

Informe mensual

Indicadores de Calidad del Aire

Abril 2022

Sistema de Monitoreo de Calidad del Aire del
Estado de Querétaro (SMCAQ)

Contenido

I. Introducción.....	3
II. Indicadores de calidad de aire	3
III. Meteorología.....	14
IV. Conclusiones.....	17
V. Acrónimos.....	18
VI. Referencias.....	19

I. Introducción

El presente documento se realiza con la finalidad mostrar el comportamiento de la calidad de manera oportuna, conteniendo el análisis de los datos generados para cada contaminante por estación con información validada del mes inmediato anterior. Representa además el nivel de procesamiento de información validada del Sistema de Monitoreo de Calidad del Aire de Querétaro para la toma de decisiones.

El análisis de indicadores se realiza conforme lo establecido en las normas oficiales mexicanas de salud ambiental por contaminante, conforme a los Límites Máximos Permisibles (LMP) de exposición y la NOM-0172-SEMARNAT-2019 que establece el Índice de Calidad del Aire y Riesgos a la Salud (ICARS) sobre criterios para calidad del aire: buena, aceptable, mala o muy mala, con los que se mantiene informada a la población. Además del análisis de las condiciones meteorológicas presentadas durante el mes.

II. Indicadores de calidad de aire

II.1 Normas de Salud Ambiental en materia de Calidad de Aire

Las Normas Oficiales Mexicanas en materia de salud ambiental emitidas por la Secretaría de Salud, se emiten para cada contaminante y en cada una se establece el Límite Máximo Permissible (LMP) por tiempos de exposición como medida de protección a la salud de la población. Se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Normas oficiales mexicanas de salud ambiental por contaminante

Contaminante	NOM vigente	Límites y tiempos de exposición
Dióxido de nitrógeno (NO ₂)	NOM-023-SSA1-2021	0.106 ppm, promedio horario 0.021 ppm, promedio anual
Monóxido de carbono (CO)	NOM-021-SSA1-2021	26.0 ppm, promedio horario 9.0 ppm, promedio móvil de 8 h
Ozono (O ₃)	NOM-020-SSA1-2021	0.090 ppm, promedio horario 0.065 ppm, promedio móvil de 8 h
Dióxido de azufre (SO ₂)	NOM-022-SSA1-2019	0.04 ppm, promedio de 24 h máximo de 3 años 0.075 ppm, promedio de máximos diarios horarios de los percentiles 99 de 3 años
Partículas menores a 2.5 micrómetros (PM _{2.5})	NOM-025-SSA1-2021	41 µg/m ³ Promedio de 24 h 10 µg/m ³ Promedio anual
Partículas menores a 10 micrómetros (PM ₁₀)		70 µg/m ³ Promedio de 24 h 36 µg/m ³ Promedio anual

Fuente: Normas Oficiales Mexicanas de referencia.

Con base a lo establecido en las normas anteriores, en la tabla 2 se muestra el cumplimiento de estas para cada contaminante por estación en el mes de abril de 2022.

Tabla 2. Cumplimiento de normas oficiales mexicanas de salud ambiental en materia de calidad de aire. Abril 2022.

Contaminante	CAP	COR	EPG	FEO	JOV	SJR
Dióxido de nitrógeno (horario)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Monóxido de carbono (horario)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Monóxido de carbono (móvil 8 hr)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ozono (horario)	✓	✓	✗	✓	✗	✓
Ozono (móvil 8 hr)	✗	✗	✗	✓	✗	✓
Dióxido de azufre (percentil 99 de máximos diarios)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Dióxido de azufre (promedio 24 hr)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Partículas PM _{2.5} (promedio 24 hr)		✓	✓	✓	✗	✓
Partículas PM ₁₀ (promedio 24 hr)	✓					

✓ Cumple
 ✗ No cumple

■ No se mide

Es importante comentar que el mes de abril estuvo caracterizado por una tendencia en el aumento de la temperatura promedio y días despejados, con bajas velocidades de viento, generando baja dispersión atmosférica, lo cual pudo haber incidido en el aumento en las concentraciones de algunos contaminantes.

II.2 Índice de Calidad del Aire y Riesgos a la Salud (ICARS).

El Índice de Aire y Salud (ICARS) se establece en la NOM-172-SEMARNAT-2019, que especifica para cada contaminante los criterios de calidad del aire: buena, regular, mala y muy mala, con base en los rangos de concentración que registra cada contaminante; con la finalidad de que la población conozca la calidad del aire que respira. En la tabla 3 y 4 muestran los intervalos establecidos por contaminante.

Tabla 3. ICARS intervalos de concentración para NO₂, CO, O₃ y SO₂.

Contaminante criterio →	Dióxido de nitrógeno (NO ₂)	Monóxido de carbono (CO)	Ozono (O ₃)		Dióxido de azufre (SO ₂)
	PH	PM8	PH	PM8	PM24
	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)
Buena	0.107	8.75	0.051	0.051	0.008
Regular	>0.107 a 0.210	>8.75 a 11.00	>0.051 a 0.095	>0.051 a 0.070	>0.008 a 0.110
Mala	>0.210 a 0.230	>11.00 a 13.30	>0.095 a 0.135	>0.070 a 0.092	>0.110 a 0.165
Muy mala	>0.230 a 0.250	>13.30 a 15.50	>0.135 a 0.175	>0.092 a 0.114	>0.165 a 0.220
Extremadamente mala	>0.250	>15.50	>0.175	>0.114	>0.220

PH= promedio horario PM8= promedio móvil de 8 horas,
PM24= promedio móvil de 24 horas PP12= promedio móvil ponderado de 12 horas, ppm= partes por millón

Fuente: NOM-172-SEMARNAT-2019

Tabla 4. Intervalos de concentración para PM₁₀ y PM_{2.5}.

