



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 COYHAIQUE
REGIÓN DE AYSÉN**

SECCIÓN DE CALIDAD DEL AIRE Y EMISIONES ATMOSFÉRICAS

DIVISIÓN DE FISCALIZACIÓN

**DFZ-2020-3903-XI-NC
DICIEMBRE 2020**

	Nombre	Cargo	Firma
Aprobado	Juan Pablo Rodríguez F.	Jefe de Sección de Calidad del Aire y Emisiones Atmosféricas	X  _____ Juan Pablo Rodríguez Jefe Sección de Calidad del Aire y Emisiones Firmado por: Juan Pablo Rodríguez Fernandez
Elaborado	Isabel Leiva Campos	Profesional División de Fiscalización	X  _____ Isabel Leiva Campos Profesional División de Fiscalización Firmado por: Isabel Leiva Campos

CONTENIDO

1. RESUMEN EJECUTIVO.....	3
2. INTRODUCCIÓN	6
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 EQUIPOS DE MEDICIÓN DE LA RED DE MONITOREO DE LA COMUNA DE COYHAIQUE.	9
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 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 la evaluación del cumplimiento de las normas de calidad del aire para material particulado fino respirable MP2,5 y MP10, establecida 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 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 MP10 y MP2,5. 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 Región de Aysén, ubicadas en la ciudad de Coyhaique, denominadas “Coyhaique 1” “Coyhaique 2”, pertenecientes al Ministerio del Medio Ambiente, declaradas con representatividad poblacional (EMRP) por MP10 y MP2,5.

Cabe señalar que, el 28 de noviembre de 2012 mediante el Decreto Supremo N° 33, del Ministerio del Medio Ambiente, se declaró zona saturada por material particulado respirable MP10, como concentración anual y de 24 horas, a la ciudad de Coyhaique y su zona circundante, en conformidad al polígono que se indica; Consecutivamente en mayo de 2013 se dio inicio al proceso de elaboración del Plan de Descontaminación Atmosférico para la ciudad de Coyhaique, Región de Aysén; Posteriormente mediante el Decreto Supremo N° 46, del 28 de octubre de 2015, del Ministerio del Medio Ambiente, se establece el Plan de Descontaminación Atmosférico para la ciudad de Coyhaique y su zona circundante. Por otra parte, el 30 de agosto de 2016 a través del Decreto Supremo N°15, del Ministerio del Medio Ambiente también fue declarada zona saturada por material particulado fino respirable MP2,5, como concentración de 24 horas, la ciudad de Coyhaique y su zona circundante, en conformidad al polígono que se indica.

En el año 2015 la Superintendencia del Medio Ambiente realizó una fiscalización ambiental a la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de la Ciudad de Coyhaique, con el objeto de evaluar la representatividad poblacional para MP2,5. Producto de esta fiscalización, se calificaron como EMRP (Estaciones de monitoreo con representatividad poblacional) por MP2,5, las estaciones de monitoreo denominadas “Coyhaique 1” “Coyhaique 2”. De la misma forma el año 2019 se realizó la fiscalización para otorgar la EMRP para MP10 a la estación Coyhaique 2.

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

Para la auditoría de los datos horarios se consideraron los criterios establecidos en las normas primarias de calidad del aire para MP10 y MP2,5, 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 MP10 y MP2,5 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 determinó que los valores correspondientes al percentil 98 de las concentraciones diarias para los años 2017, 2018 y 2019 superaron el límite de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ establecido en la norma. El análisis determinó que en el año 2017 la concentración en estación Coyhaique 1 fue de 221 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (442%) y en estación Coyhaique 2 fue de 217 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (434%); para el año 2018 la estación Coyhaique 1 presentó una concentración de 334 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (668% y la estación Coyhaique 2 una concentración de 286 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (572%). Finalmente, en el año 2019 mediante el cálculo del percentil 98, se determinó que la concentración en Coyhaique 1 fue de 174 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (348%) y en Coyhaique 2 de 175 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (350%).

Complementariamente, se determinó el número de días con excedencias a la norma de 24 horas para MP2,5 para el periodo en estudio, registrándose en el año 2017 en estación Coyhaique 1 un número de 98 días y en Coyhaique 2 un número de 112 días; mientras que en el año 2018 en estación Coyhaique 1 un número de 101 días y en Coyhaique 2 un número de 108 días; y por último para el año 2019 un número de 90 días en la estación Coyhaique 1, mientras que en la estación Coyhaique 2 se registraron 96 días con excedencia a la norma de 24 horas.

La evaluación de la norma anual para MP2,5, con la información disponible se pudo determinar el promedio anual para los años 2017, 2018 y 2019, en ambas estaciones de la ciudad de Coyhaique. El promedio trianual para el periodo comprendido entre el año 2017 y el año 2019, determinó que la norma anual fue superada en la estación Coyhaique 1 con una concentración de 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y en Coyhaique 2 con una concentración de 47 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, correspondiente al 225% y 235%, respectivamente del límite de la norma de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Norma de calidad del aire para MP10

La evaluación de la norma de 24 horas de MP10, para los años 2017, 2018 y 2019, y que fija como límite un valor de 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, fue superado en la estación Coyhaique 1 en todo el periodo evaluado, registrando concentraciones de 244 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (163%) en el año 2017, 380 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (253%) en el año 2018 y 195 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (130%). Por otra parte, en la estación Coyhaique 2 solo se pudo evaluar la norma en el año 2019 debido a que fue declarada con EMRP para MP10 a partir de octubre de 2018, por lo tanto, mediante el cálculo del percentil 98 de las concentraciones de 24 horas, se determinó una concentración de 192 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, correspondiente a 128% del límite de la norma de 24 horas.

