

## Informe mensual

# Indicadores de Calidad del Aire

Noviembre 2022

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



## Contenido

I. Introducción .....	1
II. Indicadores de calidad de aire .....	1
III. Meteorología.....	10
IV. Conclusiones.....	14
V. Acrónimos .....	15
VI. Referencias.....	16

## I. Introducción

El presente documento se realiza con la finalidad de mostrar el comportamiento de la calidad del aire 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 a 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 LMP 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 <sub>2</sub> )	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 <sub>3</sub> )	NOM-020-SSA1-2021	0.090 ppm, promedio horario 0.065 ppm, promedio móvil de 8 h
Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	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 <sub>2.5</sub> )	NOM-025-SSA1-2021	41 µg/m <sup>3</sup> Promedio de 24 h 10 µg/m <sup>3</sup> Promedio anual
Partículas menores a 10 micrómetros (PM <sub>10</sub> )		70 µg/m <sup>3</sup> Promedio de 24 h 36 µg/m <sup>3</sup> 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.

Tabla 2. Cumplimiento de normas de salud ambiental en materia de calidad de aire. Noviembre 2022.

Contaminante	CAP	COR	EPG	FEO	JOV	SJR
Dióxido de nitrógeno (horario)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Monóxido de carbono (horario)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Monóxido de carbono (móvil 8 h)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ozono (horario)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ozono (móvil 8 h)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Dióxido de azufre (percentil 99 de máximos diarios)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Dióxido de azufre (promedio 24 h)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Partículas PM <sub>2.5</sub> (promedio 24 h)		✓	✓	✗		✓
Partículas PM <sub>10</sub> (promedio 24 h)	✗					

✓ Cumple

✗ No cumple

■ No se mide

En el mes de noviembre sólo hubo incumplimiento en material particulado, ubicado en dos estaciones: Carrillo Puerto y Félix Osos. Carrillo Puerto alcanzó el criterio de compleción durante el mes, por lo que es válido el dato en que durante tres días se superó el límite máximo permisible de la norma. Mientras que en Félix Osos hubo un incumplimiento en la compleción, ya que el analizador empezó a registrar datos a partir del 12 de noviembre, con una compleción de datos de 60 % por lo que no cumplió con la norma durante el mencionado mes.

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

El Índice de Calidad del Aire y Riesgos a la Salud (ICARS) se establece en la NOM-172-SEMARNAT-2019, que especifica para cada contaminante los criterios de calidad del aire: buena, regular, mala, muy mala y extremadamente 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 NO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub> y SO<sub>2</sub>.

Contaminante criterio →	Dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	Monóxido de carbono (CO)	Ozono (O <sub>3</sub> )		Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )
Parámetro →	PH	PM8	PH	PM8	PM24
Calidad de aire ↓	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)
<b>Buena</b>	0.107	8.75	0.051	0.051	0.008
<b>Regular</b>	>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
<b>Mala</b>	>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
<b>Muy mala</b>	>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
<b>Extremadamente mala</b>	>0.250	>15.50	>0.175	>0.114	>0.220

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

Fuente: NOM-172-SEMARNAT-2019

Tabla 4. ICARS Intervalos de concentración para PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>.

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

PM<sub>10</sub>=Material particulado menor a 10 micras  
 PM<sub>2.5</sub>=Material particulado menor a 2.5 micras  
 µg/m<sup>3</sup>=Microgramos por metro cúbico

Fuente: NOM-172-SEMARNAT-2019

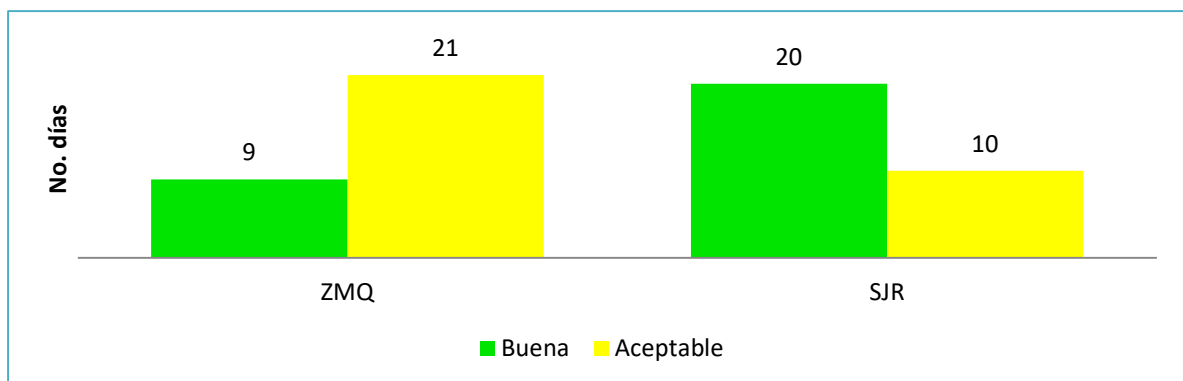
Con base en los valores mostrados en las tablas anteriores, se realizó el análisis de los datos reportados por día para cada estación por contaminante para noviembre de 2022, identificando si la calidad del aire fue buena, aceptable, mala o muy mala, de acuerdo con su máximo valor del día, representados en los calendarios y gráficas siguientes.

A continuación, se muestra el comportamiento para los contaminantes que tuvieron calidad del aire aceptable o inferior, que en el periodo fueron ozono (O<sub>3</sub>), partículas (PM<sub>2.5</sub> y PM<sub>10</sub>) y dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>).

