



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 TEMUCO Y PADRE LAS CASAS
REGIÓN DE LA ARAUCANIA**

SECCIÓN DE CALIDAD DEL AIRE Y EMISIONES ATMOSFÉRICAS

DIVISIÓN DE FISCALIZACIÓN

DFZ-2020-3693-IX-NC

DICIEMBRE 2020




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

TABLA DE CONTENIDOS

	<i>Página</i>
1. RESUMEN EJECUTIVO.....	3
2. INTRODUCCIÓN	5
3. OBJETIVOS.....	7
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 TEMUCO Y PADRE LAS CASAS.....	10
5.3 AUDITORÍA DE DATOS	11
6. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUPERACIÓN DE NORMA.....	13
6.1 EVALUACIÓN DE LA NORMA PARA MP2,5.....	13
6.1.1 <i>Evaluación de la norma 24 horas para MP2,5.....</i>	<i>13</i>
6.1.2 <i>Evaluación de la norma anual para MP2,5.....</i>	<i>16</i>
6.2 EVALUACIÓN DE LA NORMA PARA MP10.....	17
6.2.1 <i>Evaluación de la norma 24 horas MP10</i>	<i>17</i>
6.2.2 <i>Evaluación de la norma anual para MP10.....</i>	<i>19</i>
7. CONCLUSIONES.....	21
8. ANEXOS	23

1. RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento da cuenta de la evaluación del cumplimiento de la norma de calidad del aire para material particulado fino respirable MP2,5 y MP10, contenidas en el D.S. N° 12/2011, del Ministerio del Medio Ambiente y el D.S. N° 59/1998, modificado por el D.S. N° 45/2001, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Lo anterior de acuerdo con lo establecido en el Artículo 16° del párrafo II, de la Ley Orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente: “Corresponderá a la Superintendencia del Medio Ambiente, fiscalizar el cumplimiento de las normas de calidad y normas de emisión de cada región, incluida la Metropolitana.”

La actividad de fiscalización consideró la auditoría de los datos proporcionados por el Ministerio del Medio Ambiente, de las estaciones de la Región de la Araucanía, declaradas como estaciones de monitoreo con representatividad poblacional (en adelante, EMRP) para material particulado; MP2,5 y MP10.

La actividad de fiscalización de la norma primaria de calidad del aire corresponde a un examen de información para MP2,5 y MP10, donde se consideraron los datos validados proporcionados por el Ministerio de Medio Ambiente, de las estaciones de la Región de la Araucanía. Dicha información fue sometida a una auditoría de validación y ratificación por parte de la SMA, además, se verificó el cumplimiento de los requerimientos de las normas primarias de MP2,5 y MP10, la representatividad poblacional de las estaciones para material particulado MP2,5 y MP10 y el empleo de instrumentos de medición de contaminantes atmosféricos con aprobación EPA.

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

Para la auditoría de los datos de mediciones horarias y diarios se consideraron los criterios establecidos en las normas primarias de calidad del aire tanto para MP2,5 como para MP10, que indican que 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.

Norma de calidad del aire para MP2,5

La evaluación de la norma 24 horas para MP2,5 que establece como límite $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mediante el análisis de los datos de MP2,5 y el cálculo del percentil 98 de las concentraciones, se determinó que la norma fue superada en todo el periodo evaluado en las tres (3) estaciones calificadas como EMRP para MP2,5, las concentraciones determinadas para el año 2019 correspondieron a $158 \mu\text{g}/\text{m}^3$

(316%) en Padre Las Casas, a $106 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (212%) en Las Encinas y a $79 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (158%) en estación Ñielol.

Complementariamente, se calculó el número de días con excedencias a la norma de 24 horas para cada estación, determinándose que todas las estaciones presentaron un número superior a 7 excedencias anuales, siendo la estación Padre Las Casas la que presentó el mayor número de excedencias con 89 días para el año 2019.

En relación a la evaluación de la norma anual para MP2,5, mediante el cálculo del promedio trianual de las concentraciones, se concluyó que la norma fue superada en 2 de las 3 estaciones analizadas, encontrándose la estación Padre Las Casas con una concentración de $42 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (210%) y la estación Las Encinas con una concentración de $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (140%). En relación con la estación Ñielol no fue posible evaluar la norma, debido a que solo presentó 45% de datos válidos y no cumplió con el requisito establecido en el artículo 6° de la norma.

Norma de calidad del aire para MP10

En relación a la evaluación de la norma de 24 horas de MP10, para los años 2017, 2018 y 2019, y que fija como límite una concentración de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, mediante el cálculo del percentil 98 de las concentraciones de 24 horas, se determinó que la norma de 24 horas solo fue superada en la estación Padre Las Casas con una concentración de $159 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, equivalente al 106% del límite de la norma, mientras que en estación Las Encinas se superó el 80% de la norma de 24 horas con una concentración de $121 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (81%).

Complementariamente, se calculó el número de días con excedencias a la norma de 24 horas para cada estación, determinándose que para el año 2019 solo la estación de Padre Las Casas presentó un número de 11 días de excedencias.

Respecto de la norma anual de MP10 que establece como límite una concentración de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, mediante el cálculo del promedio trianual (2017-2018-2019), se determinó que la norma anual de MP10 fue superada en la estación Padre Las Casas con una concentración trianual de $54 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, equivalente al 108% del límite de la norma. Cabe señalar, que la estación Las Encinas superó el 80% de la norma anual con una concentración trianual de $41 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (82%). Respecto de la estación Ñielol no fue posible evaluar la norma, debido a que solo presentó 45% de datos válidos y no cumplió con el requisito establecido en el artículo 7° de la norma.