Adicionalmente, se calculó el número de días con excedencia a la norma de 24 horas de MP10, para el periodo comprendido entre el año 2017 y el 2019, determinándose en estación Coyhaique 1 un número de excedencias de 37 días en el año 2017, 45 días en el año 2018 y 21 días en el año 2019. En relación con la estación Coyhaique 2 se determinaron 19 días de excedencia a la norma en el año 2019.

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 de Coyhaique 1 con una concentración promedio trianual de 62 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (124%).

Cabe señalar que, para la estación Coyhaique 2 no fue posible evaluar la norma anual de MP10, debido a que no se cuentan con tres años calendarios consecutivos de mediciones para ser evaluada y comparada con límite normativo.

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 2017, 2018 y 2019, con el fin de obtener información válida que permita evaluar la norma primaria de calidad del aire de MP10 y MP2,5.

De acuerdo Of. Ord. N° 202482, del Ministerio del Medio Ambiente, le solicitó a la Superintendencia del Medio Ambiente la evaluación del cumplimiento normativo de las estaciones de monitoreo de calidad del aire de la ciudad de Coyhaique, de acuerdo con el programa de fiscalización de normas de calidad ambiental del año 2020.

La Ciudad de Coyhaique es la capital regional de la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, principal núcleo urbano de la región, su población comunal alcanzó los 57.818 habitantes (CENSO 2017, INE).

La comuna de Coyhaique se ubica en los 45°34'0''O y 72°4' 0''S, en la zona central de la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y posee una superficie de 7.775 km², cifra que representa el 7,1% de la superficie regional. La mayor parte de la comuna se emplaza en el piedmont oriental de la cordillera de los Andes, limitando con la República Argentina, hacia el este, y las comunas de Lago Verde, hacia el norte, Río Ibáñez, hacia el sur y Aysén, hacia el poniente.

El presente documento da cuenta de la evaluación de la norma para MP10 y MP2,5, en las estaciones de vigilancia de calidad del aire correspondientes a “Coyhaique 1” y “Coyhaique 2” estaciones cuentan con calificación de representatividad poblacional (en adelante, EMRP) por MP10 y MP2,5.

El proceso de evaluación de la norma de MP10 y MP2,5 de las dos (2) estaciones consideró una auditoría y análisis de los datos con el objeto de dar cumplimiento a las normas primarias de calidad del aire para MP10, MP2,5, 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° 302 de 7 de marzo de 2011 del Subsecretario del Medio Ambiente, que instruye sobre modificaciones al procedimiento de declaración de zona saturada y latente, a partir de la entrada en vigencia de la nueva Institucionalidad Ambiental, modificada por la Resolución Exenta N° 422 de 2012.

3. OBJETIVOS

El objetivo general es evaluar el cumplimiento de 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 Monitoreo de Calidad del Aire de la ciudad de Coyhaique, 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 Ciudad de Coyhaique, Región de Aysén, 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 MP2,5 y de MP10, que cumplen con ser estaciones con EMRP para MP2,5 y MP10 corresponden a Coyhaique 1 y Coyhaique 2.

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 horario, diario y anual

Norma	Contaminante	Límite Concentración Horaria	Límite Concentración 24 horas	Límite Concentración Anual
D.S. N° 59/1998, modificado por D.S. N° 45/2001, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República	MP10	No aplica	150 µg/m ³ N	50 µg/m ³ N
D.S. N° 12/2011 del Ministerio del Medio Ambiente.	MP2,5	No aplica	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 La información de las mediciones de MP2,5 y MP10, se reportó a esta Superintendencia por parte del Ministerio del Medio Ambiente, mediante el Of. Ord. N° 202482 del 30 de junio de 2020, 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 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 ciudad de Coyhaique, Región de Aysén y sus 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	Resolución que otorga EMRP para MP2,5	Resolución que otorga EMRP para MP10
COYHAIQUE 1	Res. Exenta N° 279 del 09 de abril de 2015, de la Superintendencia del Medio Ambiente.	Res. Exenta N° 0507 del 01 de abril de 2007, de la Secretaría Regional Ministerial de Salud. Región de Aysén.
COYHAIQUE 2	Res. Exenta N° 160 del 10 de marzo de 2015, de la Superintendencia del Medio Ambiente.	Res. Exenta N° 277 del 22 de febrero de 2019, de la Superintendencia del Medio Ambiente. ⁽¹⁾

¹ Datos validos a partir del 25 de octubre de 2018, según Resolución N° 277 para MP10 (SMA).

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

Tabla 3 Ubicación de las estaciones de la Red Coyhaique Georreferenciadas

Propietario	Estación de Monitoreo	Coordenadas UTM (m)	
		Datum WGS84,	Huso 19 S*
MMA	Coyhaique 1	729272 E	4948420 N
MMA	Coyhaique 2	730159 E	4948490 N

*Referencia de las resoluciones EMRP.

