



Superintendencia del Medio Ambiente
Gobierno de Chile

**INFORME TÉCNICO
CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE POR
MP10, NO₂ Y CO**

**RED DE CALIDAD DEL AIRE DE MEJILLONES
REGIÓN DE ANTOFAGASTA**

**DIVISIÓN DE FISCALIZACIÓN
SECCIÓN DE CALIDAD DEL AIRE Y EMISIONES ATMOSFÉRICAS**

DFZ-2025-363-II-NC

DICIEMBRE 2025

	Nombre	Firma
Aprobado	Juan Pablo Rodríguez	
Revisado	Isabel Leiva C.	
Elaborado	Karin Salazar N.	



CONTENIDO

1. RESUMEN EJECUTIVO.....	2
2. INTRODUCCIÓN	5
3. OBJETIVOS	6
4. ALCANCE.....	6
5. EVALUACIÓN DE VALIDEZ DE LOS DATOS	7
5.1. Estaciones declaradas como EMRP-MP10 y EMRPG	7
5.2. Descripción de instrumentos de medición de la red de calidad del aire de Mejillones	8
5.3. Auditoría de datos.....	9
6. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA NORMA.....	11
6.1. Evaluación de la norma para MP10	11
6.1.1. Evaluación de la norma 24 horas para MP10.....	11
6.1.2. Evaluación de la norma anual para MP10.....	12
6.1. Evaluación de la norma NO ₂	13
6.1.1. Evaluación de la norma de 1 hora para NO ₂	13
6.1.2. Evaluación de la norma de 24 horas para NO ₂	15
6.1.3. Evaluación de la norma anual para NO ₂	16
6.2. Evaluación de la norma CO	18
6.2.1. Evaluación de la norma 1 hora para CO	18
6.2.2. Evaluación de la norma 8 horas para CO	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 las normas de calidad del aire para Material Particulado (MP10), contenida en el D.S. N° 12/2022 del Ministerio del Medio Ambiente, norma primaria para dióxido de nitrógeno (NO₂), contenida en el D.S. N° 40/2024 del Ministerio del Medio Ambiente; y la norma primaria para monóxido de carbono (CO), contenida en el D.S. N° 115/2002 del MINSEGPRES. Lo anterior 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 las normas de calidad del aire correspondió a un examen de información de los datos validados proporcionados por el titular Gas Atacama, para los contaminantes MP10, NO₂ y CO. Con la información remitida por el titular, se realizó una auditoría a los datos, correspondientes a la estación de monitoreo de calidad del aire “Compañía de Bomberos” de Mejillones, perteneciente al titular Gas Atacama S.A. (ENEL Generación Chile S.A.), y declarada con representatividad poblacional para MP10 (EMRP) y representatividad poblacional para gases (EMRPG)¹.

El análisis de datos de MP10, NO₂ y CO se realizó con las mediciones del periodo comprendido entre el 1° de enero de 2022 y 31 de diciembre de 2024, datos obtenidos a través de la utilización de instrumentos de medición con aprobación EPA. La actividad de fiscalización de la norma primaria de calidad del aire corresponde a un examen de información para MP10, NO₂ y CO, donde se consideró los datos auditados en los informes DFZ-2023-2575-II-NC y DFZ-2024-1789-II-NC.

Para la auditoría de los datos horarios se consideraron los criterios establecidos en las normas primarias, que indican que los datos deben ser reportados de acuerdo con lo establecido en la “Instrucción requisitos técnicos para la instalación, funcionamiento y operación de los instrumentos en estaciones de muestreo y medición de calidad del aire y meteorología”, R.E. N°1.449/2023 de la SMA. Para el cálculo del promedio diario con instrumentos de tipo gravimétrico, en el caso del MP10, se utilizó como criterio lo dispuesto en el decreto antes mencionado, que establece el cálculo diario sobre la base de 18 horas continuas de medición. En el caso del NO₂ se utilizó como criterio, para el cálculo del promedio anual las concentraciones mensuales, para el promedio de 24 horas los promedios horarios y para las concentraciones horarias los máximos diarios de concentración de 1 hora registrados, de acuerdo con los criterios establecidos en la norma de NO₂. En el caso del CO, se utilizó como criterio, para el cálculo de la concentración de 8 horas el promedio aritmético de los valores de concentración de 1 hora de monóxido de carbono correspondientes a 8 horas sucesivas,

¹ Res. Exenta N° 4562, de 25 de octubre de 2004, de Servicio de Salud Antofagasta.



de acuerdo con los criterios establecidos en la norma de CO. A continuación, se indican los resultados obtenidos de la evaluación de las normas de calidad del aire en la estación Compañía de Bomberos de Mejillones.

Norma primaria de calidad del aire para MP10

El análisis de la norma de 24 horas de MP10 para el año 2022, 2023 y 2024, 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 no fue superado en todo el periodo evaluado para la estación Compañía de Bomberos, para el año 2022 la concentración determinada fue de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, equivalente al 38% del límite de la norma, respecto al año 2023 correspondió al 37 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, equivalente al 28% del límite de la norma, para el año 2024 la concentración determinada fue de 31 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ equivalente al 24% del límite de la norma de 24 horas de MP10.

Para la evaluación de la norma anual para MP10 se obtuvo que la concentración del promedio tres años calendarios para los años 2022, 2023 y 2024, no superó el límite de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ establecido en la norma. La concentración obtenida mediante el cálculo del promedio de tres años fue de 19 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, correspondiente al 38% del límite de la norma anual.

Norma primaria de calidad del aire para NO₂

La evaluación de la norma 1 hora para NO₂, obtuvo como resultado la evaluación de la norma de 1 hora mediante el promedio tres años calendarios del percentil 99 de los máximos diarios, y cuya concentración obtenida fue de 41,60 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (22,13 ppbv), equivalente al 21% del valor límite de la norma de 1 hora. Por lo anterior, se concluye que la norma a nivel de 1 hora no fue superada en la estación Compañía de Bomberos.

Respecto a la norma de 24 horas, mediante el cálculo del promedio de tres años del percentil 99 de las concentraciones de 24 horas, se concluyó que la norma de 24 horas no fue superada, con una concentración obtenida fue de 14,72 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (7,83 ppbv), equivalente al 15% del valor del límite de la norma, para el periodo correspondiente entre los años 2022 y 2024.

En relación con la evaluación de la norma anual para NO₂, mediante el cálculo del promedio tres años consecutivos de las concentraciones anuales, para el periodo entre el año 2022 y el año 2024, se determinó que la norma anual de NO₂ no fue superada y el valor obtenido como promedio tres años fue de 6,05 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (3,22 ppbv), equivalente al 15% respecto del límite de la norma, encontrándose por debajo del 80% del límite normativo anual de NO₂ para el periodo en estudio.



Norma primaria de calidad del aire para CO

De acuerdo con el análisis efectuado para la norma de 1 hora de CO que establece como límite 26 ppmv, para el periodo 2022 al 2024, se determinó que la norma no fue superada en la estación Compañía de Bomberos obteniendo una concentración de 0,76 ppmv (3%) y tampoco fue superado el 80% del límite de la norma.