2. INTRODUCCIÓN

El área metropolitana de la Ciudad de Temuco o Gran Temuco está conformada por las áreas urbanas de dos comunas, Temuco y Padre Las Casas, ambas pertenecientes a la Región de la Araucanía.

Las comunas de Temuco y Padre Las Casas se localizan en la Región de la Araucanía, provincia de Cautín, a 689,95 y 684,3 km de Santiago respectivamente; entre ellas la distancia corresponde a 5,65 km. La comuna de Temuco, es la capital regional de La Araucanía, y sus límites administrativos son: hacia el norte con las comunas de Galvarino y Chol-Chol; al sur con la comuna de Padre Las Casas; al oeste con Nueva Imperial; y al este con las comunas de Lautaro y Vilcún.

Los límites administrativos de la comuna de Padre Las Casas que señalan su ubicación son los siguientes: Norte: Río Cautín. Oeste: Comuna de Nueva Imperial. Este: Río Huichahue y Río Quepe. Sur: Río Quepe hasta la confluencia con el Estero Puello, hacia el SE el límite queda definido por el Río Huichahue.

Temuco y Padre Las Casas, poseen una superficie de 50,9 y 6,13 km² respectivamente, su población total es de 358,541 habitantes, que corresponden a 282,415 habitantes para Temuco y una población de 76.126 habitantes de Padre Las Casas (CENSO 2017, INE).

En el año 2005 a través del D.S. N° 35, del MINSEGPRES, se declara zona saturada por material particulado respirable MP10, como concentración de 24 horas, a las comunas de Temuco y Padre Las Casas. Una vez declarada las mencionadas comunas como zona saturada, y conforme a lo establecido en los artículos 32 y 44 de la Ley 19.300, consecutivamente el mismo año se dio inicio a la elaboración del D.S. N° 78 de 2009, del MINSEGPRES, que establece el Plan de Descontaminación Atmosférica, en adelante PDA (modificado posteriormente por el D.S. N°8 de 2015, del MMA).

En el año 2013 mediante Decreto Supremo N° 2, de 10 de enero de 2013, del Ministerio del Medio Ambiente, declaró Zona Saturada por Material Particulado Fino Respirable MP2,5, como concentración diaria, a las comunas de Temuco y Padre Las Casas. Seguidamente el mismo año se dio inicio al proceso de actualización del Plan de Descontaminación Atmosférica de Temuco y Padre Las Casas por MP10, ya mencionado, seguido al proceso de elaboración del Plan de Descontaminación Atmosférica por Material Particulado Fino Respirable MP2,5.

Posteriormente, mediante D.S. N° 8, de 2015, del Ministerio del Medio Ambiente, se estableció el "Plan de Descontaminación Atmosférica por MP2,5 para las comunas de Temuco y Padre Las Casas y de actualización del Plan de Descontaminación por MP10, para las mismas comunas (en adelante, "PDA de Temuco y Padre Las Casas").

Normas primarias de calidad ambiental

El 18 de enero de 2011 el Ministerio del Medio Ambiente estableció la norma primaria de calidad ambiental para material particulado fino respirable MP2,5, D.S. N° 12/2011 del MMA, con entrada en vigencia a partir del 1° de enero de 2012. En ella se establecen los límites de calidad primaria para MP2,5, con un máximo de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ como concentración anual y 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ como concentración de 24 horas.

En el año 2018 la Superintendencia del Medio Ambiente realizó una fiscalización ambiental a la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Temuco y Padre Las Casas, con el objeto de evaluar la representatividad poblacional para MP2,5 y MP10 de la Estación de monitoreo “Ñielol”, ubicada en la comuna de Temuco. Producto de esta fiscalización en el año 2019, se calificó como EMRP.

Cabe señalar que, para evaluar la calidad del aire por MP2,5 y MP10 se utilizaron las estaciones de monitoreo con Representatividad Poblacional (EMRP) correspondientes a Las Encinas, Ñielol y Padre Las Casas.

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 SMA realizó una auditoría y análisis de los datos para los años 2017, 2018 y 2019, con el fin de obtener información válida que permita evaluar las normas de calidad del aire. Se debe señalar que los datos fueron proporcionados por el Ministerio del Medio Ambiente, mediante el Of. Ord. N° 202482 del 30 de junio de 2020.

Estos antecedentes permitirán al Ministerio del Medio Ambiente activar los instrumentos de política pública que correspondan, de acuerdo con lo establecido en la Resolución Exenta N° 302, de 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 es evaluar el cumplimiento de las normas de calidad del aire primaria para MP2,5 y MP10, en su nivel diario y anual, según corresponda, considerando el período de información comprendido entre el 1° de enero de 2017 y el 31 de diciembre de 2019, en las estaciones que cuentan con representatividad poblacional para material particulado MP2,5 y MP10.

Para lo anterior se determinó la validez de las mediciones de MP2,5 y MP10, realizadas por la Red de vigilancia de Calidad del Aire de Temuco y Padre Las Casas, en base a una auditoría de los datos reportados para los años 2017, 2018 y 2019.

4. ALCANCE

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

Las estaciones utilizadas para la evaluación de datos de MP10, que cumplen con ser estaciones con EMRP para MP2,5 y MP10 corresponden a Las Encinas, Ñielol y Padre Las Casas.