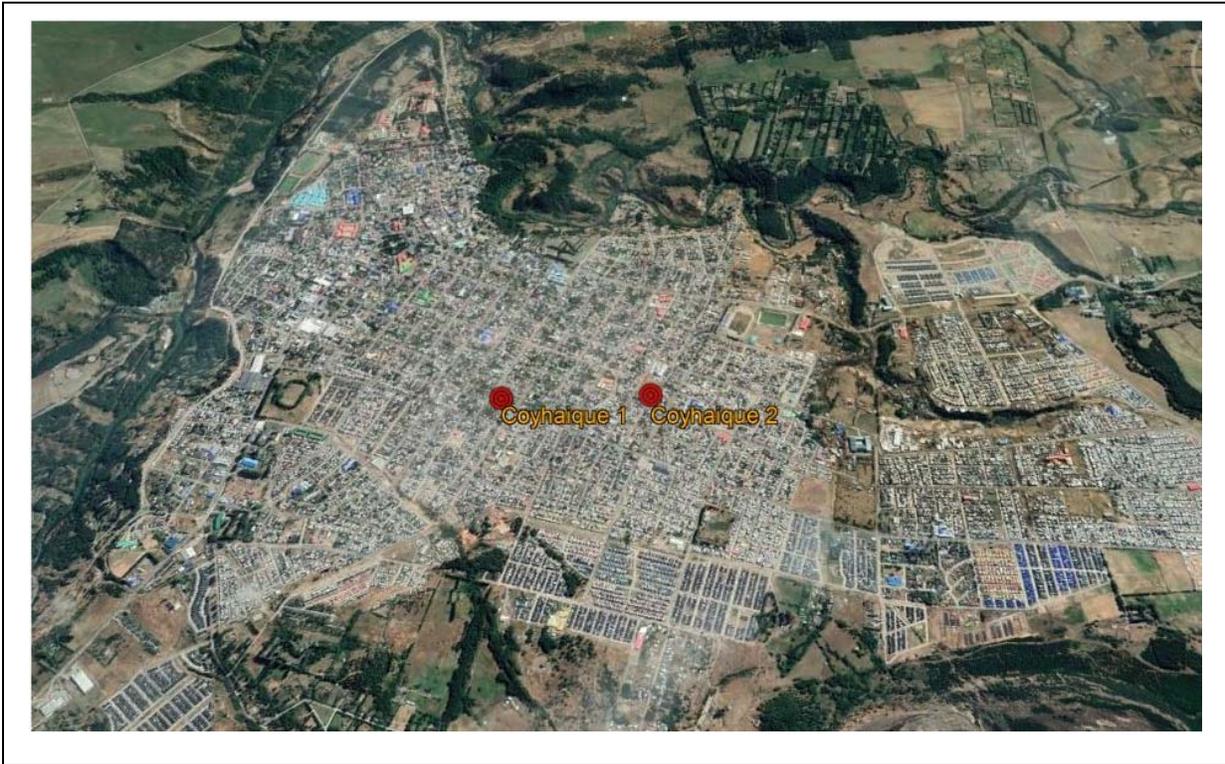


Figura 1 Ubicación de estaciones de calidad del aire del aire de Coyhaique.

5.2 Descripción de equipos de medición de la Red de monitoreo de la comuna de Coyhaique

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, 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, instrumento y método de medición.

Estación	Parámetro	Método de Medición	Marca/Modelo	Método de Referencia o Equivalente EPA
COYHAIQUE 1	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
COYHAIQUE 2	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

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 como criterio lo establecido en la norma primaria 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

La auditoría de los datos consideró una revisión de los códigos de invalidación horarios reportados para los contaminantes MP10 y de MP2,5, de cada estación. 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 ambas estaciones registran menos del 25% de sus datos inválidos, sin embargo, la estación Coyhaique 2, para el año 2018 presenta un porcentaje de datos inválidos superior de 81,7% para el contaminante MP10, debido a que cuenta con declaración de estación de monitoreo con representatividad poblacional para MP10 a contar del 25 de octubre de 2018.

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
COYHAIQUE 1	1,7	0,7	1,7	2,0	1,9	3,4
COYHAIQUE 2	5,1	---	2,5	81,7	4,3	1,6

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 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 de Coyhaique 1 para los años 2017, 2018 y 2019, en tanto para Coyhaique 2 sobre 75% para 2019.

El resumen de datos validos 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 (%)
Coyhaique 1	2017	358	98	363	100
	2018	359	98	359	98
	2019	358	98	349	96
Coyhaique 2	2017	347	95	---	---
	2018	357	98	67 ⁽¹⁾	18
	2019	350	96	361	99

⁽¹⁾ Datos validos a partir del 25 de octubre de 2018, según Resolución Exenta N° 277 del 22 de febrero de 2019 para MP10 (SMA).

Para efectos de la evaluación anual de las normas primarias de MP2,5 y MP10, a continuación, en las Tablas 7 y Tabla 8, se resume el porcentaje de datos disponibles a nivel mensual, de las estaciones Coyhaique 1 y Coyhaique 2, observándose una disponibilidad de datos mensuales superior al 75%, en casi la totalidad del periodo, excepto en la estación de Coyhaique 2 que para el mes de septiembre de 2017 registró un 73,3 % y en mayo de 2019 un 67,7%.