- **Ozono (O<sub>3</sub>)**

Tabla 5. ICARS para **ozono (O<sub>3</sub>)** por día por estación del SMCAQ. Noviembre 2022.

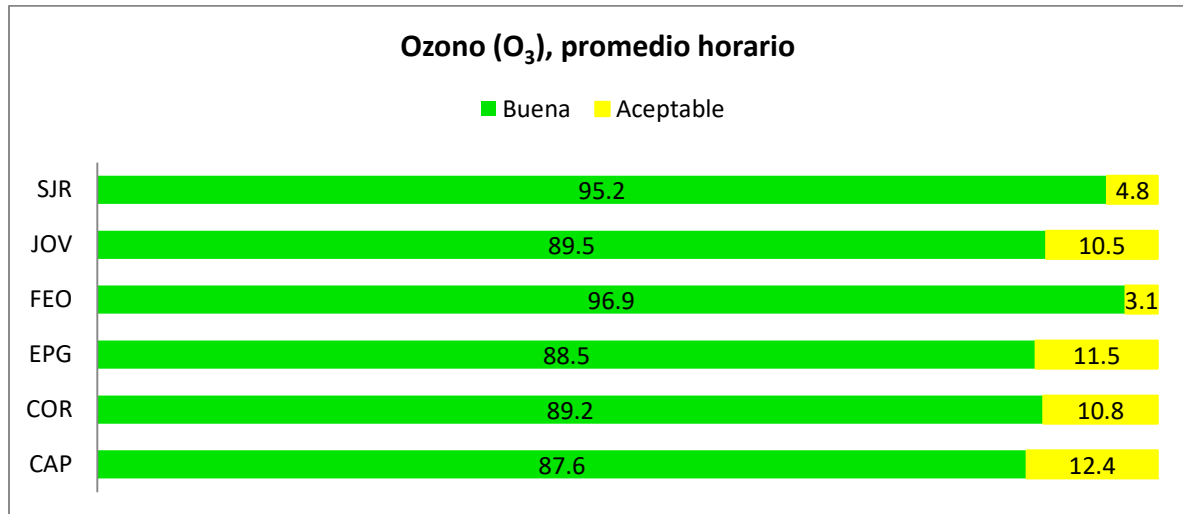
Estación	Ozono (O <sub>3</sub> ), Noviembre 2022																														
	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Carrillo Puerto (CAP)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■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



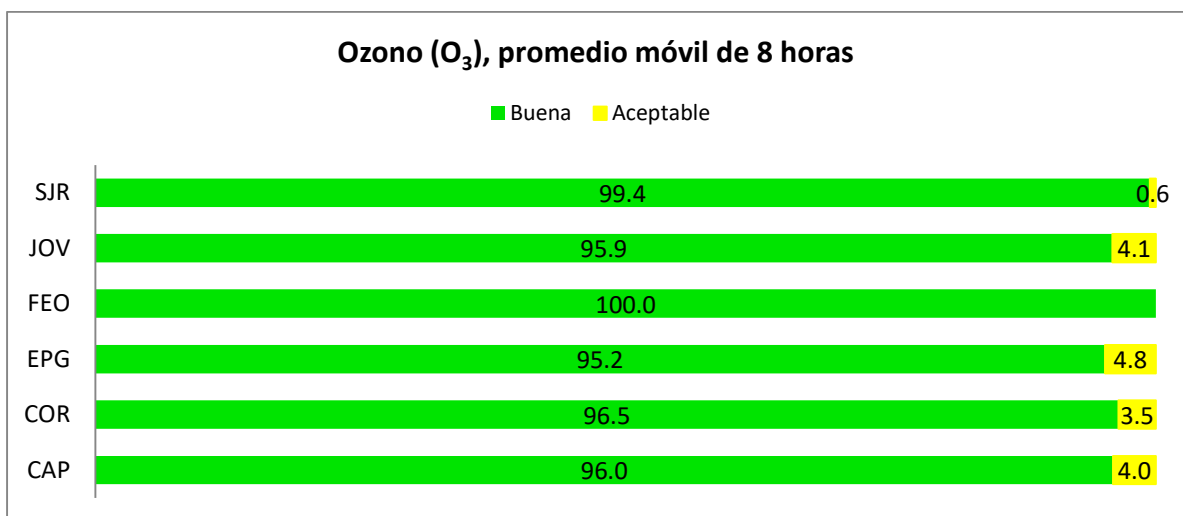
Gráfica 1. Días con calidad del aire buena y aceptable por **ozono (O<sub>3</sub>)**. Noviembre 2022.

Tabla 6. Horas con calidad del aire aceptable de ozono (O<sub>3</sub>). Noviembre 2022.

Estación	Promedio horario		Promedio de 8 h	
	Horas con calidad del aire			
	Buena	Aceptable	Buena	Aceptable
CAP	631	89	691	29
COR	635	77	684	25
EPG	630	82	675	34
FEO	696	22	720	-
JOV	637	75	680	29
SJR	676	34	703	4



Gráfica 2. Calidad del aire en porcentaje de horas. **Ozono (O<sub>3</sub>)**, promedio horario. Noviembre 2022.

