



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 DEL GRAN CONCEPCIÓN
REGIÓN DE BIOBIO**

**SECCIÓN DE CALIDAD DEL AIRE Y CAMBIO CLIMÁTICO
DIVISIÓN DE FISCALIZACIÓN Y CONFORMIDAD AMBIENTAL**

DFZ-2022-2618-VIII-NC

DICIEMBRE 2022

	Nombre	Firma
Aprobado	Juan Pablo Rodríguez F.	
Revisado	Isabel Leiva Campos	
Elaborado	Karin Salazar Navarrete	



TABLA DE CONTENIDOS

<i>Tema</i>	<i>Página</i>
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-MP2,5 Y EMRP-MP10	7
5.2 DESCRIPCIÓN DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN DE LA RED DE VIGILANCIA DEL GRAN CONCEPCIÓN	8
5.3 AUDITORÍA DE DATOS.....	9
6. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUPERACIÓN DE NORMA	11
6.1. EVALUACIÓN DE LA NORMA PARA MP2,5	11
6.1.1 EVALUACIÓN DE LA NORMA 24 HORAS PARA MP2,5	11
6.1.2. EVALUACIÓN DE LA NORMA ANUAL PARA MP2,5	14
6.2. EVALUACIÓN DE LA NORMA PARA MP10	16
6.2.1. EVALUACIÓN DE LA NORMA 24 HORAS MP10	16
6.2.2. EVALUACIÓN DE LA NORMA ANUAL PARA MP10	18
7. CONCLUSIONES	20
8. ANEXOS	22



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 MP_{2,5} 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 (cabe destacar, que el 4 de junio de 2022, se publicó en el diario oficial el D.S. N° 12/2021 del Ministerio del Medio Ambiente, que establece la norma primaria de calidad ambiental para material particulado respirable MP₁₀, la cual es vigente a partir del día de su publicación en el diario oficial). 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 MP_{2,5} y MP₁₀. Con la información remitida se realizó una auditoría a los datos validados, correspondiente a las estaciones de vigilancia de calidad del aire de la Región de Biobío, ubicadas en las comunas de Concepción Metropolitano denominadas “Kingston College”, “Punteras” y “Cerro Merquín”, perteneciente al Ministerio del Medio Ambiente y declarada con representatividad poblacional (EMRP) por MP_{2,5} y MP₁₀ para la estación Kingston College, Punteras y Cerro Merquín, por la SEREMI de Salud de Biobío.

Cabe señalar que mediante Decreto Supremo N° 41, de 6 de marzo de 2006, del Ministerio del Medio Ambiente, fue declarada zona latente por material particulado respirable MP₁₀, como concentración de 24 horas y como concentración anual, a las comunas de Lota, Coronel, San Pedro de la Paz, Hualqui, Chiguayante, Concepción, Penco, Tomé, Hualpén y Talcahuano.

Además, mediante Decreto Supremo N° 15, de 11 de marzo de 2015, del Ministerio del Medio Ambiente, fue declarada zona saturada por material fino respirable MP_{2,5}, como concentración diaria a las comunas de Lota, Coronel, San Pedro de la Paz, Hualqui, Chiguayante, Concepción, Penco, Tomé, Hualpén y Talcahuano.

Una vez declarada la zona saturada, y de conformidad a lo establecido en el artículo 44 de la Ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente, y en el D.S N° 94, de 1995, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, se inició la elaboración del Plan de Descontaminación Atmosférica (en adelante PDA) para las comunas de Concepción Metropolitano, el cual fue publicado en el Diario Oficial mediante Resolución Exenta N° 476 y N° 822 del Ministerio de Medio Ambiente, el 6 de marzo de 2007 y el 28 de agosto de 2015, respectivamente.



Posteriormente, mediante Decreto Supremo N° 6 de fecha 17 de diciembre de 2019, del Ministerio de Medio Ambiente, se estableció el Plan de Descontaminación Atmosférica para las comunas de Concepción Metropolitana.

El análisis de datos de MP2,5 y MP10, se realizó con las mediciones del periodo comprendido entre el 1° de enero de 2019 y 31 de diciembre de 2021, datos medidos con 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 MP2,5 y MP10, donde se consideró los datos auditados en el informe DFZ-2021-2724-VIII-NC.

Para la auditoría de los datos horarios se consideraron los criterios establecidos en las normas primarias de calidad del aire para MP2,5 y MP10, en esta última indica que todos los datos deben ser reportados de acuerdo con lo establecido en el Reglamento de Estaciones de Medición de Contaminantes Atmosféricos, D.S. N° 61/2008, modificado por el D.S. N° 30/2009, del Ministerio de Salud (MINSAL). En el caso de los contaminantes de MP2,5 y M10 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 primaria de calidad del aire para MP2,5

El análisis de la norma de MP2,5 de 24 horas, que establece como límite una concentración de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, concluyó que la norma fue superada en el año 2019 en la estación Kingston College, y en el año 2019, 2020 y 2021 en la estación Punteras. Se debe señalar que, mediante el cálculo del percentil 98 se obtuvieron las siguientes concentraciones: para el año 2019 la estación Kingston College presentó una concentración de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en estación Punteras fue de 66 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y en estación Cerro Merquín fue de 23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, correspondiente al 80%, 132% y 46%, respecto del límite de la norma de 24 horas. Para el año 2020 las concentraciones obtenidas fueron las siguientes: en estación Kingston College 38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en estación Punteras 51 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y en Cerro Merquín 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, equivalente al 76%, 102% y 100%, respecto del límite de la norma de 24 horas. Finalmente, en el año 2021 mediante el cálculo del percentil 98, se determinó que la concentración en Kingston College fue de 43 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 57 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en Punteras y 48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en Cerro Merquín, equivalentes al 86%, 114% y 96% del límite de la norma 24 horas, respectivamente.

Complementariamente, se calculó el número de días con excedencias a la norma de 24 horas de MP2,5, determinándose para el año 2021, en estación Kingston College 1 día, en Punteras 12 días y en Cerro Merquín 5 días con excedencia a la norma de 24 horas.

