



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 LOS ANGELES
REGIÓN DEL BIOBIO**

SECCIÓN DE CALIDAD DEL AIRE Y EMISIONES ATMOSFÉRICAS

DIVISIÓN DE FISCALIZACIÓN

**DFZ-2023-84-VIII-NC
MARZO 2023**

	Nombre	Firma
Aprobado	Juan Pablo Rodriguez	
Revisado	Isabel Leiva Campos	
Elaborado	Karin Salazar Navarrete	



CONTENIDO

1.	RESUMEN EJECUTIVO.....	3
2.	INTRODUCCIÓN	6
3.	OBJETIVOS.....	6
4.	ALCANCE.....	7
5.	EVALUACIÓN DE VALIDEZ DE LOS DATOS.....	8
5.1	ESTACIONES DECLARADAS COMO EMRP-MP2,5 Y EMRP-MP10	8
5.2	DESCRIPCIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN DE LA RED DE LOS ÁNGELES.....	10
5.3	AUDITORÍA DE DATOS	11
6.	RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA NORMA	13
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	15
6.2.	EVALUACIÓN DE LA NORMA PARA MP10.....	17
6.2.1	EVALUACIÓN DE LA NORMA 24 HORAS MP10	17
6.2.2	EVALUACIÓN DE LA NORMA ANUAL PARA MP10	19
7.	CONCLUSIONES.....	21
8.	ANEXOS.....	23



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 respirable MP10, contenida en el D.S. N° 12/2022, y la norma de material particulado fino respirable MP2,5, contenida en el D.S. N° 12/2011, ambas del Ministerio del Medio Ambiente. Esta evaluación se enmarca de acuerdo con 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 los contaminantes MP2,5 y MP10. Con la información remitida por el Ministerio de Medio Ambiente, se realizó una auditoría a los datos validados, correspondiente a dos (2) estaciones de monitoreo de calidad del aire de la ciudad de Los Ángeles, Región de Biobío, denominadas “21 de Mayo” y “Los Ángeles Oriente”, ambas ubicadas en la comuna de Los Ángeles, pertenecientes al Ministerio del Medio Ambiente, declaradas con representatividad poblacional (EMRP) por MP2,5 y MP10.

El análisis de datos de MP2,5 y MP10, se realizó con las mediciones del periodo comprendido entre el 1° de enero de 2020 y 31 de diciembre de 2022, datos medidos con instrumentos de medición con aprobación EPA.

Cabe señalar que mediante el Decreto Supremo N° 11, del 2 de marzo de 2015, del Ministerio del Medio Ambiente, publicado en el Diario Oficial el 11 de junio de 2015; se declaró Zona Saturada por Material Particulado Fino Respirable MP2,5, y por Material Particulado Respirable MP10, ambas como concentración diaria a la comuna de Los Ángeles.

Seguidamente por resolución exenta N° 499, de fecha 19 de junio de 2015, del Ministerio del Medio Ambiente, publicada en el Diario Oficial el 2 de julio de 2015, se dio inicio al proceso de elaboración del Plan Descontaminación Atmosférica para la comuna de Los Ángeles. Posteriormente a través de Decreto Supremo N° 4, del 22 de febrero de 2017, se establece el “Plan de Descontaminación Atmosférica para la comuna de Los Ángeles”.

Para la auditoría de los datos horarios se consideraron los criterios establecidos en las normas primarias de calidad del aire para MP2,5 y 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). En el caso de los contaminantes de MP2,5 y MP10 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 concluyó que los valores correspondientes al percentil 98 de las concentraciones diarias para los años 2020, 2021 y 2022 superaron el límite de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ establecido en la norma de MP2,5. El análisis determinó que la concentración en la estación 21 de Mayo en el año 2020 fue de $122 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (244%), en el año 2021 fue de $137 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (274%) y en el año 2022 de $126 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (252%). En el caso de la estación Los Ángeles Oriente, las concentraciones determinadas han presentado un ascenso superando el valor límite normado en los años 2021 y 2022, con concentraciones de $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (92%) en 2020, $52 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (104%) en 2021 y de $56 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (112%) para el año 2022.

Complementariamente, se calculó el número de días con excedencias a la norma de 24 horas para cada estación, determinándose que la estación 21 de mayo presentó 49 días en 2020, 54 días en 2021 y por último 39 días de excedencias en el año 2022, mientras tanto en la estación Los Ángeles Oriente de acuerdo a la disponibilidad de datos, se determinó que el número de excedencias a la norma de 24 horas para el año 2020 fue de 6 días, el año 2021 fue de 8 días y para el año 2022 fue de 10 días.

La evaluación de la norma anual para MP2,5, con la información disponible se pudo determinar el promedio anual para los años 2020, 2021 y 2022 en la estación denominada 21 de Mayo. El promedio trianual para el periodo mencionado, concluyó que la norma anual fue superada con una concentración promedio de $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$, correspondiente al 130% del límite de la norma anual. En la estación denominada Los Ángeles Oriente el promedio trianual para el periodo comprendido entre el año 2020 y el año 2022, concluyó que la norma anual no fue superada y tampoco el 80%, obteniéndose una concentración promedio trianual de $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$, correspondiente al 65% del límite de la norma anual.

Norma de calidad del aire para MP10

El análisis de la norma de 24 horas de MP10 para el año 2022, que establece como límite un valor de $130 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ desde el año 2022, mediante el análisis y el cálculo del percentil 98 de las concentraciones de 24 horas de MP10, se determinó que el valor límite fue superado en la estación 21 de Mayo para el año 2022 con una concentración de $135 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, equivalente al 104% del límite de la norma. En relación con la estación Los Ángeles Oriente, mediante el cálculo del percentil 98 se obtuvo una concentración de $107 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en el año 2022, superando el 80% del valor límite de la norma con un 82%.