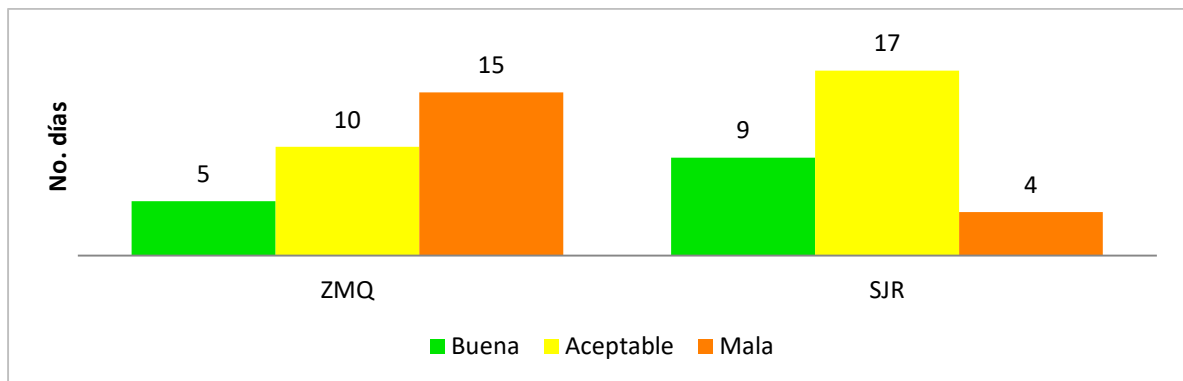


Gráfica 3. Calidad del aire en porcentaje de horas. **Ozono (O<sub>3</sub>)** promedio móvil de 8h. Noviembre 2022.

- **Partículas (PM<sub>2.5</sub>)**

Tabla 7. ICARS Partículas PM<sub>2.5</sub> por día por estación del SMCAQ. Noviembre 2022.

Estación	Partículas menores a 2.5 micras (PM <sub>2.5</sub> ), Noviembre 2022																													
	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	D	L	M	X
	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	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
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

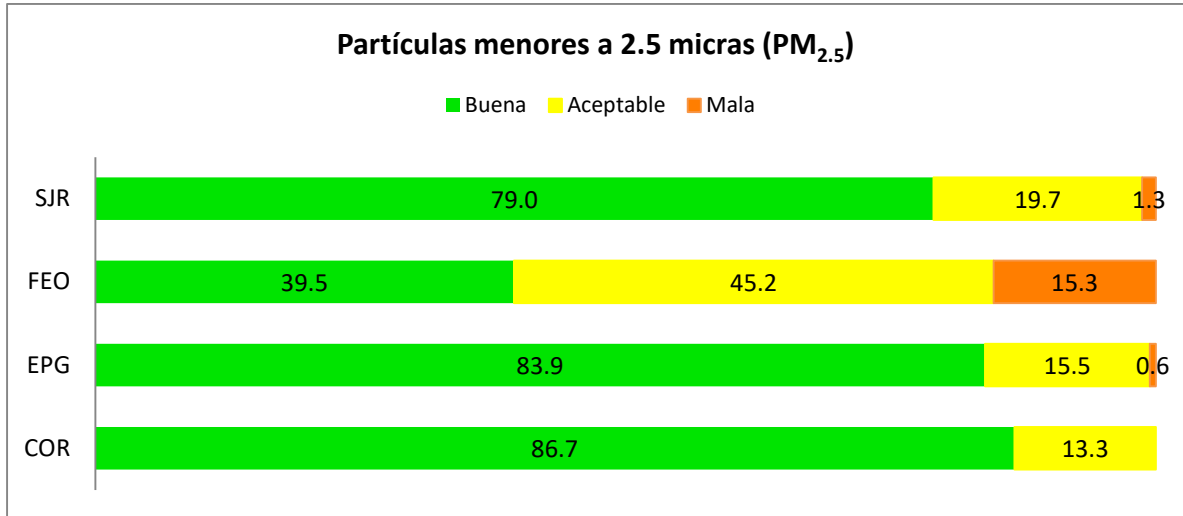


Gráfica 4. Días con calidad del aire buena, aceptable y mala por partículas PM<sub>2.5</sub>. Noviembre 2022.

Tabla 8. Horas por calidad del aire por partículas (PM<sub>2.5</sub>). Noviembre 2022.

Estación	Promedio móvil ponderado de 12 h		
	Horas con calidad del aire		
	Buena	Aceptable	Mala
COR	617	95	-
EPG	588	109	4
FEO	178	204	69
SJR	547	136	9



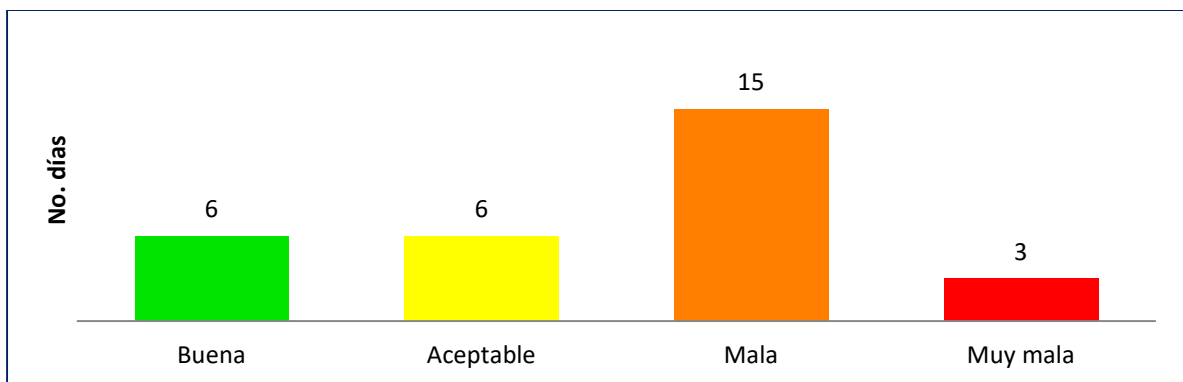


Gráfica 5. Calidad del aire en porcentaje de horas. **Partículas (PM<sub>2.5</sub>)**, ponderado móvil de 12 h. Noviembre 2022.