En relación con la evaluación de la norma anual para MP2,5, mediante el cálculo del promedio trianual de las concentraciones, entre el año 2019 y el año 2021, se determinó que la norma anual no fue superada. Sin embargo, en dos (2) de las tres (3) estaciones en estudio se superó el 80% de



la norma anual, los resultados obtenidos en las estaciones correspondieron a: en Kingston College 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en Punteras 17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, y Cerro Merquín con una concentración de 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, correspondiente a un 75%, 85% y 80% respectivamente del límite de la norma.

Norma de calidad del aire para MP10

El análisis de la norma de MP10 de 24 horas, que establece como límite una concentración mayor o igual a 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, concluyó, mediante el cálculo del percentil 98 que para el periodo evaluado entre al año 2019 y el año 2021, que la norma no fue superada en las estaciones durante el periodo en estudio. Cabe señalar que, las concentraciones obtenidas en las estaciones de la red, mediante el cálculo del percentil 98, correspondieron a: 59 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en Kingston College, 72 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en Punteras y 81 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en Cerro Merquín, equivalentes, respecto del límite de la norma de 24 horas a un 39%, 48% y 54%. En el año 2020 el percentil 98 obtenido en las estaciones fue de: 52 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en Kingston College, 58 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en Punteras y 83 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en Cerro Merquín, equivalentes, respecto del límite de la norma de 24 horas a un 35%, 39% y 55%. Finalmente, para el año 2021 el valor obtenido en las estaciones de la red, mediante el cálculo del percentil 98, correspondió a: 61 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en Kingston College, 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en Punteras y 72 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en Cerro Merquín, equivalentes, respecto del límite de la norma de 24 horas a un 41%, 47% y 48%.

Adicionalmente, se calculó el número de días con excedencia a la norma de 24 horas de MP10, para el año 2021, determinándose que no hubo excedencias a la norma de 24 horas en ninguna de las estaciones de la red.

Por otra parte, el análisis de la norma anual de MP10, que establece como límite 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ como promedio trianual, concluyó que con los datos disponibles para los años 2019, 2020 y 2021, la norma anual no fue superada y tampoco el 80% de la misma. Las concentraciones obtenidas mediante el cálculo del promedio trianual determinaron lo siguiente: 26 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en estación Kingston College, equivalente al 52% del límite de la norma anual; 28 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en estación Punteras, equivalente al 56%, y 36 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en estación Cerro Merquín, equivalente al 72% del límite de la norma, conforme a lo establecido en la normativa para el cálculo del promedio trianual de las concentraciones.



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 2019, 2020 y 2021, con el fin de obtener información válida que permita evaluar la norma primaria de calidad del aire de MP2,5 y MP10.

La zona del Gran Concepción, conocida también como Concepción Metropolitano, pertenece a la provincia de Concepción de la Región del Biobío, abarca la zona geográfica comprendida por las comunas de Lota, Coronel, San Pedro de la Paz, Hualqui, Chiguayante, Concepción, Penco, Tomé, Hualpén y Talcahuano. Se encuentra emplazada en los 36°47' Latitud Sur y 73°07' Longitud Oeste, a una distancia de 440,49 Km al sur de Santiago, las comunas del Gran Concepción tienen una superficie total de 2102 km². Los límites geográficos de las comunas mencionadas fueron fijados por el D.F.L N°3-18.715, de 1989, del Ministerio del Interior, que precisa delimitaciones de las comunas del país, por la Ley N°19.436, que crea la comuna de San Pedro de la Paz, por la Ley N°19.461 que crea la comuna de Chiguayante, y por la Ley N°19.936, que crea la comuna de Hualpén, en la Región del Biobío. Posee una población total de 971.285 habitantes (2017, Instituto Nacional de Estadísticas).

El presente documento da cuenta de la evaluación de la norma para MP2,5 y MP10, en las estaciones de vigilancia de la calidad del aire de la comuna del Gran Concepción, correspondientes a “Kingston College”, “Punteras” y “Cerro Merquín”, las estaciones cuentan con calificación de representatividad poblacional (en adelante, EMRP) por MP2,5 y MP10.

El proceso de evaluación de la norma de MP2,5 y MP10 consideró una auditoría y análisis de los datos de las tres (3) estaciones de vigilancia de la zona, con el objeto de dar cumplimiento a la norma primaria de calidad del aire para MP2,5 y MP10, en conjunto al D.S. N° 61/2008, modificado por D.S. N° 30/2009, del Ministerio de Salud (en adelante MINSAL).

Estos antecedentes permitirán al Ministerio del Medio Ambiente activar los instrumentos de política pública que correspondan, de acuerdo con lo establecido en la Resolución Exenta N°503 de 2 de junio de 2021, del Subsecretario del Medio Ambiente, complementa circular N°0001, de 2005, de la comisión nacional del medio ambiente, que instruye sobre procedimiento para la declaración, modificación y derogación de zonas saturadas o latentes de carácter atmosférico, y deja sin efecto la resolución exento N°302, de 2011, y N°1121, de 2020, ambas del Ministerio del Medio Ambiente.



3. OBJETIVOS

El objetivo general es evaluar el cumplimiento de las normas de calidad del aire primaria para MP2,5 y MP10, en su nivel diario y anual, según corresponda, considerando el período de información comprendido entre el 1° de enero de 2019 y el 31 de diciembre de 2021, 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 la comuna del Gran Concepción, Región del Biobío, en base a una auditoría de los datos reportados el año 2021, para los años 2019 y 2020 se utilizaron los datos validos en el informe DFZ-2021-2724-VIII-NC.

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 comuna del Gran Concepción, para el periodo comprendido entre el 1° de enero de 2019 y el 31 de diciembre de 2021.

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 Kingston College, Punteras y Cerro Merquín.