En forma complementaria, se calculó el número de días con excedencias a la norma de 24 horas en el año 2022 y considerando el límite $130 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, determinándose 9 días de excedencias en el año 2022. Respecto a la estación Los Ángeles Oriente el número de días con excedencias a la norma de 24 horas en el año 2022 fue de 2 días.

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 (2020-2021-2022), se concluyó que la norma anual de MP10 no fue superada en las estaciones en estudio, pero si se superó el 80% de la norma en la estación 21 de Mayo con un valor de $41 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, equivalente al 82% del límite de la norma anual. Con relación a Los Ángeles Oriente, la estación presentó una concentración promedio trianual de $34 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, equivalente al 68% del límite de la norma anual por lo que la evaluación de la norma no fue superada.



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 2020, 2021 y 2022, con el fin de obtener información válida que permita evaluar la norma primaria de calidad del aire de MP2,5 y MP10.

La ciudad de Los Ángeles, perteneciente a la Región del Biobío es la capital de provincia, su población comunal alcanzó los 202.331 habitantes (CENSO 2017, INE), posee una superficie de 1748,2 Km², limita al norte con las comunas de Cabrero, Yumbel, Tucapel y Yungay, al sur con la comuna Mulchén, Negrete y Santa Bárbara, al oeste con la comuna de Laja y Nacimiento y al este con la comuna de Quilleco.

El presente documento da cuenta de la evaluación de la norma para MP2,5 y MP10, en las estaciones de vigilancia de calidad del aire correspondientes a: “21 de Mayo” y “Los Ángeles Oriente”. Estaciones que cuentan con calificación de representatividad poblacional (en adelante, EMRP) por MP2,5 y MP10.

El proceso de evaluación de la norma de MP2,5 y MP10 de las dos (2) estaciones consideró una auditoría y análisis de los datos con el objeto de dar cumplimiento a la norma primaria de calidad del aire para MP2,5, 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 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 2020 y el 31 de diciembre de 2022, 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, registrados por las estaciones de calidad del aire “21 de Mayo” y “Los Ángeles Oriente”, para los años 2020, 2021 y 2022, en base a una auditoría de los datos reportados.

4. ALCANCE

Los datos validados por esta Superintendencia en el presente informe corresponden a los registros de MP2,5 y MP10 de las estaciones de calidad del aire “21 de Mayo” y “Los Ángeles Oriente”, para el periodo comprendido entre el 1° de enero de 2020 y el 31 de diciembre de 2022.

Las estaciones utilizadas para la evaluación del cumplimiento de las normas primarias de MP2,5 y MP10, ubicadas en la comuna de Los Ángeles, que cumplen con ser estaciones con EMRP para MP2,5 y MP10 corresponden a 21 de Mayo y Los Ángeles Oriente.

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° 12/2011 del Ministerio del Medio Ambiente.	MP2,5	No aplica	50 µg/m ³	20 µg/m ³
D.S. N° 12/2022 del Ministerio del Medio Ambiente.	MP10	No aplica	130 µg/m ³ N	50 µg/m ³ N



5. EVALUACIÓN DE VALIDEZ DE LOS DATOS

La información de las mediciones de MP2,5 y MP10 para los años 2020, 2021 y 2022, se reportó a esta Superintendencia por parte del Ministerio del Medio Ambiente; en el caso del año 2022 mediante el Of. Ord. N° 230477 del 3 de febrero de 2023, 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 0 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 vigilancia y las 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 de Monitoreo	Resolución que otorga EMRP para MP2,5	Resolución que otorga EMRP para MP10
21 de mayo	Res. Exenta N° 02462 del 31 julio de 2012, de la Secretaria Regional Ministerial de Salud. Región de Biobío.	Res. Exenta N° 02462 del 31 julio de 2012, de la Secretaria Regional Ministerial de Salud. Región de Biobío.
Los Ángeles Oriente	Res. Exenta N° 02462 del 31 julio de 2012, de la Secretaria Regional Ministerial de Salud. Región de Biobío.	Res. Exenta N° 02462 del 31 julio de 2012, de la Secretaria Regional Ministerial de Salud. Región de Biobío.

Por su parte, en la Tabla 3 se describe la ubicación georreferenciada de las estaciones 21 de Mayo y de Los Ángeles Oriente, cuya representación gráfica se ilustra en la Figura 1.



Tabla 3 Ubicación de las estaciones de la Red de vigilancia de Los Ángeles

Propietario	Estación	Coordenadas UTM (m)	
		Datum WGS84, Huso 18 S*	
MMA	21 de Mayo	733.331 E	5.849.585 N
MMA	Los Ángeles Oriente	736.622 E	5.850.392 N