- **Partículas (PM<sub>10</sub>)**

Tabla 9. ICARS Partículas PM<sub>10</sub> por día, estación CAP. Noviembre 2022.

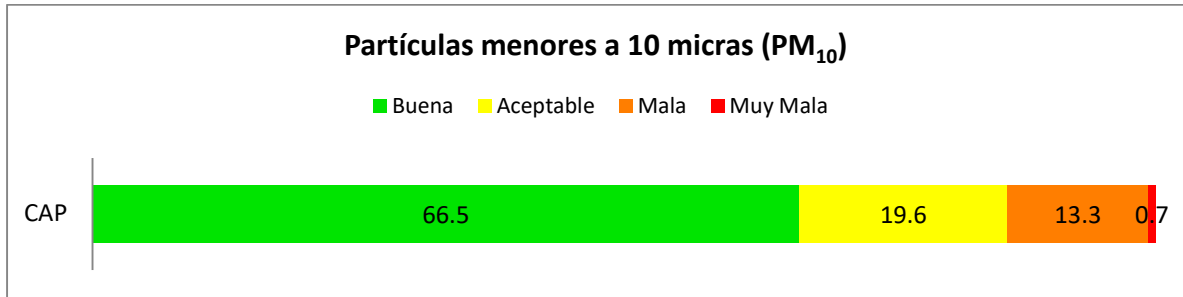
Estación	Partículas menores a 10 micras (PM <sub>10</sub> ), Noviembre 2022																													
	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Carrillo Puerto (CAP)	Mala	Buena	Mala	Mala	Mala	Mala	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 6. Días con calidad del aire buena, aceptable y mala por partículas **PM<sub>10</sub>**, estación CAP. Noviembre 2022.

Tabla 10. Horas por calidad del aire por partículas (PM<sub>10</sub>). Noviembre 2022.

Estación	Promedio móvil ponderado de 12 h			
	Horas con calidad del aire			
	Buena	Aceptable	Mala	Muy mala
CAP	476	140	95	5

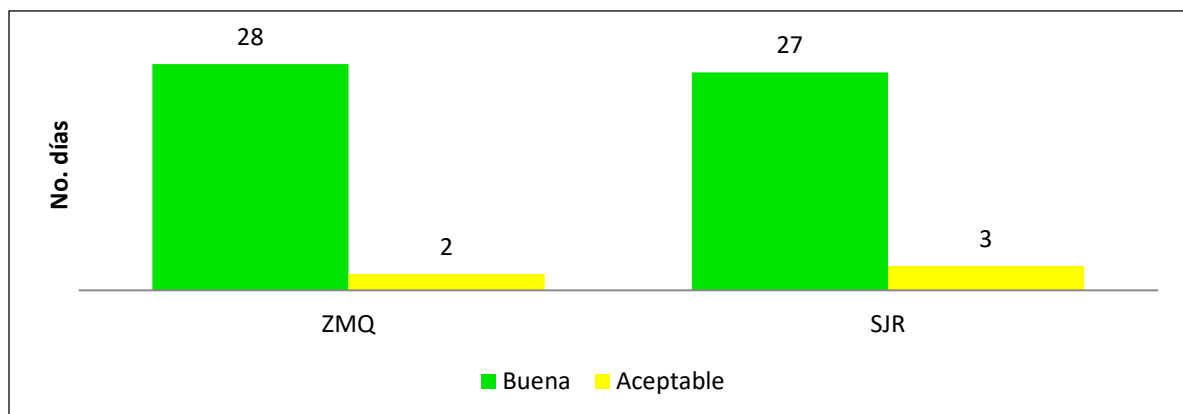


Gráfica 7. Calidad del aire en porcentaje de horas. **Partículas (PM<sub>10</sub>)**, ponderado móvil de 12 h. Noviembre 2022.

- **Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)**

Tabla 11. ICARS Partículas SO<sub>2</sub> por día por estación del SMCAQ. Noviembre 2022.

