

Informe mensual

Indicadores de Calidad del Aire

Enero 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 Permisible (LMP) por tiempos de exposición como medida de protección a la salud de la población. Estos límites fueron actualizados a partir del mes de enero de 2022, por lo que esta tabla y el análisis se actualizaron en base a estos nuevos valores.

Las normas para cada contaminante y los límites se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Normas oficiales mexicanas de salud ambiental por contaminante.

Contaminante	NOM	Fecha de publicación (DOF)	Entrada en vigor	LMP y tiempo de exposición
Dióxido de nitrógeno (NO ₂)	NOM-023-SSA1-2021	27/10/2021	26/12/2021	0.106 ppm horario 0.021 ppm anual
Monóxido de carbono (CO)	NOM-021-SSA1-2021	29/10/2021	28/12/2021	26 ppm horario 9 ppm móvil 8h
Ozono (O ₃)	NOM-020-SSA1-2021	28/10/2021	27/12/2021	0.090 ppm horario 0.065 ppm móvil 8h (1° año) 0.060 ppm móvil 8h (3° año) 0.051 ppm móvil 8h (5° año)
Partículas menores a 2.5 micrómetros (PM _{2.5})	NOM-025-SSA1-2021	27/10/2021	26/12/2021	41 µg/m ³ promedio 24h 10 µg/m ³ anual
Partículas menores a 10 micrómetros (PM ₁₀)				70 µg/m ³ promedio 24h 36 µg/m ³ 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 oficiales de salud ambiental en materia de calidad de aire. Enero 2022.

Contaminante	CAP	COR	EMA	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

La tendencia de una calidad de aire con menor calidad, sobre todo en cuanto a partículas, se presentaron durante los primeros días de enero, donde se alcanzó incluso calidad extremadamente mala el primer día del mes, asumiendo la influencia de los festejos de año nuevo. Estas tendencias provocaron que se excediera el promedio máximo de 24 horas en tres estaciones: CAP, EMA y JOV. Asimismo, los fenómenos de inversión térmica y la estabilidad atmosférica también contribuyeron a rebasar los LMP normados. Se espera que, para febrero se presente un ligero aumento de temperaturas y mejor dispersión atmosférica, permitiendo que se tenga una mejor calidad de aire en cuanto a material particulado.

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

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 (ppm)	PM8 (ppm)	PH (ppm)	PM8 (ppm)	PM24 (ppm)
Buena	0.107	8.75	0.051	0.051	0.008
Aceptable	>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
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 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
Aceptable	>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

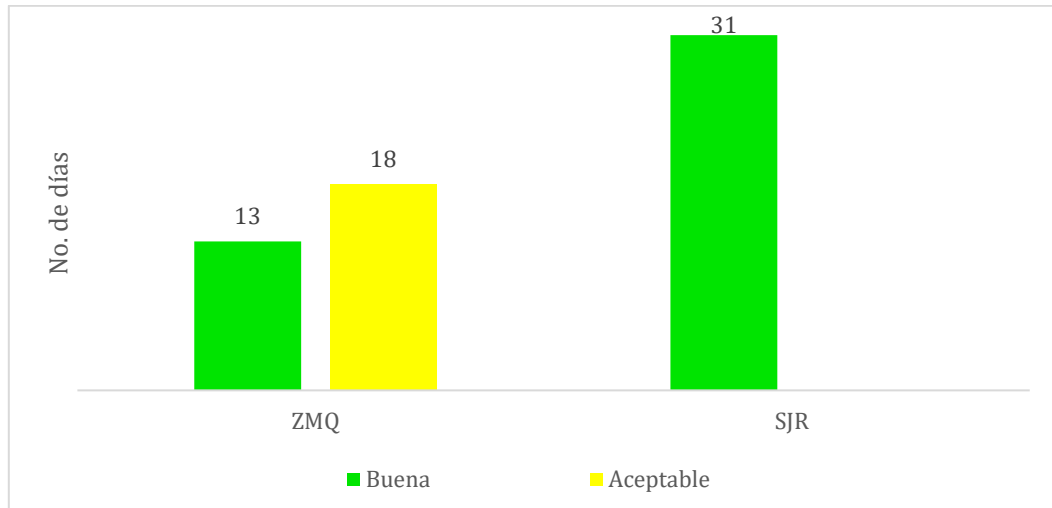
Con base en estos valores, se realizó el análisis de los datos reportados por día para cada contaminante por estación, identificando si la calidad del aire fue buena, aceptable, mala, muy mala o extremadamente mala, de acuerdo con su máximo valor del día, representados en los calendarios y graficas siguientes.