El presente documento evaluó el cumplimiento de las normas primarias de calidad vigentes para el periodo evaluado entre el 1° de enero de 2019 y el 31 de diciembre de 2021. 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

La información de las mediciones realizadas en las estaciones de Kingston College, Punteras y Cerro Merquín, para los contaminantes MP2,5 y MP10, se reportó a esta Superintendencia por parte del Ministerio del Medio Ambiente, mediante documentos electrónicos compartidos, 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.

El periodo de datos de MP2,5 y MP10 auditado, corresponde a las mediciones realizadas entre el 1° de enero de 2019 y 31 de diciembre de 2021, para las estaciones declaradas con representatividad poblacional para material particulado MP2,5 y MP10.

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

En la Tabla 2, se describen las respectivas resoluciones de las estaciones que la califican como estación de monitoreo con representatividad poblacional para material particulado MP2,5 y MP10.

Tabla 2 Estación declarada como EMRP-MP2,5 y EMRP-MP10

Estación	Resolución que otorga EMRP para MP2,5	Resolución que otorga EMRP para MP10
Kingston College	Res. Exenta N° 30505 del 3 de octubre de 2011, modificada por la Res. Exenta N° 9010 del 21 de diciembre de 2012, de la Secretaría Regional Ministerial de Salud del Biobío.	Res. Exenta N° 30505 del 3 de octubre de 2011, modificada por la Res. Exenta N° 9010 del 21 de diciembre de 2012, de la Secretaría Regional Ministerial de Salud del Biobío.
Punteras	Res. Exenta N° 30507 del 3 de octubre de 2011, modificada por la Res. Exenta N° 9008 del 21 de diciembre de 2012, de la Secretaría Regional Ministerial de Salud del Biobío.	Res. Exenta N° 30507 del 3 de octubre de 2011, modificada por la Res. Exenta N° 9008 del 21 de diciembre de 2012, de la Secretaría Regional Ministerial de Salud del Biobío.
Cerro Merquín	Res. Exenta N° 30506 del 3 de octubre de 2011, modificada por la Res. Exenta N° 9009 del 21 de diciembre de 2012, de la Secretaría Regional Ministerial de Salud del Biobío	Res. Exenta N° 30506 del 3 de octubre de 2011, modificada por la Res. Exenta N° 9009 del 21 de diciembre de 2012, de la Secretaría Regional Ministerial de Salud del Biobío

Por su parte, en la Tabla 3 se describen las coordenadas geográficas de las estaciones de vigilancia de calidad del aire de la comuna del Gran Concepción, además la representación de las estaciones se observa gráficamente en la Figura 1.



Tabla 3 Ubicación de las estaciones de la red de calidad del aire del Gran Concepción georreferenciadas

Propietario	Estación	Coordenadas UTM (m)	
		Datum WGS84,	Huso 18 S*
MMA	Kingston College	673.839 E	5.927.248 N
MMA	Punteras	674.940 E	5.911.839 N
MMA	Cerro Merquín	664.618 E	5.901.181 N

*Referencia de las resoluciones EMRP.

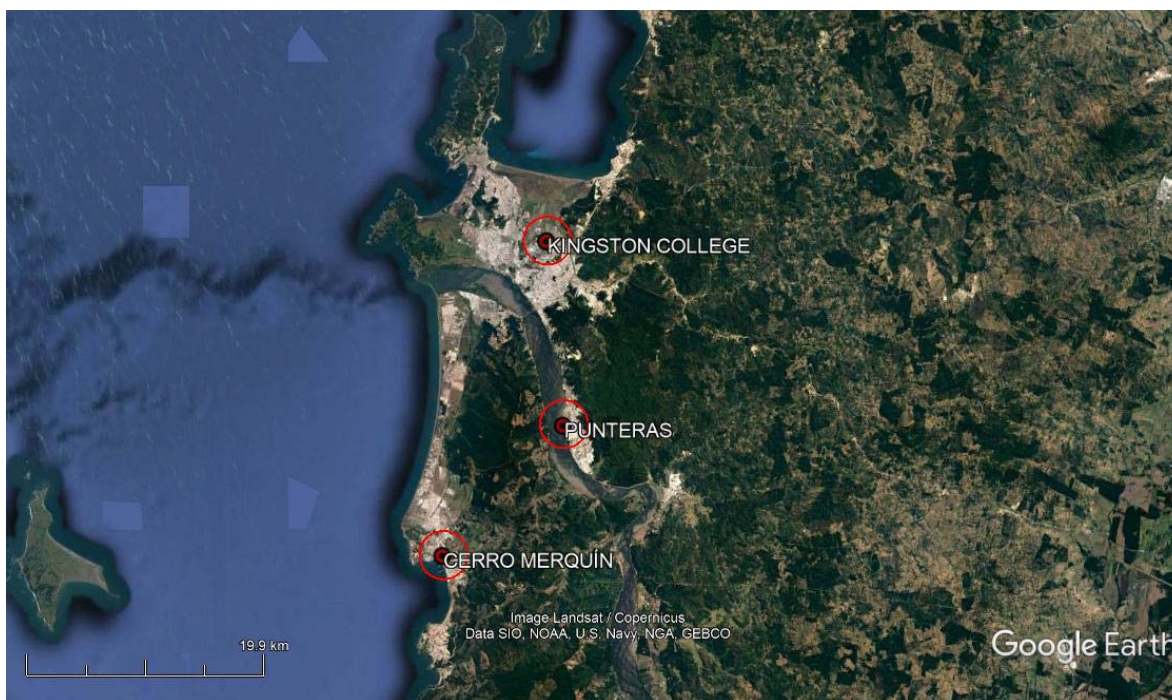


Figura 1 Ubicación de las estaciones de calidad del aire del Gran Concepción en la Región del Biobío

5.2 Descripción de instrumentos de medición de la red de vigilancia del Gran Concepción

De acuerdo con los antecedentes entregados por el Ministerio de Medio Ambiente, para los años 2019, 2020 y 2021, 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 2021.