Contaminante criterio →	PM ₁₀	PM _{2.5}
Parámetro →	PP12	PP12
Calidad de aire ↓	(µg/m ³)	(µg/m ³)
Buena	50	25
Regular	>50 a 75	>25 a 45
Mala	>75 a 155	>45 a 79
Muy mala	>155 a 235	>79 a 147
Extremadamente mala	>235	>147

PM₁₀ = Material particulado menor a 10 micras
 PM_{2.5} = Material particulado menor a 2.5 micras
 µg/m³ = Microgramos por metro cúbico

Fuente: NOM-172-SEMARNAT-2019

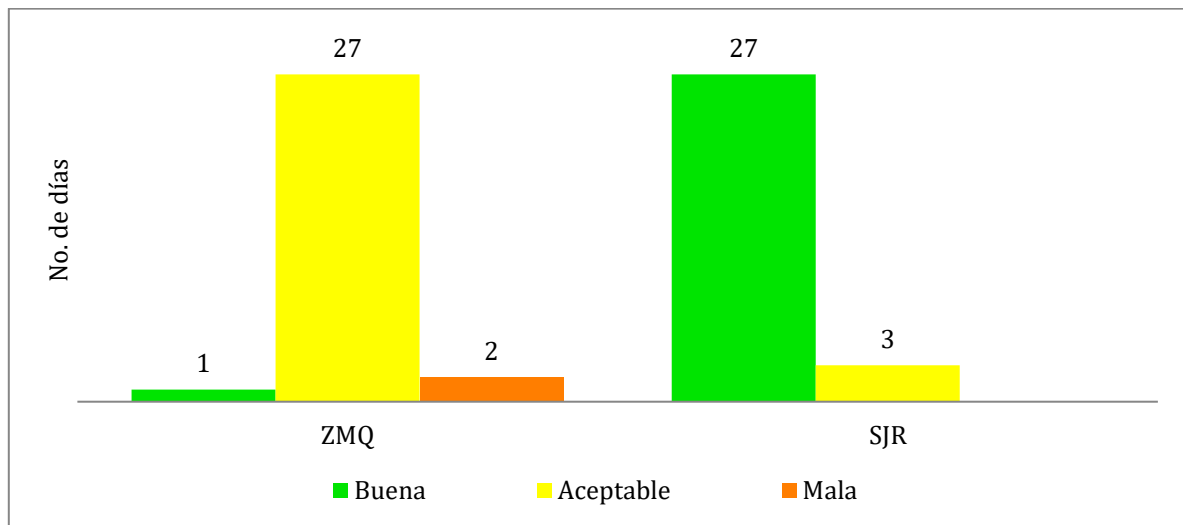
Con base en los valores mostrados en las tablas anteriores, se realizó el análisis de los datos reportados por día para cada estación de monitoreo por contaminante, identificando si la calidad del aire fue buena, aceptable, mala o muy mala, de acuerdo con su máximo valor del día.

A continuación, se muestra el comportamiento para los contaminantes que tuvieron calidad del aire aceptable y mala que fueron Ozono (O₃), dióxido de azufre (SO₂) y partículas PM_{2.5} y PM₁₀.

- Ozono (O₃)

Tabla 5. ICARS para ozono (O₃) por día por estación del SMCAQ. Abril 2022.

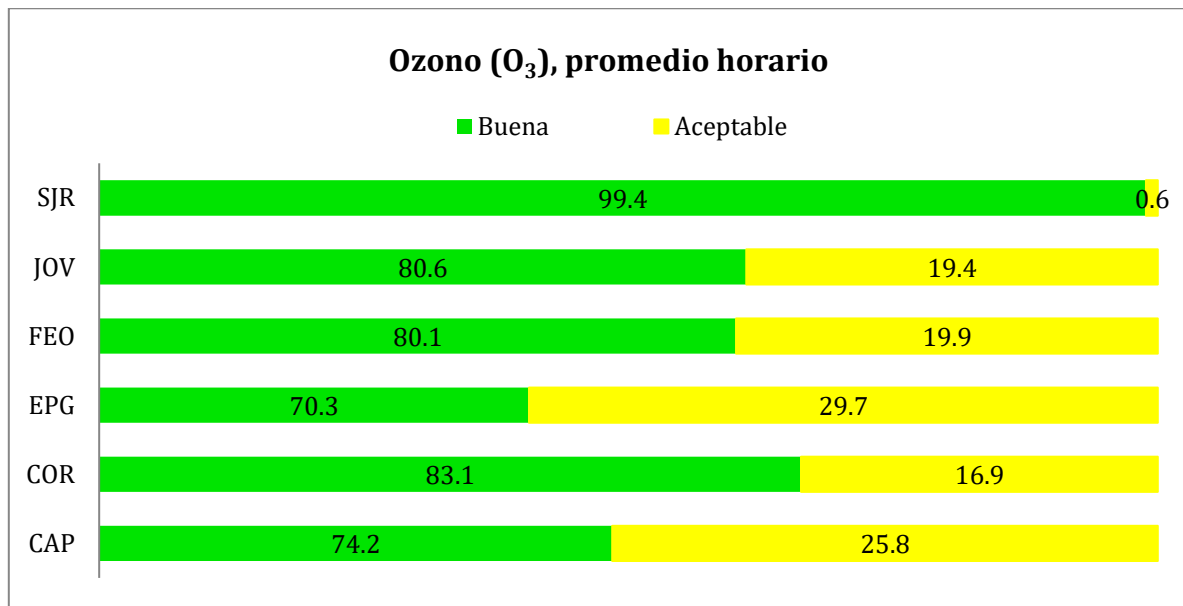
Estación	Abril de 2022																													
	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Carrillo Puerto (CAP)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Corregidora (COR)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Epigmenio González (EPG)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Félix Osores (FEO)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Josefa Vergara (JOV)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
San Juan del Río (SJR)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y