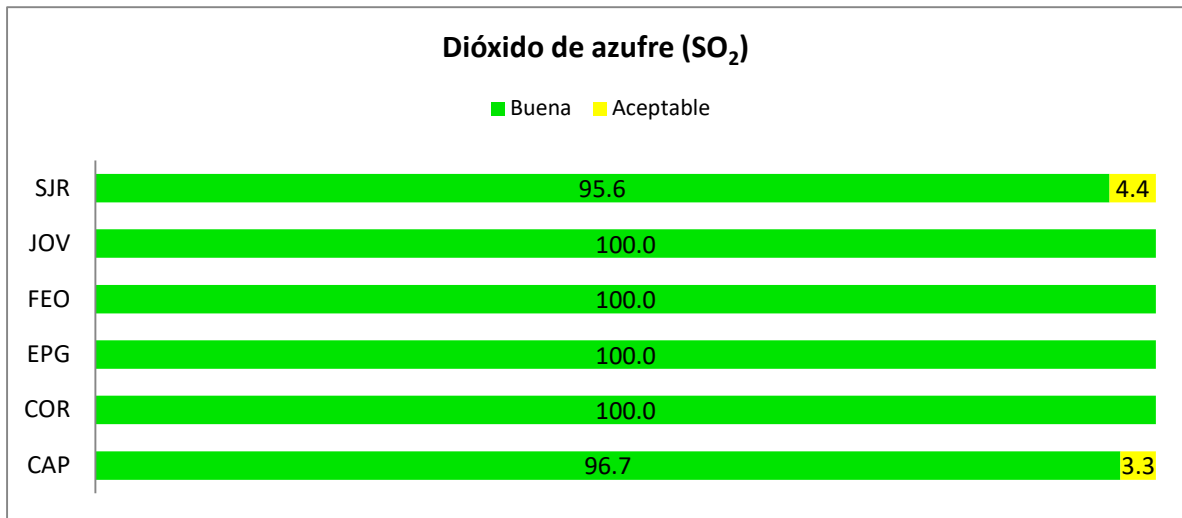
Estación	Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ), Noviembre 2022																													
	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Carrillo Puerto (CAP)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■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



Gráfica 8. Días con calidad del aire buena y aceptable por dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>). Noviembre 2022.

Tabla 12. Horas por calidad del aire por dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>). Noviembre 2022.

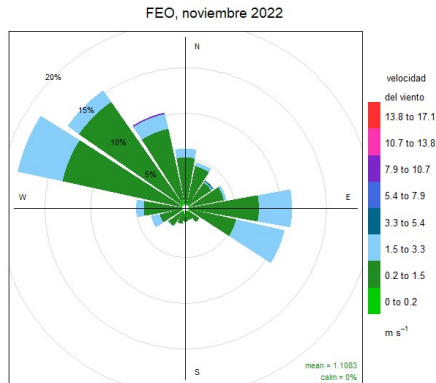
Estación	Promedio móvil de 24 h	
	Horas con calidad del aire	
	Buena	Aceptable
CAP	696	24
COR	701	-
EPG	701	-
FEO	720	-
JOV	701	-
SJR	655	30



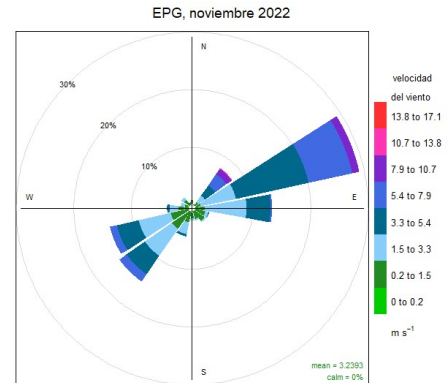
Gráfica 9. Calidad del aire en porcentaje de horas. Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), promedio móvil de 24 h. Noviembre 2022.

### III. Meteorología

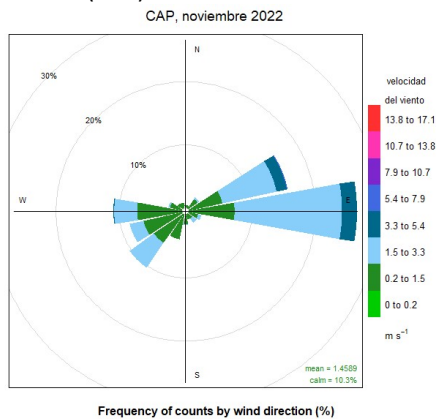
- **Velocidad y dirección de viento por estación.**



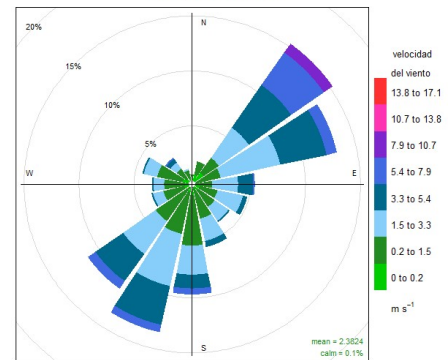
Gráfica 10. Rosa de vientos de la estación Félix Osoros (FEO). Noviembre 2022.



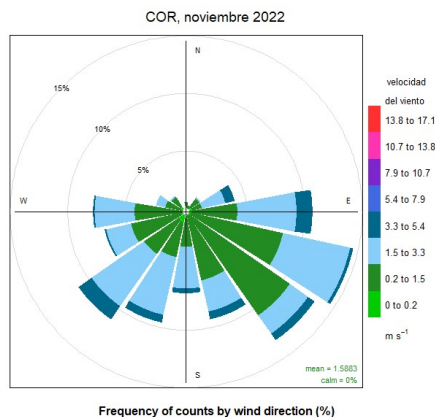
Gráfica 11. Rosa de vientos de la estación Epigenio González (EPG). Noviembre 2022.