En la evaluación del cumplimiento de la norma de 8 horas de CO que establece como límite 9 ppmv, mediante el promedio tres años calendarios del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 8 horas, se determinó que la norma no fue superada en la estación Compañía de Bomberos y la concentración obtenida fue de 0,64 ppmv (7%), encontrándose por debajo del 80% del límite normativo.



2. INTRODUCCIÓN

La comuna de Mejillones se ubica en la II Región de Antofagasta, a 65 km al norte de la ciudad de Antofagasta. La ciudad de Mejillones tiene una población estimada de 13.477 habitantes (CENSO 2017, INE)² y una superficie de 3.803,9 km².

La creciente actividad económica de la Región de Antofagasta en especial el desarrollo de la gran minería ha tenido como consecuencia un aumento de la actividad de importación y exportación, a través de los puertos y de la demanda de energía eléctrica.

La ciudad de Mejillones ha experimentado un sostenido aumento de proyectos, tanto de generación de energía eléctrica, de insumos para la minería y de servicios de importación y exportación, que se han ubicado en el sector industrial al Noroeste de la ciudad.

Desde la promulgación en el año 1994 de la Ley de Bases del Medio Ambiente y posteriormente del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, la mayoría de los proyectos han sido sometidos a evaluación ambiental en el SEIA. Lo anterior, ha determinado que el componente ambiental aire, se mantenga con un programa de vigilancia que incorpora estaciones de monitoreo de la calidad del aire ubicadas en la ciudad de Mejillones.

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 2022, 2023 y 2024, con el fin de obtener información válida que permita evaluar las normas de calidad del aire.

La estación evaluada, se denominada “Compañía de Bomberos” y se ubica en la comuna de Mejillones, cuenta con la calificación de representatividad poblacional (en adelante, EMRP) por MP10 y representatividad poblacional de gases (en adelante, EMRPG) por NO₂ y CO. El proceso de auditoría y análisis de los datos consideró la verificación del cumplimiento normativo de las normas primarias calidad del aire de cada contaminante y la R.E. N° 1.449/2023, de la SMA.

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.

² De acuerdo al último censo de población y vivienda.



3. OBJETIVOS

El objetivo de la actividad de fiscalización ambiental desarrollada, es evaluar el cumplimiento de las normas de calidad del aire primarias para MP10, NO₂ y CO; en su nivel horario, diario y anual, según corresponda, considerando el período de información comprendido entre el 1° de enero de 2022 y el 31 de diciembre de 2024, en la estación que cuente con representatividad poblacional para material particulado MP10, gases NO₂ y CO. La actividad de fiscalización de la norma primaria de calidad del aire corresponde a un examen de información para MP10, NO₂ y CO, donde se consideró los datos auditados en los informes DFZ-2023-2575-II-NC y DFZ-2024-1789-II-NC.

Para lo anterior, se determinó la validez de las mediciones de MP10, NO₂ y CO, registrados por la estación de calidad del aire “Compañía de Bomberos” de Mejillones, para los años 2022, 2023 y 2024, en base a una auditoría de los datos.

4. ALCANCE

Los datos validados por esta Superintendencia corresponden a los registros de MP10, NO₂ y CO, de la Red de monitoreo, para el periodo comprendido entre el 1° de enero de 2022 y el 31 de diciembre de 2024.

La estación utilizada para la evaluación de datos de MP10, NO₂ y CO, y que cumple con ser una estación con la calificación EMRP para MP10 y EMRPG para NO₂ y CO, corresponde a la estación Compañía de Bomberos de Mejillones.

El presente documento evaluó el cumplimiento de las normas primarias de calidad del aire vigentes para el periodo evaluado entre el 1° de enero de 2022 y el 31 de diciembre de 2024.

A continuación, en la Tabla 1 se muestran los valores límite a nivel horario, 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° 12/2022, del Ministerio del Medio Ambiente	MP10	-----	130 µg/m ³ N	50 µg/m ³ N
D.S. N° 40/2024 del Ministerio del Medio Ambiente 1 ppbv = 1,88 µg/m ³ N	NO ₂	200 µg/m ³ N 106,4 ppbv (1 Hora)	100 µg/m ³ N 53,2 ppbv	40 µg/m ³ N 21,3 ppbv
D.S. N° 115/2002 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República	CO	26 ppmv (1 Hora) 9 ppmv (8 Horas)	-----	-----



5. EVALUACIÓN DE VALIDEZ DE LOS DATOS

La información de las mediciones para los años 2022 y 2023 corresponden a los datos auditados y validados en el marco de los informes DFZ-2023-2575-II-NC y DFZ-2024-1789-II-NC, emitidos por la Superintendencia del Medio Ambiente.

Por su parte, los datos para el año 2024 fueron remitidos por el titular Gas Atacama Chile S.A. (ENEL Generación Chile S.A.), de acuerdo con el requerimiento de información descrito en la Resolución Exenta N° 928 de 2015. Esta información contenía los datos crudos, datos validados y códigos de invalidación, en promedios horarios para NO₂ y CO, y la medición diaria para el material particulado (MP10) con una frecuencia cada tres días. Los datos se reportaron de acuerdo con el formato establecido por la SMA, el cual incluye los códigos de invalidación establecidos en la R.E. N° 1.449/2023, de la SMA.

Los datos evaluados de MP10, NO₂ y CO, corresponden a las mediciones realizadas en la estación declarada con representatividad poblacional para material particulado y gases, indicadas en el punto 5.1 de este documento.

5.1. Estaciones declaradas como EMRP-MP10 y EMRPG

En la Tabla 2 se describe la estación de la Red de monitoreo, y la respectiva resolución que la califica como estación de monitoreo con representatividad poblacional para material particulado (MP10) y representatividad poblacional para gases (NO₂ y CO).

Tabla 2 Estaciones declaradas como EMRP-MP10 y EMRPG

Estación de Monitoreo	Resolución que otorga EMRP para MP10	Resolución que otorga EMRPG para NO ₂	Resolución que otorga EMRPG para CO
Compañía de Bomberos	Res. N° 4562, del 25 de octubre de 2004, del Servicio de Salud de Antofagasta.	Res. N° 4562, del 25 de octubre de 2004, del Servicio de Salud de Antofagasta.	Res. N° 4562, del 25 de octubre de 2004, del Servicio de Salud de Antofagasta.

Por su parte, en la Tabla 3 se describe la georreferenciación de la estación de vigilancia de calidad del aire de la comuna de Mejillones, cuya representación gráfica se ilustra en la Figura 1.

Tabla 3 Georreferenciación de la estación de calidad del aire

Estación de Monitoreo	Coordenadas UTM (m) ³	
Compañía de Bomberos	351.468 E	7.444.654 N

³ Ref. Resoluciones de calificación como EMRP y EMRPG, Coordenadas UTM WGS 84 Huso 19 Sur.





Ref. Google Earth

Figura 1 Ubicación de la estación de calidad del aire de la Red de Mejillones

5.2. Descripción de instrumentos de medición de la red de calidad del aire de Mejillones

De acuerdo con los antecedentes entregados por el titular de la estación, los instrumentos de medición utilizados para el monitoreo de MP10, NO₂ y CO, en la estación evaluada, cumplen con el requisito de emplear instrumentos de medición con aprobación USEPA, establecido en las normas primarias. En la Tabla 4 se describen los instrumentos y métodos de medición de MP10, NO₂ y CO.

