



Superintendencia del Medio Ambiente
Gobierno de Chile

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

**RED DE CALIDAD DEL AIRE DE CURANILAHUE
REGIÓN DEL BIOBIO**

DIVISIÓN DE FISCALIZACIÓN

SECCIÓN DE CALIDAD DEL AIRE Y EMISIONES ATMOSFÉRICAS

DFZ-2024-2878-VIII-NC

DICIEMBRE 2024

	Nombre	Firma
Aprobador	Juan Pablo Rodríguez	
Revisor	Karin Salazar N.	
Elaborador	Isabel Leiva C.	



CONTENIDO

1.	RESUMEN EJECUTIVO.....	2
2.	INTRODUCCIÓN.....	3
3.	OBJETIVOS.....	4
4.	ALCANCE.....	4
5.	EVALUACIÓN DE VALIDEZ DE LOS DATOS.....	5
5.1.	Estación declarada como EMRP MP2,5.....	5
5.2.	Descripción de los instrumentos de medición utilizados en la red de vigilancia.....	6
5.3.	Auditoría de datos.....	7
6.	RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA NORMA.....	8
6.1.	Evaluación de la norma para MP2,5.....	8
6.1.1.	Evaluación de la norma 24 horas para MP2,5.....	8
6.1.2.	Evaluación de la norma anual para MP2,5.....	10
7.	CONCLUSIONES.....	12
8.	ANEXOS.....	13



1. RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento da cuenta de una actividad de fiscalización ambiental consistente en evaluar el cumplimiento de la norma de calidad del aire para material particulado fino respirable MP2,5, contenida en el D.S. N° 12/2011 del Ministerio del Medio Ambiente. Esta evaluación se enmarca en lo establecido en el Artículo 16° del párrafo II, de la Ley Orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente, que establece que “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 el contaminante MP2,5. Con la información remitida por el Ministerio del Medio Ambiente, se realizó una auditoría a los datos validados, correspondiente a la estación de vigilancia de calidad del aire de la provincia de Arauco, Región del Biobío, ubicada en la comuna de Curanilahue y denominada “Balneario Curanilahue”. Dicha estación pertenece al Ministerio del Medio Ambiente, y cuenta con la calificación de representatividad poblacional (EMRP) por MP2,5.

El análisis de datos de MP2,5, se realizó con las mediciones del periodo comprendido entre el 1° de enero de 2021 y 31 de diciembre de 2023, datos medidos con instrumentos de medición con aprobación EPA.

Para la auditoría de los datos horarios se consideraron los criterios establecidos en la norma primaria de calidad del aire para MP2,5, esta 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). El criterio para el cálculo del promedio anual, promedio trianual, las concentraciones mensuales, el promedio de 24 horas y los promedios horarios, se utilizaron los criterios establecidos en el reglamento y la norma de MP2,5.

Norma primaria de calidad del aire para MP2,5

La evaluación de la norma 24 horas para MP2,5 en la estación Balneario Curanilahue, determinó que los valores correspondientes al percentil 98 de las concentraciones diarias para los años 2021, 2022 y 2023, superaron el límite de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ establecido en la norma 24 horas de MP2,5. El cálculo del percentil 98 a las concentraciones medidas en la estación Balneario Curanilahue, se determinaron las siguientes concentraciones: 79 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para el año 2021, 86 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para el año 2022 y 94 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para el año 2023, equivalentes al 158%, 172% y 188%, del límite de la norma de 24 horas, respectivamente.

Complementariamente, se calculó el número de días con excedencias a la norma de 24 horas en la estación Balneario Curanilahue, determinándose que, para los años evaluados 2021, 2022 y 2023,



la estación presentó un número de días con excedencias a la norma de 24 horas correspondiente a: 27, 26 y 31 días, respectivamente.

En relación con la evaluación de la norma anual para MP2,5, se requieren de tres años calendarios sucesivos para ser evaluada y comparada con límite normativo de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Al respecto la estación Balneario Curanilahue, registró un promedio trianual para el periodo de 2021 al 2023, de 21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, equivalente al 105% 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.