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

Estación	Parámetro	Método de Medición	Marca/Modelo	Método de Referencia o Equivalente EPA
Kingston College	MP2,5	Basado en el principio de atenuación beta	OPSIS/SM200	EQPM-0812-203
	MP10	Basado en el principio de atenuación beta	MetOne/BAM 1020	EQPM-0709-185
Punteras	MP2,5	Basado en el principio de atenuación beta	OPSIS/SM200	EQPM-0812-203
	MP10	Basado en el principio de atenuación beta	MetOne/BAM 1020	EQPM-0798-122
Cerro Merquín	MP2,5	Basado en el principio de atenuación beta	OPSIS/SM200	EQPM-0812-203
	MP10	Basado en el principio de atenuación beta	MetOne/BAM 1020	EQPM-0709-185

5.3 Auditoría de datos

Los datos de MP2,5 y MP10 para los años 2019, 2020 y 2021, validados previamente por el MMA, fueron sometidos a una revisión usando como criterio lo establecido en la norma primaria de calidad del aire para dichos contaminantes y de acuerdo con lo indicado en el D.S. N° 61/2008, modificado por D.S. N° 30/2009 de MINSAL. Conjuntamente, se evaluó el comportamiento de los datos para el periodo en estudio, a través de gráficas de series de tiempo.

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, además, se evaluó el número de días sin dato o dato inválido. En la Tabla 5 se recopilan los porcentajes de datos inválidos por contaminante para el año 2019, 2020 y 2021. En ésta se observa que todas las estaciones registran menos del 25% de sus datos inválidos.

Tabla 5 Porcentaje de datos inválidos horarios para MP2,5 y MP10 para el periodo de 2019 al 2021

Estación	2019		2020		2021	
	MP2,5 % Horario	MP10 % Horario	MP2,5 % Horario	MP10 % Horario	MP2,5 % Horario	MP10 % Horario
Kingston College	1,1	1,6	2,0	2,2	3,9	3,0
Punteras	2,1	1,4	1,6	1,2	2,4	2,2
Cerro Merquín	2,8	1,4	2,4	1,7	1,7	0,6



Mediante el análisis estadístico se determinó la cantidad de datos disponible para el cálculo de los promedios diarios. La construcción de los promedios de 24 horas (diarios) se realizó en base a la disponibilidad de datos por día, considerando como mínimo el 75% de datos efectivamente medidos de acuerdo con lo descrito en el D.S. N° 61/2008, modificado por D.S N° 30/2009 de MINSAL. En los casos de días con un porcentaje menor al 75% de horas, éstos se invalidaron de acuerdo con lo descrito en el decreto mencionado.

En la Tabla 6 se presenta el número de días válidos y el porcentaje de datos disponibles para el período 2019 al 2021, para los contaminantes MP2,5 y MP10, según corresponda. De la Tabla 6, se puede concluir que las estaciones presentan un porcentaje de datos válidos superior al 75% para el periodo. 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 (2019-2020-2021)

Estación	Año	N° de Datos Disponibles (Días) MP2,5	Porcentaje de datos (%)	N° de Datos Disponibles (Días) MP10	Porcentaje de datos (%)
Kingston College	2019	362	99,2	358	98,1
	2020	361	98,6	361	98,6
	2021	346	94,8	351	96,2
Punteras	2019	357	97,8	361	98,9
	2020	362	98,9	364	99,5
	2021	353	96,7	356	97,5
Cerro Merquín	2019	354	97,0	360	98,6
	2020	356	97,3	361	98,6
	2021	358	98,1	365	100

Para efectos de la evaluación anual de las normas primarias de MP2,5 y MP10, a continuación, en las Tabla 7 y Tabla 8, se resume el porcentaje de datos disponibles a nivel mensual, para la estación Kingston College se observa una disponibilidad de datos mensuales superior al 75% para MP2,5 para el periodo 2019 al 2020, en el caso del año 2021 es inferior al 75% en el mes de enero. Para el MP10 en la estación Kingston College se observa una disponibilidad de datos mensuales superior al 75% para la totalidad del periodo 2019-2021. En el caso de la estación Punteras una disponibilidad de datos mensuales superior al 75% para MP2,5 y MP10 en la totalidad del periodo. Respecto a la estación Cerro Merquín se observa también una disponibilidad de datos mensuales superior al 75%, para MP2,5 y MP10, para el periodo 2019-2021.



Tabla 7 Porcentaje de datos válidos de MP2,5 mensuales por estación para los años 2019, 2020 y 2021

Estación	Año	MESES (%)											
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Kingston College	2019	100	100	100	100	100	97	100	100	97	97	100	100
	2020	87	100	100	100	100	97	100	100	100	100	100	100
	2021	71	93	94	100	97	100	94	90	100	100	100	100
Punteras	2019	100	96	100	90	100	100	100	100	100	100	87	100
	2020	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	87	100
	2021	100	100	100	100	100	87	94	100	100	100	93	87
Cerro Merquín	2019	100	100	100	100	94	100	100	100	100	87	93	90
	2020	94	100	100	100	100	100	100	100	100	87	100	87
	2021	100	93	100	100	100	100	100	100	97	87	100	100

Tabla 8 Porcentaje de datos válidos de MP10 mensuales por estación para los años 2019, 2020 y 2021

Estación	Año	MESES (%)											
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Kingston College	2019	100	100	100	100	100	97	100	94	97	97	93	100
	2020	100	100	100	97	100	97	100	100	93	100	100	100
	2021	81	97	94	100	97	100	94	90	100	100	100	100
Punteras	2019	100	96	100	90	100	100	100	100	100	100	100	100
	2020	100	100	100	100	97	97	100	100	103	100	100	100
	2021	100	97	100	100	84	93	100	100	100	100	100	94
Cerro Merquín	2019	100	100	100	100	94	100	100	100	100	100	97	94
	2020	97	100	100	100	100	97	100	100	100	100	100	90
	2021	100	97	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

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 2019 y el día 31 de diciembre de 2021. 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 2019, 2020 y 2021, de las estaciones de calidad del aire del Gran Concepción.

De acuerdo con el límite 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 monitora calificada como EMRPMP2,5.