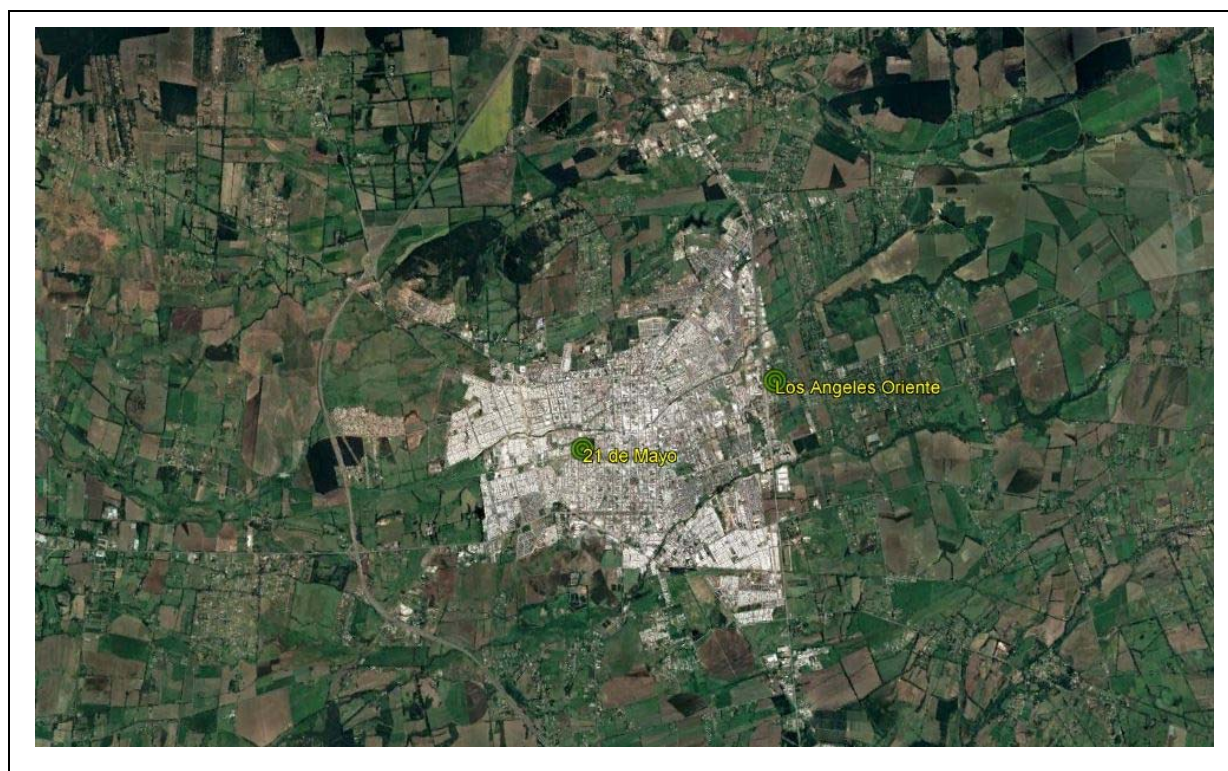


Figura 1 Ubicación de estaciones de calidad del aire de Los Ángeles, Región del Biobío



5.2 Descripción de los instrumentos de medición de la Red de Los Ángeles

De acuerdo con los antecedentes entregados por el Ministerio de Medio ambiente, para los años 2020, 2021 y 2022, 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⁽¹⁾, 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 2022.

Tabla 4 Listado de estaciones, instrumentos y método de medición

Estación de Monitoreo	Parámetro	Método de Medición	Marca/Modelo	Método de Referencia o Equivalente EPA
21 de Mayo	MP2,5	Basado en el principio de atenuación beta	Met One / BAM 1020 MP2,5	EQPM-0308-170
	MP10	Basado en el principio de atenuación beta	Met One / BAM 1020MP10	EQPM-0798-122
Los Ángeles Oriente	MP2,5	Basado en el principio de atenuación beta	Met One /BAM 1020 MP2,5	EQPM-0308-170
	MP10	Basado en el principio de atenuación beta	Thermo 5014i	EQPM-1102-150

⁽¹⁾ <https://www3.epa.gov/ttnamti1/files/ambient/criteria/AMTIC%20List%20Dec%202016-2.pdf>



5.3 Auditoría de datos

Los datos de MP2,5 y MP10 para los años 2020, 2021 y 2022, 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. En la Tabla 5 se recopilan los porcentajes de datos inválidos por estación y contaminante para el año 2020, 2021 y 2022.

El análisis de datos inválidos para el contaminante MP2,5 y MP10 entre los años 2020, 2021 y 2022, en las estaciones 21 de mayo y Los Ángeles Oriente, determinó que ambas estaciones registran menos del 25% de sus datos inválidos.

Tabla 5 Porcentaje de datos inválidos horarios para MP2,5 y MP10, para los años 2020, 2021 y 2022

Estación	2020		2021		2022	
	MP2,5 % Horario	MP10 % Horario	MP2,5 % Horario	MP10 % Horario	MP2,5 % Horario	MP10 % Horario
21 de Mayo	3,7	2,5	1,9	1,6	1,6	1,7
Los Ángeles Oriente	1,4	1,9	2,0	2,2	2,5	2,5

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 resumen los días válidos por año y estación para los contaminantes MP2,5 y MP10, según corresponda a cada estación. De la tabla, se puede observar un porcentaje de datos válidos superior al 75%, en ambas estaciones para los años 2020, 2021 y 2022, de MP2,5 y MP10. El resumen de datos disponibles permite concluir que, se dispone o no 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 Porcentaje de datos válidos por año para MP2,5 y MP10 (2020-2021-2022)

Estación	Año	N° de Datos Disponibles (Días) MP2,5	Porcentaje de datos (%)	N° de Datos Disponibles (Días) MP10	Porcentaje de datos (%)
21 de Mayo	2020	350	96	357	98
	2021	357	98	360	99
	2022	361	99	361	99
Los Ángeles Oriente	2020	362	99	360	98
	2021	358	98	356	98
	2022	355	97	355	97

Para efectos de la evaluación anual de las normas primarias de MP2,5 y MP10, a continuación, en las Tabla 7 y Tabla 8, se resume el porcentaje de datos disponibles a nivel mensual, de las estaciones denominadas 21 de Mayo y Los Ángeles Oriente.

Para el contaminante MP2,5 en la Tabla 7, en la estación 21 de Mayo se observa un cumplimiento superior al 75%, para cada uno de los meses del periodo evaluado al igual que en el caso de Los Ángeles Oriente.

Tabla 7 Porcentaje de datos válidos de MP2,5 mensuales por estación para los años 2020, 2021 y 2022

		MESES (%)											
		Red de Los Ángeles											
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
21 de Mayo	2020	87	97	94	100	94	93	100	97	100	87	100	100
	2021	100	89	100	100	100	100	100	100	97	87	100	100
	2022	100	100	100	100	100	100	100	100	93	94	100	100
Los Ángeles Oriente	2020	100	100	100	100	100	100	100	100	100	87	100	100
	2021	94	96	100	100	100	100	100	100	100	87	100	100
	2022	100	89	97	100	100	100	100	100	87	94	100	100

Para el contaminante MP10, en la Tabla 8, se observa un porcentaje superior al 75% en la estación 21 de Mayo y Los Ángeles Oriente para todos los meses de los años 2020, 2021 y 2022.