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

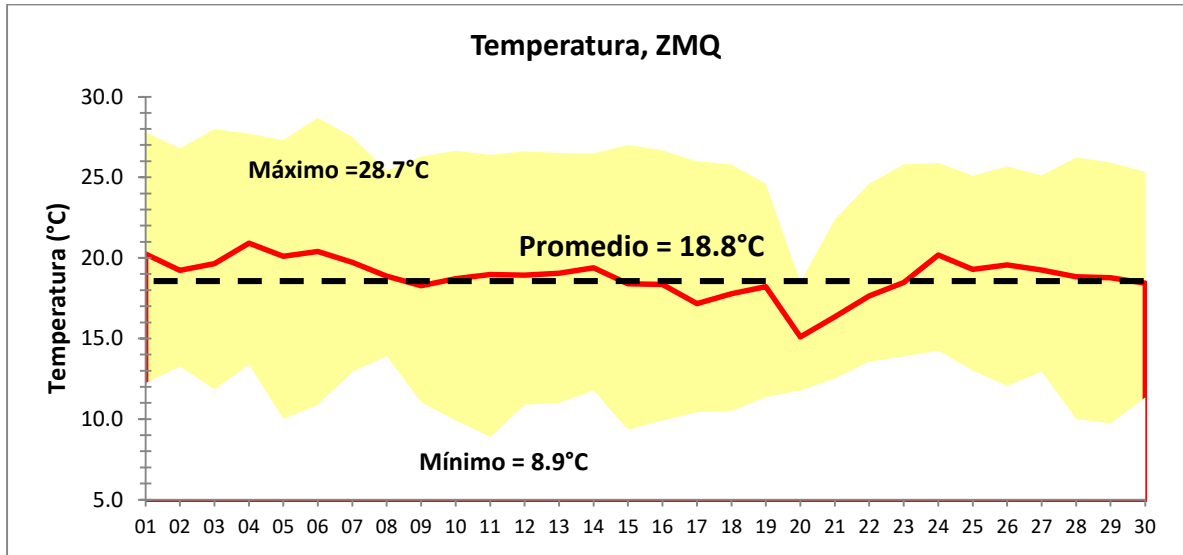


Gráfica 13. Rosa de vientos de la estación Josefa Vergara (JOV). Noviembre 2022.



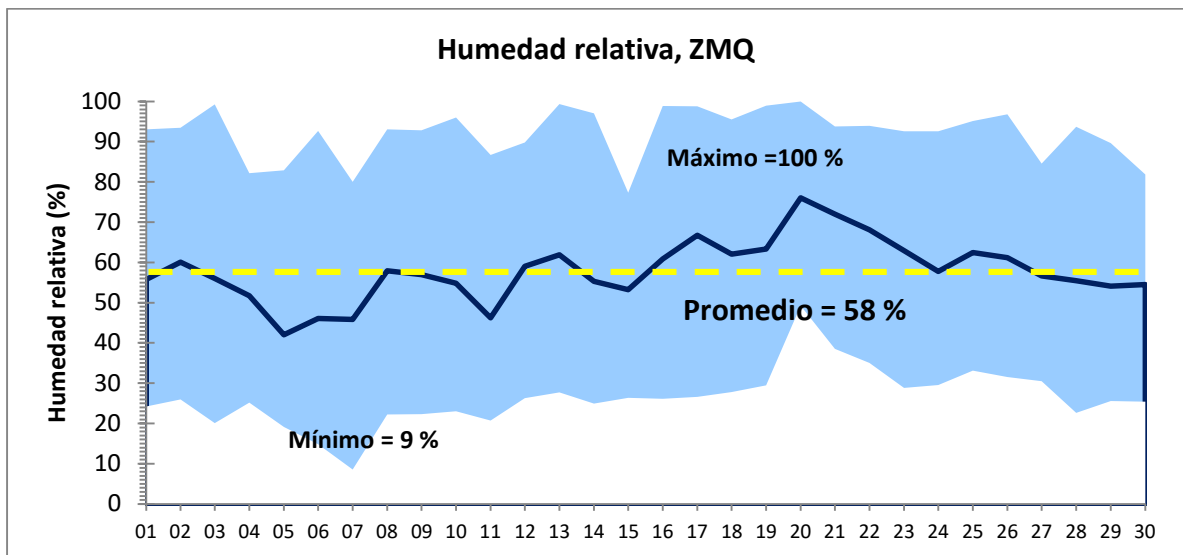
Gráfica 14. Rosa de vientos de la estación Corregidora (COR). Noviembre 2022.