Tabla 9 Evaluación de la norma 24 horas para MP2,5 para los años 2019, 2020 y 2021

Estación	Año	Percentil 98 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% de la Norma 24 horas 50 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Kingston College	2019	40	80
	2020	38	76
	2021	43	86
Punteras	2019	66	132
	2020	51	102
	2021	57	114
Cerro Merquín	2019	23	46
	2020	50	100
	2021	48	96

De acuerdo con el análisis efectuado y la determinación del percentil 98 de las concentraciones de 24 horas para los años 2019, 2020 y 2021, se concluyó que el valor de la norma 24 horas para MP2,5, fue superado en la estación Punteras en los años 2019, 2020 y 2021, además, en la estación Cerro Merquín en el año 2020 se observa una concentración de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Cabe destacar que, las concentraciones obtenidas en las estaciones de la red, mediante el cálculo del percentil 98, correspondieron a: 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en Kingston College, 66 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en Punteras y 23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en Cerro Merquín, equivalentes, respecto del límite de la norma de 24 horas a un 80%, 132% y 46%. El año 2020 el percentil 98 obtenido en las estaciones fue de: 38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en Kingston College, 51 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en Punteras y 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en Cerro Merquín, equivalentes, respecto del límite de la norma de 24 horas a un 76%, 102% y 100%. Finalmente, para el año 2021 el valor obtenido en las estaciones de la red, mediante el cálculo del percentil 98, correspondió a: 43 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en Kingston College, 57 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en Punteras y 48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en Cerro Merquín, equivalentes, respecto del límite de la norma de 24 horas a un 86%, 114% y 96%.

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 2019, 2020 y 2021.



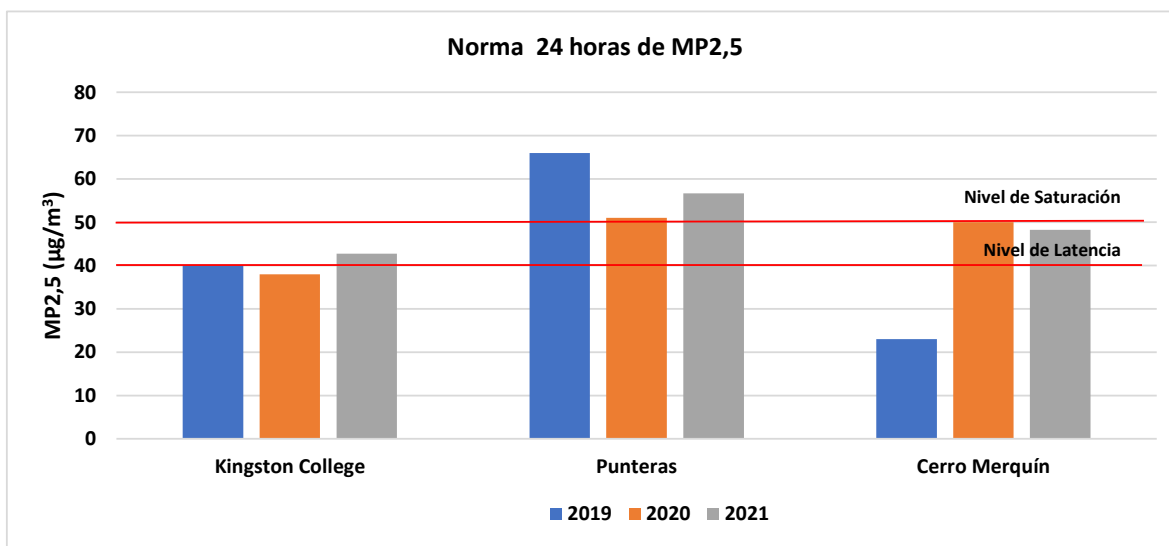


Gráfico 1 Norma 24 horas para MP2,5 por año

Adicionalmente, en la Tabla 10, se resume el número de días con excedencias a la norma de 24 horas por estación durante el año 2021, registrándose un número de excedencias de 1 día en la estación Kingston College, en estación Punteras con 12 días, mientras que en la estación Cerro Merquín se registraron 5 días sobre el valor normado.

Tabla 10 N° de días de excedencias a la norma de 24 horas de MP2,5

Estación	N° Días excedencias a la Norma 24 horas 2019	N° Días excedencias a la Norma 24 horas 2020	N° Días excedencias a la Norma 24 horas 2021
Kingston College	5	1	1
Punteras	12	8	12
Cerro Merquín	1	7	5

El Gráfico 2 muestra el número de excedencias, disgregada a nivel mensual, para el período comprendido entre el 1° enero y el 31 de diciembre de 2021, siendo la estación Punteras la que presentó el mayor número de excedencias a la norma de 24 horas, seguida por la estación Cerro Merquín para el periodo en estudio, la estación Kingston College presentó el menor número de excedencias a la norma de 24 horas para el año 2021. Además, en el gráfico se incluyen las excedencias de los años 2019 y 2020.