Tabla 8 Porcentaje de datos válidos de MP10 mensuales por estación para los años 2020, 2021 y 2022

		MESES (%)											
		Red de Los Ángeles											
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
21 de Mayo	2020	87	97	100	100	94	93	100	100	100	100	100	100
	2021	100	100	87	100	100	100	100	100	100	100	100	97
	2022	100	100	87	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Los Ángeles Oriente	2020	90	100	94	100	100	100	100	97	100	100	100	100
	2021	97	100	100	90	100	90	100	100	100	100	100	94
	2022	100	100	97	100	100	100	94	100	93	94	90	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 2020 y el día 31 de diciembre de 2022.

En la Tabla 9, se presenta un resumen de los valores obtenidos a través del cálculo del percentil 98 de las concentraciones de 24 horas, para los años 2020, 2021 y 2022, de las estaciones de vigilancia de calidad del aire, 21 de Mayo y Los Ángeles Oriente.

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 EMRPMP2,5.

De acuerdo con el análisis efectuado y la determinación del percentil 98 con las concentraciones de 24 horas para los años 2020, 2021 y 2022, se determinó que el valor de la norma de MP2,5 de 24 horas para MP2,5, fue superada en todos los años de estudio por la estación 21 de Mayo, las concentraciones obtenidas fueron para el año 2020, de 122 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (244%), en el año 2021 presentó una concentración de 137 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (274%) y 126 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (252%) en 2022. En el caso de la estación Los Ángeles Oriente el percentil 98 para los años 2020, 2021 y 2022 las concentraciones obtenidas fueron de 46 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (92%) en el año 2020, de 52 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (104%) en el año 2021 y de 56 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (112%) para 2022; por lo tanto, la norma fue superada en la estación los años 2021 y 2022. Cabe destacar que la estación que presenta concentraciones más altas en todo el periodo en estudio, respecto del límite de la norma de 24 horas, es la estación 21 de Mayo.

Tabla 9 Evaluación de la norma 24 horas para MP2,5 para los años 2020, 2021 y 2022

Estación	Percentil 98 Año 2020 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% de la Norma 24 horas 50 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Percentil 98 Año 2021 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% de la Norma 24 horas 50 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Percentil 98 Año 2022 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% de la Norma 24 horas 50 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
21 de Mayo	122	244	137	274	126	252
Los Ángeles Oriente	46	92	52	104	56	112



Adicionalmente en el Gráfico 1 se muestran los valores obtenidos del cálculo del percentil 98 de las concentraciones diarias para el contaminante MP2,5, por estación, para los años 2020, 2021 y 2022.

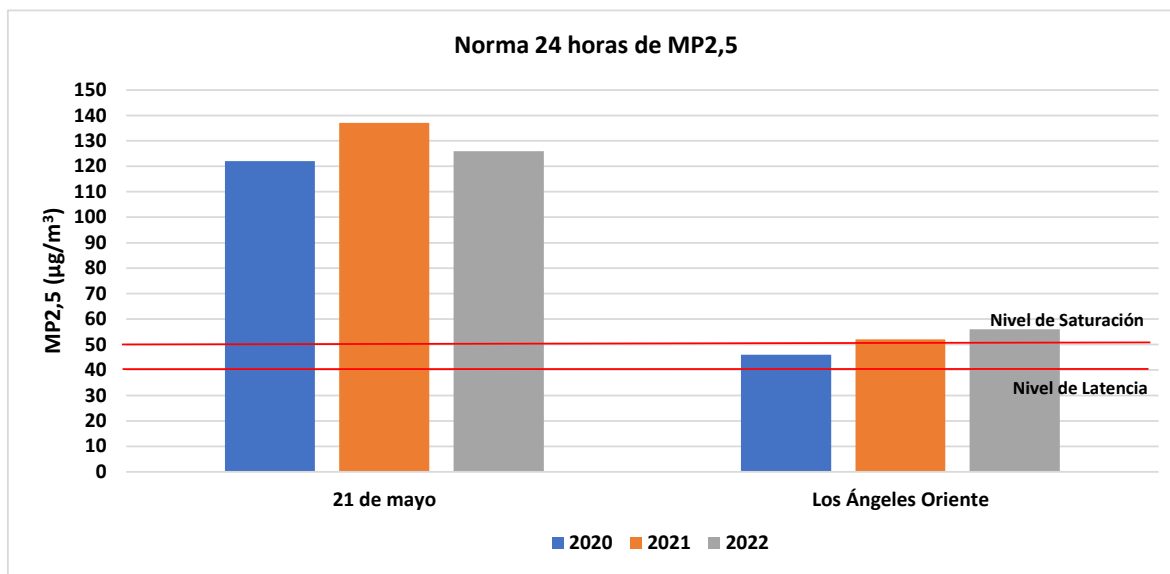


Gráfico 1 Norma 24 horas para MP2,5 para los años 2020, 2021 y 2022

En la Tabla 10, se resume el número de días con excedencias a la norma de 24 horas por estación para todo el periodo en evaluación. El análisis determinó que para la estación 21 de Mayo el número de excedencias para el año 2020 fue de 49 días, para el año 2021 fue de 54 días y para el año 2022 fue de 39 días. Por otra parte, en la estación Los Ángeles el número de excedencias para el año 2020 fue de 6 días, para el año 2021 fue de 8 días y para el año 2022 fue de 10 días.