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

MESES (%)													
Red de Coyhaique													
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Coyhaique 1	2017	96,8	100	100	100	96,8	96,7	100	100	100	100	100	87,1
	2018	100	100	96,8	100	96,8	100	100	100	100	100	100	87,1
	2019	100	100	100	100	100	96,7	100	100	93,3	100	86,7	100
Coyhaique 2	2017	87,1	100	96,8	93,3	100	100	100	93,5	73,3	100	100	96,8
	2018	87,1	100	100	100	96,8	100	100	100	96,7	100	93,3	100
	2019	87,1	100	96,8	100	67,7	100	100	100	100	100	100	100

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

MESES (%)													
Red de Coyhaique													
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Coyhaique 1	2017	100	100	100	100	96,8	96,7	100	100	100	100	100	100
	2018	100	100	100	100	100	100	100	100	83,3	100	96,7	100
	2019	100	100	93,5	100	96,8	96,7	100	100	86,7	100	86,7	87,1
Coyhaique 2	2017	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22,6 ⁽¹⁾	96,7	100
	2019	87,1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

⁽¹⁾ Datos validos a partir del 25 de octubre de 2018, según Resolución Exenta N° 277 del 22 de febrero de 2019 para MP10 (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 9, 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 2017, 2018 y 2019, de las estaciones de vigilancia de calidad del aire de la ciudad de Coyhaique.

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 EMRPPMP2,5.

Tabla 9 Evaluación de la norma 24 horas para MP2,5 para los años 2017, 2018 y 2019

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 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Coyhaique 1	221	442	334	668	174	348
Coyhaique 2	217	434	286	572	175	350

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 superado en las dos (2) estaciones Coyhaique 1 y Coyhaique 2, los valores obtenidos se encontraron por sobre el 100% de la norma de 24 horas en todo el periodo en estudio. Cabe destacar que las concentraciones obtenidas mediante el cálculo del percentil 98, para el año 2017 correspondieron a: 221 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (442%) en Coyhaique 1 y 217 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (434%) en Coyhaique 2; para el año 2018 correspondieron a: 334 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (668%) en Coyhaique 1 y 286 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (572%) en Coyhaique 2; y por último para el año 2019, las concentraciones determinadas correspondieron a 174 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en Coyhaique 1 y 175 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en Coyhaique 2, equivalente a 348% y 350%, respectivamente del límite de la norma 24 horas.

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.

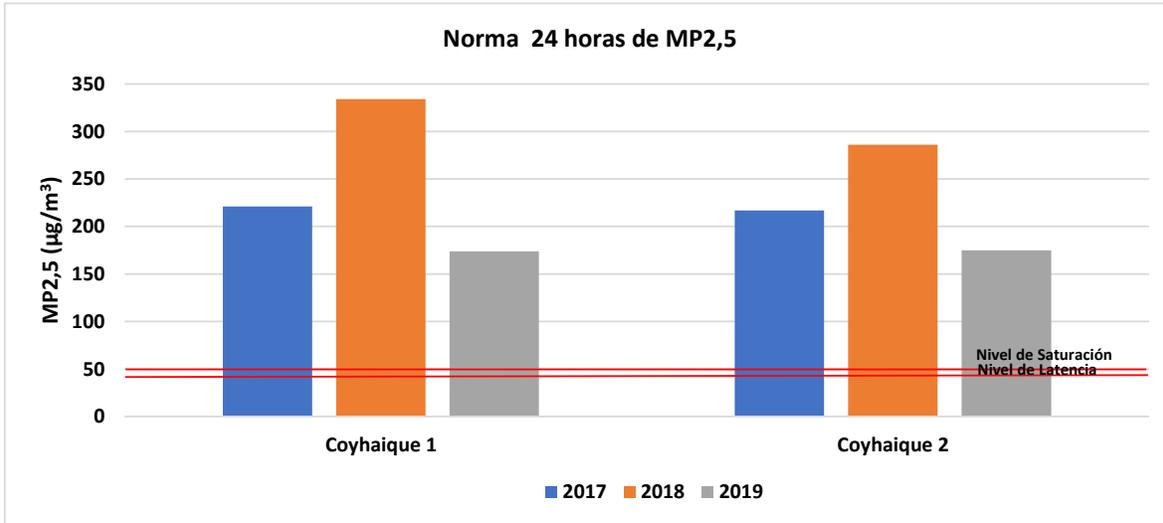


Gráfico 1 Norma 24 horas para MP2,5 por año

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 para todo el periodo en evaluación, registrándose en el año 2017 en estación Coyhaique 1 98 días y en Coyhaique 2 112 días; para el año 2018 en estación Coyhaique 1 101 días y en Coyhaique 2 108 días; y para el año 2019 un número de 90 días en la estación Coyhaique 1, mientras que en la estación Coyhaique 2 se registraron 96 días con excedencia a la norma de 24 horas.

Tabla 10 N° de días de excedencias a la norma 24 horas de MP2,5 para los años 2017, 2018 y 2019

Estación	N° de días de excedencias a la Norma 24 horas Año 2017	N° de días de excedencias a la Norma 24 horas Año 2018	N° de días de excedencias a la Norma 24 horas Año 2019
COYHAIQUE 1	98	101	90
COYHAIQUE 2	112	108	96

El Gráfico 2 muestra el número de excedencias por cada estación, desgregada a nivel mensual, para el período comprendido entre enero y diciembre del 2019, 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 Coyhaique 2, las que presentó el mayor número de excedencias a la norma de 24 horas, con 96 días en el año 2019.