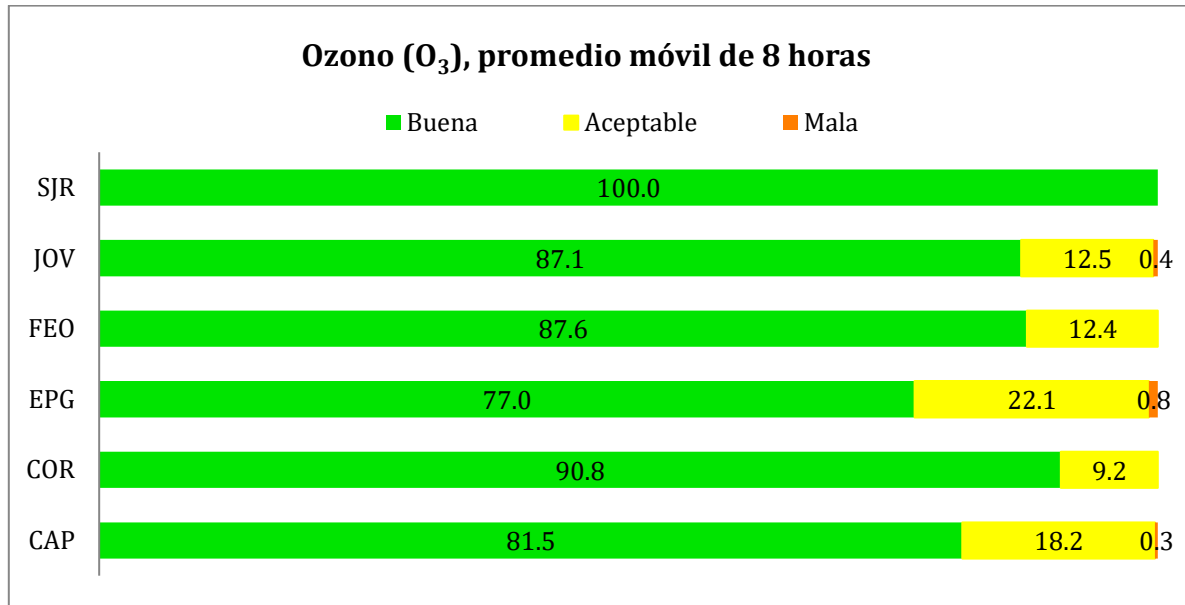
Gráfica 1. Días con calidad del aire buena, aceptable y mala por ozono (O₃). Abril 2022.

Tabla 6. Horas con calidad del aire aceptable y mala de ozono (O₃). Abril 2022.

Estación	Promedio horario		Promedio de 8 h		
	Horas con calidad del aire				
	Buena	Aceptable	Buena	Aceptable	Mala
CAP	535	185	587	131	2
COR	599	121	654	66	-
EPG	507	213	556	158	6
FEO	577	143	631	89	-
JOV	580	140	627	90	3
SJR	716	4	720	-	-



Gráfica 2. Calidad del aire en porcentaje de horas. Ozono (O₃), promedio horario. Abril 2022.

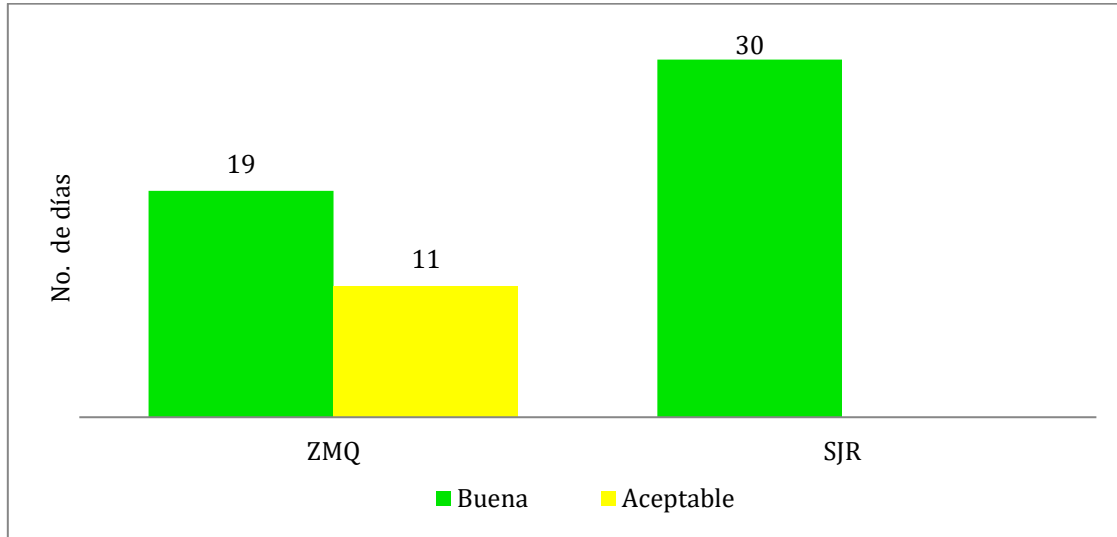


Gráfica 3. Calidad del aire en porcentaje de horas. Ozono (O₃), promedio móvil de 8 h. abril 2022.

- Dióxido de azufre (SO₂)

Tabla 7. ICARS para dióxido de azufre (SO₂) por día por estación del SMCAQ. Abril 2022.