Tabla 4 Listado de estaciones, instrumento y método de medición

Estación	Parámetro	Método de Medición	Marca/Modelo	Método de Referencia o Equivalente EPA
Compañía de Bomberos	MP10	Método Gravimétrico de Muestreador de Alto Volumen	Tisch Environmental Model TE-6070	RFPS-0202-141
	NO ₂	Quimioluminiscencia	Teledyne-Advanced Pollution	RFNA-1289-074
	CO	Fotometría Infrarroja de filtro de correlación de gas	Thermo Electron or Thermo Environmental Instruments	RFCA-0981-054



5.3. Auditoría de datos

Los datos de MP10, NO₂ y CO, para el año 2024, validados previamente por el titular, fueron sometidos a una revisión usando como criterio lo establecido en las normas primarias de calidad del aire respectivas para cada contaminante. Además, se evaluó el comportamiento de los datos para el periodo en estudio a través de gráficas de series de tiempo para la estación.

La auditoría de los datos consideró una revisión de los códigos de invalidación horarios reportados para los contaminantes gaseosos NO₂ y CO de la estación, y su correspondiente registro de calibración de cero y span o multipunto. Para el caso de los datos diarios de MP10, medidos con equipos de tipo discreto, se evalúo el número de días sin dato o dato inválido. El porcentaje de datos válidos se presenta en la Tabla 5, la que incluye los resultados de la auditoría de datos para los años 2022 y 2023, contenidos en los expedientes DFZ-2023-2575-II-NC y DFZ-2024-1789-II-NC, respectivamente.

Tabla 5 Porcentaje de datos inválidos horarios y diarios por contaminante para los años 2022, 2023 y 2024

Estación	2022			2023			2024		
	MP10 % Diario	NO ₂ % Horario	CO % Horario	MP10 % Diario	NO ₂ % Horario	CO % Horario	MP10 % Diario	NO ₂ % Horario	CO % Horario
Compañía de Bomberos	0,8	4,7	3,0	0,8	4,9	8,0	0,8	5,1	4,1

El análisis de datos inválidos para el año 2024 en la estación Compañía de Bomberos, determinó que para el contaminante MP10 la invalidación se debió principalmente por falla de equipo. En el caso del NO₂ y CO, los datos inválidos muestran que estos se debieron principalmente a mantenimiento en terreno, fallas de energía, datos fuera de rango, fallas en el equipo y cambios de equipos.

Se determinó estadísticamente la cantidad de datos horarios disponibles para el cálculo de los promedios horarios de NO₂, CO y de días disponibles para MP10. La construcción de los promedios diarios (24 horas) se realizó en base a la disponibilidad de datos horarios por día, considerando como mínimo el 75% de datos efectivamente medidos de acuerdo con lo descrito en la R.E. N° 1.449/2023 de la SMA. En los casos de días con un porcentaje menor al 75% de datos horarios, éstos se invalidaron de acuerdo con lo descrito en el decreto mencionado, sin perjuicio de lo dispuesto en cada una de las normas primarias de calidad del aire correspondiente a cada contaminante en evaluación. Para los datos obtenidos de equipos gravimétricos se consideró la cantidad de horas de funcionamiento del equipo de alto volumen o bajo volumen, MP10, específicamente, con un mínimo de 18 horas continuas de medición.

En la Tabla 6, se resumen los días y horas con datos válidos por año para cada contaminante de la estación de monitoreo de la Red. Se puede observar un porcentaje de datos válidos superior al 75% para los contaminantes de MP10, NO₂ y CO en la estación Compañía de Bomberos de Mejillones.



Tabla 6 Resumen de datos disponibles para los años 2022, 2023 y 2024

Estación	Año	Nº de Datos Disponibles (Días) MP10	Porcentaje de datos (%)	Nº de Datos Disponibles (Horarios) NO ₂	Porcentaje de datos (%)	Nº de Datos Disponibles (Horarios) CO	Porcentaje de datos (%)
Compañía de Bomberos	2022	121	99	8.350	95	8.493	97
	2023	119	99	8.330	95	8.063	92
	2024	121	99	8.338	95	8.427	96

Para efectos de la evaluación anual de las normas respectivas, en las Tabla 7, Tabla 8 y Tabla 9, se resume el porcentaje de datos disponibles a nivel mensual de la estación Compañía de Bomberos de Mejillones, observándose un cumplimiento superior al 75% en todos los meses para el contaminante de MP10. De igual modo para el contaminante NO₂ y CO se presentaron porcentajes de datos válidos superiores al 75 % durante el periodo evaluado, a excepción del año 2022 en el mes de diciembre para el parámetro NO₂, en el que el porcentaje de datos es inferior al 75%.

Tabla 7 Porcentaje de datos válidos de MP10 mensuales por estación para los años 2022, 2023 y 2024

Estación	Año	MESES (%)											
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Compañía de Bomberos	2022	100	100	100	100	100	100	91	100	100	100	100	100
	2023	100	100	91	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2024	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	90	100

Tabla 8 Porcentaje de datos válidos de NO₂ mensuales por estación para los años 2022, 2023 y 2024

Estación	Año	MESES (%)											
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Compañía de Bomberos	2022	100	100	100	93	100	100	100	100	97	97	100	68
	2023	97	100	100	100	100	93	100	100	100	81	100	81
	2024	94	100	100	100	100	100	97	81	100	100	83	100

Tabla 9 Porcentaje de datos válidos de CO mensuales por estación para los años 2022, 2023 y 2024

Estación	Año	MESES (%)											
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Compañía de Bomberos	2022	100	100	97	83	100	100	100	100	97	97	100	97
	2023	87	100	94	77	94	93	100	100	100	100	77	81
	2024	100	100	97	77	100	93	97	100	100	100	100	100



6. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA NORMA

6.1. Evaluación de la norma para MP10

6.1.1. Evaluación de la norma 24 horas para MP10

El periodo de evaluación de la norma para MP10, corresponde a aquel comprendido entre el día 1º de enero de 2022 y el día 31 de diciembre de 2024. En la Tabla 10 se presenta un resumen de los valores calculados del percentil 98 de la concentración 24 horas de la norma de MP10, para los años 2022, 2023 y 2024, de la estación de monitoreo de la Red.

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:

- a) En un año calendario, el valor correspondiente al percentil 98 de las concentraciones de 24 horas registradas, sea mayor o igual a 130 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.
- b) 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. En la Tabla 10, se presenta un resumen de los valores calculados del percentil 98 de las concentraciones 24 horas de MP10, para los años 2022, 2023 y 2024, en la estación Compañía de Bomberos.

De acuerdo con el análisis efectuado del percentil 98 de las concentraciones de 24 para el año 2024, se determinó que el valor de la norma de MP10 como concentración de 24 horas no fue superada en la estación Compañía de Bomberos y el valor calculado se encontraba por debajo del 80% de la norma durante el período analizado. El valor obtenido del percentil 98 para el año 2022 correspondió al 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, equivalente al 38% del límite de la norma de 24 horas de MP10, respecto al año 2023 correspondió al 37 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, equivalente al 28% del límite de la norma de 24 horas, y para el año 2024 correspondió a 31 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, equivalente al 24% del límite de la norma de 24 horas de MP10.