Tabla 10 N° de Excedencias a la norma 24 horas de MP2,5 para los años 2020, 2021 y 2022

Estación	N° de Excedencias Norma 24 horas 2020	N° de Excedencias Norma 24 horas 2021	N° de Excedencias Norma 24 horas 2022
21 de Mayo	49	54	39
Los Ángeles Oriente	6	8	10

El Gráfico 2 muestra el número de excedencias por cada estación, disgregada a nivel mensual, para el período comprendido entre enero y diciembre del año 2020, donde se observa que los días en los cuales se excede la norma se distribuyen en su mayoría entre abril y septiembre, siendo la estación 21 de Mayo, la que presentó el mayor número de excedencias a la norma de 24 horas todos los años



de estudio. Por su parte, Los Ángeles Oriente presentó para el periodo de estudio excedencias, siendo el año 2022 el que presentó más excedencias a la norma con 10 días de excedencias.

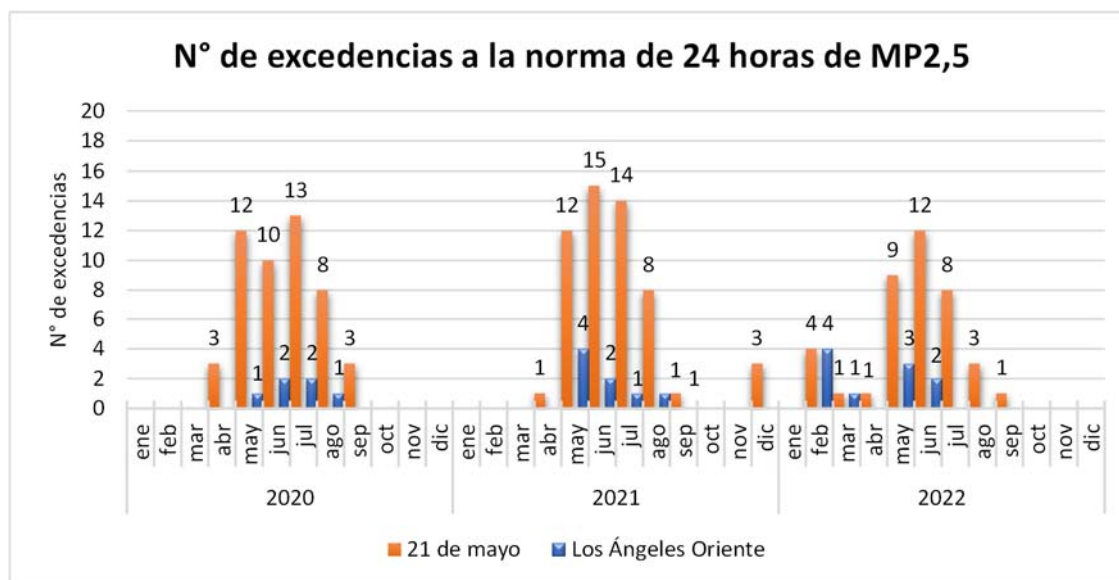


Gráfico 2 Excedencias norma 24 Horas MP2,5 para los años 2020, 2021 y 2022

6.1.2. Evaluación de la norma anual para MP2,5

El periodo de evaluación de la norma anual para MP2,5, corresponde a aquel comprendido entre el día 1° de enero de 2020 y el día 31 de diciembre de 2022. 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 2020, 2021 y 2022, para las estaciones de monitoreo 21 de Mayo y Los Ángeles Oriente.

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 $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en cualquier estación monitorea 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.



De acuerdo con el cálculo del promedio trianual, para, solo fue posible evaluar la norma anual en la estación 21 de Mayo que cumple con el porcentaje de datos validos establecido en la norma.

A continuación, en la Tabla 11 se presentan la evaluación de la norma anual de MP2,5, con la información disponible en las estaciones 21 de Mayo y Los Ángeles Oriente para los años 2020, 2021 y 2022, y el promedio trianual.

Tabla 11 Concentración trianual y porcentaje de la norma MP2,5

Estación	Promedio Anual 2020 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Promedio Anual 2021 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Promedio Anual 2022 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Promedio Trianual (2020-2021-2022) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% de la Norma Anual 20 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
21 de Mayo	27	27	25	26	130
Los Ángeles Oriente	14	13	12	13	65

La evaluación de la norma anual, con la información disponible para los años 2020, 2021 y 2022, concluyó que la norma fue superada en la estación 21 de Mayo. El promedio trianual determinado fue de $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (130%), superando el límite normativo de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Complementariamente, en el Gráfico 3, se pueden observar las concentraciones de la media anual por estación, para el período comprendido entre el día 1° de enero de 2020 y el día 31 de diciembre de 2022.