El presente documento evaluó el cumplimiento de las normas primarias de calidad vigentes para el periodo evaluado entre el 1° de enero de 2017 y el 31 de diciembre de 2019. A continuación, en la Tabla 1 se muestran los valores límite a nivel diario y anual, por contaminante y cuerpo normativo:

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

Norma	Contaminante	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	150 µg/m ³ N	50 µg/m ³ N
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

Para la evaluación de los datos de MP2,5 y MP10 en los años 2017, 2018 y 2019, el Ministerio remitió a esta Superintendencia, mediante el Of. Ord. N° 202482 del 30 de junio de 2020, los datos crudos, datos validados y códigos de invalidación, en promedios horarios y en el formato establecido en el D.S. N° 61/2008, modificado por el D.S. N°30/2009, del MINSAL. Los datos evaluados de MP2,5 y MP10, corresponden a las mediciones realizadas en las estaciones declaradas con representatividad poblacional para material particulado, indicadas en el punto 5.1 de este documento.

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

En la Tabla 2 se describen las estaciones de la red de monitoreo de calidad del aire de la Región de la Araucanía, comunas Temuco y Padre Las Casas, y sus respectivas resoluciones que las califican como estación de monitoreo con representatividad poblacional para material particulado 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
Las Encinas	Res. Exenta N° 12495 del 14 de agosto de 2012, de la Secretaría Regional Ministerial de Salud. Araucanía	Res. Exenta N° 1480 del 02 de mayo de 2005, de la Secretaría Regional Ministerial de Salud. Araucanía
Ñielol	Res. Exenta N° 280 del 22 de febrero de 2019, de la Superintendencia del Medio Ambiente. ⁽¹⁾	Res. Exenta N° 279 del 22 de febrero de 2019, de la Superintendencia del Medio Ambiente. ⁽¹⁾
Padre Las Casas	Res. Exenta N° 8961 del 05 de junio de 2012, de la Secretaría Regional Ministerial de Salud de la Araucanía	Res. Exenta N° 8959 del 05 de junio de 2012, de la Secretaría Regional Ministerial de Salud. Araucanía

¹ Datos validos a partir del 20 de julio de 2017, según Resoluciones Exenta N° 280 para MP2,5 y Resolución N° 279 para MP10 (SMA).

Por su parte, en la Tabla 3 se describe la ubicación de las estaciones de la Red de monitoreo de la Región de la Araucanía, cuya representación gráfica se ilustra en la Figura 1.

Tabla 3 Georreferenciación de las estaciones de la Red Temuco y Padre Las Casas

Propietario	Estación	Coordenadas UTM (m) Datum WGS84, Huso 19 S*	
		E	N
MMA	LAS ENCINAS	706759 E	5708423 N
MMA	ÑIELOL	710378 E	5710745 N
MMA	PADRE LAS CASAS	708625 E	5706593 N

*Referencia de las resoluciones EMRP.

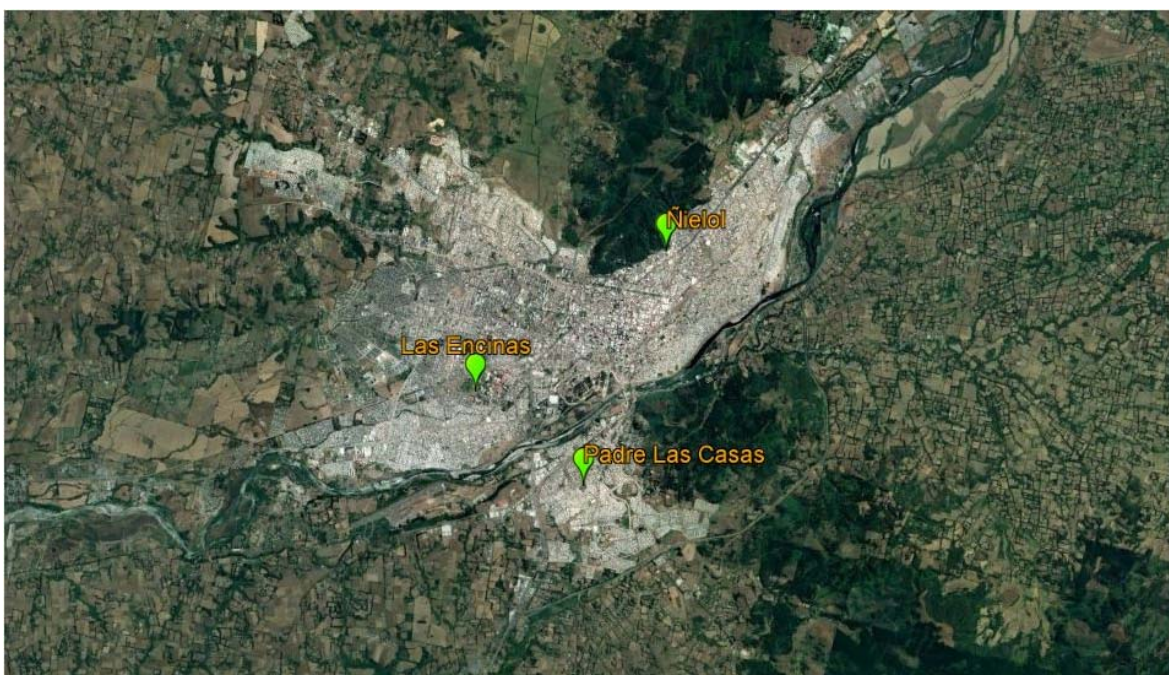


Figura 1 Ubicación de estaciones de calidad del aire del aire de Temuco y Padre Las Casas.