La evaluación de cumplimiento normativo de la estación de vigilancia de calidad del aire de la comuna de Curanilahue, da cumplimiento con el programa de fiscalización de normas de calidad ambiental del año 2024.

Curanilahue pertenece a Región del Biobío, Provincia de Arauco, la comuna de Curanilahue posee una población de 32.288 habitantes (CENSO 2017, INE) y una superficie de 994.3 km².

Para lo anterior, la Superintendencia realizó una auditoría y análisis de los datos remitidos para los años 2021, 2022 y 2023, con el fin de obtener información válida que permita evaluar la norma primaria de calidad del aire de MP2,5.

La estación informada en este documento corresponde a “Balneario Curanilahue”. Esta estación de vigilancia de calidad del aire cuenta con calificación de representatividad poblacional (en adelante, EMRP) por MP2,5. Por lo tanto, el proceso de auditoría y análisis de los datos consideró la verificación del cumplimiento normativo de la norma primaria calidad del aire para MP2,5 D.S. N° 12/2011 del MMA y el 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 de la actividad de fiscalización ambiental desarrollada es evaluar el cumplimiento de la norma de calidad del aire primaria de MP2,5; en su nivel diario y anual, según corresponda, considerando el período de información comprendido entre el 1° de enero de 2021 y el 31 de diciembre de 2023, en las estaciones que cuenten con representatividad poblacional para material particulado MP2,5.

Para lo anterior, se determinó la validez de las mediciones de MP2,5, registrados por la estación de calidad del aire de “Balneario Curanilahue”, para los años 2022 y 2023, en base a una auditoría de los datos. Para el año 2021 se utilizaron los datos validados por esta Superintendencia y publicados en el informe DFZ-2022-12-VIII-NC.

4. ALCANCE

Los datos validados por esta Superintendencia corresponden a los registros de MP2,5 de la estación de calidad del aire “Balneario Curanilahue”, para el periodo comprendido entre el 1° de enero de 2021 y el 31 de diciembre de 2023.

La estación que se utiliza para la evaluación del cumplimiento de la norma primaria de MP2,5, ubicada en la comuna de Curanilahue, denominada “Balneario Curanilahue” cumple con la calificación EMRP para MP2,5.

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 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 ³	20 µg/m ³



5. EVALUACIÓN DE VALIDEZ DE LOS DATOS

La información de las mediciones de MP2,5 para los años 2021, 2022 y 2023, remitidos por el Ministerio del Medio Ambiente, corresponden a los datos validados horarios con sus respectivos códigos de invalidación. Los datos reportados a la Superintendencia del Medio Ambiente incluyen los códigos de invalidación establecidos en el D.S. N° 61/2008, modificado por el D.S. N° 30/2009, del MINSAL. Finalmente, dichos datos fueron auditados y validados por la Superintendencia del Medio Ambiente.

Los datos evaluados de MP2,5 corresponde a las mediciones realizadas en la estación calificada con representatividad poblacional para material particulado, indicadas 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 vigilancia de calidad del aire, y la respectiva resolución que la califica como estación de monitoreo con representatividad poblacional para material particulado MP2,5.

Tabla 2 Estación declarada como EMRP MP2,5

Estación	Resolución que otorga EMRP para MP2,5
Balneario Curanilahue	Res. Exenta N° 2674 del 22 de diciembre de 2021, de la Superintendencia del Medio Ambiente. ¹

Por su parte, en la Tabla 3 se detalla la ubicación georreferenciada de la estación de vigilancia de la calidad del aire de Balneario Curanilahue, además, se ilustra el sitio de ubicación en el mapa de la Figura 1.

Tabla 3 Georreferenciación de la estación de calidad del aire de Curanilahue

Estación	Coordenadas UTM (m)	
Balneario Curanilahue	647.504 E	5.850.002 N

¹ Datos validos a partir del 20 de febrero de 2018.