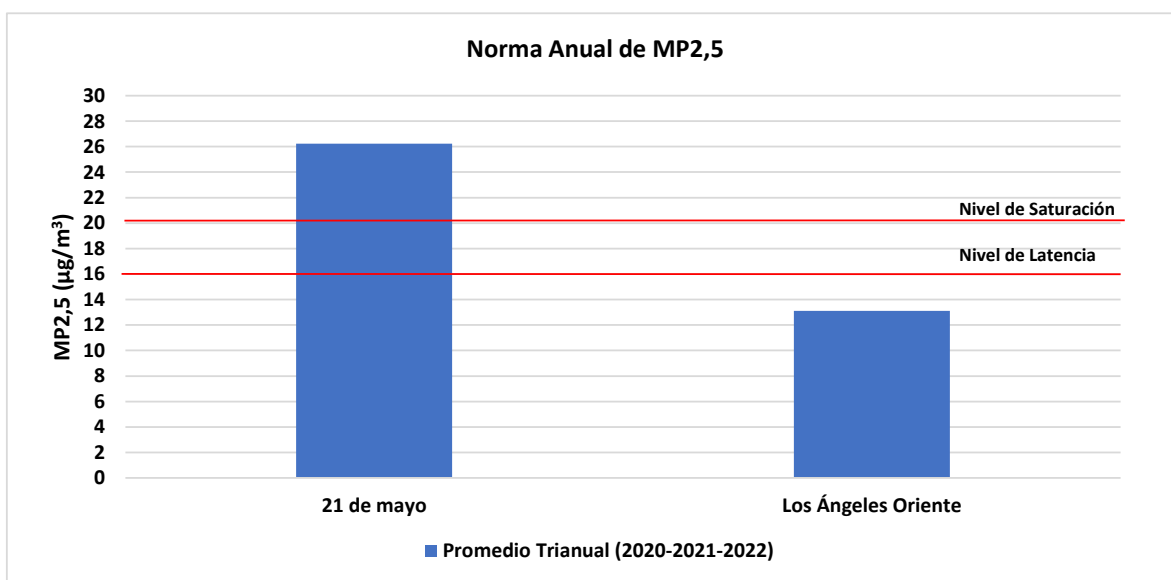


Gráfico 3 Norma Anual para MP2,5, periodo 2020 al 2022



6.2. Evaluación de la norma para MP10

6.2.1. Evaluación de la norma 24 horas MP10

El periodo de evaluación de la norma para MP10, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2020 y el día 31 de diciembre de 2021. 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 2020, 2021 y 2022, de las estaciones 21 de Mayo y Los Ángeles Oriente.

Cabe señalar que, de acuerdo con los límites establecido en el D.S. N° 12/2022, del Ministerio del Medio Ambiente, la norma de calidad del aire para material particulado respirable (MP10), se considerará sobrepasada en las siguientes condiciones:

- En un año calendario, el valor correspondiente al percentil 98 de las concentraciones de 24 horas registradas, sea mayor o igual a 130 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.
- Si antes que concluya un año calendario, el número de días con mediciones sobre el valor de 130 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, sea mayor que siete.

Cabe resaltar que el nuevo límite establecido en la norma es aplicable a partir del año 2022, y para el periodo anterior se encontraba vigente la norma de MP10, D.S. 59/1998, del MINSEGPRES. En la Tabla 12, se presenta un resumen de los valores calculados del percentil 98 de las concentraciones 24 horas de MP10, para los años 2020, 2021 y 2022, de las estaciones de vigilancia de calidad del aire 21 de Mayo y Los Ángeles Oriente.

El análisis de la norma de 24 horas de MP10 para el año 2022, que establece como límite un valor de 130 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ desde el año 2022, mediante el análisis y el cálculo del percentil 98 de las concentraciones de 24 horas de MP10, se determinó que el valor límite fue superado en la estación 21 de Mayo para el año 2022 con una concentración de 135 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, equivalente al 104% del límite de la norma de 130 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. En relación con la estación Los Ángeles Oriente, mediante el cálculo del percentil 98 se obtuvo una concentración de 107 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en el año 2022, superando el 80% del valor límite de la norma con un 82%.

Tabla 12 Evaluación de la norma anual para MP10 para el periodo 2020 al 2022

Estación	Percentil 98 Año 2020 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	% de la Norma 24 horas 2020 150 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Percentil 98 Año 2021 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	% de la Norma 24 horas 2021 150 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Percentil 98 Año 2022 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	% de la Norma 24 horas 2022 130 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)
21 de Mayo	133	89	149	99	135	104



Estación	Percentil 98 Año 2020 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	% de la Norma 24 horas 2020 150 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Percentil 98 Año 2021 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	% de la Norma 24 horas 2021 150 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Percentil 98 Año 2022 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	% de la Norma 24 horas 2022 130 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)
Los Ángeles Oriente	74	49	85	57	107	82

El Gráfico 4 muestra los valores obtenidos del cálculo del percentil 98 de las concentraciones diarias para el contaminante MP10, por estación, para el año 2022.

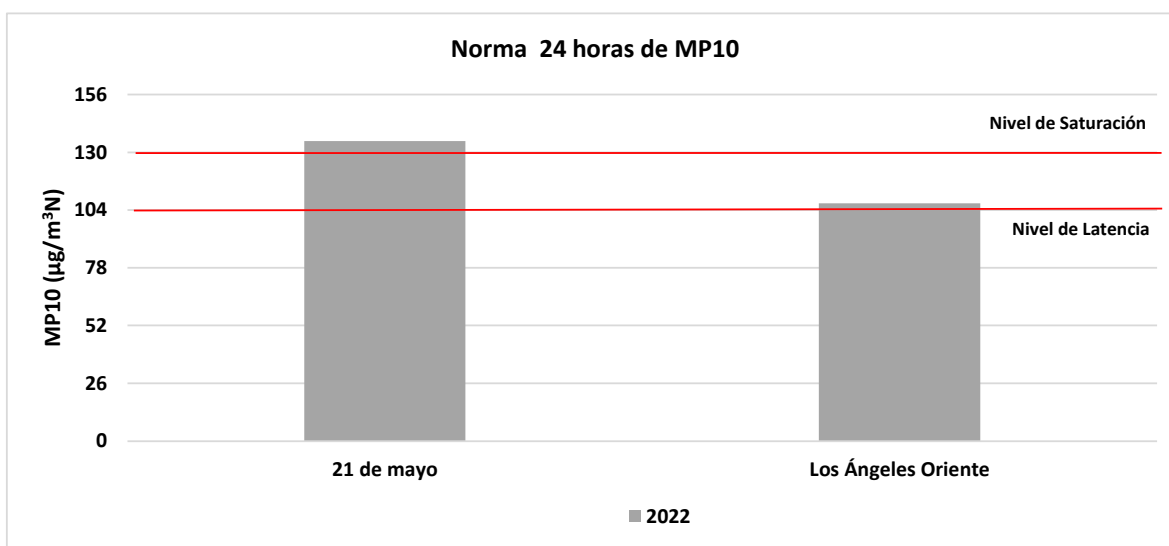


Gráfico 4 Norma 24 horas para MP10 para el año 2022

Adicionalmente, en la Tabla 13, se resume el número de días con excedencias a la norma de 24 horas, cabe señalar que para los años 2020 y 2021 se utilizó el límite de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ de acuerdo a la norma vigente en esos años, para el año 2022 se utilizó el límite $130 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ de la norma vigente en la actualidad. Los resultados obtenidos en el número de excedencias para la estación 21 de Mayo correspondió a: 5 días para el año 2020, 7 días para el año 2021 y 9 días en el año 2022. Por otra parte, en la estación Los Ángeles Oriente presentó un número de 0 días para el año 2020, 1 día para el año 2021 y para el año 2022 presento 2 días con excedencia a la norma de 24 horas.