5.2 Descripción de los instrumentos de medición de la Red de Temuco y Padre Las Casas

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

Tabla 4 Listado de estaciones de vigilancia, instrumento y método de medición

Estación	Parámetro	Método de Medición	Marca/Modelo	Método de Referencia o Equivalente EPA
Las Encinas	MP2,5	Basado en el principio de atenuación beta	Met One MP2,5	EQPM-0308-170
	MP10	Basado en el principio de atenuación beta	Met One MP10	EQPM-0798-122
Ñielol	MP2,5	Basado en el principio de atenuación beta	Met One MP2,5	EQPM-0308-170
	MP10	Basado en el principio de atenuación beta	Met One MP10	EQPM-0798-122
Padre Las Casas	MP2,5	Basado en el principio de atenuación beta	Met One MP2,5	EQPM-0308-170
	MP10	Basado en el principio de atenuación beta	Met One MP10	EQPM-0798-122

¹ https://www.epa.gov/sites/production/files/2019-08/documents/designated_reference_and-equivalent_methods.pdf

5.3 Auditoría de datos

Los datos de MP2,5 y MP10 para los años 2017, 2018 y 2019, validados por el MMA, fueron sometidos a una revisión usando los criterios establecidos en las normas primarias de calidad del aire para dichos contaminantes y de acuerdo a lo indicado en el D.S. N° 61/2008, modificado por D.S. N° 30/2009 de MINSAL. Además, se evaluó el comportamiento de los datos para el periodo en estudio, a través de gráficas de series de tiempo para cada una de las estaciones.

La auditoría de los datos medidos con instrumentos de medición continuo, consideró una revisión de los códigos de invalidación horarios reportados para el contaminante MP2,5 y MP10 de cada estación, se evaluó el número de días sin dato o dato inválido. De este análisis se presentó el siguiente porcentaje de datos inválidos para los años 2017, 2018 y 2019.

En la Tabla 5 se recopilan los porcentajes de datos inválidos por estación y contaminante para el año 2017, 2018 y 2019. En ésta se observa que la mayoría de las estaciones registra menos del 25% de sus datos inválidos, sin embargo, la estación Ñielol para el año 2017 presenta un porcentaje de datos inválidos superior de 55 para MP2,5 y MP10, debido a que cuenta con declaración de EMRP-MP2,5 y EMRP-MP10 a partir de Julio 2017.

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

Estación	2017		2018		2019	
	MP2,5 % Horario	MP10 % Horario	MP2,5 % Horario	MP10 % Horario	MP2,5 % Horario	MP10 % Horario
Las Encinas	2,0	0,9	2,6	1,2	2,0	4,0
Ñielol	55,0	55,0	1,9	2,1	2,7	1,8
Padre Las Casas	1,5	2,1	3,2	3,0	2,7	2,7

Mediante el análisis estadístico se determinó la cantidad de datos disponible para el cálculo de los promedios diarios. La construcción de los promedios diarios (24 horas) se realizó en base a la disponibilidad de datos por día, 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 casos de días con un porcentaje menor al 75% de horas, éstos se invalidaron de acuerdo a lo descrito en el decreto mencionado.

En las tablas siguientes, se resumen los días válidos por año y estación para los contaminantes MP2,5 y MP10, en la tabla se puede observar que el porcentaje de datos válidos es superior al 75%, en las

estaciones Las Encinas y Padre Las Casas para los años 2017, 2018 y 2019, en tanto, para la estación Ñielol para 2018 y 2019.

El resumen de datos disponibles permite concluir que, se dispone de la información suficiente para realizar un análisis estadístico, aplicando los criterios especificados en cada norma primaria de calidad del aire.

Tabla 6 Porcentaje de datos válidos por año para MP2,5 y MP10 (2017-2018-2019)

Estación	Año	N° de Datos Disponibles (Días) MP2,5	Porcentaje de datos (%)	N° de Datos Disponibles (Días) MP10	Porcentaje de datos (%)
Las Encinas	2017	358	98	363	99
	2018	355	97	362	99
	2019	357	98	343	94
Ñielol	2017	164	45 ⁽¹⁾	163	45 ⁽¹⁾
	2018	359	98	357	98
	2019	354	97	357	98
Padre Las Casas	2017	360	99	357	98
	2018	352	96	351	96
	2019	354	97	353	97

¹ Datos validos a partir del 20 de julio de 2017, según Resoluciones Exenta N° 280/SMA para MP2,5 y Resolución N° 279/SMA para MP10.

Para efectos de la evaluación anual de las normas primarias de MP2,5 y MP10, a continuación, en las Tablas 7 y 8, se resume el porcentaje de datos disponibles a nivel mensual, de las estaciones Las Encinas, Ñielol y Padre Las Casas, observándose una disponibilidad de datos mensuales superior al 75% para los tres (3) años en evaluación.

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

		MESES (%)											
		Red Temuco y Padre Las Casas											
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Las Encinas	2017	80,6	100	100	100	100	100	100	100	100	96,8	100	100
	2018	87,1	100	87,1	96,7	100	100	100	100	100	100	96,7	100
	2019	80,6	100	100	100	100	100	100	96,8	100	100	100	96,8
Ñielol	2017	---	---	---	---	---	---	38,7 ⁽¹⁾	100	96,7	100	100	100
	2018	87,1	100	100	96,7	100	100	100	100	96,7	100	100	100
	2019	87,1	100	93,5	100	100	100	100	96,8	100	100	86,7	100
Padre Las Casas	2017	100	86	100	100	100	100	100	97	100	100	100	100
	2018	87,1	96,4	87,1	100	100	100	100	100	100	93,5	100	93,5
	2019	100	82,1	87,1	93,3	100	100	100	100	100	100	100	100

¹Inicio de las mediciones válidas a partir del 20 de julio de 2017 en estación Ñielol. De acuerdo con Res. Exenta N° 280/SMA.

