a una revisión usando como criterio lo establecido en la norma de calidad del aire respectiva para el contaminante MP2,5. 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 revisión de los datos de MP2,5 incluyó la revisión de los códigos de invalidación horarios, reportados para el contaminante de MP2,5 de la estación de Curicó, obteniéndose el siguiente resumen (Tabla 4):

**Tabla 4 Porcentaje de datos inválidos horarios para MP2,5**

| Estación | Año  | MP2,5 % Horario |
|----------|------|-----------------|
| Curicó   | 2014 | 3,3             |

El análisis de la horas invalidadas para el contaminante MP2,5 en la estación de Curicó, concluyó que estas se debieron principalmente a fallas en el equipo utilizado, a cortes de energía eléctrica y a valores fuera de rango.

Mediante un análisis estadístico se determinó la cantidad de datos disponible para el cálculo de los promedios diarios para MP2,5. La construcción de los promedios diarios (24 horas) se realizó en base a la disponibilidad de datos horarios, 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 días con un porcentaje menor al 75% de datos validos horarios, se procedió a invalidarlos de acuerdo a lo descrito en el decreto mencionado, sin perjuicio de lo dispuesto en la norma de calidad del aire correspondiente. De acuerdo al análisis estadístico efectuado con la información disponible entre el 1° de enero y el 31 de diciembre de 2014, es posible concluir que se dispone de la información suficiente para realizar una evaluación de la norma MP2,5, aplicando los criterios existentes. En las tablas siguientes, se resumen los días válidos a nivel anual y mensual.

En la Tabla 5, se muestra el número de días válidos a nivel anual para el contaminante MP2,5 en la estación Curicó, para el periodo comprendido entre el 1° enero y 31 de diciembre de 2014.

**Tabla 5 Porcentaje de información válida de MP2,5 para el año 2014**

| Estación | Año  | N° de Datos Disponibles<br>(Días) MP2,5 | Porcentaje de datos<br>(%) |
|----------|------|---|----------------------------|
| Curicó   | 2014 | 354                                     | 97                         |



De acuerdo a lo establecido en los artículos VI y VII de la norma de MP2,5, “se considerará como valor de concentración anual, aquel determinado a partir de promedios mensuales medidos durante a lo menos 11 meses del año calendario. En caso que durante un año calendario se disponga de mediciones para más de 8 y menos de 11 meses, para completar el período mínimo señalado, se considerará como valor mensual de cada mes faltante, la concentración mensual más alta medida en los 12 meses anteriores a cada mes faltante. Si se dispone de valores sólo para 8 o menos meses, no se podrá calcular un valor de concentración anual para la estación de monitoreo correspondiente”. Lo anterior no es condición de invalidez para realizar el cálculo del percentil 98 de las concentraciones diarias establecido en la norma.

Mediante el análisis estadístico se determinó para el contaminante MP2,5, el porcentaje mensual de datos válidos y efectivamente medidos durante el año 2014. En la Tabla 6, se observa que el porcentaje de datos validos en la estación Curicó supera el 75%, por lo tanto se puede determinar que la información es consistente y cumple con los requisitos establecidos en la norma de MP2,5.

**Tabla 6 Porcentaje de datos validos de MP2,5 mensuales por estación para el año 2014**

| % MES    |      |     |     |      |     |     |      |     |     |     |     |      |      |
|----------|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|------|
| Estación | Año  | ENE | FEB | MAR  | ABR | MAY | JUN  | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV  | DIC  |
| Curicó   | 2014 | 100 | 100 | 96,8 | 100 | 100 | 93,3 | 100 | 100 | 100 | 100 | 86,7 | 87,1 |