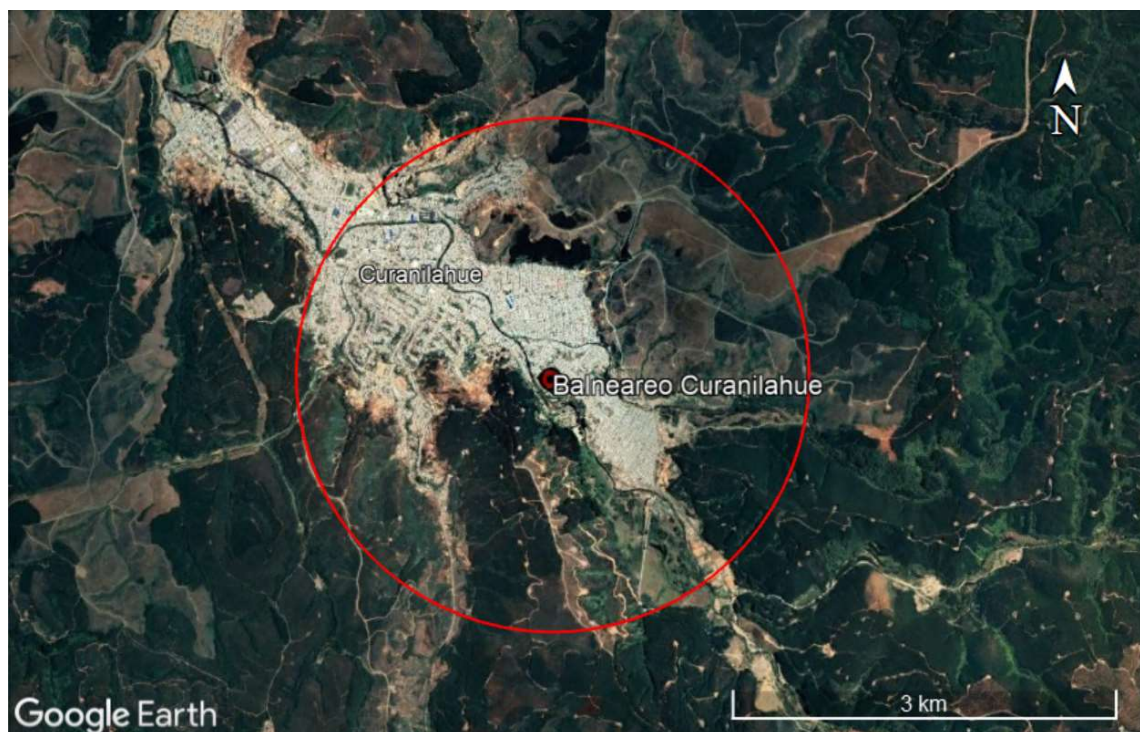


Figura 1 Ubicación de la estación de calidad del aire en Comuna de Curanilahue²

5.2. Descripción de los instrumentos de medición utilizados en la red de vigilancia

De acuerdo con los antecedentes entregados por el Ministerio del Medio Ambiente, el instrumento de medición utilizado para el monitoreo de MP_{2,5} en la estación Balneario Curanilahue, cumple con el requisito de emplear instrumentos de medición con aprobación USEPA³, establecido en la norma primaria de calidad del aire para MP_{2,5}. En la Tabla 4, se describen los instrumentos y métodos de medición.

Tabla 4 Descripción de la estación, instrumento de medición y método de medición

Estación	Parámetro	Método de Medición	Marca/Modelo	Método de Referencia o Equivalente EPA
Balneario Curanilahue	MP _{2,5}	Atenuación Beta	Met One Instruments, Inc. / BAM1020	EQPM-0715-266

² Ref. Google Earth.

³ <https://www.epa.gov/system/files/documents/2024-06/amtic-list-june-2024-update.pdf>.