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. Enero 2022.

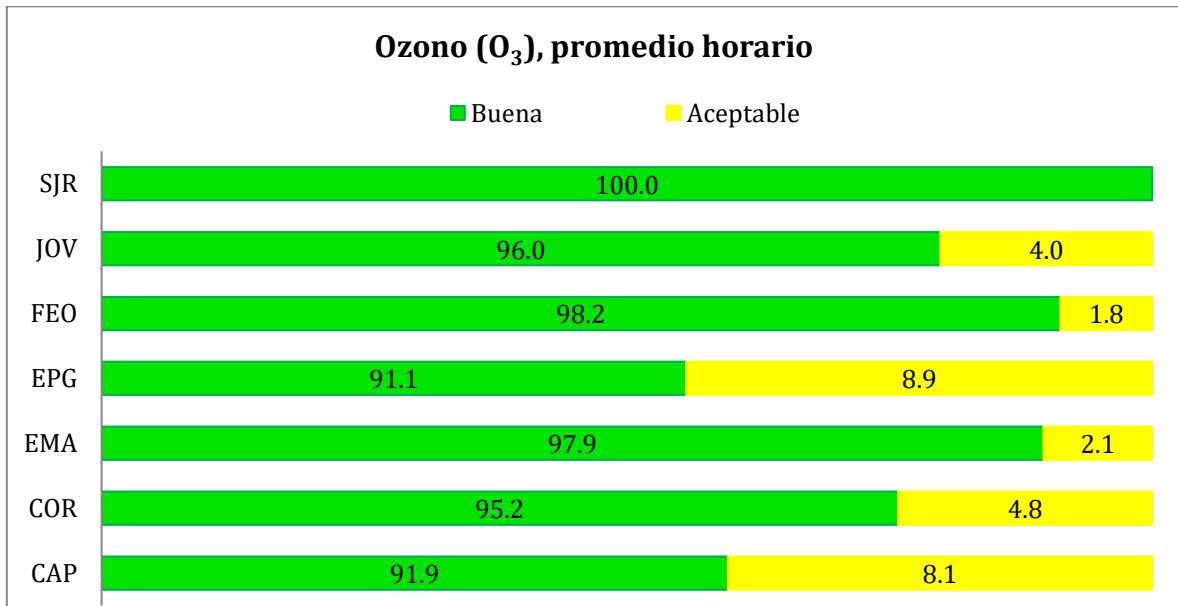
Estación	Enero de 2022																														
	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Carrillo Puerto (CAP)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Corregidora (COR)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
El Marqués (EMA)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Epigmenio González (EPG)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Félix Osores (FEO)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Josefa Vergara (JOV)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
San Juan del Río (SJR)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■