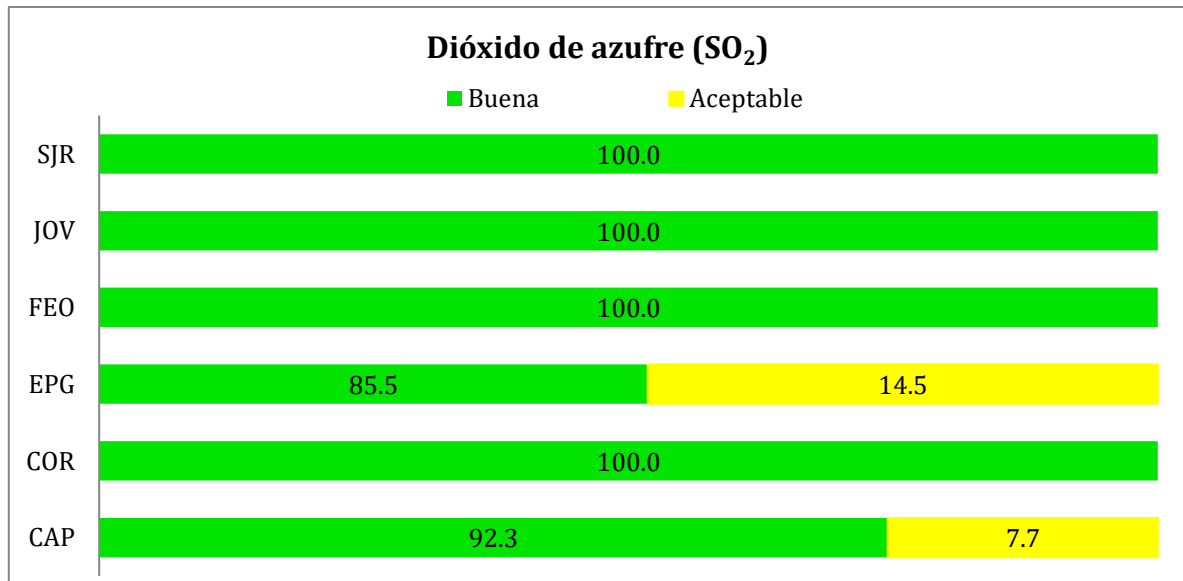
Estación	Abril de 2022																													
	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Carrillo Puerto (CAP)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Corregidora (COR)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Epigmenio González (EPG)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Félix Osores (FEO)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Josefa Vergara (JOV)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
San Juan del Río (SJR)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■



Gráfica 4. Días con calidad del aire buena y aceptable por dióxido de azufre (SO₂). Abril 2022.

Tabla 8. Horas con calidad del aire aceptable por dióxido de azufre (SO₂). Abril 2022.

Estación	Promedio móvil de 24 h	
	Horas con calidad del aire	
	Buena	Aceptable
CAP	668	52
EPG	624	96

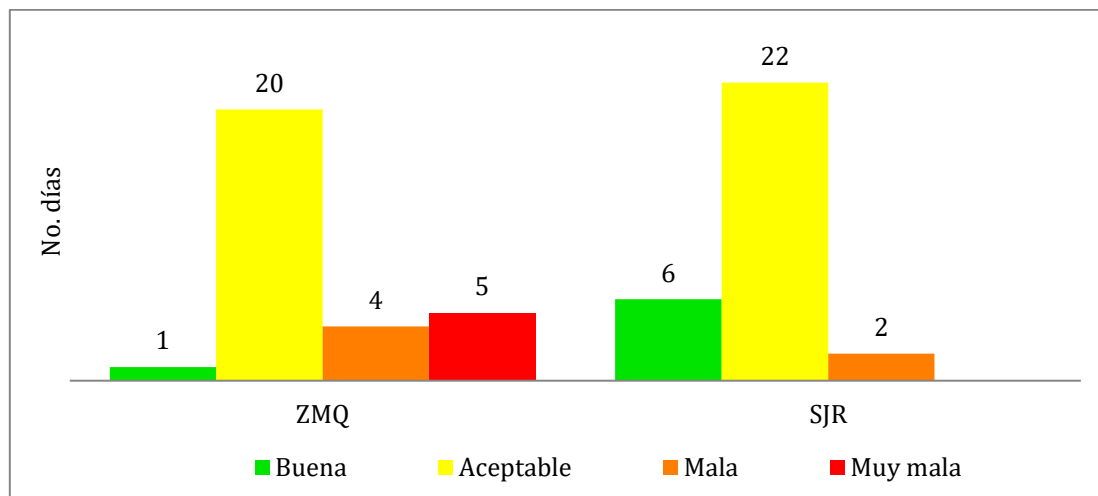


Gráfica 5. Calidad del aire en porcentaje de horas. Dióxido de azufre (SO₂), móvil 24 h. Abril 2022.

- Partículas (PM_{2.5})

Tabla 9. ICARS Partículas PM_{2.5} por día por estación del SMCAQ. Abril 2022.