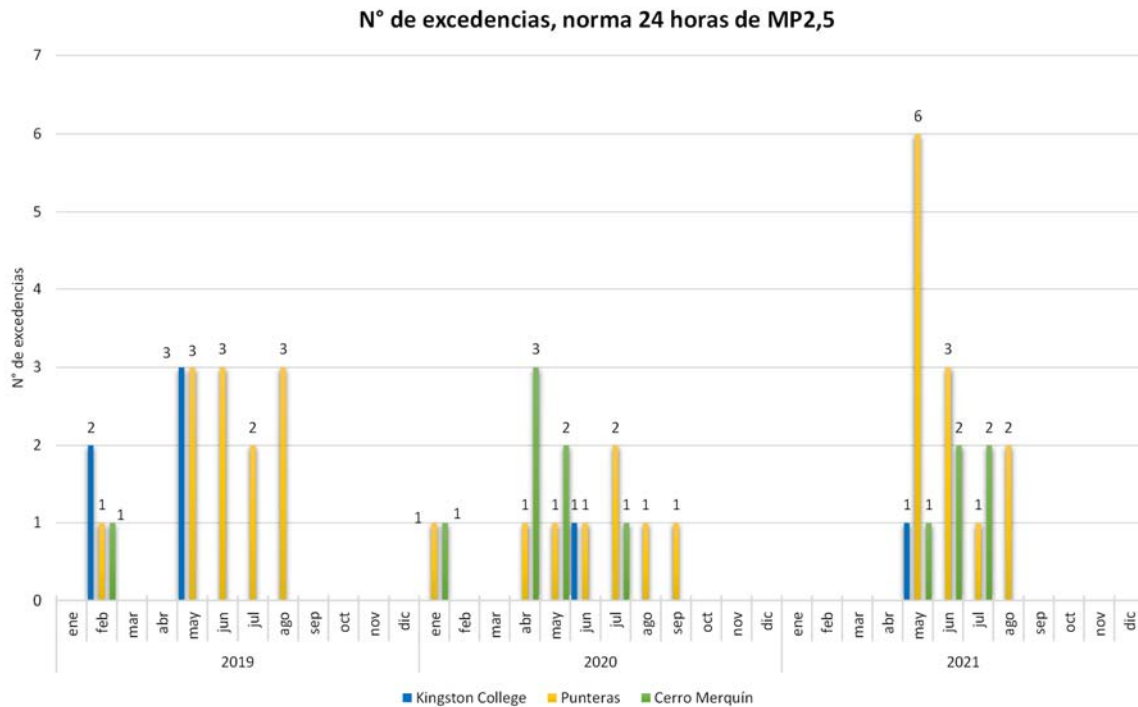


Gráfico 2 Número de Excedencias a la norma 24 Horas MP2,5 para los años 2019, 2020 y 2021

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 2019 y el día 31 de diciembre de 2021. 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 2019, 2020 y 2021, para las estaciones de monitoreo de la red del Gran Concepción.

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 µg/m³, en cualquier estación monitorea 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.

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.

A continuación, en la Tabla 11 se presentan los valores como promedio anual para los años 2019, 2020 y 2021, y el promedio trianual.

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

Estación	Promedio Anual 2019 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Promedio Anual 2020 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Promedio Anual 2021 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Promedio Trianual (2019-2020-2021) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% de la Norma Anual 20 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Kingston College	15	14	15	15	75
Punteras	18	17	17	17	85
Cerro Merquín	12	18	18	16	80

La evaluación de la norma anual determinó que no fue superada y solo se observó superación al 80% de la norma durante el periodo evaluado. De la tabla se puede observar que la estación Kingston College, presentó una concentración de $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$, correspondiente a un 75% del límite de la norma anual, en estación Punteras una concentración de $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ correspondiente a un 85% del límite de la norma anual y en estación Cerro Merquín una concentración de $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ correspondiente a un 80% del límite de la norma anual.

Complementariamente, en el Gráfico 3, se puede observar el promedio trianual por estación, para el periodo comprendido entre el día 1° de enero de 2019 y el día 31 de diciembre de 2021.



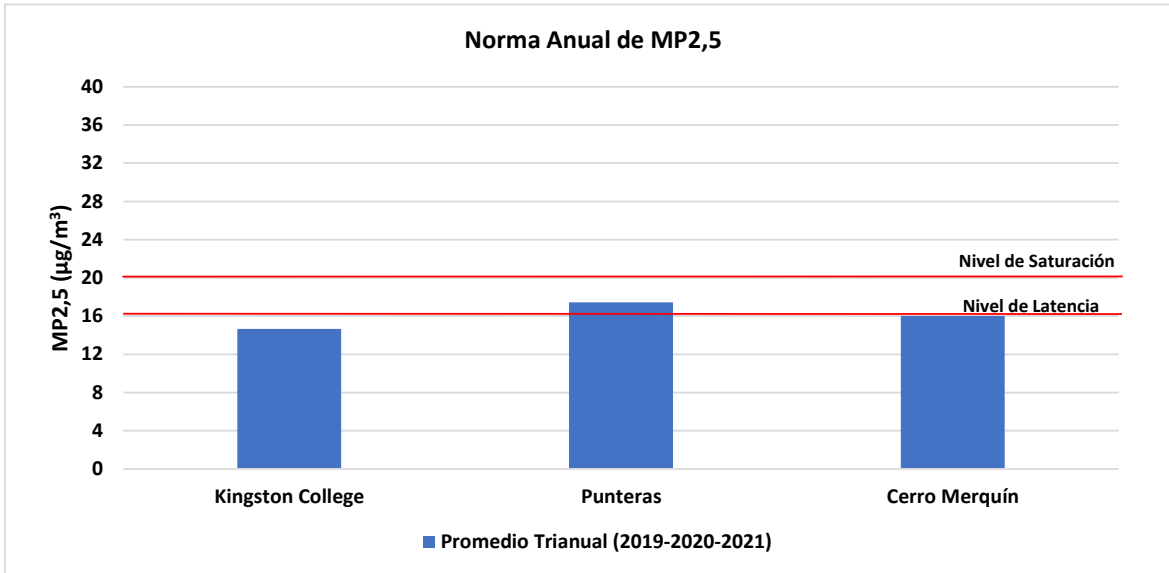


Gráfico 3 Concentración anual para MP2,5 para los años 2019, 2020 y 2021

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 2019 y el día 31 de diciembre de 2021. En la Tabla 12, se presenta un resumen de los valores calculados del percentil 98 de la concentración 24 horas de la norma de MP10, para los años 2019, 2020 y 2021, de las estaciones Kingston College, Punteras y Cerro Merquín.