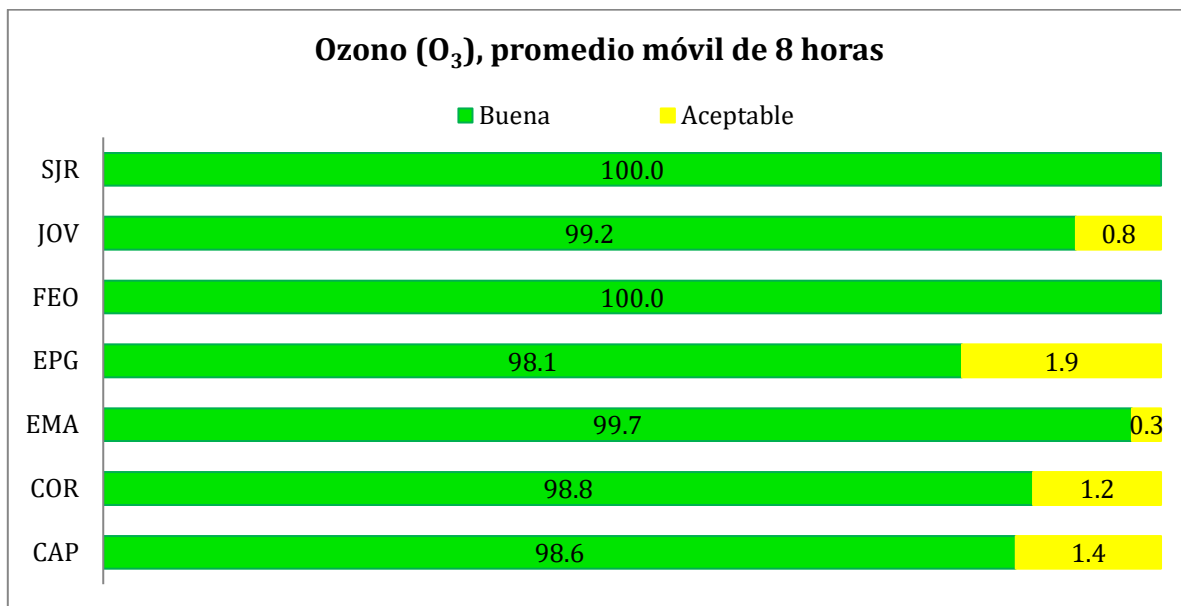
Gráfica 1. Días con calidad del aire buena y regular por ozono (O₃). Enero 2022.

Tabla 6. Horas con calidad del aire aceptable de ozono (O₃)

Estación	Promedio horario		Promedio de 8 h	
	Horas con calidad del aire			
	Buena	Aceptable	Buena	Aceptable
CAP	684	60	734	10
COR	708	36	735	9
EMA	728	16	742	2
EPG	678	66	730	14
FEO	731	13	744	-
JOV	714	30	738	6



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

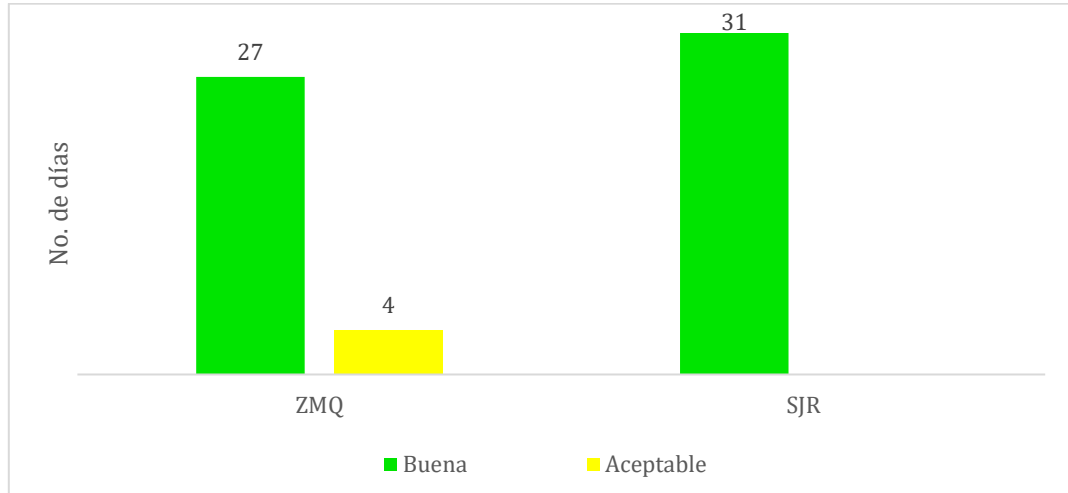


Gráfica 3. Calidad del aire en porcentaje de horas. Ozono (O₃) promedio móvil de 8 h enero 2022.