Tabla 10 Evaluación de la norma 24 horas para MP10 para el período 2022 al 2024

Estación	Percentil 98 Año 2022 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	% de la Norma 24 horas (130 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Percentil 98 Año 2023 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	% de la Norma 24 horas (130 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Percentil 98 Año 2024 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	% de la Norma 24 horas (130 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)
Compañía de Bomberos	50	38	37	28	31	24

El Gráfico 1 muestra el valor obtenido del cálculo del percentil 98 de las concentraciones diarias para el contaminante MP10, por estación, para el año 2022, 2023 y 2024.



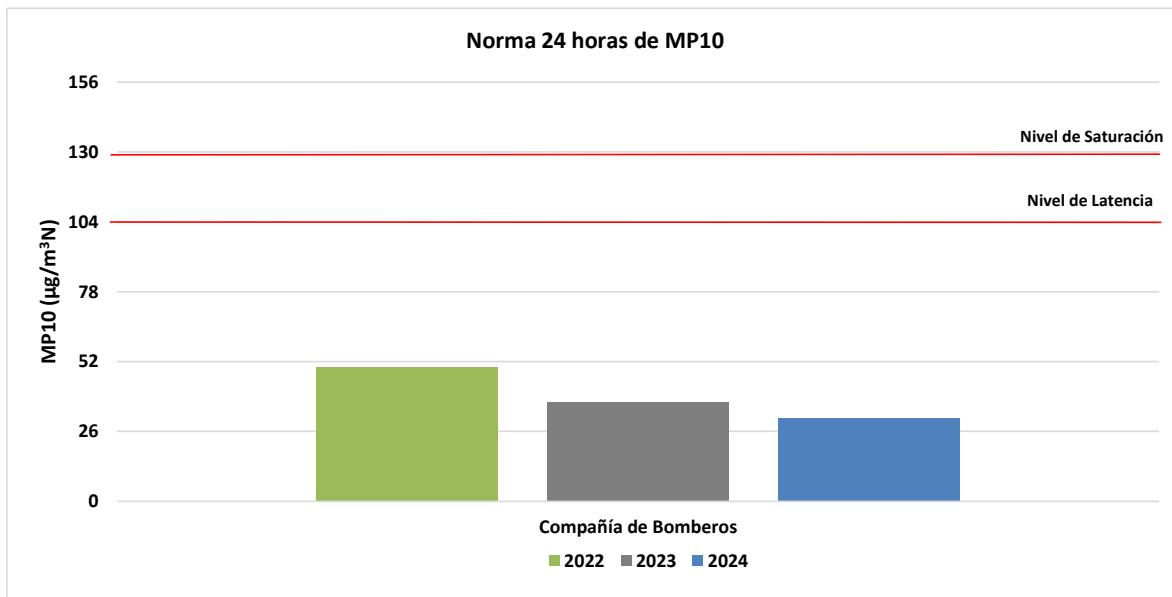


Gráfico 1 Norma 24 horas para MP10 para los años 2022, 2023 y 2024

6.1.2. Evaluación de la norma anual para MP10

El periodo de evaluación de la norma para MP10, corresponde a aquel comprendido entre el día 1° de enero de 2022 y el día 31 de diciembre de 2024. 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 2022, 2023 y 2024, para la estación de monitoreo.

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 cuando el promedio aritmético de tres años calendarios consecutivos, en cualquier estación monitorea calificada como EMRP-MP10, sea mayor o igual a 50 µg/m³N.

El resultado del promedio trianual, expresado en porcentaje, muestra que la norma anual de MP10 no fue superada en la estación Compañía de Bomberos durante el período analizado, y la concentración trianual se situó por debajo del 80% de la norma anual. El valor obtenido mediante el cálculo del promedio trianual fue de 19 µg/m³N, correspondiente al 38% del valor límite de la norma anual.

Tabla 11 Evaluación de la norma anual para MP10 para el período 2022 al 2024

Estación	Promedio Anual 2022 (µg/m³N)	Promedio Anual 2023 (µg/m³N)	Promedio Anual 2024 (µg/m³N)	Promedio Trianual 2022-2023-2024 (µg/m³N)	% de la Norma Anual 50 (µg/m³N)
Compañía de Bomberos	19	19	19	19	38



Complementariamente, en el Gráfico 2, se puede observar la concentración media anual de la estación, para el período comprendido entre el día 1º de enero de 2022 y el día 31 de diciembre de 2024.

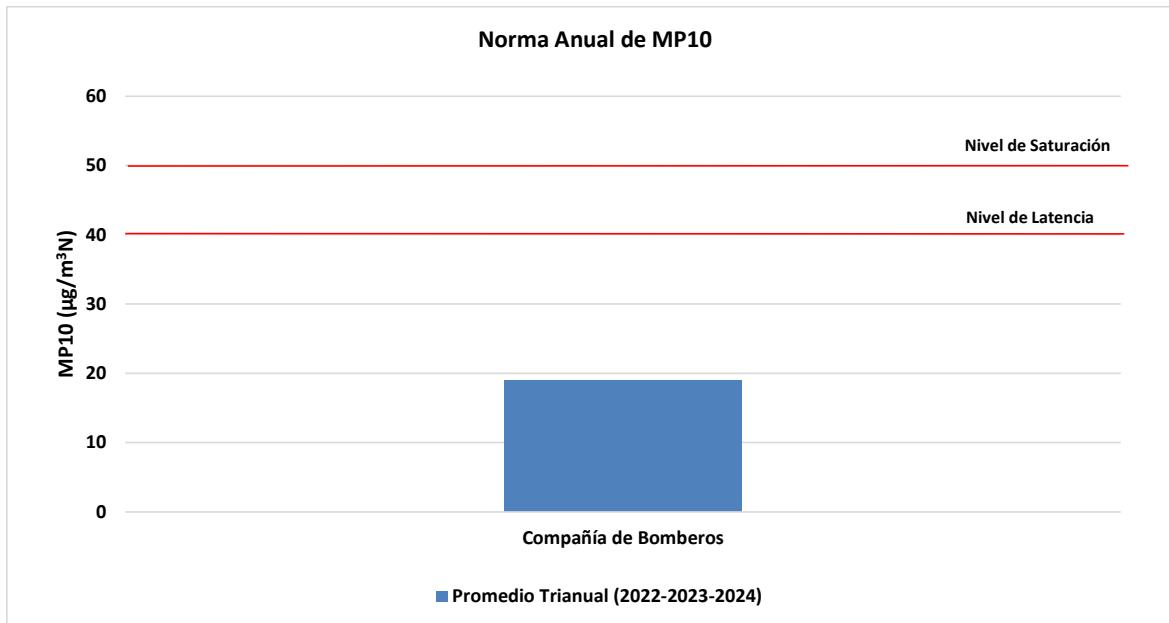


Gráfico 2 Norma anual para MP10 promedio trianual para el período 2022 al 2024

6.1. Evaluación de la norma NO₂

6.1.1. Evaluación de la norma de 1 hora para NO₂

El período de evaluación de la norma 1 hora para NO₂, corresponde al comprendido entre el día 1º de enero de 2022 y el día 31 de diciembre de 2024. En la Tabla 12 se presenta un resumen con los valores del percentil 99 de la norma de 1 hora para NO₂, en la estación de monitoreo de la Red.