5.3. Auditoría de datos

Los datos de MP2,5 para los años 2021, 2022 y 2023, validados previamente por el Ministerio del Medio Ambiente, fueron sometidos a una revisión usando como criterio lo establecido en la norma primaria de calidad del aire para MP2,5. Además, se evaluó el comportamiento de los datos para el periodo en estudio a través de gráficas de series de tiempo para la estación evaluada.

La auditoría de los datos horarios de MP2,5, medidos con un instrumento de medición continua, evaluó el número de días sin información y datos inválidos. En la Tabla 5, se presenta el porcentaje de datos inválidos para los años 2021, 2022 y 2023.

Tabla 5 Porcentaje de datos inválidos diarios para MP2,5, para los años 2021, 2022 y 2023

Estación	2021	2022	2023
	MP2,5 % Diario	MP2,5 % Diario	MP2,5 % Diario
Balneario Curanilahue	2,5	2,2	2,5

El análisis de datos inválidos para los años 2021, 2022 y 2023, en la estación de Balneario Curanilahue, determinó que la estación presentó para el año 2021 un 2,5% de días sin datos, para el año 2022, se presentó un porcentaje de datos inválidos de 2,2% y en el año 2023 se presentó un porcentaje de datos inválidos de 2,5%.

Por otra parte, se determinó estadísticamente la cantidad de datos horarios disponibles para el cálculo de los promedios horarios disponibles para MP2,5. Esta información permitió la construcción de los promedios diarios (24 horas), considerando como mínimo el 75% de datos horarios efectivamente medidos de acuerdo con lo descrito en el D.S. N° 61/2008, modificado por D.S. N° 30/2009 de MINSAL. En los casos de días con un porcentaje menor al 75% de datos horarios, éstos se invalidaron de acuerdo con lo descrito en el decreto mencionado, sin perjuicio de lo dispuesto en la norma primaria de MP2,5.

En la Tabla 6, se resumen los días con datos válidos disponibles y el porcentaje, por año y estación para el contaminante MP2,5, de la tabla se observa un porcentaje de datos válidos superior al 75% para los años 2021, 2022 y 2023.

Tabla 6 Resumen de datos disponibles para los años 2021, 2022 y 2023

Estación	Año	N° de Datos Disponibles (Días) MP2,5	Porcentaje de Datos (%)
Balneario Curanilahue	2021	356	97,5
	2022	357	97,8
	2023	356	97,5



Para efectos de la evaluación de la norma anual, en la Tabla 7, se resume el porcentaje de datos disponibles a nivel mensual de la estación Balneario Curanilahue, observándose un cumplimiento superior al 75% para todos los meses, en todo el periodo evaluado para el contaminante de MP2,5.

Tabla 7 Porcentaje de datos válidos de MP2,5 a nivel mensual en estación Curanilahue, periodo 2021, 2022 y 2023

Estación	Año	MESES (%)											
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Balneario Curanilahue	2021	100	93	97	100	100	100	97	100	97	90	100	100
	2022	100	100	100	100	90,3	100	96,8	100	100	87,1	100	100
	2023	100	100	100	100	100	100	96,8	100	100	87,1	86,7	100

6. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA 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 la norma para MP2,5, corresponde a aquel comprendido entre el día 1° de enero de 2021 y el día 31 de diciembre de 2023.

En la Tabla 8, 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 2021, 2022 y 2023, de la estación de vigilancia de calidad del aire de Curanilahue.

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

Tabla 8 Evaluación de la norma 24 horas para MP2,5 para los años 2021, 2022 y 2023

Estación	Año	Percentil 98 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% de la Norma 24 horas (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Balneario Curanilahue	2021	79	158
	2022	86	172
	2023	94	188

De acuerdo con el análisis efectuado y la determinación del percentil 98 de las concentraciones de 24 horas para los años 2021, 2022 y 2023, se concluyó que el valor de la norma de MP2,5 como concentración de 24 horas fue superada en todo el periodo en estudio. El percentil 98, de la estación Balneario Curanilahue para el año 2021 correspondió a una concentración de 79 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ equivalente



al 158% respecto del límite de la norma, para el año 2022, 86 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ equivalente a un 172% y en el año 2023 el valor determinado fue de 94 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, correspondiente a un 188% del límite de la norma de 24 horas.