- Dióxido de azufre (SO₂)

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

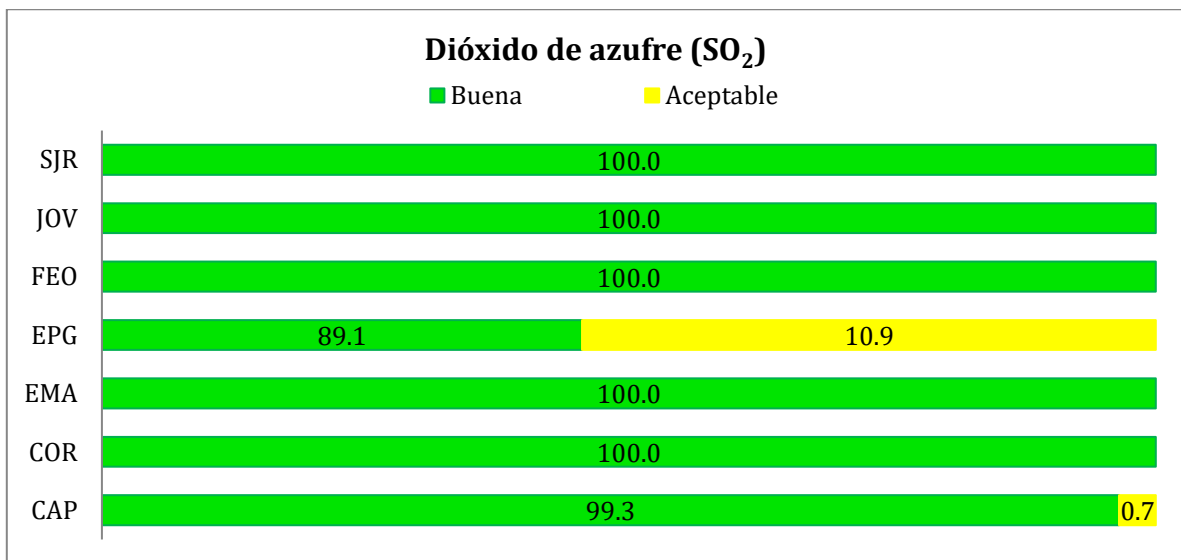
Estación	Enero de 2022																														
	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Carrillo Puerto (CAP)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Corregidora (COR)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
El Marqués (EMA)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
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). Enero 2022.

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

Estación	Promedio móvil de 24 h	
	Horas con calidad del aire	
	Buena	Aceptable
CAP	739	5
EPG	663	81