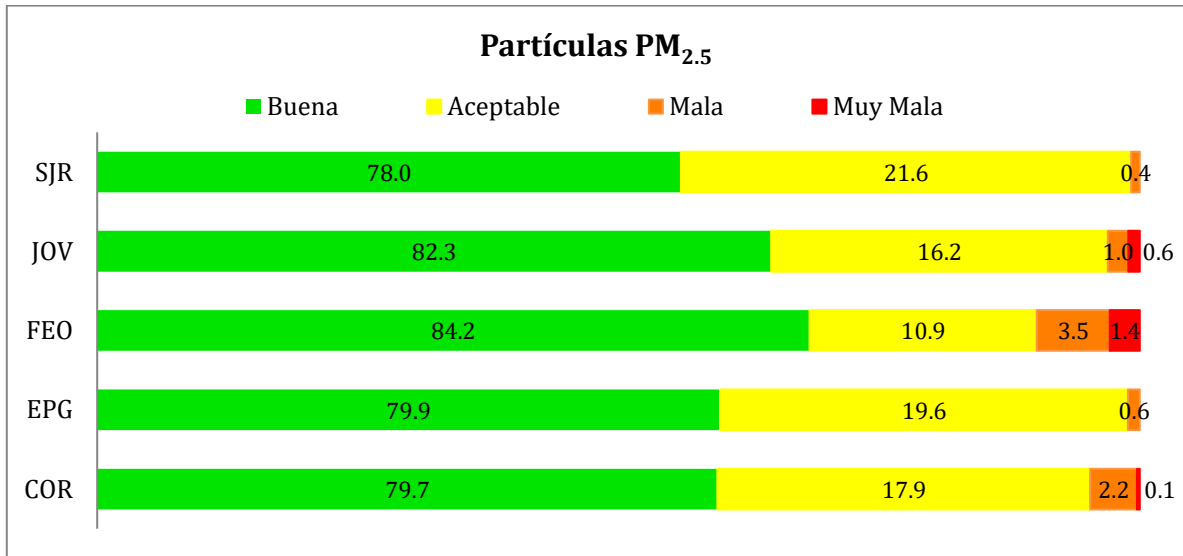
Estación	Abril de 2022																													
	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Corregidora (COR)	Y	Y	Y	O	Y	Y	R	V	V	Y	Y	Y	Y	Y	Y	O	O	Y	Y	Y	Y	V	Y	V	Y	V	V	V	Y	O
Epigmenio González (EPG)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	V	Y	Y	Y	V	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	V	Y	Y	V	Y	V	V	Y	Y	O
Félix Osores (FEO)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	V	V	Y	V	V	Y	Y	Y	Y	Y	V	Y	Y	Y	O	R	R	R	V	V	Y	Y	Y
Josefa Vergara (JOV)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	V	V	Y	Y	V	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	V	Y	V	Y	Y	Y	V	V	Y	Y	R
San Juan del Río (SJR)	Y	O	Y	V	V	Y	Y	V	Y	Y	Y	V	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	V	O	Y	V	Y	Y	Y



Gráfica 6. Días con calidad del aire buena, aceptable, mala y muy mala por partículas PM_{2.5}. Abril 2022.

Tabla 10. Horas por calidad del aire por partículas (PM_{2.5}). Abril 2022.

Estación	Promedio móvil ponderado de 12 h			
	Horas con calidad del aire			
	Buena	Aceptable	Mala	Muy mala
COR	575	128	16	1
EPG	577	139	4	-
FEO	643	53	17	7
JOV	593	116	7	4
SJR	562	155	3	-

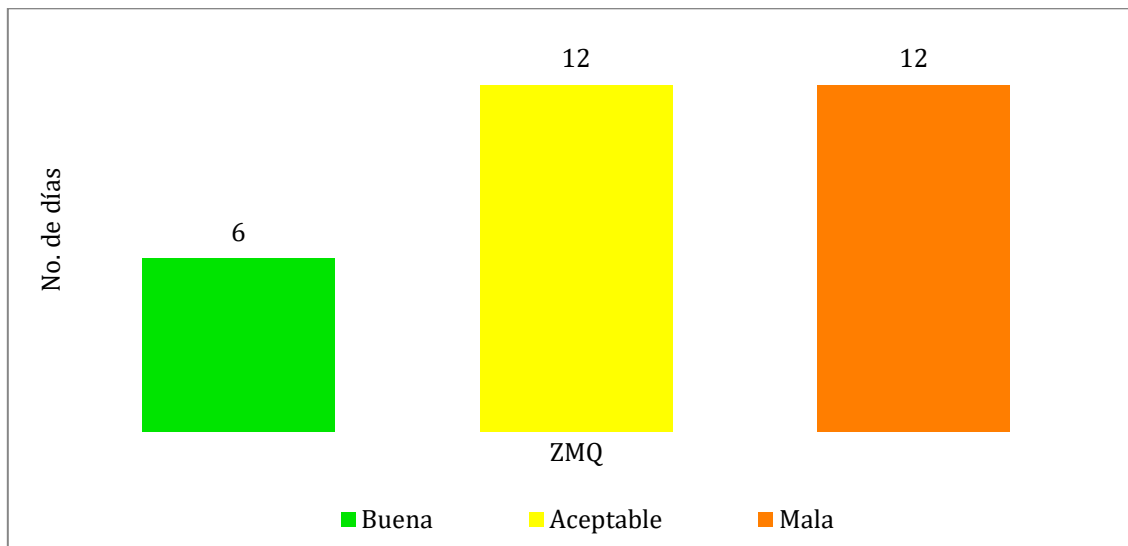


Gráfica 7. Condición de calidad del aire en porcentaje de horas. Partículas (PM_{2.5}), móvil 12 h.

- Partículas (PM₁₀)

Tabla 11. ICARS Partículas PM₁₀ por día por estación CAP. abril 2022.

Estación	Abril de 2022																													
	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Carrillo Puerto (CAP)	Mala	Mala	Mala	Mala	Mala	Mala	Mala	Mala	Mala	Mala	Mala	Mala	Mala	Mala	Mala	Mala	Mala	Mala	Mala	Mala	Mala	Mala	Mala	Mala	Mala	Mala	Mala	Mala	Mala	Mala

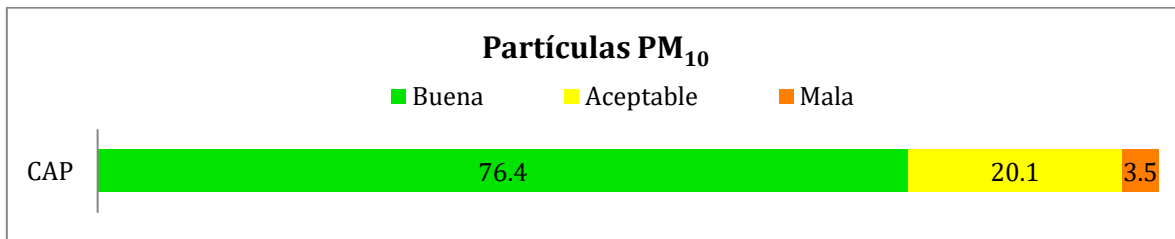


Gráfica 8. Días con calidad del aire buena, aceptable y mala por partículas PM₁₀ estación CAP.