La norma primaria de calidad de aire, D.S. N° 40/2024 del Ministerio del Medio Ambiente, para dióxido de nitrógeno como concentración de 1 hora será de 200 µg/m³N (1 ppbv = 1,88 µg/m³N). Se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para dióxido de nitrógeno como concentración de 1 hora, cuando ocurra al menos, una de las siguientes condiciones:

- El promedio aritmético de tres años calendario sucesivos de los valores del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 1 hora registrados cada año, fuere mayor o igual al valor de la norma que se establece.



- b. Si en el primer o segundo periodo de 12 meses a partir del mes de inicio de las mediciones y, al reemplazar el percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 1 hora para los periodos faltantes por cero, el promedio aritmético de los tres periodos resultare mayor o igual al nivel de la norma.

En la Tabla 12, se muestra la evaluación de la norma de 1 hora mediante el promedio trianual del percentil 99 de los máximos diarios, y cuya concentración obtenida fue de 41,60 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (22,13 ppbv), equivalente al 21% del valor límite de la norma de 1 hora. Por lo anterior, se concluye que la norma a nivel de 1 hora no fue superada en la estación Compañía de Bomberos.

Tabla 12 Evaluación de la norma de 1 hora para NO₂ para el período 2022 al 2024

Estación	Percentil 99 2022 (ppbv)	Percentil 99 2023 (ppbv)	Percentil 99 2024 (ppbv)	Percentil 99 Promedio Tres Años 2022-2023-2024 (ppbv)	Percentil 99 Promedio Tres Años 2022-2023-2024 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	% de la Norma 1 hora (200 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)
Compañía de Bomberos	22,01	23,01	21,38	22,13	41,60	21

En el Gráfico 3, se observa el comportamiento del promedio trianual del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 1 hora, registrados durante el periodo 2022 al 2024 y su comparación con el límite normativo.

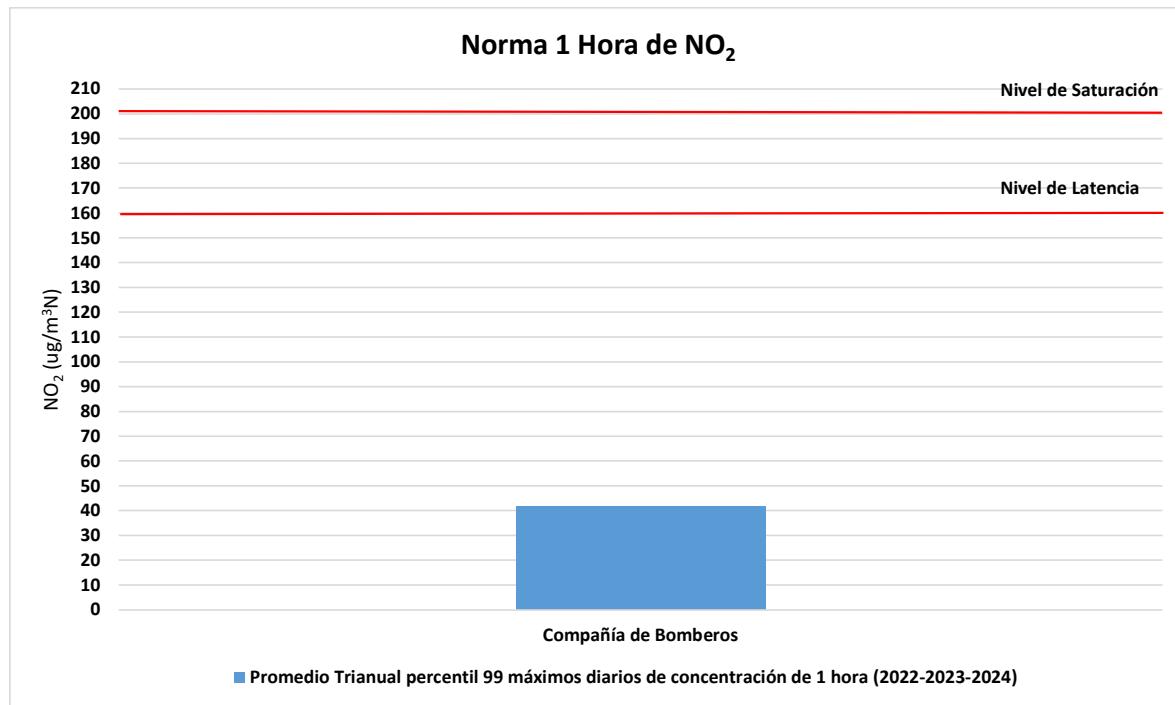


Gráfico 3 Norma 1 hora para NO₂, promedio tres años para el período 2022 al 2024



6.1.2. Evaluación de la norma de 24 horas para NO₂

El periodo de evaluación de la norma de 24 horas para NO₂, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2022 y el día 31 de diciembre de 2024. En la Tabla 13 se presenta un resumen con los valores de la norma 24 horas para NO₂, en la estación Compañía de Bomberos.

La norma primaria de calidad de aire, D.S. N° 40/2024 del Ministerio del Medio Ambiente, para dióxido de nitrógeno como concentración de 24 horas será de 100 µg/m³N (1 ppbv = 1,88 µg/m³N). Se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para dióxido de nitrógeno como concentración de 24 horas, cuando ocurra al menos, una de las siguientes condiciones:

- El promedio aritmético de tres años calendario sucesivos de los valores del percentil 99 de la concentración de 24 horas registrados durante un año, fuere mayor o igual al valor de la norma que se establece.
- Si en el primer o segundo periodo de 12 meses a partir del mes de inicio de las mediciones y, al reemplazar el percentil 99 de concentración de 24 horas para los periodos faltantes por cero, el promedio aritmético de los tres periodos resultare mayor o igual al nivel de la norma.

A continuación, en la Tabla 13 se resumen los valores obtenidos del promedio anual de las concentraciones de NO₂ para los años 2022, 2023 y 2024. Cabe señalar, que el análisis de la información permitió determinar que se dispone de más de un 75% de los datos válidos. Mediante el cálculo del promedio de tres años del percentil 99 de las concentraciones de 24 horas, se concluyó que la norma de 24 horas no fue superada, y cuya concentración obtenida fue de 14,72 µg/m³N (7,83 ppbv), equivalente al 15% del valor del límite de la norma, para el periodo correspondiente entre los años 2022 y 2024.

Tabla 13 Evaluación de la norma de 24 horas para NO₂ para el periodo 2022 al 2024

Estación	Percentil 99 2022 (ppbv)	Percentil 99 2023 (ppbv)	Percentil 99 2024 (ppbv)	Percentil 99 Promedio Tres Años 2022-2023-2024 (ppbv)	Percentil 99 Promedio Tres Años 2022-2023-2024 (µg/m ³ N)	% de la Norma 24 horas (100 µg/m ³ N)
Compañía de Bomberos	7,39	9,49	6,61	7,83	14,72	15

En el Gráfico 4, se observa el comportamiento del promedio aritmético de tres años sucesivos, del percentil 99 de las concentraciones de 24 horas, donde se pueden observar de manera gráfica los valores obtenidos, registrados durante el periodo 2022 al 2024 y su comparación con el límite normativo.