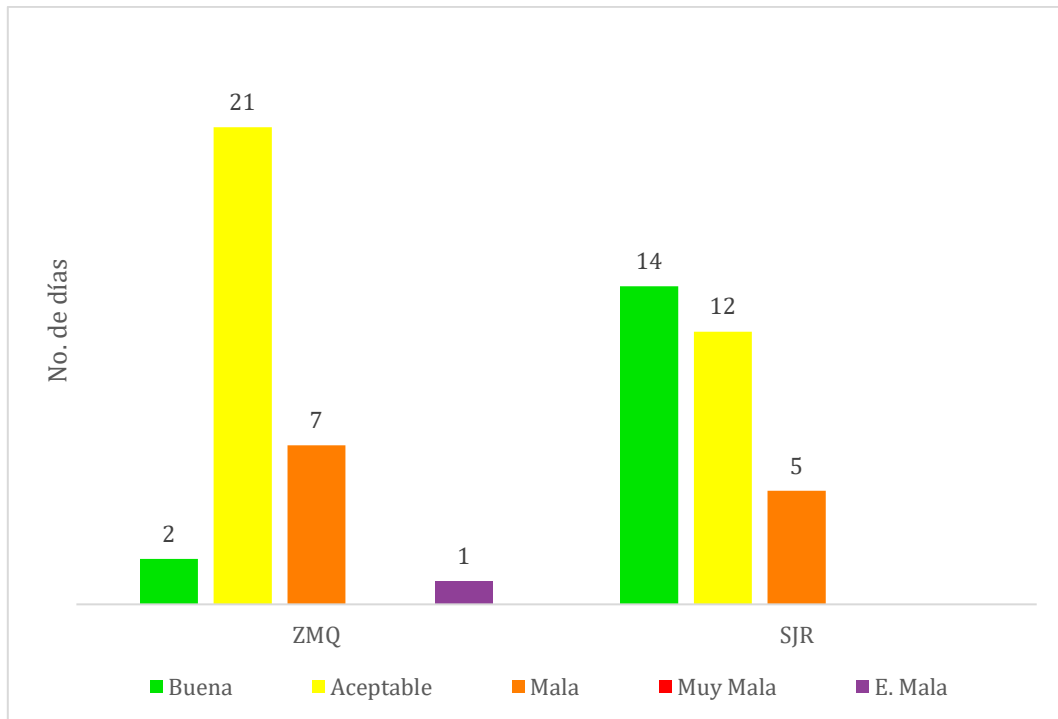


Gráfica 5. Calidad del aire en porcentaje de horas. Dióxido de azufre (SO₂) móvil de 24 h. enero 2022.

- Partículas (PM_{2.5})

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

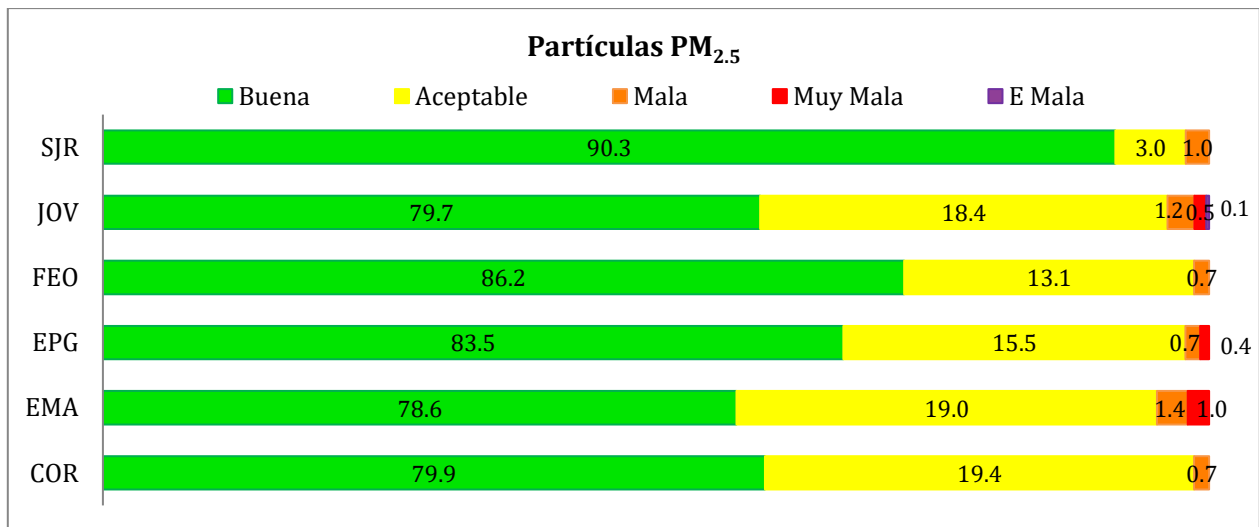
Estación	Enero de 2022																														
	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Carrillo Puerto (CAP)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Corregidora (COR)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
El Marqués (EMA)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Epigmenio González (EPG)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Félix Osores (FEO)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Josefa Vergara (JOV)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
San Juan del Río (SJR)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■