Abril 2022.

Tabla 12. Horas por calidad del aire por partículas (PM₁₀) Abril 2022.

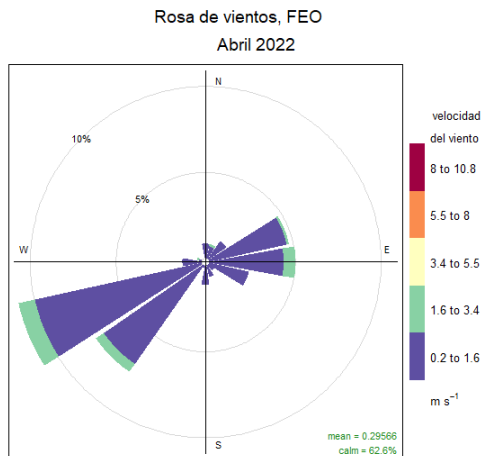
Estación	Promedio móvil ponderado de 12 h			
	Días con calidad del aire			
	Buena	Aceptable	Mala	Muy mala
CAP	573	145	25	-



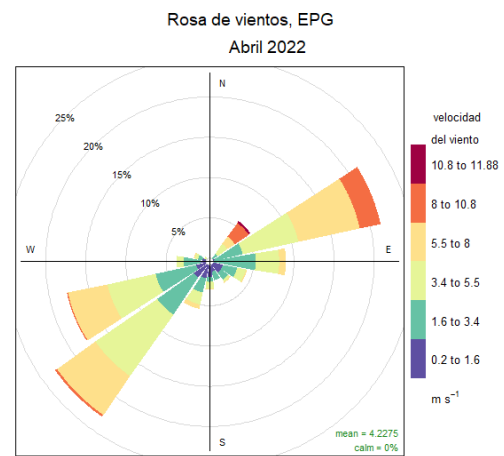
Gráfica 9. Calidad del aire en porcentaje de horas. Partículas (PM₁₀), móvil 12 h. Abril 2022.

III. Meteorología

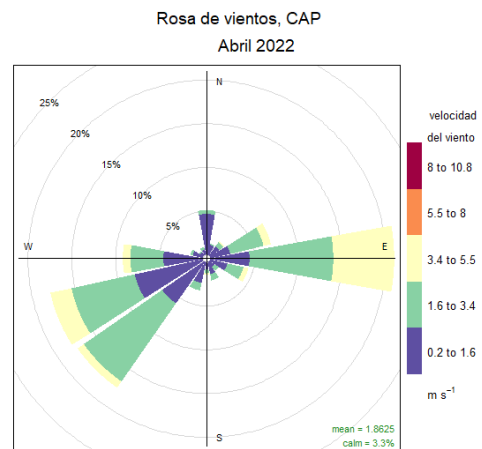
- Velocidad y dirección de viento por estación.



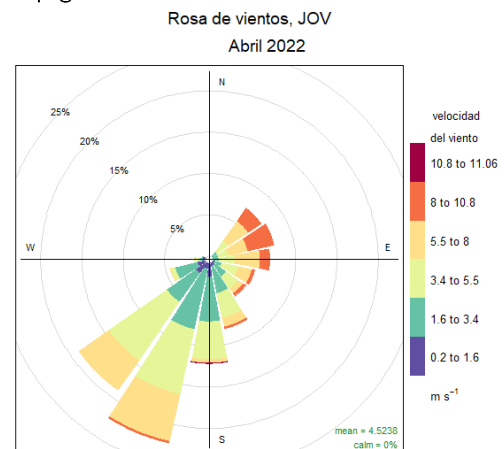
Gráfica 10. Rosa de vientos de la estación Félix Osoros (FEO). Abril 2022.



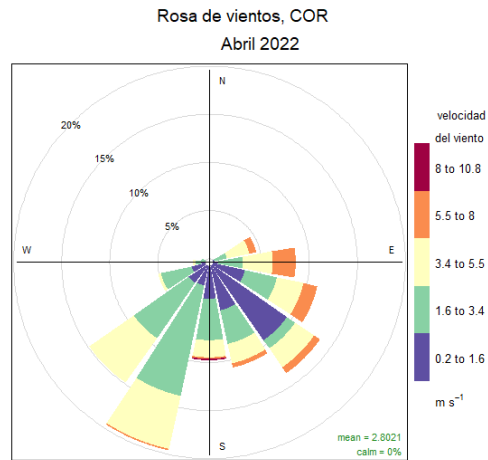
Gráfica 11. Rosa de vientos de la estación Epigmenio González (EPG). Abril 2022.



Gráfica 12. Rosa de vientos de la estación Carrillo Puerto (CAP). Abril 2022.