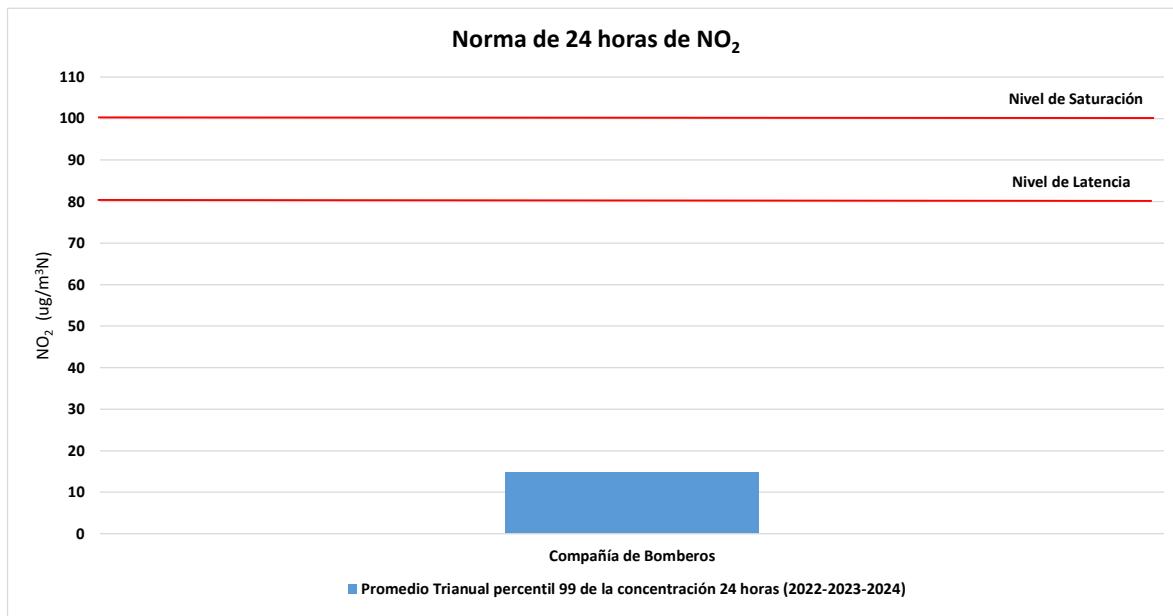


Gráfico 4 Norma de 24 horas para NO₂, promedio tres años para el período 2022 al 2024

6.1.3. Evaluación de la norma anual para NO₂

El periodo de evaluación de la norma anual para NO₂, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2022 y el día 31 de diciembre de 2024. En la Tabla 14 se presenta un resumen con los valores de la norma anual para NO₂, en la estación Compañía de Bomberos.

La norma primaria de calidad de aire, D.S. N° 40/2024 del Ministerio del Medio Ambiente, para dióxido de nitrógeno como concentración anual será de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (1 ppbv = 1,88 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$). Se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para dióxido de nitrógeno como concentración anual, cuando ocurra al menos, una de las siguientes condiciones:

- El promedio aritmético de tres años calendario sucesivos de los valores de concentración anual, fuere mayor o igual al valor de la norma que se establece.
- Si en un año calendario, el valor de la concentración anual, fuere mayor o igual al doble del valor de la norma que se establece.

A continuación, en la Tabla 14 se resumen los valores obtenidos del promedio anual de las concentraciones de NO₂ para los años 2022, 2023 y 2024. Cabe señalar, que el análisis de la información permitió determinar que se dispone de más de un 75% de los datos válidos. Con respecto al cálculo de la concentración como promedio de tres años de NO₂, se obtuvo una concentración de 6,05 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (3,22 ppbv), equivalente al 15% respecto del límite de la norma, para el periodo correspondiente entre los años 2022 y 2024.



Tabla 14 Evaluación de la norma anual para NO₂ para el período 2022 al 2024

Estación	Concentración Anual 2022 (ppbv)	Concentración Anual 2023 (ppbv)	Concentración Anual 2024 (ppbv)	Promedio Tres Años 2022-2023-2024 (ppbv)	Promedio Tres Años 2022-2023-2024 (μg/m ³ N)	% de la Norma anual (40 μg/m ³ N)
Compañía de Bomberos	3,35	3,29	3,02	3,22	6,05	15

En el Gráfico 5, se observa el comportamiento del promedio tres años de concentración anual, registrados durante el periodo 2022 al 2024 y su comparación con el límite normativo.

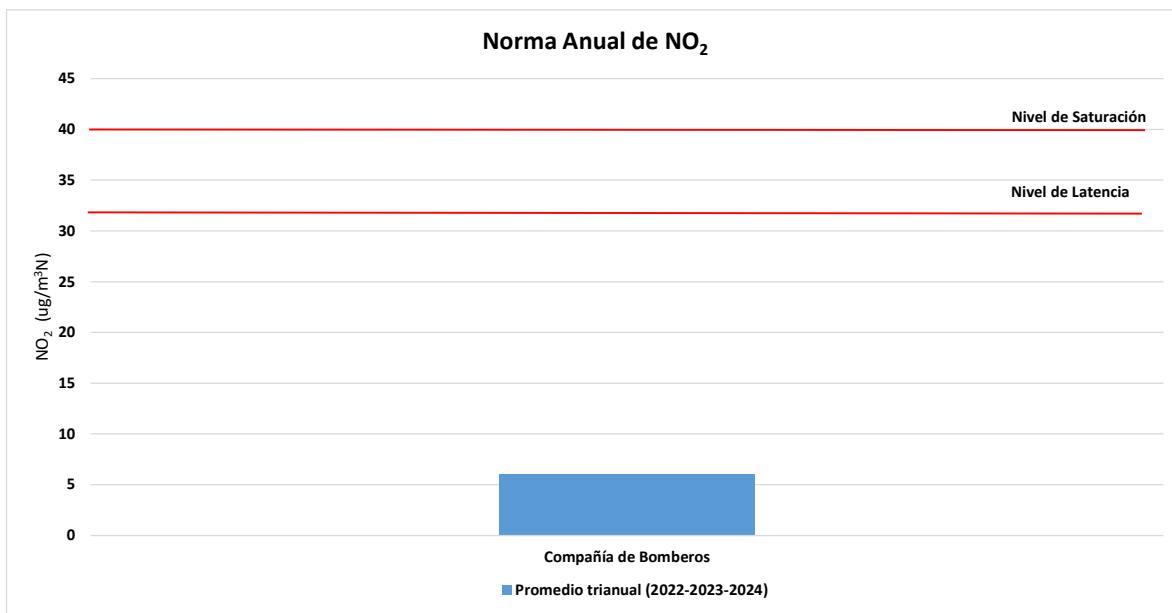


Gráfico 5 Norma anual para NO₂, promedio tres años para el período 2022 al 2024

En el Gráfico 6, se observa el comportamiento de concentración anual, registrados durante el periodo 2022 al 2024 y su comparación con el límite normativo; es decir cuando en un año calendario, el valor de la concentración anual, fuere mayor o igual al doble del valor de la norma que se establece.