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

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

Estación	Promedio móvil ponderado de 12h				
	Horas con calidad del aire				
	Buena	Aceptable	Mala	Muy mala	E. Mala
COR	595	144	5	-	-
EMA	586	141	10	7	-
EPG	621	115	5	3	-
FEO	642	97	5	-	-
JOV	593	137	9	4	1
SJR	715	22	7	-	-

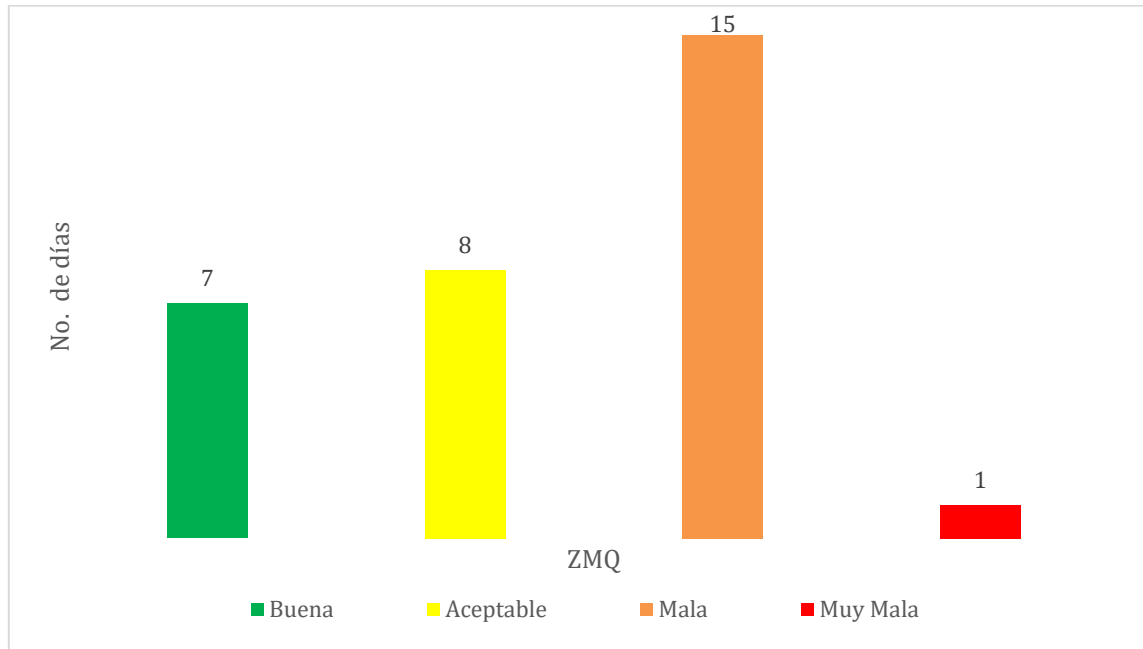


Gráfica 7. Calidad del aire en porcentaje de horas. Partículas PM_{2.5}, móvil 12 h. enero 2022.

- Partículas (PM₁₀)

Tabla 11. ICARS Partículas PM₁₀ por día por estación del SMCAQ. Enero 2022.

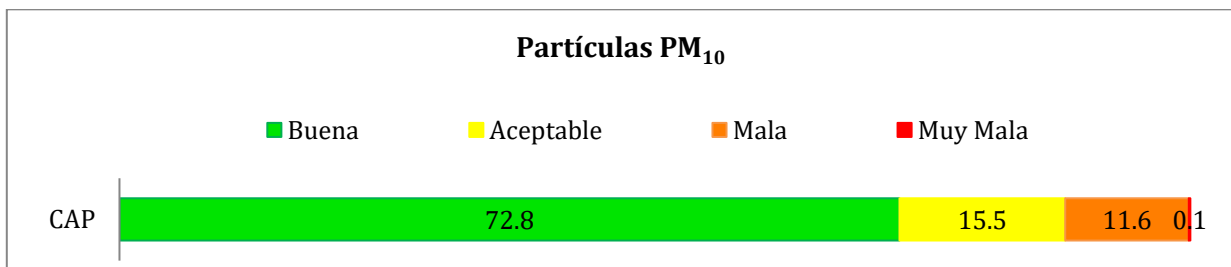
Estación	Enero de 2022																														
	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Carrillo Puerto (CAP)																															



Gráfica 8. Días con calidad del aire buena, aceptable, mala y muy mala por partículas PM₁₀ estación CAP. enero 2022.