El Gráfico 1, muestra la distribución temporal a nivel anual del percentil 98 de la Norma 24 horas para MP2,5 en la estación Balneario Curanilahue, comparado con el límite normativo.

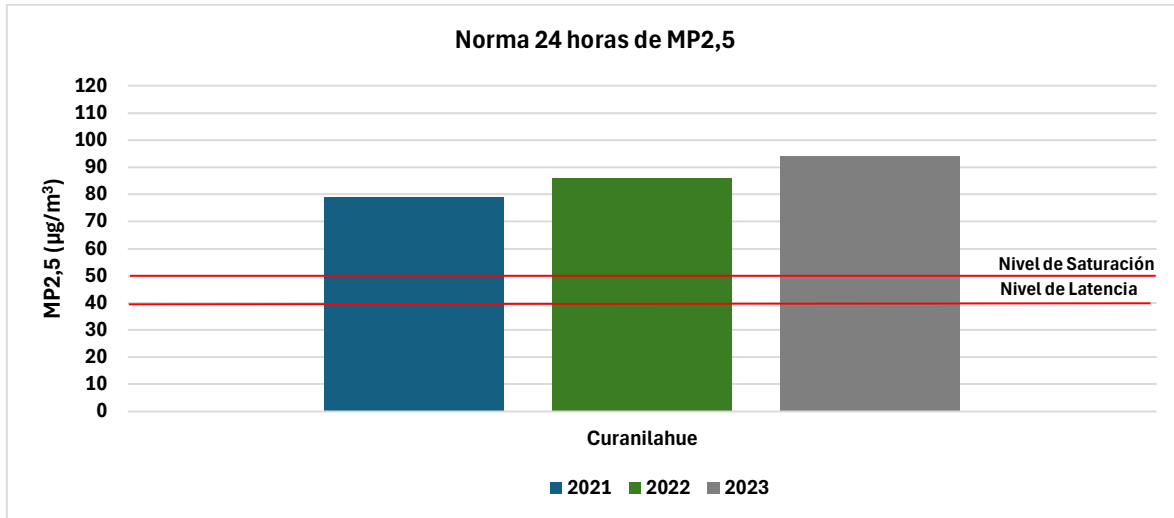


Gráfico 1 Norma 24 horas para MP2,5 para los años 2021, 2022 y 2023

En la Tabla 9 se resume el número de días de excedencias a la norma de 24 horas en la estación Balneario Curanilahue en los años 2021, 2022 y 2023, determinándose un número de excedencias a la norma correspondiente a: 27 días en el año 2021, 26 días en el año 2022 y por último 31 días en el año 2023.

Tabla 9 Excedencias a la norma 24 horas de MP2,5 para los años 2021, 2022 y 2023

Estación	Días de Excedencias Norma 24 horas 2021	Días de Excedencias Norma 24 horas 2022	Días de Excedencias Norma 24 horas 2023
Balneario Curanilahue	27	26	31

El Gráfico 2 muestra el número de excedencias a la norma de 24 horas de MP2,5, disgregada a nivel mensual, para los años 2021, 2022 y 2023, donde se observa que los días en los que se excede la norma se distribuyen en su mayoría entre los meses de abril y agosto, siendo el año 2023, el que presentó el mayor número de excedencias a la norma de 24 horas durante el año, con 31 días de excedencia.