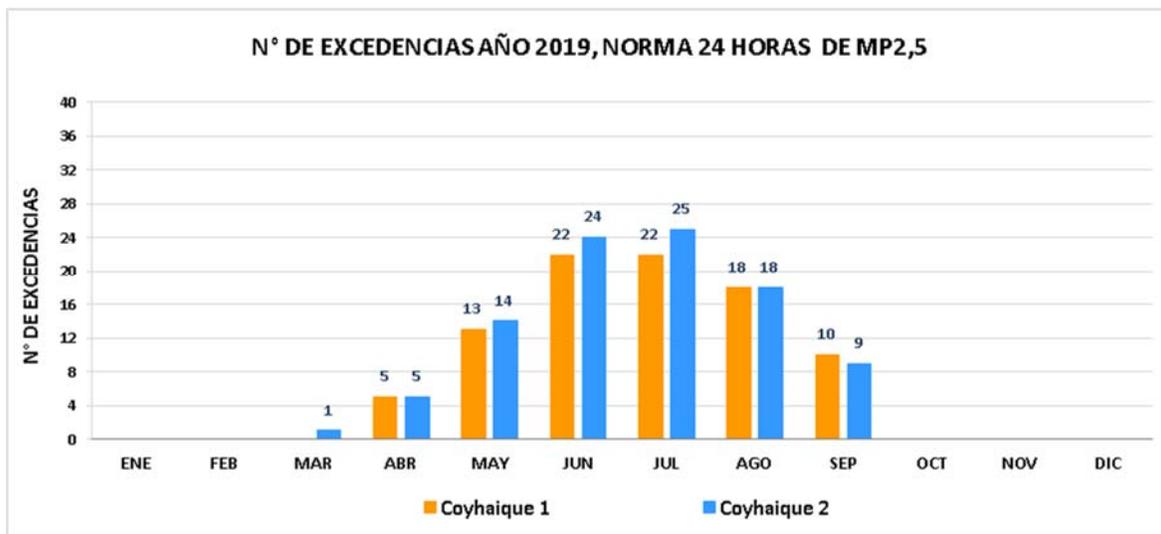


Gráfico 2 Excedencias norma 24 Horas MP2,5 para el año 2019

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 a aquel 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 del promedio aritmético de las concentraciones de los años 2017, 2018 y 2019, para las estaciones de la Red de monitoreo de la ciudad de Coyhaique.

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 EMRPMP2,5.

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 la evaluación de la norma anual de MP2,5, con la información disponible en las estaciones Coyhaique 1 y Coyhaique 2 fue posible evaluarlas. A continuación, en la Tabla 11 se presentan los valores como promedio anual para los años 2017, 2018 y 2019, y el promedio trianual.

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

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 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
COYHAIQUE 1	45	51	39	45	225
COYHAIQUE 2	52	50	40	47	235

La evaluación de la norma anual, determino que ésta fue superada en las estaciones Coyhaique 1 y Coyhaique 2, de la ciudad de Coyhaique, encontrándose con concentraciones de $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (225%) y de $47 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (235%) respectivamente, 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 trianual por estación, para el período comprendido entre el día 1° de enero de 2017 y el día 31 de diciembre de 2019.

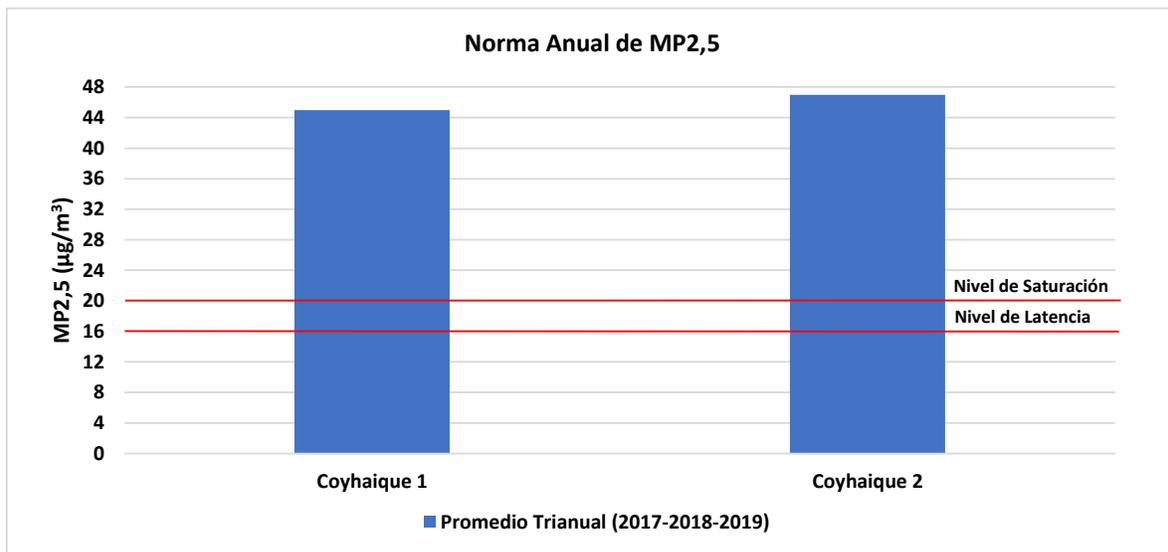


Gráfico 3 Norma Anual para MP2,5, Promedio trianual periodo 2017 al 2019

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 Coyhaique 1 y Coyhaique 2.