Cabe señalar que, 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 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 Evaluación de la norma 24 horas para MP10 para los años 2019, 2020 y 2021

Estación	Año	Percentil 98 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	% de la Norma 24 horas 150 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)
Kingston College	2019	59	39
	2020	52	35
	2021	61	41
Punteras	2019	72	48
	2020	58	39
	2021	70	47
Cerro Merquín	2019	81	54
	2020	83	55
	2021	72	48

De acuerdo con el análisis efectuado y la determinación del percentil 98 con las concentraciones de 24 horas para los años 2019, 2020 y 2021, determinó que el valor de la norma de 24 horas para MP10, no fue superada en ninguna de las estaciones. Cabe señalar que, las concentraciones obtenidas en las estaciones de la red en el año 2019, mediante el cálculo del percentil 98, correspondieron a: 59 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en Kingston College, 72 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en Punteras y 81 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en Cerro Merquín, equivalentes, respecto del límite de la norma de 24 horas a un 39%, 48% y 54%. El año 2020 el percentil 98 obtenido en las estaciones fue de: 52 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en Kingston College, 58 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en Punteras y 83 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en Cerro Merquín, equivalentes, respecto del límite de la norma de 24 horas a un 35%, 39% y 55%. Finalmente, para el año 2021 el valor obtenido en las estaciones de la red, mediante el cálculo del percentil 98, correspondió a: 61 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en Kingston College, 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, en Punteras y 72 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en Cerro Merquín, equivalentes, respecto del límite de la norma de 24 horas a un 41%, 47% y 48%.

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 2019, 2020 y 2021.



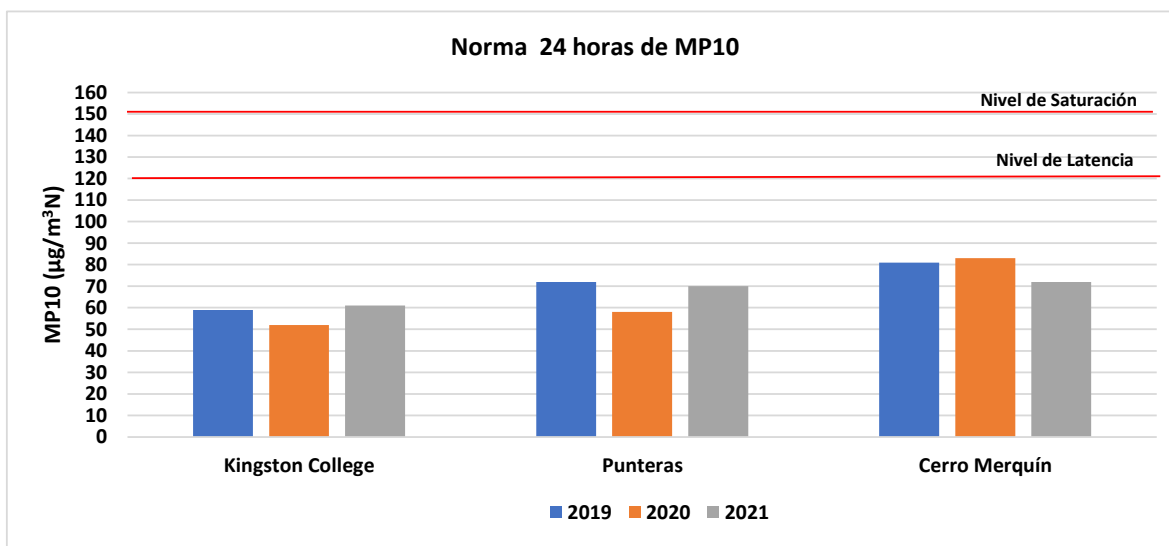


Gráfico 4 Norma 24 horas para MP10 por año y estación

Complementariamente, se determinó el número de excedencias a la norma de 24 horas para año 2021, concluyéndose que ninguna de las estaciones de la Red del Gran Concepción con días sobre el límite de la norma de 24 horas.

Tabla 13 N° de días de excedencias a la norma de 24 horas de MP10

Estación	N° Días excedencias a la Norma 24 horas 2019	N° Días excedencias a la Norma 24 horas 2020	N° Días excedencias a la Norma 24 horas 2021
Kingston College	1	0	0
Punteras	0	0	0
Cerro Merquín	1	0	0

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 2019 y el día 31 de diciembre de 2021. 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 2019, 2020 y 2021, para las estaciones de monitoreo de la comuna del Gran Concepción.



La evaluación de la norma anual con los datos válidos de MP10, concluyó que la norma anual durante el periodo analizado no fue superada y tampoco el 80% de esta. En la Tabla 14, se observa que en la estación Kingston College la concentración promedio trianual fue de 26 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, equivalente al 52% de la norma anual; en la estación Punteras se obtuvo una concentración de 28 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, equivalente al 56% y en la estación Cerro Merquín una concentración de 36 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, equivalente al 72%, respecto del límite de la norma anual.

Tabla 14 Concentración trianual y porcentaje de la norma MP10

Estación	Promedio Anual 2019 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Promedio Anual 2020 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Promedio Anual 2021 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Promedio Trianual (2019-2020-2021) ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	% de la Norma Anual 50 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)
Kingston College	27	24	27	26	52
Punteras	28	26	31	28	56
Cerro Merquín	37	35	35	36	72

Complementariamente, en el Gráfico 5, se puede observar la concentración como promedio trianual, para el período 2019, 2020 y 2021, para las estaciones Kingston College, Punteras y Cerro Merquín.