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

		MESES (%)											
		Red Temuco y Padre Las Casas											
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Las Encinas	2017	100	100	96,8	100	100	100	100	100	100	96,8	100	100
	2018	100	100	93,5	96,7	100	100	100	100	100	100	100	100
	2019	90,3	75	67,7	100	100	100	100	96,8	100	100	100	96,8
Ñielol	2017	---	---	---	---	---	---	38,7 ⁽¹⁾	100	96,7	96,8	100	100
	2018	87,1	100	100	96,7	100	100	96,8	100	96,7	100	100	96,8
	2019	83,9	100	93,5	100	100	100	100	100	100	100	96,7	100
Padre Las Casas	2017	100	85,7	100	100	100	96,7	100	100	93,3	100	100	96,8
	2018	83,9	100	100	100	100	100	100	93,5	100	93,5	100	83,9
	2019	96,8	82,1	96,8	100	96,8	96,7	100	100	90,0	100	100	100

¹Inicio de las mediciones válidas a partir del 20 de julio de 2017 en estación Ñielol. De acuerdo con Res. Exenta N° 279/SMA.

6. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUPERACIÓN DE NORMA

6.1 Evaluación de la norma para MP2,5

6.1.1 Evaluación de la norma 24 horas para MP2,5

El periodo de evaluación de superación de la norma para MP2,5, corresponde a aquel comprendido entre el día 1° de enero de 2017 y el día 31 de diciembre de 2019. En la Tabla 8, se presenta un resumen de los valores calculados del percentil 98 de la concentración 24 horas de MP2,5, para los años 2017, 2018 y 2019, de las estaciones de la red de vigilancia de calidad del aire de Temuco y Padre Las Casas.

De acuerdo con los límites establecido en el D.S. N° 12/2011 del MMA, se considerará sobrepasada la norma para MP2,5 cuando el percentil 98 de los promedios diarios registrados durante un año, sea mayor a 50 µg/m³, en cualquier estación monitorea calificada como EMRPMP2,5.

Tabla 9 Percentil 98 de las concentraciones de 24 horas de MP2,5

Estación	Percentil 98 Año 2017 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% de la Norma 24 horas 2017 50 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Percentil 98 Año 2018 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% de la Norma 24 horas 2018 50 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Percentil 98 Año 2019 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% de la Norma 24 horas 2019 50 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Las Encinas	159	318	146	292	106	212
Ñielol ⁽¹⁾	65	130	116	232	79	158
Padre Las Casas	226	452	233	466	158	316

¹Inicio de las mediciones válidas a partir del 20 de julio de 2017 en estación Ñielol.

De acuerdo con el análisis efectuado y la determinación del percentil 98 con las concentraciones de 24 horas para los años 2017, 2018 y 2019, determinó que el valor de la norma 24 horas para MP2,5, fue superada en las estaciones Las Encinas, Ñielol y Padre Las Casas. Para el periodo en evaluación 2017 al 2019, los valores obtenidos en todas las estaciones de monitoreo se encontraron por sobre el 100% de la norma de 24 horas, siendo la Estación Padre Las Casas la que presentó las concentraciones más altas para todo el periodo en estudio. Cabe señalar que, para el año 2019 las concentraciones obtenidas mediante el cálculo del percentil 98, correspondieron a 158 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en estación Padre Las Casas, a 106 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en estación Las Encinas, y a 79 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en estación Ñielol, concentraciones equivalentes a 316%, 212% y 158% de la norma 24 horas, respectivamente.

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

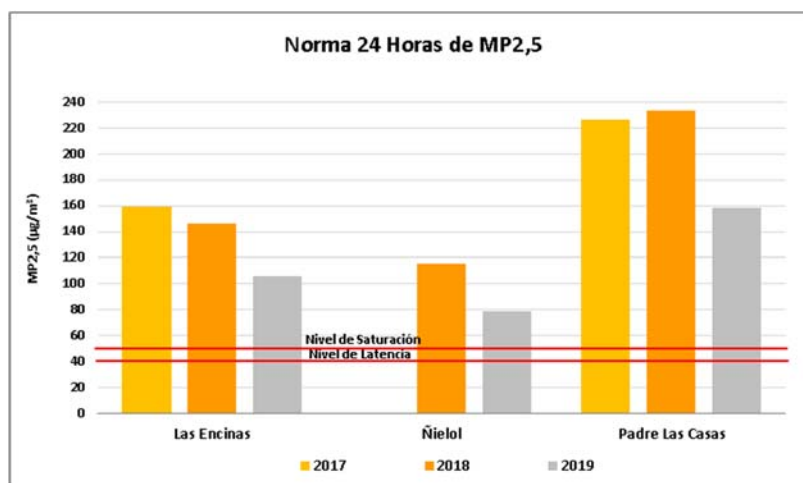


Gráfico 1 Norma 24 horas para MP2,5 por año

Cabe señalar que al considerar las concentraciones diarias de MP2,5 para un año calendario (365 o 366 días), el cálculo del percentil 98 permite un máximo de 7 excedencias, es decir 7 días con registros mayores a 50 µg/m³ como concentración de 24 horas.