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:

- Quando el percentil 98 de las concentraciones de 24 horas registradas durante un período anual en cualquier estación monitora clasificada como EMRPMP10, sea mayor o igual a 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.
- Asimismo, se considerará superada la norma, si antes que concluyese el primer período anual de mediciones certificadas por el Servicio de Salud competente se registrare en alguna de las estaciones monitoras de Material Particulado Respirable MP10 clasificada como EMRP, un número de días con mediciones sobre el valor de 150 $\text{mg}/\text{m}^3\text{N}$ mayor que siete (7).

Tabla 12 Evaluación de la norma 24 horas para MP10 para los años 2017, 2018 y 2019

Estación	Percentil 98 Año 2017 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	% de la Norma 24 horas 2017 150 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Percentil 98 Año 2018 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	% de la Norma 24 horas 2018 150 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Percentil 98 Año 2019 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	% de la Norma 24 horas 2019 150 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)
COYHAIQUE 1	244	163	380	253	195	130
COYHAIQUE 2	---	---	---	---	192	128

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 MP10, fue superado en la estación Coyhaique 1 en todo el periodo evaluado, registrando concentraciones de 244 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (163%) en el año 2017, 380 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (253%) en el año 2018 y 195 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (130%). Por otra parte, en la estación Coyhaique 2 solo se pudo evaluar la norma en el año 2019 debido a que fue declarada con EMRP para MP10 a partir de octubre de 2018, por lo tanto, mediante el cálculo del percentil 98 de las concentraciones de 24 horas, se determinó una concentración de 192 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, correspondiente a 128% del límite de la norma de 24 horas.

El Gráfico 4, muestra los valores obtenidos del cálculo del percentil 98 de las concentraciones diarias para el contaminante MP10, por estación, para los años 2017, 2018 y 2019.

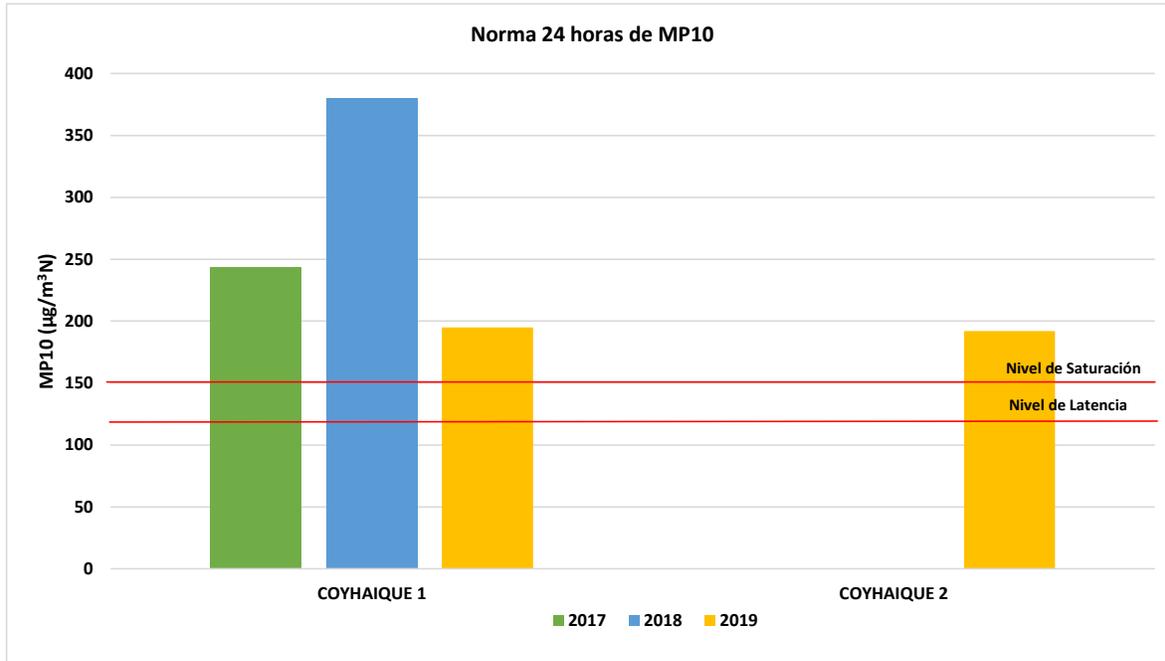


Gráfico 4 Norma 24 horas para MP10 por año

En la Tabla 13, se resume el número de días con excedencias a la norma de 24 horas por estación, para el periodo evaluado, donde se observa el número de días con excedencias a la norma, en estación Coyhaique con 37 días en el año 2017, 45 días en el año 2018 y 21 días en el año 2019. En relación a la estación Coyhaique 2 se determinaron 19 días de excedencia a la norma en el año 2019.