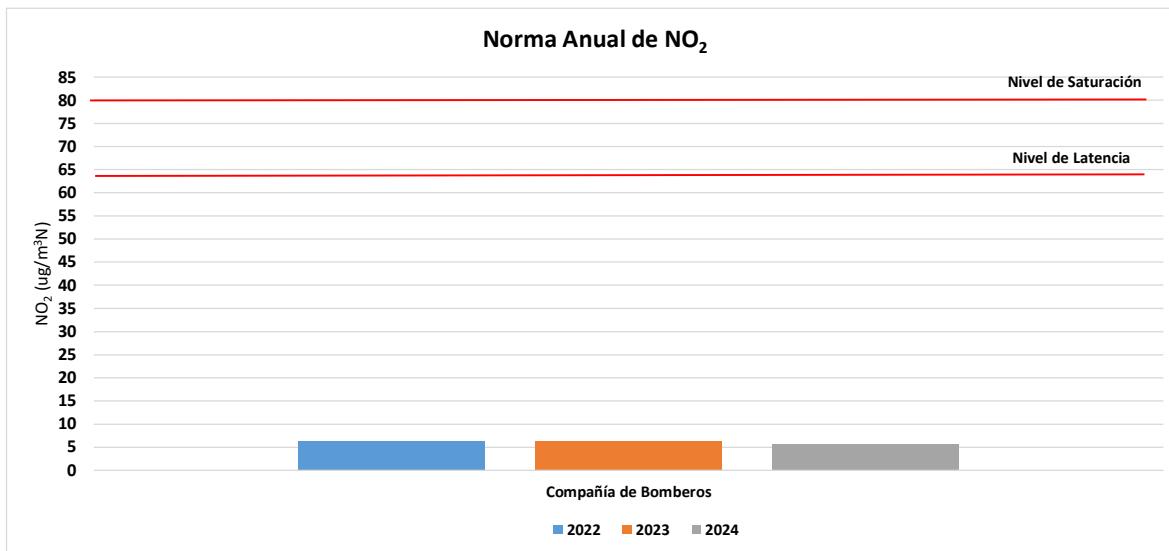


Gráfico 6 Norma anual para NO₂, concentración anual para los años 2022, 2023 y 2024

6.2. Evaluación de la norma CO

6.2.1. Evaluación de la norma 1 hora para CO

El periodo de evaluación de la norma 1 hora para CO, corresponde a aquel comprendido entre el día 1º de enero de 2022 y el día 31 de diciembre de 2024. En la Tabla 15 se presenta un resumen con los valores del percentil 99 de la norma de 1 hora para CO, en la estación Compañía de Bomberos.

Se debe señalar que, de acuerdo con los límites establecidos en el D.S. N° 115/2002 del MINSEGPRES, se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para CO como concentración de 1 hora, cuando el promedio aritmético de tres años sucesivos, del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 1 hora registrados durante un año calendario, en cualquier estación monitora EMRPG, fuere mayor o igual a 26 ppmv.

De acuerdo con el análisis efectuado para el periodo de 2022 al 2024, se determinó que la norma de 1 hora para CO no fue superada en la estación Compañía de Bomberos, obteniendo una concentración de 0,79 ppmv correspondiente al 3% del límite de la norma como concentración de 1 hora, del promedio aritmético de tres años sucesivos.



Tabla 15 Evaluación de la norma 1 hora de CO para el período 2022 al 2024

Estación	Percentil 99 2022 (ppmv)	Percentil 99 2023 (ppmv)	Percentil 99 2024 (ppmv)	Percentil 99 Promedio Trianual 2022-2023-2024 (ppmv)	% de la Norma 1 hora (26 ppmv)
Compañía de Bomberos	0,57	1,11	0,59	0,79	3

En el Gráfico 7, se observa el comportamiento del promedio trianual del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 1 hora, registrados durante el año 2022 y el año 2024 en la estación Compañía de Bomberos y su comparación con el límite normativo.

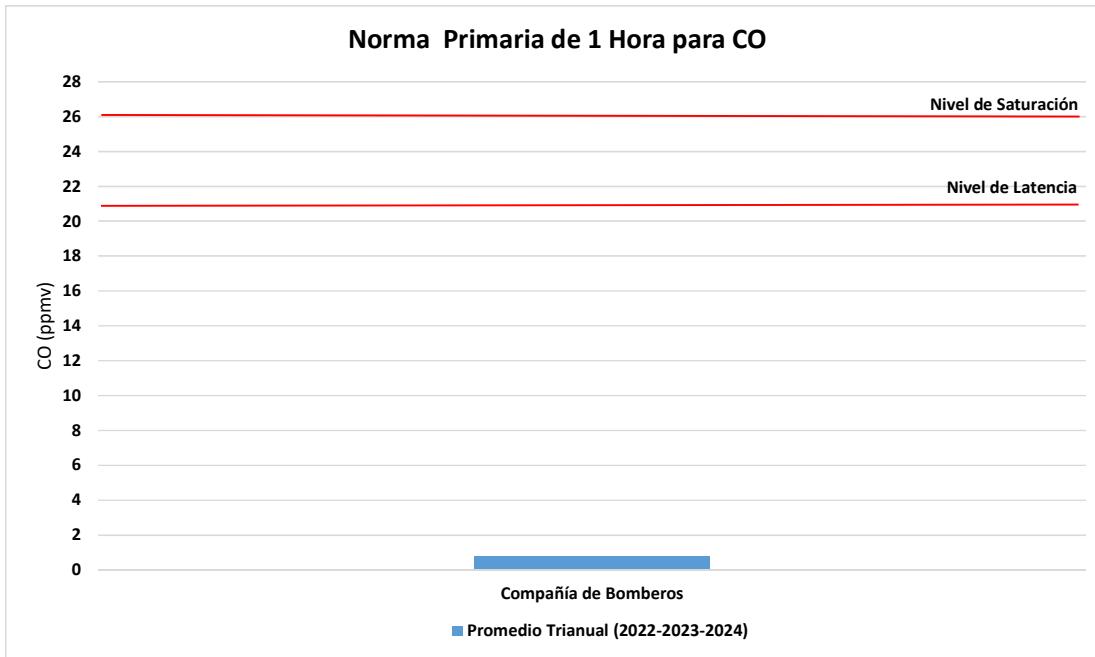


Gráfico 7 Norma 1 hora para CO, promedio trianual para el período 2022 al 2024

6.2.2. Evaluación de la norma 8 horas para CO

El periodo de evaluación de la norma 8 horas para CO, corresponde al comprendido entre el día 1º de enero de 2022 y el día 31 de diciembre de 2024. En el periodo de estudio se determinó el percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 8 horas, debido a que en el periodo de evaluación presentó un porcentaje de datos válidos superior al 75% establecido en la norma de CO.



Se debe señalar que, de acuerdo con los límites establecidos en el D.S. N° 115/2002 del MINSEGPRES, se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para CO, como concentración de 8 horas, cuando el promedio aritmético de tres años sucesivos, del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 8 horas registrados durante un año calendario, en cualquier estación monitora EMRPG, fuere mayor o igual a 9 ppmv.