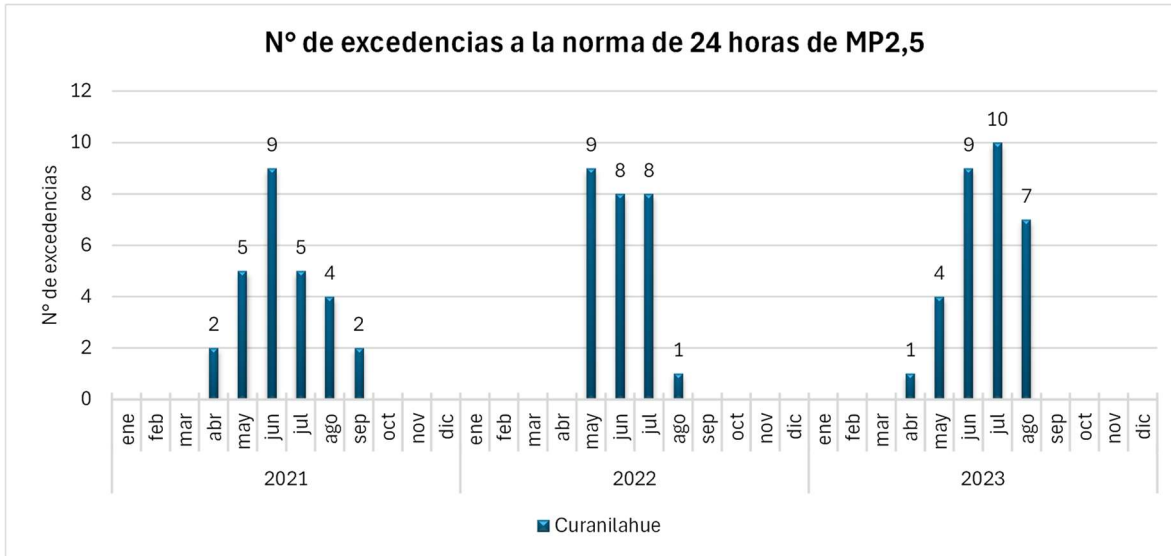


Gráfico 2 Excedencias a la norma 24 Horas MP2,5 para los años 2021, 2022 y 2023

6.1.2. Evaluación de la norma anual para MP2,5

El periodo de evaluación de la norma para MP2,5, corresponde a aquel comprendido entre el día 1° de enero de 2021 y el día 31 de diciembre de 2023. En la Tabla 10, se presenta un resumen de los valores obtenidos a través del cálculo del promedio aritmético de las concentraciones de los años 2021, 2022 y 2023, para la estación Balneario Curanilahue.

De acuerdo con el límite establecido en el D.S. N°12/2011 del Ministerio del Medio Ambiente, 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 de calidad del aire calificada como EMRP MP2,5.

Por otra parte, 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 de 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.

Por lo tanto, con la información disponible en la estación Balneario Curanilahue es posible evaluarla la norma anual. A continuación, en la tabla se presentan los valores como promedio anual para los años 2021, 2022 y 2023, el promedio trianual y el porcentaje alcanzado de la norma anual para el periodo.



Tabla 10 Concentración trianual y porcentaje de la norma anual de MP2,5

Estación	Promedio Anual 2021 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Promedio Anual 2022 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Promedio Anual 2023 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Promedio Trianual (2021-2022-2023) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% de la Norma Anual 20 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Balneario Curanilahue	21	20	21	21	105

El cálculo del promedio trianual para el periodo de 2021 al 2023, determinó una concentración de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en la estación Balneario Curanilahue, equivalente al 100% del límite de la norma anual.

Complementariamente, en el Gráfico 3, se puede observar la concentración como promedio trianual de la estación Balneario Curanilahue, para el período comprendido entre el día 1° de enero de 2021 y el día 31 de diciembre de 2023.