- **Temperatura**



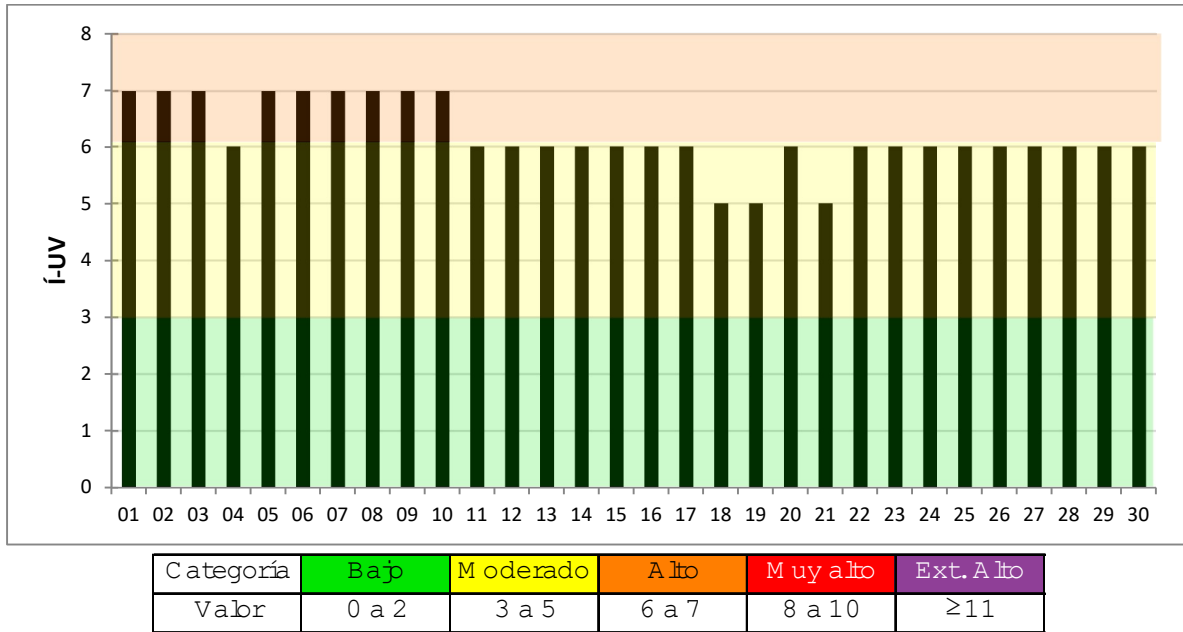
Gráfica 15. Comportamiento de la temperatura en la ZMQ. Noviembre 2022.

- **Humedad relativa**

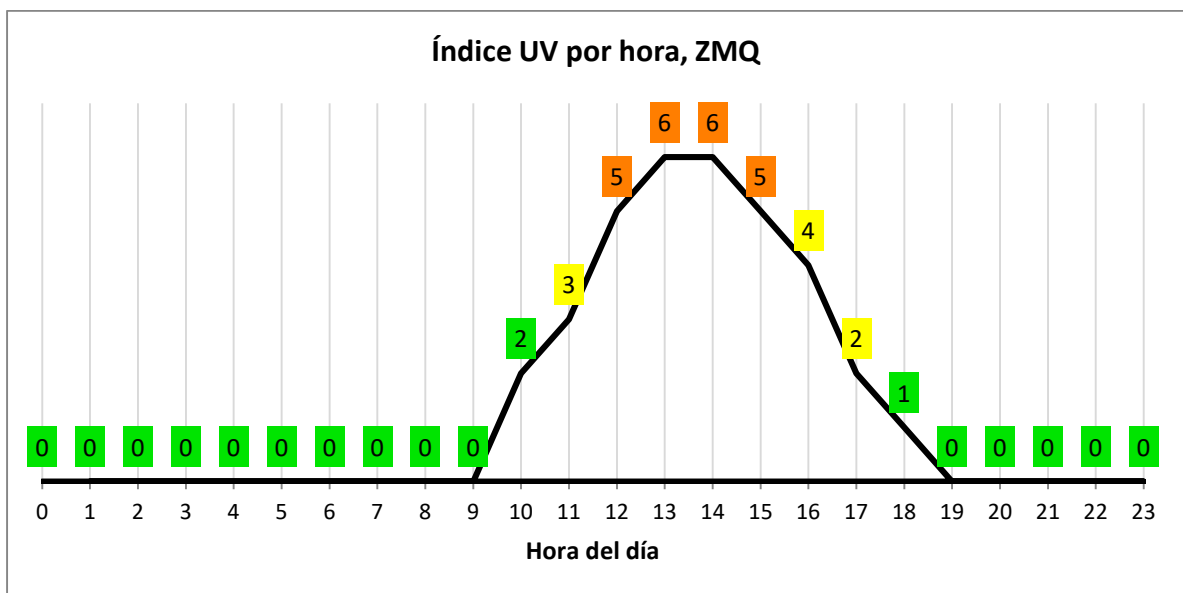


Gráfica 16. Comportamiento de la humedad relativa en la ZMQ. Noviembre 2022.