De la Tabla 16, es posible observar que el percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 8 horas, para el periodo 2022 al 2024, fue de 0,64 ppmv, correspondiente al 7% del límite de la norma como concentración de 8 horas.

Tabla 16 Evaluación de la norma 8 horas de CO para el período 2022 al 2024

Estación	Percentil 99 2022 (ppmv)	Percentil 99 2023 (ppmv)	Percentil 99 2024 (ppmv)	Percentil 99 Promedio Trianual 2022-2023-2024 (ppmv)	% de la Norma 8 horas (9 ppmv))
Compañía de Bomberos	0,47	0,90	0,54	0,64	7

El Gráfico 8, presenta el promedio trianual del percentil 99 de las concentraciones de 8 horas para CO por estación para el período 2022 al 2024.

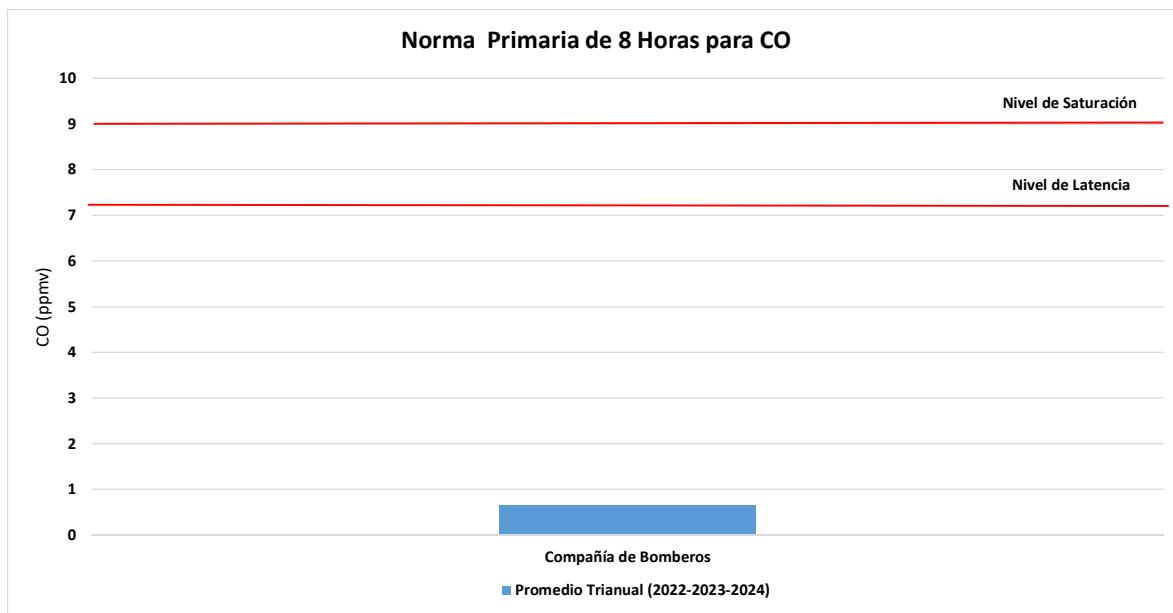


Gráfico 8 Norma 8 horas para CO, promedio trianual para el período 2022 al 2024



7. CONCLUSIONES

La revisión de las normas primarias de calidad de aire, se realizó en base al periodo comprendido entre el 1° de enero de 2022 y el 31 de diciembre de 2024, considerándose válidos los datos generados de las mediciones de MP10, NO₂ y CO, en la estación “Compañía de Bomberos” perteneciente al titular Gas Atacama Chile S.A (ENEL Generación Chile S.A.). Para verificar el cumplimiento de las normas, se tomó en cuenta la representatividad poblacional para material particulado (MP10), la representatividad poblacional para gases NO₂ y CO, y 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 por parte del titular para los años de estudio 2022, 2023 y 2024. A continuación, se indican los resultados obtenidos de la evaluación de las normas de calidad del aire en la estación Compañía de Bomberos de la comuna de Mejillones.

Norma primaria de calidad del aire para MP10

El análisis de la norma de 24 horas de MP10 para el año 2022, 2023 y 2024, que establece como límite un valor de 130 µg/m³N 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 no fue superado en el periodo evaluado para la estación Compañía de Bomberos, para el año 2022 la concentración determinada fue de 50 µg/m³N, equivalente al 38% del límite de la norma, respecto al año 2023 correspondió al 37 µg/m³N, equivalente al 28% del límite de la norma, para el año 2024 la concentración determinada fue de 31 µg/m³N equivalente al 24% del límite de la norma de 24 horas de MP10.

Para la evaluación de la norma anual para MP10 se obtuvo que la concentración del promedio tres años calendarios para los años 2022, 2023 y 2024, no superó el límite de 50 µg/m³N establecido en la norma. La concentración obtenida mediante el cálculo del promedio tres años fue de 19 µg/m³N, correspondiente al 38% del límite de la norma anual.

Norma primaria de calidad del aire para NO₂

La evaluación de la norma 1 hora para NO₂, obtuvo como resultado la evaluación de la norma de 1 hora mediante el promedio tres años calendarios del percentil 99 de los máximos diarios, y cuya concentración obtenida fue de 41,60 µg/m³N (22,13 ppbv), equivalente al 21% del valor límite de la norma de 1 hora. Por lo anterior, se concluye que la norma a nivel de 1 hora no fue superada en la estación Compañía de Bomberos.

Respecto a la norma de 24 horas, mediante el cálculo del promedio de tres años del percentil 99 de las concentraciones de 24 horas, se concluyó que la norma de 24 horas no fue superada, con una



concentración obtenida fue de 14,72 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (7,83 ppbv), equivalente al 15% del valor del límite de la norma, para el periodo correspondiente entre los años 2022 y 2024.

En relación con la evaluación de la norma anual para NO_2 , mediante el cálculo del promedio tres años consecutivos de las concentraciones anuales, para el periodo entre el año 2022 y el año 2024, se determinó que la norma anual de NO_2 no fue superada y el valor obtenido como promedio tres años fue de 6,05 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (3,22 ppbv), equivalente al 15% respecto del límite de la norma, encontrándose por debajo del 80% del límite normativo anual de NO_2 para el período en estudio.

Norma primaria de calidad del aire para CO

De acuerdo con el análisis efectuado para la norma de 1 hora de CO que establece como límite 26 ppmv, para el periodo 2022 al 2024, se determinó que la norma no fue superada en la estación Compañía de Bomberos obteniendo una concentración de 0,76 ppmv (3%) y tampoco fue superado el 80% del límite de la norma.

En la evaluación del cumplimiento de la norma de 8 horas de CO que establece como límite 9 ppmv, mediante el promedio trianual del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 8 horas, se determinó que la norma no fue superada en la estación Compañía de Bomberos y la concentración obtenida fue de 0,64 ppmv (7%), encontrándose por debajo del 80% del límite normativo.



8. ANEXOS

Nº Anexo	Nombre Anexo
1	Resoluciones EMRP y EMRPG
2	Datos de calidad del aire para el año 2024