Tabla 13 N° de excedencias a la norma 24 horas de MP10 para los años 2020, 2021 y 2022

Estación	N° de excedencias a la Norma 24 horas 2020 (Limite $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	N° de excedencias a la Norma 24 horas 2021 (Limite $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	N° de excedencias a la Norma 24 horas 2022 (Limite $130 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)
21 de Mayo	5	7	9



Estación	N° de excedencias a la Norma 24 horas 2020 (Limite 150 µg/m³N)	N° de excedencias a la Norma 24 horas 2021 (Limite 150 µg/m³N)	N° de excedencias a la Norma 24 horas 2022 (Limite 130µg/m³N)
Los Ángeles Oriente	0	1	2

Adicionalmente, en el Gráfico 5, se recopila el número de excedencias de la norma de 24 horas por MP10, a nivel mensual y por estación durante el año 2022, en el gráfico se aprecia un número de días con excedencias en las estaciones 21 de Mayo y Los Ángeles Oriente, con 9 y 2 días de excedencias respectivamente.

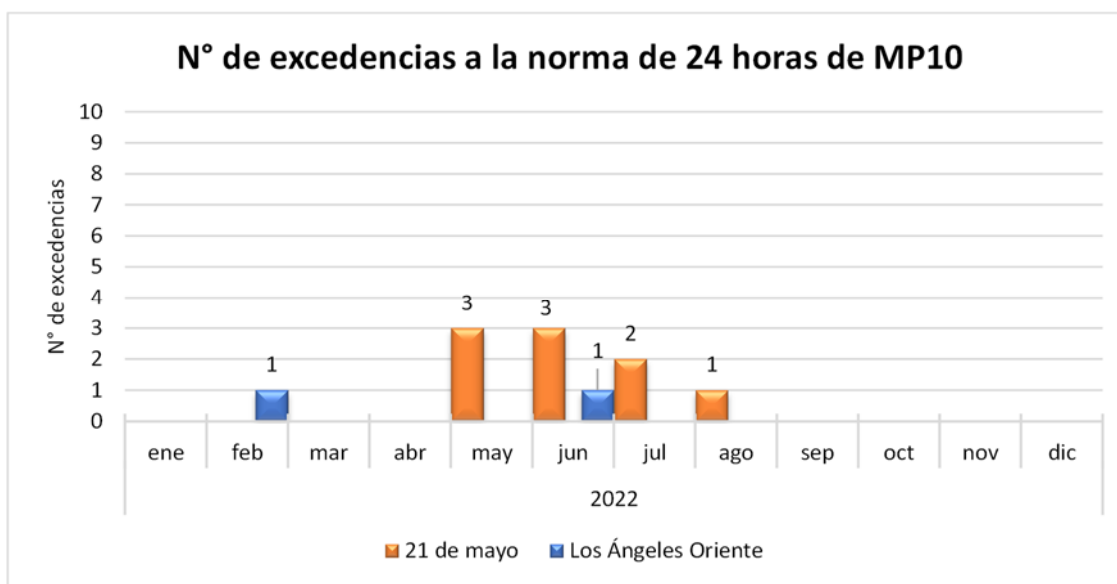


Gráfico 5 Excedencias a la Norma de 24 horas de MP10 para el año 2022

6.2.2. Evaluación de la norma anual para MP10

De acuerdo con los límites establecido en el D.S. N° 12/2022, del Ministerio del Medio Ambiente, la norma primaria anual de calidad del aire para material particulado respirable MP10, se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad ambiental para material particulado respirable MP10 como concentración anual, cuando el promedio aritmético de tres años calendarios consecutivos, en cualquier estación monitorea calificada como EMRP, sea mayor o igual a 50 µg/m³N.

El periodo de evaluación de la norma para MP10, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2020 y el día 31 de diciembre de 2022. 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 2020, 2021 y 2022, para las estaciones 21 de Mayo y Los Ángeles Oriente.

Del análisis de evaluación de la norma anual para MP10, expresada como promedio trianual, se concluyó que la norma anual de MP10 no fue superada en las estaciones en estudio, pero si se observa que la estación 21 de Mayo supera el 80% de la norma anual de MP10, con una concentración de $41 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, equivalente al 82% del límite de la norma anual. En el caso de la estación Los Ángeles Oriente, la norma anual no fue superada y la concentración obtenida fue de $34 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, correspondiente al 68% del límite de la norma anual.

Tabla 14 Evaluación de la norma anual para MP10 para el periodo 2020 al 2021

Estación	Promedio Anual 2020 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Promedio Anual 2021 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Promedio Anual 2022 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Promedio Trianual (2020-2021-2022) ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	% de la Norma Anual 50 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)
21 de Mayo	43	42	38	41	82
Los Ángeles Oriente	31	35	35	34	68

Complementariamente, en el Gráfico 6, se puede observar la concentración correspondiente al promedio aritmético de tres años calendarios consecutivos, para el período comprendido entre el día 1° de enero de 2020 y el día 31 de diciembre de 2022, de la estación 21 de Mayo y Los Ángeles Oriente.