## 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

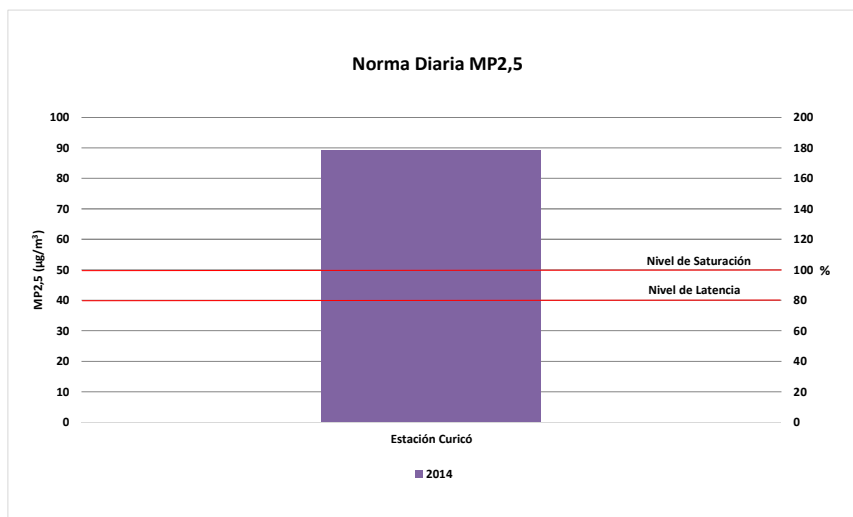
El periodo de evaluación de superación de la norma para MP2,5, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero y el día 31 de diciembre de 2014. En la Tabla 7, se presenta un resumen de los valores obtenidos a través del cálculo del percentil 98 de las concentraciones de 24 horas de MP2,5, en la estación de monitoreo de Curicó para el año 2014.

**Tabla 7 Percentil 98 de las concentraciones de 24 horas de MP2,5**

| Estación | Percentil 98<br>Año 2014<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | % de la Norma 24<br>horas<br>50 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |
|----------|--|--|
| Curicó   | 89   | 178,8  |

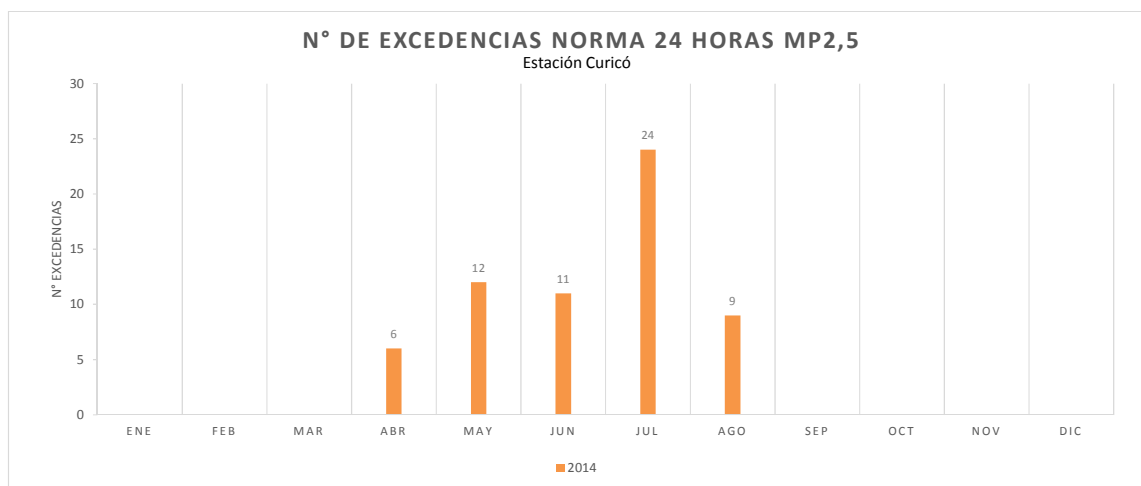
De acuerdo a los límites establecido en el D.S. N° 12/2011 del MMA, se considerará sobrepasada la norma para MP2,5 cuando el percentil 98 de los promedios diarios registrados durante un año, sea mayor a  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , en cualquier estación monitorea calificada como EMRPMP2,5.

El Gráfico 1 muestra los valores obtenidos del cálculo del percentil 98 de la norma de 24 horas para el contaminante MP2,5, en la estación de Curicó para el año 2014, en contraste con el límite normativo de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .



**Gráfico 1 Norma 24 Horas de MP2,5 estación Curicó**

De acuerdo al análisis efectuado con la información disponible para el año 2014, Tabla 7 y Gráfico 1, se determinó que el valor de la norma de MP2,5 como concentración de 24 horas es superada en la estación de Curicó con un valor del percentil 98 ubicado en  $89 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y con un porcentaje de la norma de 178,8%.



**Gráfico 2 Número de Excedencias a la Norma de MP2,5 para el año 2014**

En el Gráfico 2, se describe el número de excedencias a la norma de 24 horas a nivel mensual, entre los meses de abril a agosto del año 2014. Se registraron un total de 62 superaciones a la norma de 24 horas. Además, se observa que en el mes de julio se registró el mayor número de excedencias, con 24 días con superación de la norma de 24 horas por MP2,5.