En la Tabla 10 se resume el número de días de excedencias a la norma de 24 horas por estación durante el año 2019, la cual muestra que el mayor número de días con excedencias se presentó en las estaciones de Padre Las Casas con 89 días, Las Encinas con 41 días y Ñielol con 23 días.

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

Estación	Días superación Norma 24 horas 2019
Las Encinas	41
Ñielol	23
Padre Las Casas	89

El Gráfico 2 muestra el número de excedencias por estación, disgregada a nivel mensual, para el período comprendido entre enero y diciembre del 2019. Se observa que, los días en los cuales se excede la norma, se distribuyen en su mayoría entre los meses de abril y agosto, siendo la estación de Padre Las Casas y Las Encinas, las que presentaron el mayor número de excedencias a la norma de 24 horas, con 89 y 41 días respectivamente.

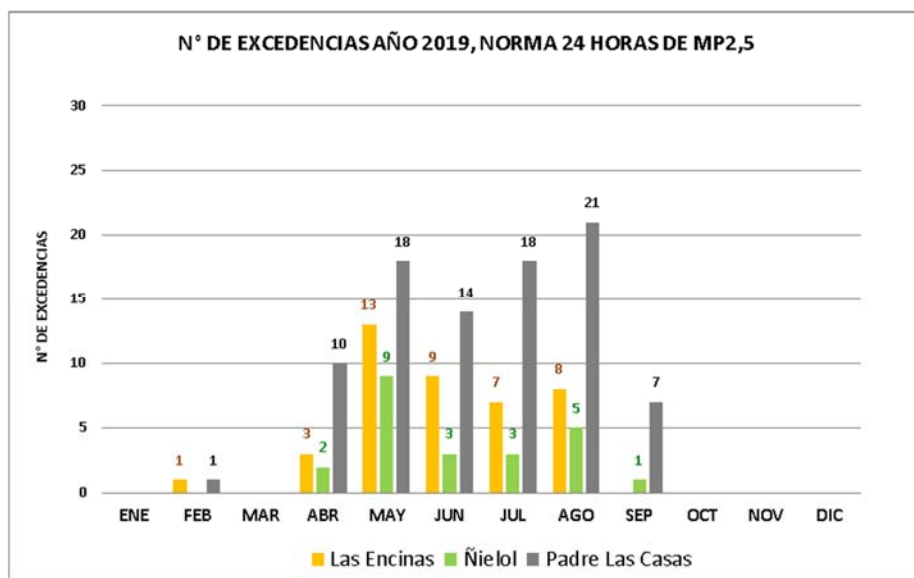


Gráfico 2 Excedencias a la norma 24 Horas MP2,5 para el año 2019

6.1.2 Evaluación de la norma anual para MP2,5

El periodo de evaluación de superación de la norma anual para MP2,5, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2017 y el día 31 de diciembre de 2019. En la Tabla 11, se presenta un resumen de los valores obtenidos a través del cálculo de la media anual de las concentraciones de 24 horas de MP2,5, para los años 2017, 2018 y 2019, en las estaciones de monitoreo de la Red de monitoreo de Temuco y Padre Las Casas.

De acuerdo a 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 monitora calificada como EMRPMP2,5.

Cabe señalar que la norma anual para MP2,5 requiere determinar el promedio aritmético de 3 años calendario consecutivos de las concentraciones anuales. Si al cabo de un año, en alguna de las estaciones de monitoreo de calidad del aire clasificadas como EMRP, se verifica la superación de la norma, su frecuencia de medición deberá ser diaria.

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

Estación	Promedio Anual 2017 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Promedio Anual 2018 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Promedio Anual 2019 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Promedio Trianual (2017-2018-2019) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% de la Norma Anual 20 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Las Encinas	27	33	23	28	140
Ñielol ¹	---	21	16	---	---
Padre Las Casas	40	49	37	42	210

¹ Inicio de las mediciones válidas a partir del 20 de julio de 2017 en estación Ñielol.

La evaluación de la norma anual, con la información disponible para los años 2017, 2018 y 2019, indica que ésta fue superada en las estaciones Las Encinas y Padre Las Casas de la Red de Temuco y Padre Las Casas, encontrándose las estaciones de Padre Las Casas con una concentración de 42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (210%) y Las Encinas con una concentración de 28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (140%). Cabe señalar que en la estación Ñielol no se pudo evaluar la norma, esto debido a que en el año 2017 solo presentó un porcentaje de datos válidos de 45% y no cumplió con el requisito establecido en el artículo 6° de la norma.

Complementariamente, en el Gráfico 2, se pueden observar las concentraciones de la media trianual por estación, para el período comprendido entre el día 1° de enero de 2017 y el día 31 de diciembre de 2019.