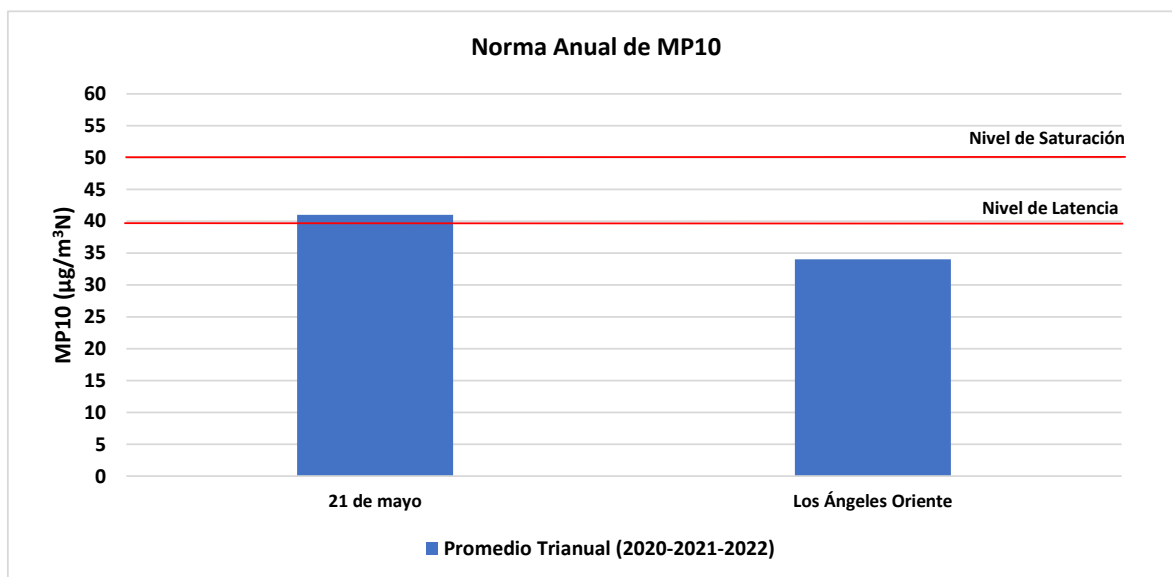


Gráfico 6 Promedio trianual para los años 2020, 2021 y 2022



7. CONCLUSIONES

La revisión de la norma primaria de calidad del aire de MP2,5 y MP10, se realizó en base al periodo comprendido entre el 1° de enero de 2020 y el 31 de diciembre de 2022, considerándose válidos los datos generados de las mediciones de MP2,5 y MP10, de las estaciones 21 de Mayo y Los Ángeles Oriente de la Ciudad de Los Ángeles, pertenecientes al Ministerio del Medio Ambiente.

Para verificar el cumplimiento de la norma de MP2,5 y MP10, se tomó en cuenta la representatividad poblacional para material particulado (MP2,5 y MP10) 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 2020, 2021 y 2022.

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 concluyó que los valores correspondientes al percentil 98 de las concentraciones diarias para los años 2020, 2021 y 2022 superaron el límite de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ establecido en la norma de MP2,5. El análisis determinó que la concentración en la estación 21 de Mayo en el año 2020 fue de 122 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (244%), en el año 2021 fue de 137 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (274%) y en el año 2022 de 126 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (252%). En el caso de la estación Los Ángeles Oriente, las concentraciones determinadas han presentado un ascenso superando el valor límite normado en los años 2021 y 2022, con concentraciones de 46 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (92%) en 2020, 52 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (104%) en 2021 y de 56 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (112%) para el año 2022.

Complementariamente, se calculó el número de días con excedencias a la norma de 24 horas para cada estación, determinándose que la estación 21 de mayo presentó 49 días en 2020, 54 días en 2021 y por último 39 días de excedencias en el año 2022, mientras tanto en la estación Los Ángeles Oriente de acuerdo a la disponibilidad de datos, se determinó que el número de excedencias a la norma de 24 horas para el año 2020 fue de 6 días, el año 2021 fue de 8 días y para el año 2022 fue de 10 días.

La evaluación de la norma anual para MP2,5, con la información disponible se pudo determinar el promedio anual para los años 2020, 2021 y 2022 en la estación denominada 21 de Mayo. El promedio trianual para el periodo mencionado, concluyó que la norma anual fue superada con una concentración promedio de 26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, correspondiente al 130% del límite de la norma anual. En la



estación denominada Los Ángeles Oriente el promedio trianual para el periodo comprendido entre el año 2020 y el año 2022, concluyó que la norma anual no fue superada y tampoco el 80%, obteniéndose una concentración promedio trianual de $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$, correspondiente al 65% del límite de la norma anual.

Norma de calidad del aire para MP10

El análisis de la norma de 24 horas de MP10 para el año 2022, que establece como límite un valor de $130 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ desde el año 2022, mediante el análisis y el cálculo del percentil 98 de las concentraciones de 24 horas de MP10, se determinó que el valor límite fue superado en la estación 21 de Mayo para el año 2022 con una concentración de $135 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, equivalente al 104% del límite de la norma. En relación con la estación Los Ángeles Oriente, mediante el cálculo del percentil 98 se obtuvo una concentración de $107 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en el año 2022, superando el 80% del valor límite de la norma con un 82%.

En forma complementaria, se calculó el número de días con excedencias a la norma de 24 horas en el año 2022 y considerando el límite $130 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, determinándose 9 días de excedencias en el año 2022. Respecto a la estación Los Ángeles Oriente el número de días con excedencias a la norma de 24 horas en el año 2022 fue de 2 días.

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 (2020-2021-2022), se concluyó que la norma anual de MP10 no fue superada en las estaciones en estudio, pero si se superó el 80% de la norma en la estación 21 de Mayo con un valor de $41 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, equivalente al 82% del límite de la norma anual. Con relación a Los Ángeles Oriente, la estación presentó una concentración promedio trianual de $34 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, equivalente al 68% del límite de la norma anual por lo que la evaluación de la norma no fue superada.



8. ANEXOS

N° Anexo	Nombre Anexo
1	Resoluciones EMRP.
2	Datos de calidad del aire para el año 2020, 2021 y 2022.