Tabla 13 N° de días de excedencias a la norma 24 horas de MP10 para los años 2017, 2018 y 2019

Estación	N° de días de excedencias a la Norma 24 horas Año 2017	N° de días de excedencias a la Norma 24 horas Año 2018	N° de días de excedencias a la Norma 24 horas Año 2019
COYHAIQUE 1	37	45	21
COYHAIQUE 2	-----	-----	19

Adicionalmente, en el Gráfico 4, se recopilan el número de excedencias de la norma de 24 horas por MP10, a nivel mensual y por estación durante el año 2019, donde se aprecia que el número de días con excedencias a la norma se presentaron mayoritariamente en los meses de junio y julio.

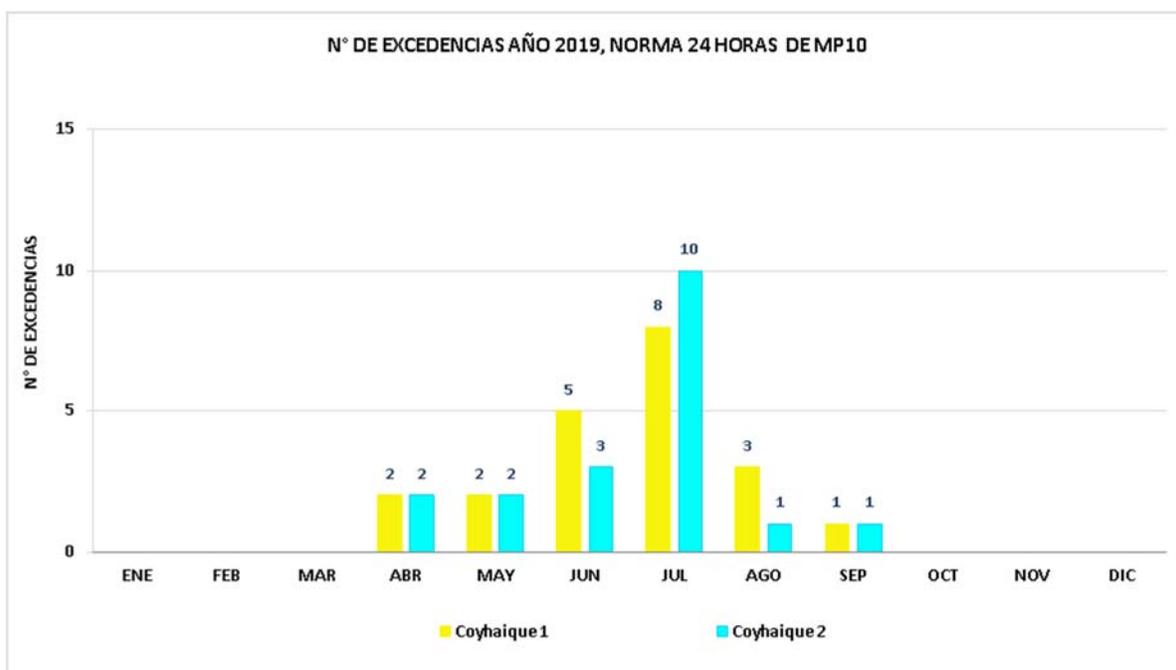


Gráfico 4 Excedencias a la Norma de 24 horas de MP10 en el año 2019

6.2.2. Evaluación de la norma anual para MP10

De acuerdo con los límites establecidos en el D.S. N° 59/1998, modificado por el D.S. N° 45/2001, del MINSEGPRES, la norma primaria anual de calidad del aire para material particulado respirable MP10, se considerará sobrepasada, cuando la concentración anual calculada como promedio aritmético de tres años calendario consecutivos en cualquier estación monitorea clasificada como EMRP, sea mayor o igual que 50 µg/m³N.

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 monitoreo de Coyhaique.

Tabla 14 Concentración trianual y porcentaje de la norma MP10

Estación	Promedio Anual 2017 (µg/m ³ N)	Promedio Anual 2018 (µg/m ³ N)	Promedio Anual 2019 (µg/m ³ N)	Promedio Trianual (2017-2018-2019) (µg/m ³ N)	% de la Norma Anual 50 (µg/m ³ N)
COYHAIQUE 1	64	72	50	62	124
COYHAIQUE 2	---	---	52	---	---

Del análisis de evaluación de la norma anual para MP10, expresada como promedio trianual, se observa que la estación Coyhaique 1 supera el 100% de la norma anual de MP10, con una concentración de 62 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (124%), la estación Coyhaique 2 no puede ser analizada debido a que no cumple con el criterio de 3 años calendario sucesivos de mediciones.

Complementariamente, en el Gráfico 5, 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 2017 y el día 31 de diciembre de 2019, de la estación Coyhaique 1.