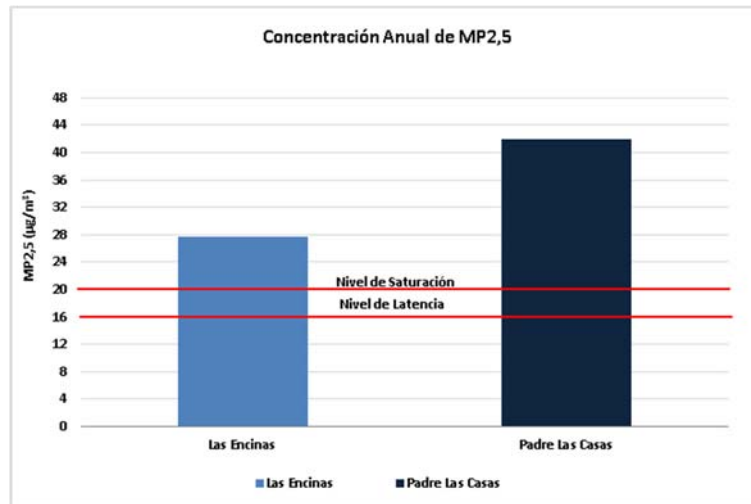


Gráfico 2 Norma Anual para MP2,5, Promedio trianual periodo 2017 al 2019

6.2 Evaluación de la norma para MP10

6.2.1 Evaluación de la norma 24 horas MP10

El periodo de evaluación de superación de la norma para MP10, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2017 y el día 31 de diciembre de 2019. En la Tabla 12, se presenta un resumen de los valores calculados del percentil 98 de la concentración 24 horas de la norma de MP10, para los años 2017, 2018 y 2019, de las estaciones Las Encinas, Ñielol y Padre Las Casas.

Cabe señalar que, de acuerdo a 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 µg/m³N.
- 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 mg/m³N mayor que siete (7).

Tabla 12 Percentil 98 de las concentraciones de 24 horas de MP10

Estación	Percentil 98 Año 2017 (µg/m ³ N)	% de la Norma 24 horas 2017 150 (µg/m ³ N)	Percentil 98 Año 2018 (µg/m ³ N)	% de la Norma 24 horas 2018 150 (µg/m ³ N)	Percentil 98 Año 2019 (µg/m ³ N)	% de la Norma 24 horas 2019 150 (µg/m ³ N)
Las Encinas	165	110	157	105	121	81
Ñielol	72	48	118	79	93	62
Padre Las Casas	240	160	259	173	159	106

De acuerdo con el análisis efectuado y la determinación del percentil 98 con las concentraciones de 24 horas para los años 2017, 2018 y 2019, se determinó que el valor de la norma 24 horas para MP10, fue superado en todo el periodo evaluado en la Estación Padre Las Casas, seguido por la Estación Las Encinas, por otra parte, la Estación Ñielol presentó concentraciones inferiores al 80% de la norma de 24 horas. Cabe señalar que, para el año 2019 las concentraciones obtenidas mediante el cálculo del percentil 98, correspondieron a 159 µg/m³N en Padre Las Casas y a 121 µg/m³N en Las Encinas y, equivalente al 106% y 81% de la norma 24 horas, respectivamente.

El Gráfico 3, muestra las concentraciones obtenidas mediante el cálculo del percentil 98 de las concentraciones de 24 horas para el contaminante MP10, por estación, para los años 2017, 2018 y 2019.

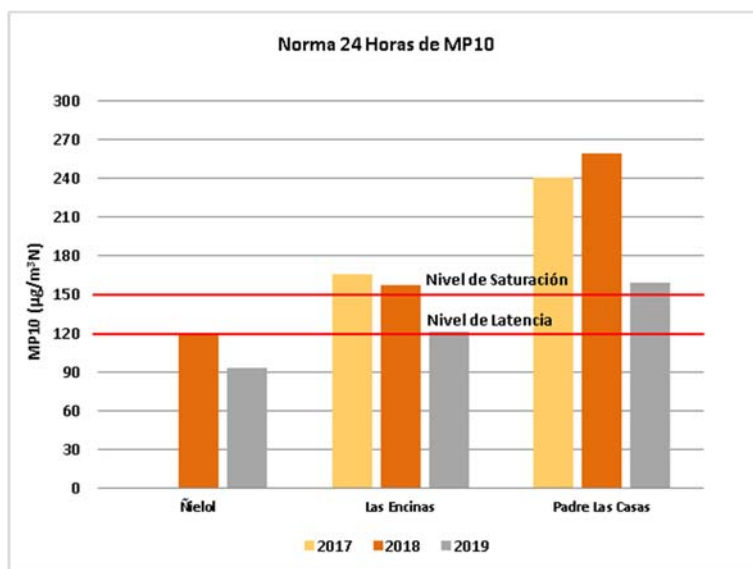


Gráfico 3 Norma 24 horas para MP10 por año

En la Tabla 13, se resume el número de días con excedencias a la norma de 24 horas por estación, para el año 2019, donde se observa que el mayor número de días con excedencias se presentó en la estación de Padre Las Casas con 11 días de excedencias.

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

Estación	Días superación Norma 24 horas 2019
Las Encinas	1
Ñielol	0
Padre Las Casas	11

6.2.2 Evaluación de la norma anual para MP10

El periodo de evaluación de la norma para MP10, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2017 y el día 31 de diciembre de 2019. En la Tabla 14, se presenta un resumen de los valores obtenidos a través del cálculo del promedio aritmético de las concentraciones de los años 2017, 2018 y 2019, para las estaciones de vigilancia de la Red de Temuco y Padre Las Casas.

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 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 monitora clasificada como EMRP, sea mayor o igual que 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

Tabla 14 Concentración trianual y porcentaje de la norma

Estación	Promedio Anual 2017 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Promedio Anual 2018 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Promedio Anual 2019 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Promedio Trianual (2017-2018-2019) ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	% de la Norma Anual 50 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)
Las Encinas	41	46	37	41	82
Ñielol	---	31	30	---	---
Padre Las Casas	53	63	47	54	108

Del análisis de evaluación de la norma anual para MP10, expresada como promedio trianual, se concluyó que la norma fue superada en el periodo entre el año 2017 y el 2019, el análisis determinó que la estación Padre Las Casas superó la norma anual con un promedio trianual de 54 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ y alcanzando un porcentaje de 108% de la Norma. Por otra parte, la estación Las Encinas presentó una concentración de 41 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (82%), superando el 80% de la norma. Cabe señalar que en la estación Ñielol no se evaluó la norma, debido a que en el año 2017 presentó un porcentaje de datos validos de 45% y no cumplió con el requisito establecido en el artículo 7° de la norma.