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

El periodo de evaluación de superación de la norma anual para MP2,5, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero y el día 31 de diciembre de 2014. En la Tabla 8 se presenta el resultado obtenido a través del cálculo de la media anual de las concentraciones de 24 horas de MP2,5 para el 2014 y el porcentaje calculado de manera referencial respecto de la norma anual de MP2,5.

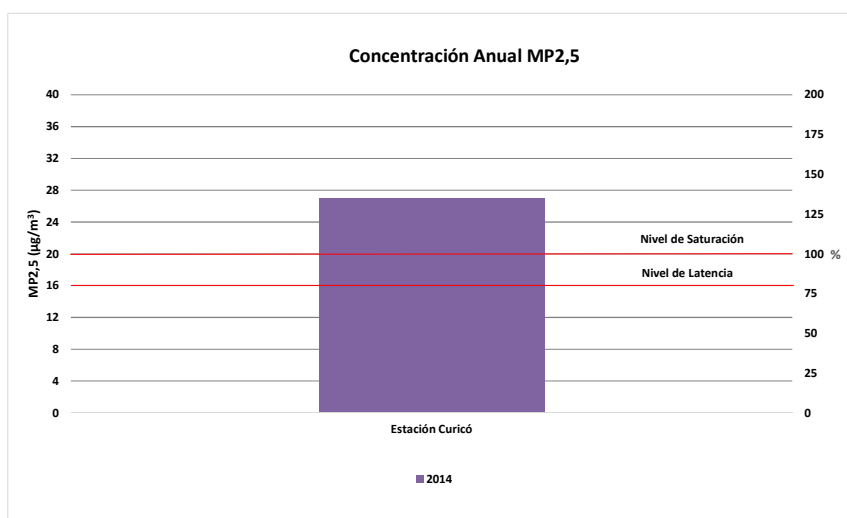
De acuerdo a los límites establecido en el D.S. N° 12/2011 del MMA, la norma para MP2,5 se considerará sobrepasada cuando el promedio trianual de las concentraciones anuales sea mayor a  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , en cualquier estación monitorea calificada como EMRP MP2,5. Para evaluar la norma anual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

En un análisis preliminar de la norma anual (Tabla 8), se calculó la concentración media con la información del año 2014, y al comparar de manera referencial el valor de la media obtenida con la norma anual se observa superación de la norma anual.

**Tabla 8 Concentración anual para MP2,5 en la estación de Curicó**

| Estación | Concentración Anual Año 2014 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | % de la Norma Anual 20 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |
|----------|---|---|
| Curicó   | 27,0  | 134,9   |

De manera complementaria, en el Gráfico 3, se puede observar la concentración media anual de MP2,5 para la estación Curicó, calculada en base al periodo comprendido entre el 1° de enero y 31 de diciembre de 2014.


**Gráfico 3 Concentración anual para MP2,5**

## 7. CONCLUSIONES

La revisión de la norma de MP2,5, se realizó en base a un año calendario comprendido entre el 1° de enero al 31 de diciembre de 2014, considerando válida la información generada por las mediciones de MP2,5, de la estación del MMA denominada Curicó y ubicada en el cementerio municipal de la ciudad. La evaluación tomó en cuenta la representatividad poblacional para material particulado MP2,5, el empleo de un instrumento de medición que cuente 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.

De la evaluación de los datos de calidad del aire para MP2,5 y su comparación con la norma, es posible determinar que durante el período analizado se superó el límite de la norma de 24 horas de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en la estación Curicó, con un valor del percentil 98 situado en  $89 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y un porcentaje de la norma de 178,8%. Además, se determinó que la norma 24 horas se superó en 62 ocasiones, siendo el mes de julio el que presentó el mayor número de excedencias, con 24 días de superación de la norma de 24 horas por MP2,5.

En una evaluación preliminar de la norma anual para MP2,5 que establece como límite  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  calculado como el promedio tri-anual de las concentraciones anuales, se determinó de manera referencial para el año 2014, que la media anual en la estación Curicó fue de  $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Al comparar de manera referencial el valor de la media obtenida con la norma anual se observa superación de la norma anual.



## 8. ANEXOS

| N°<br>Anexo | Nombre Anexo   |
|-------------|--|
| 1           | Antecedentes Remitidos por el Ministerio del Medio Ambiente. |
| 2           | Datos de calidad del aire para el año 2014.                  |
| 3           | Resoluciones de las estaciones de monitoreo.                 |