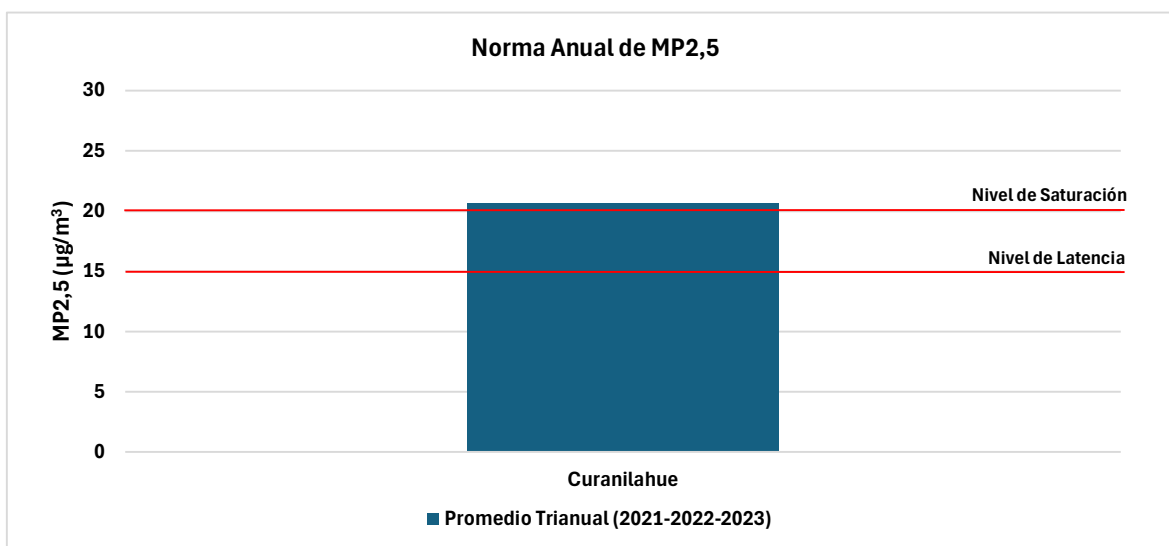


Gráfico 3 Norma anual y promedio Trianual de MP2.5, para los años 2021, 2022 y 2023



7. CONCLUSIONES

La revisión de la norma primaria de calidad del aire de MP2,5, se realizó en base al periodo comprendido entre el 1° de enero de 2021 y el 31 de diciembre de 2023, considerándose válidos los datos generados de las mediciones de MP2,5, de la estación de Balneario Curanilahue, perteneciente al Ministerio del Medio Ambiente. Para verificar el cumplimiento de la norma de MP2,5, se tomó en cuenta la representatividad poblacional para material particulado (MP2,5) y el empleo de instrumentos de medición de contaminantes atmosféricos con aprobación USEPA y la constatación por parte de la Superintendencia del Medio Ambiente de la correcta validación de los datos para los años 2021, 2022 y 2023.

Norma primaria de calidad del aire para MP2,5

La evaluación de la norma 24 horas para MP2,5 en la estación Balneario Curanilahue, determinó que los valores correspondientes al percentil 98 de las concentraciones diarias para los años 2021, 2022 y 2023, superaron el límite de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ establecido en la norma 24 horas de MP2,5. El cálculo del percentil 98 a las concentraciones medidas en la estación Balneario Curanilahue, se determinaron las siguientes concentraciones: 79 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para el año 2021, 86 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para el año 2022 y 94 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para el año 2023, equivalentes al 158%, 172% y 188%, del límite de la norma de 24 horas, respectivamente.

Complementariamente, se calculó el número de días con excedencias a la norma de 24 horas en la estación Balneario Curanilahue, determinándose que, para los años evaluados 2021, 2022 y 2023, la estación presentó un número de días con excedencias a la norma de 24 horas correspondiente a: 27, 26 y 31 días, respectivamente.

En relación con la evaluación de la norma anual para MP2,5, se requieren de tres años calendarios sucesivos para ser evaluada y comparada con límite normativo de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Al respecto la estación Balneario Curanilahue, registró un promedio trianual para el periodo de 2021 al 2023, de 21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, equivalente al 105% del límite de la norma anual.



8. ANEXOS

N° Anexo	Nombre Anexo
1	Resolución EMRP
2	Datos de calidad del aire válidos para el año 2022 y 2023