Complementariamente, en el Gráfico 4, se pueden observar las concentraciones correspondientes al promedio aritmético de tres años calendario consecutivo, para el período comprendido entre el día 1° de enero de 2017 y el día 31 de diciembre de 2019, de las estaciones Las Encinas y Padre Las Casas.

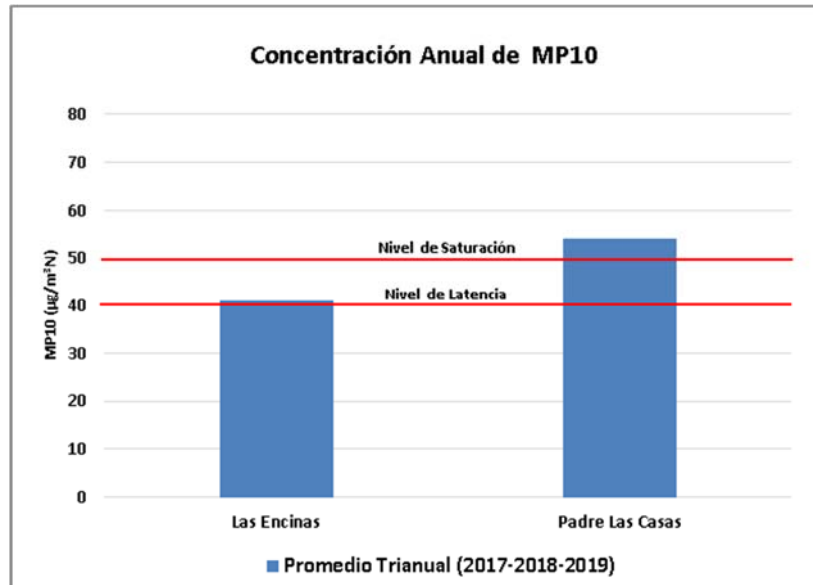


Gráfico 4 Norma Anual para MP10, Promedio trianual periodo 2017 al 2019

7. CONCLUSIONES

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

Para este informe de examen de información se consideraron como requisitos; la representatividad poblacional por MP10 y MP2,5 de acuerdo a la Tabla 2 del informe, el empleo de instrumentos de medición de contaminantes atmosféricos con aprobación USEPA y la constatación por parte de la SMA de la correcta validación de los datos para los años 2017, 2018 y 2019, por parte del MMA.

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

Norma de calidad del aire para MP2,5

La evaluación de la norma 24 horas para MP2,5 que establece como límite $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mediante el análisis de los datos de MP2,5 y el cálculo del percentil 98 de las concentraciones, se determinó que la norma fue superada en todo el periodo evaluado en las tres (3) estaciones calificadas como EMRP para MP2,5, las concentraciones determinadas para el año 2019 correspondieron a $158 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (316%) en Padre Las Casas, a $106 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (212%) en Las Encinas y a $79 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (158%) en estación Ñielol.

Complementariamente, se calculó el número de días con excedencias a la norma de 24 horas para cada estación, determinándose que todas las estaciones presentan un número superior a 7 excedencias anuales, siendo la estación Padre Las Casas la que presenta el mayor número de excedencias con 89 días para el año 2019.

En relación a la evaluación de la norma anual para MP2,5, mediante el cálculo del promedio trianual de las concentraciones, se concluyó que la norma fue superada en 2 de las 3 estaciones analizadas, encontrándose la estación Padre Las Casas con una concentración de $42 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (210%) y la estación Las Encinas con una concentración de $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (140%). En relación con la estación Ñielol no fue posible evaluar la norma, debido a que presentó 45% de datos válidos y no cumplió con el requisito establecido en el artículo 6° de la norma.

Norma de calidad del aire para MP10

En relación a la evaluación de la norma de 24 horas de MP10, para los años 2017, 2018 y 2019, y que fija como límite una concentración de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, mediante el cálculo del percentil 98 de las concentraciones de 24 horas, se determinó que la norma de 24 horas fue superada en la estación Padre Las Casas con una concentración de $159 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, equivalente al 106% de la norma, mientras que en estación Las Encinas se superó el 80% de la norma de 24 horas con una concentración de $121 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (81%).

Complementariamente, se calculó el número de días con excedencias a la norma de 24 horas para cada estación, determinándose que para el año 2019 solo la estación de Padre Las Casas presentó 11 días de excedencias.

Respecto de la norma anual de MP10 que establece como límite una concentración de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, mediante el cálculo del promedio trianual (2017-2018-2019), se determinó que la norma anual de MP10 fue superada en la estación Padre Las Casas con una concentración trianual de $54 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, equivalente al 108% de la norma. Cabe señalar, que la estación Las Encinas supero el 80% de la norma anual con una concentración trianual de $41 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (82%). Respecto de la estación Ñielol no fue posible evaluar la norma, debido a que presentó el 45% de datos válidos y no cumplió con el requisito establecido en el artículo 7° de la norma.

8. ANEXOS

N° Anexo	Nombre Anexo
1	Resoluciones EMRP
2	Datos de calidad del aire para los años 2017, 2018 y 2019