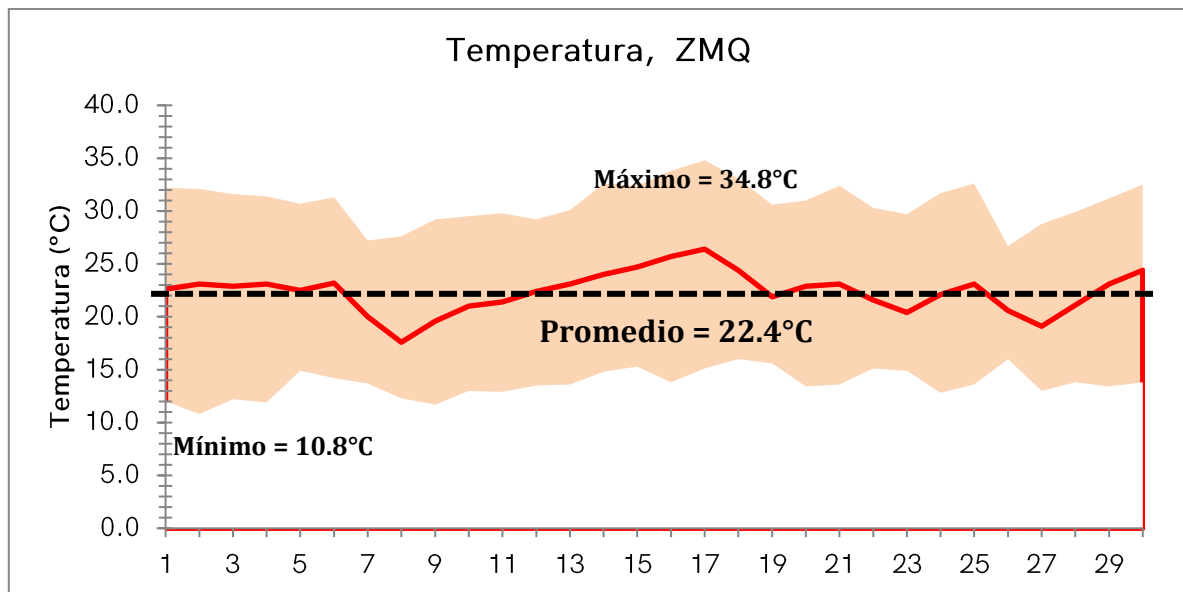


Gráfica 13. Rosa de vientos de la estación Josefa Vergara (JOV). Abril 2022.



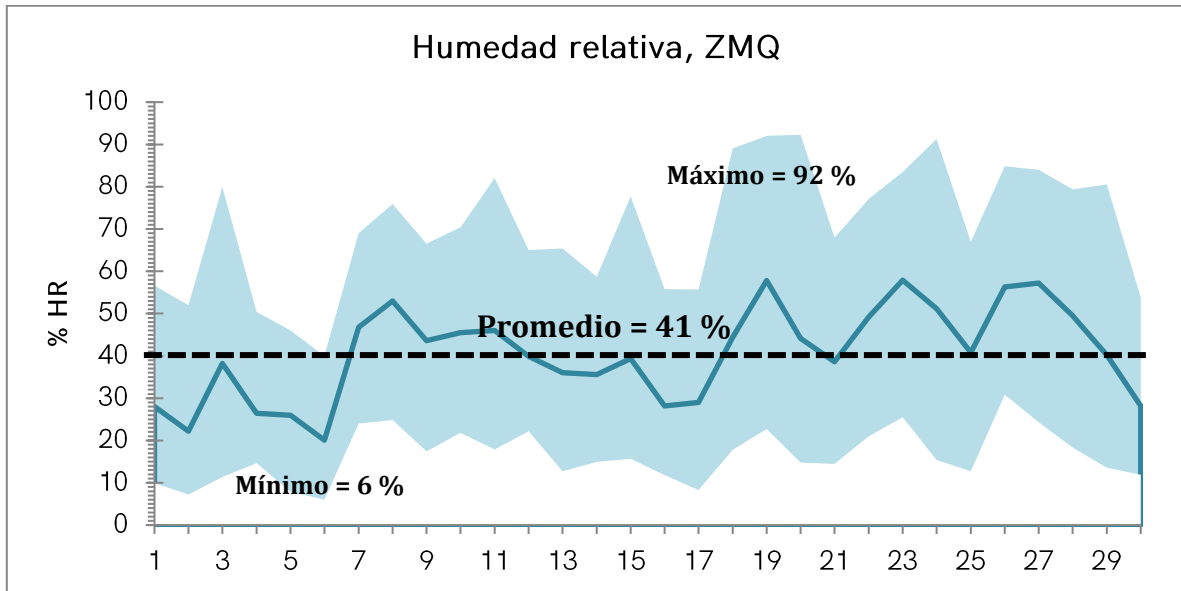
Gráfica 14. Rosa de vientos de la estación Corregidora (COR). Abril 2022.

- Temperatura



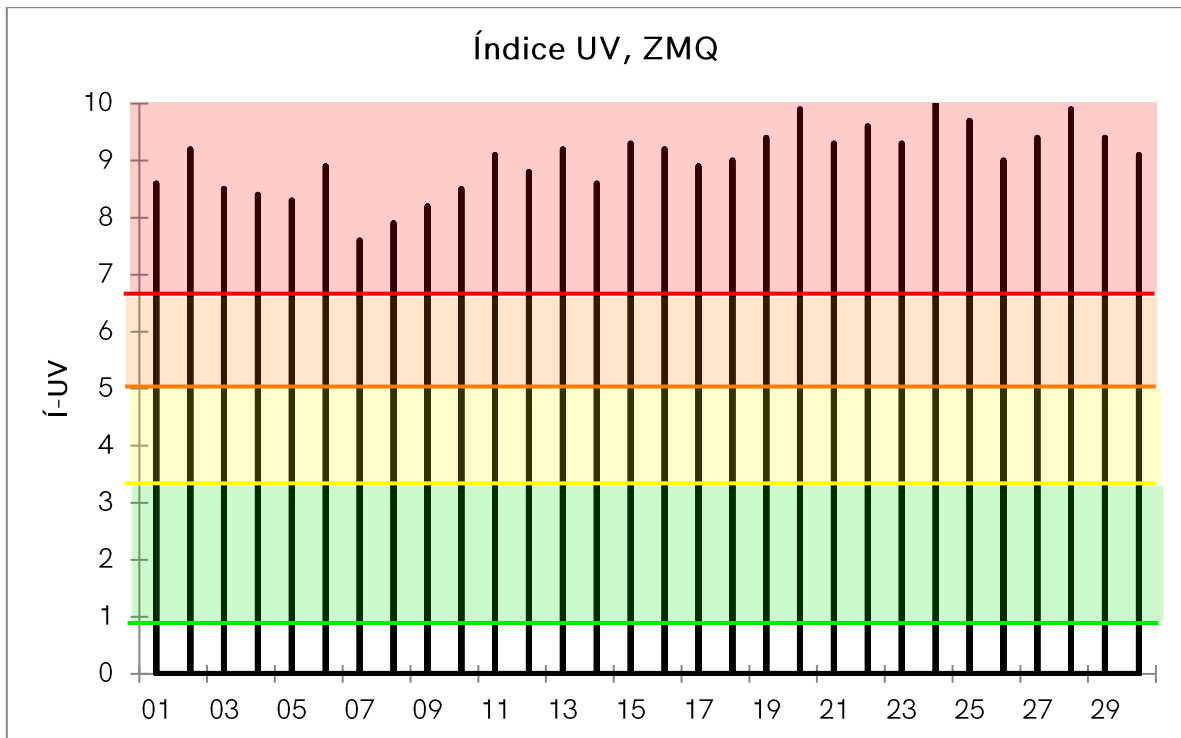
Gráfica 15. Comportamiento de la temperatura en la ZMQ. Abril 2022.