- Índice UV

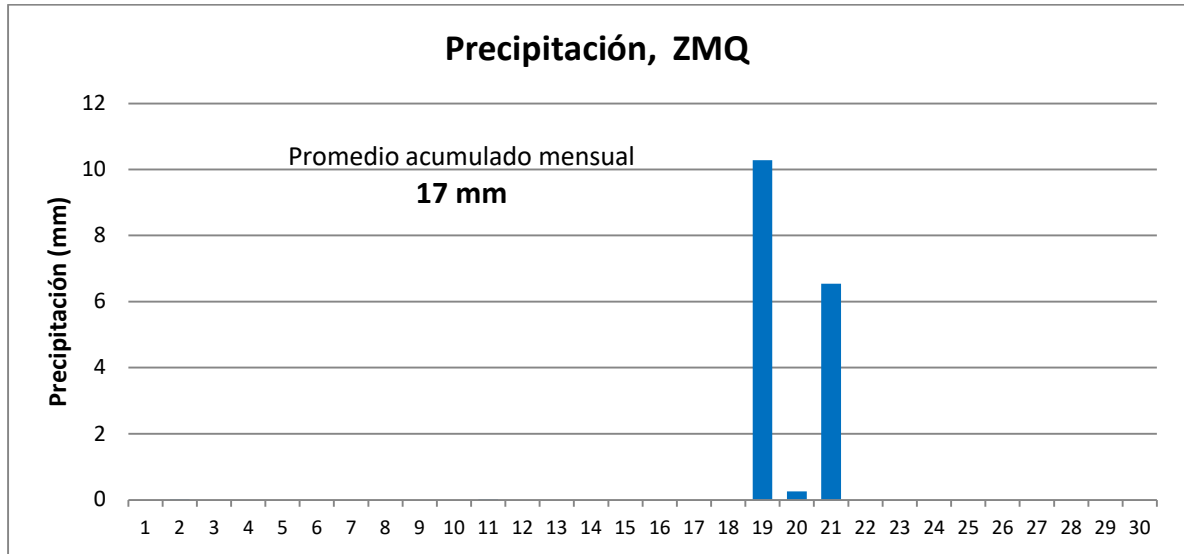


Gráfica 17. Comportamiento diario del índice UV en la ZMQ. Noviembre 2022.



Gráfica 19. Comportamiento del índice UV por hora del día en la ZMQ. Noviembre 2022.

- Precipitación



Gráfica 20. Comportamiento de la precipitación en la ZMQ. Noviembre 2022.

## IV. Conclusiones

El mes de noviembre de 2022 se comenzó con la disminución de temperaturas, originando un incremento de concentraciones principalmente de partículas, registrándose dos ocasiones en las que no se cumplieron los Límites Máximos Permisibles (LMP) uno por PM<sub>10</sub> en la estación Carillo Puerto (CAP) y otro por PM<sub>2.5</sub> de Félix Osos (FEO). En la estación CAP el LMP se superó en hasta 3 días durante el mes y en Félix Osos y supero en 1 día el límite máximo permisible de la NOM-025-SEMARNAT-2021, que es la que establece los LMP de partículas. El resto de los contaminantes en todas las estaciones cumplió con la normatividad vigente.

Respecto al índice de Calidad de Aire y Riesgos a la Salud (ICARS), establecido en la NOM-172-SEMARNAT-2019, los contaminantes que se mantuvieron en calidad del aire buena durante todo el mes en todas las estaciones fueron NO<sub>2</sub> y CO. El ozono tuvo 21 días con calidad del aire aceptable en la ZMQ y 10 días en SJR. El SO<sub>2</sub>, registro días de calidad aceptable, 2 en la ZMQ y 3 en SJR. En cuanto al material particulado, las partículas PM<sub>2.5</sub>, durante el mes se observó una elevación en la concentración, registrando hasta 15 días de calidad del aire mala en la ZMQ y otros 10 en calidad del aire aceptable; en SJR, se registraron 17 días de calidad del aire aceptable y 4 de mala calidad del aire. Las partículas PM<sub>10</sub> medidas únicamente en la estación CAP, registraron 3 días con muy mala calidad del aire, 15 días con mala calidad del aire y 6 días con calidad del aire aceptable. Estando solo 6 días del mes con buena calidad de aire.

En cuanto al análisis meteorológico, la velocidad y dirección del viento en las estaciones de EPG y JOV, se tuvo predominancia de vientos de velocidad moderada a fuerte desde el noreste con velocidades de hasta 12 m/s mientras que también se registraron vientos del suroeste, aunque con velocidades mucho más bajas, de hasta 7 m/s. CAP mostró su predominancia de vientos del este (mayormente débiles, con velocidad máxima de 5 m/s), COR tuvo predominancia de vientos del sur, con bajas velocidades, de hasta 5 m/s. FEO cambió su tendencia, mostrando ahora predominancia de viento del noroeste con velocidades mayores de hasta 10 m/s y una importante minoría de vientos del este con velocidades menores de alrededor de 4 m/s.

El promedio mensual de la temperatura disminuyó de 19.2°C a 18.8°C, con caídas abruptas de temperatura más marcadas con una máxima de 28.7°C el 6 de noviembre y una mínima de 8.9°C registrada el 11 de noviembre.

La humedad relativa mostró una disminución de 61 a 58 % en promedio mensual con máximos de 100 % y un mínimo de 9 % el 7 de noviembre.

El índice UV siguió con su tendencia descendente debido al cercano inicio del solsticio de invierno con apenas días con alta radiación solar registrada al inicio del mes y sin pasar de radiación moderada en el resto de los días. Los máximos fueron registrados entre las 12 y 15 horas donde se alcanzó radiación alta, siendo el menor promedio en el año desde que se mide el parámetro.



## 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 Osoreo
ICARS	Índice de Calidad del Aire y Riesgos a la Salud
JOV	Estación de Monitoreo Josefa Vergara
LMP	Límite Máximo Permisible
NO <sub>2</sub>	Dióxido de Nitrógeno
O <sub>3</sub>	Ozono
PM <sub>10</sub>	Partículas menores a 10 micrómetros
PM <sub>2.5</sub>	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 <sub>2</sub>	Dióxido de Azufre
µg/m <sup>3</sup>	Microgramos por metro cúbico
ZMQ	Zona Metropolitana de Querétaro
ZMSJR	Zona Metropolitana de San Juan del Río

## VI. Referencias

- NOM-020-SSA1-2021, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al ozono (O<sub>3</sub>). Valores normados para la concentración de ozono (O<sub>3</sub>) 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<sub>2</sub>). Valores normados para la concentración de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) 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<sub>2</sub>). Valores normados para la concentración de dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) 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<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>. Valores normados para la concentración de partículas suspendidas PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> 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.