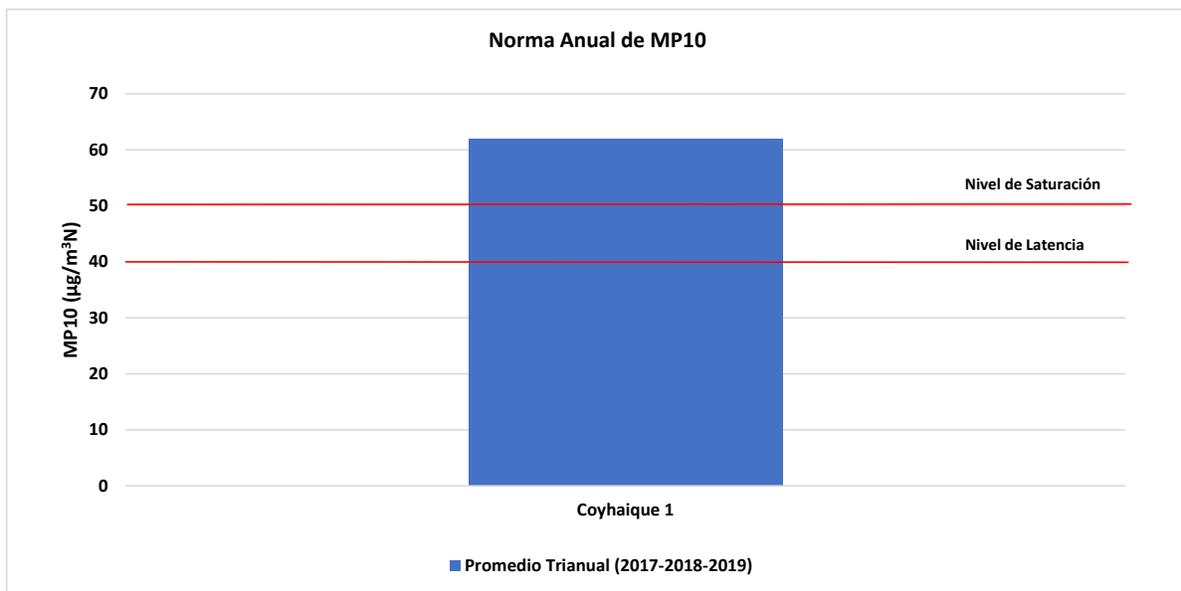


Gráfico 5 Norma Anual para MP10, Promedio trianual periodo 2017 al 2019

7. CONCLUSIONES

El análisis de los datos de calidad del aire de la Red de monitoreo de la ciudad de Coyhaique, 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 ciudad de Coyhaique, 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 con la Tabla 2, el empleo de instrumentos de medición de contaminantes atmosféricos con aprobación USEPA y la constatación por parte de la SMA de la correcta validación de los datos para los años 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 determinó que los valores correspondientes al percentil 98 de las concentraciones diarias para los años 2017, 2018 y 2019 superaron el límite de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ establecido en la norma. El análisis determinó que en el año 2017 la concentración en estación Coyhaique 1 fue de 221 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (442%) y en estación Coyhaique 2 fue de 217 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (434%); para el año 2018 la estación Coyhaique 1 presentó una concentración de 334 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (668% y la estación Coyhaique 2 una concentración de 286 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (572%). Finalmente, en el año 2019 mediante el cálculo del percentil 98, se determinó que la concentración en Coyhaique 1 fue de 174 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (348%) y en Coyhaique 2 de 175 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (350%).

Complementariamente, se determinó el número de días con excedencias a la norma de 24 horas para MP2,5 para el período en estudio, registrándose en el año 2017 en estación Coyhaique 1 un número de 98 días y en Coyhaique 2 un número de 112 días; mientras que en el año 2018 en estación Coyhaique 1 un número de 101 días y en Coyhaique 2 un número de 108 días; y por último para el año 2019 un número de 90 días en la estación Coyhaique 1, mientras que en la estación Coyhaique 2 se registraron 96 días con excedencia a la norma de 24 horas.

La evaluación de la norma anual para MP2,5, con la información disponible se pudo determinar el promedio anual para los años 2017, 2018 y 2019, en ambas estaciones de la ciudad de Coyhaique. El promedio trianual para el período comprendido entre el año 2017 y el año 2019, determinó que

la norma anual fue superada en la estación Coyhaique 1 con una concentración de $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y en Coyhaique 2 con una concentración de $47 \mu\text{g}/\text{m}^3$, correspondiente al 225% y 235%, respectivamente del límite de la norma de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Norma de calidad del aire para MP10

La evaluación de la norma de 24 horas de MP10, para los años 2017, 2018 y 2019, y que fija como límite un valor de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, fue superado en la estación Coyhaique 1 en todo el periodo evaluado, registrando concentraciones de $244 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (163%) en el año 2017, $380 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (253%) en el año 2018 y $195 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (130%). Por otra parte, en la estación Coyhaique 2 solo se pudo evaluar la norma en el año 2019 debido a que fue declarada con EMRP para MP10 a partir de octubre de 2018, por lo tanto, mediante el cálculo del percentil 98 de las concentraciones de 24 horas, se determinó una concentración de $192 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, correspondiente a 128% del límite de la norma de 24 horas.

Adicionalmente, se calculó el número de días con excedencia a la norma de 24 horas de MP10, para el periodo comprendido entre el año 2017 y el 2019, determinándose en estación Coyhaique 1 un número de excedencias de 37 días en el año 2017, 45 días en el año 2018 y 21 días en el año 2019. En relación con la estación Coyhaique 2 se determinaron 19 días de excedencia a la norma en el año 2019.

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 de Coyhaique 1 con una concentración promedio trianual de $62 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (124%).

Cabe señalar que, para la estación Coyhaique 2 no fue posible evaluar la norma anual de MP10, debido a que no se cuentan con tres años calendarios consecutivos de mediciones para ser evaluada y comparada con límite normativo.

8. ANEXOS

N° Anexo	Nombre Anexo
1	Resoluciones EMRP
2	Datos de calidad del aire para el año 2019