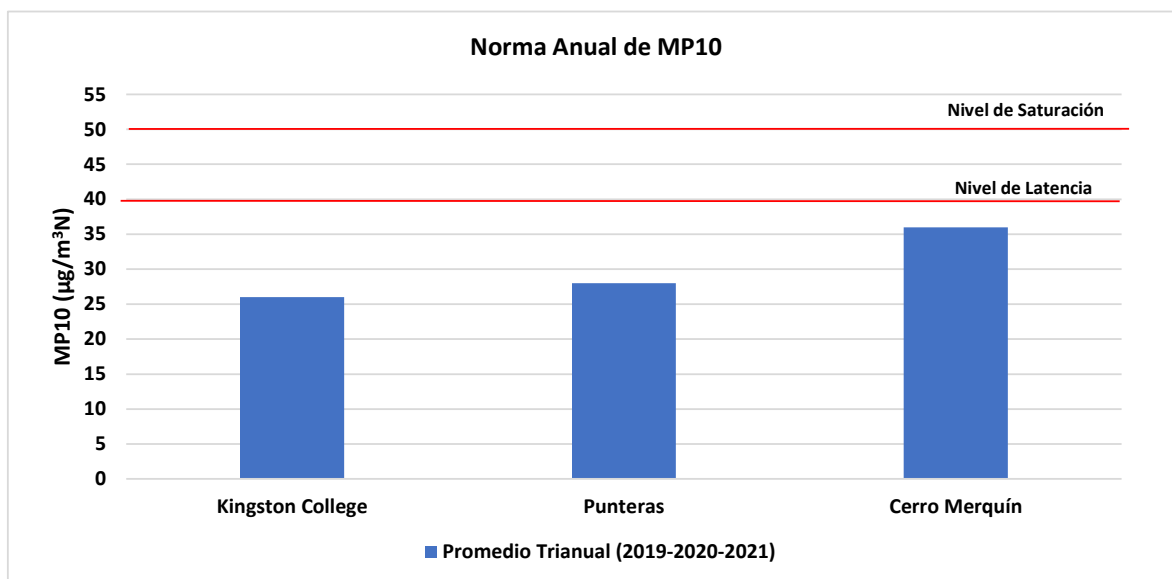


Gráfico 5 Norma Anual para MP10, Promedio trianual periodo 2019 al 2021



7. CONCLUSIONES

El análisis de los datos de calidad del aire de las estaciones Kingston College, Punteras y Cerro Merquín, pertenecientes a la Red de vigilancia de calidad del aire del Gran Concepción de la Región de Biobío, se consideró la información válida generada de las mediciones de MP2,5 y MP10, en base al período comprendido entre el 1° de enero de 2019 y el 31 de diciembre de 2021.

Para este informe se consideraron como requisitos; la representatividad poblacional por MP2,5 y MP10 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 2019, 2020 y 2021 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 primaria de calidad del aire para MP2,5

El análisis de la norma de MP2,5 de 24 horas, que establece como límite una concentración de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, concluyó que la norma fue superada en el año 2019 en la estación Kingston College, y en el año 2019, 2020 y 2021 en la estación Punteras. Se debe señalar que, mediante el cálculo del percentil 98 se obtuvieron las siguientes concentraciones: para el año 2019 la estación Kingston College presentó una concentración de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en estación Punteras fue de 66 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y en estación Cerro Merquín fue de 23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, correspondiente al 80%, 132% y 46%, respecto del límite de la norma de 24 horas. Para el año 2020 las concentraciones obtenidas fueron las siguientes: en estación Kingston College 38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en estación Punteras 51 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y en Cerro Merquín 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, equivalente al 76%, 102% y 100%, respecto del límite de la norma de 24 horas. Finalmente, en el año 2021 mediante el cálculo del percentil 98, se determinó que la concentración en Kingston College fue de 43 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 57 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en Punteras y 48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en Cerro Merquín, equivalentes al 86%, 114% y 96% del límite de la norma 24 horas, respectivamente.

Complementariamente, se calculó el número de días con excedencias a la norma de 24 horas de MP2,5, determinándose para el año 2021, en estación Kingston College 1 día, en Punteras 12 días y en Cerro Merquín 5 días con excedencia a la norma de 24 horas.

En relación con la evaluación de la norma anual para MP2,5, mediante el cálculo del promedio trianual de las concentraciones, entre el año 2019 y el año 2021, se determinó que la norma anual no fue superada. Sin embargo, en dos (2) de las tres (3) estaciones en estudio se superó el 80% de la norma anual, los resultados obtenidos en las estaciones correspondieron a: en Kingston College 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en Punteras 17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, y Cerro Merquín con una concentración de 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, correspondiente a un 75%, 85% y 80% respectivamente del límite de la norma.



Norma de calidad del aire para MP10

El análisis de la norma de MP10 de 24 horas, que establece como límite una concentración mayor o igual a $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, concluyó, mediante el cálculo del percentil 98 que para el periodo evaluado entre al año 2019 y el año 2021, que la norma no fue superada en las estaciones durante el periodo en estudio. Cabe señalar que, las concentraciones obtenidas en las estaciones de la red, mediante el cálculo del percentil 98, correspondieron a: $59 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en Kingston College, $72 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en Punteras y $81 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en Cerro Merquín, equivalentes, respecto del límite de la norma de 24 horas a un 39%, 48% y 54%. En el año 2020 el percentil 98 obtenido en las estaciones fue de: $52 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en Kingston College, $58 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en Punteras y $83 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en Cerro Merquín, equivalentes, respecto del límite de la norma de 24 horas a un 35%, 39% y 55%. Finalmente, para el año 2021 el valor obtenido en las estaciones de la red, mediante el cálculo del percentil 98, correspondió a: $61 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en Kingston College, $70 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en Punteras y $72 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en Cerro Merquín, equivalentes, respecto del límite de la norma de 24 horas a un 41%, 47% y 48%.

Adicionalmente, se calculó el número de días con excedencia a la norma de 24 horas de MP10, para el año 2021, determinándose que no hubo excedencias a la norma de 24 horas en ninguna de las estaciones de la red.

Por otra parte, el análisis de la norma anual de MP10, que establece como límite $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ como promedio trianual, concluyó que con los datos disponibles para los años 2019, 2020 y 2021, la norma anual no fue superada y tampoco el 80% de la misma. Las concentraciones obtenidas mediante el cálculo del promedio trianual determinaron lo siguiente: $26 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en estación Kingston College, equivalente al 52% del límite de la norma anual; $28 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en estación Punteras, equivalente al 56%, y $36 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en estación Cerro Merquín, equivalente al 72% del límite de la norma, conforme a lo establecido en la normativa para el cálculo del promedio trianual de las concentraciones.



8. ANEXOS

N° Anexo	Nombre Anexo
1	Resoluciones EMRP
2	Datos de calidad del aire para los años 2021