- Humedad relativa



Gráfica 16. Comportamiento de la humedad relativa en la ZMQ. Abril 2022.

- Índice UV



Gráfica 17. Comportamiento del índice UV en la ZMQ. Abril 2022.

IV. Conclusiones

Durante el mes de abril derivado de las condiciones meteorológicas desfavorables para la dispersión de contaminantes se tuvo un incremento en la concentración de los contaminantes ozono (O_3), dióxido de azufre (SO_2) y partículas $PM_{2.5}$ y PM_{10} . Resultado de lo anterior, se presentó incumpliendo en las normas de salud ambiental en ozono y partículas $PM_{2.5}$ y PM_{10} .

Para Ozono promedio móvil de 8 horas, cuatro estaciones (CAP, COR, EPG y JOV), incumplieron con el límite máximo permisible mientras que EPG y JOV rebasaron el LMP de en su promedio horario. Respecto a partículas $PM_{2.5}$, la estación JOV incumplió con el LMP, siendo la única que lo supero.

En cuanto al cumplimiento al Índice de Calidad de Aire y Riesgos a la Salud (ICARS) establecido en la NOM-172-SEMARNAT-2019, para el Ozono (O_3) el promedio horario estuvo en aceptable 29 días del mes es decir solo 1 día tuvo calidad del aire buena y en el promedio de 8 horas, 2 días presento calidad del aire mala. En el caso del dióxido de azufre, fueron 11 días en total con calidad aceptable en la ZMQ. En cuanto a partículas $PM_{2.5}$ se presentaron días con calidad de aire mala y muy mala llegando hasta 5 días con calidad del aire mala y 5 días con calidad del aire muy mala; en cuanto a las partículas PM_{10} se registraron 12 días con calidad del aire mala.

En cuanto a las condiciones meteorológicas, los vientos fueron mayormente suaves a moderados con velocidades máximas de 12 m/s. La temperatura promedio pasó de 19.9 a 22.4°C con máxima de 34.8°C. La humedad relativa aumentó ligeramente de 34 a 41 % y se registraron precipitaciones con un total de 21 mm durante el mes. El índice UV estuvo muy alto durante todos los días del mes, indicando que la población no debe mantenerse por más de 30 minutos bajo el sol entre las 12 y 18 horas.

V. Acrónimos

CAP	Estación de Monitoreo Carrillo Puerto
CEN	Estación de Monitoreo Centro
CO	Monóxido de Carbono
COR	Estación de Monitoreo Corregidora
EMA	Estación de Monitoreo El Marqués
EPG	Estación de Monitoreo Epigmenio González
FEO	Estación de Monitoreo Félix Osores
ICARS	Índice de Calidad del Aire y Riesgos a la Salud
JOV	Estación de Monitoreo Josefa Vergara
LMP	Límite Máximo Permisible
NO ₂	Dióxido de Nitrógeno
O ₃	Ozono
PM ₁₀	Partículas menores a 10 micrómetros
PM _{2.5}	Partículas menores a 2.5 micrómetros
ppb	Partes por billón
ppm	Partes por millón
SGC	Sistema de Gestión de Calidad
SJR	Estación de Monitoreo San Juan del Río
SMCA	Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire
SMCAQ	Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire del Estado de Querétaro
SO ₂	Dióxido de Azufre
µg/m ³	Microgramos por metro cúbico

VI. Referencias

- NOM-020-SSA1-2021, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al ozono (O_3). Valores normados para la concentración de ozono (O_3) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.
- NOM-021-SSA1-2021, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al monóxido de carbono (CO). Valores normados para la concentración de monóxido de carbono (CO) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.
- NOM-022-SSA1-2019, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al dióxido de azufre (SO_2). Valores normados para la concentración de dióxido de azufre (SO_2) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.
- NOM-023-SSA1-2021, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al dióxido de nitrógeno (NO_2). Valores normados para la concentración de dióxido de nitrógeno (NO_2) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población
- NOM-025-SSA1-2021, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto a las partículas suspendidas PM_{10} y $PM_{2.5}$. Valores normados para la concentración de partículas suspendidas PM_{10} y $PM_{2.5}$ en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.
- NOM-156-SEMARNAT-2012, Establecimiento y operación de sistemas de monitoreo de la calidad del aire.
- NOM-172-SEMARNAT-2019, Lineamientos para la obtención y comunicación del Índice de Calidad del Aire y Riesgos a la Salud.