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

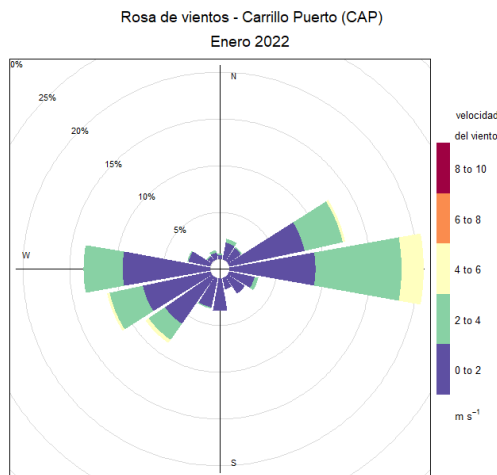
Estación	Promedio móvil ponderado de 12h			
	Horas con calidad del aire			
	Buena	Aceptable	Mala	Muy mala
CAP	502	115	86	1



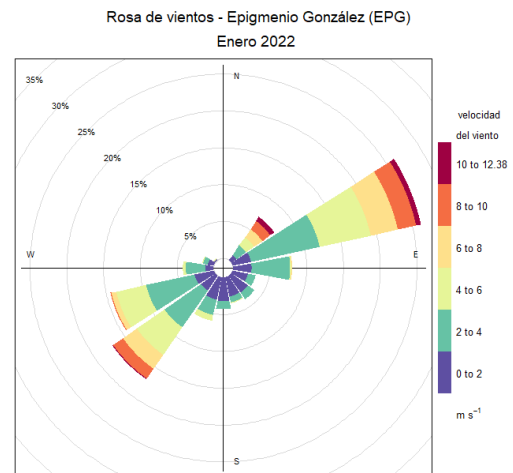
Gráfica 9. Calidad del aire en porcentaje de horas. Partículas PM₁₀, móvil 12 h. enero 2022.

III. Meteorología

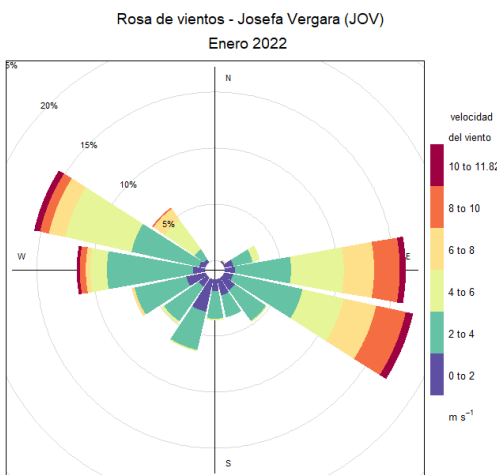
- Velocidad y dirección de viento por estación.



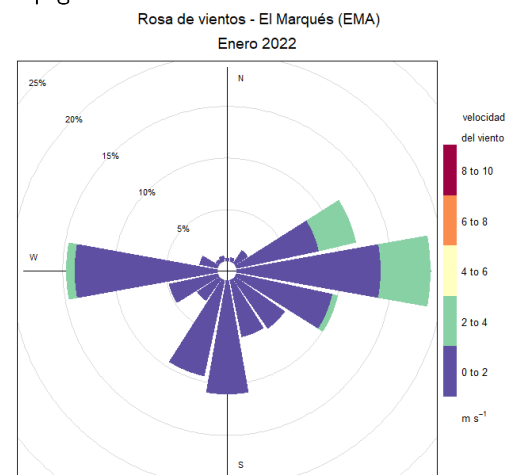
Gráfica 10. Rosa de vientos de la estación Carrillo Puerto (CAP). Enero 2022.



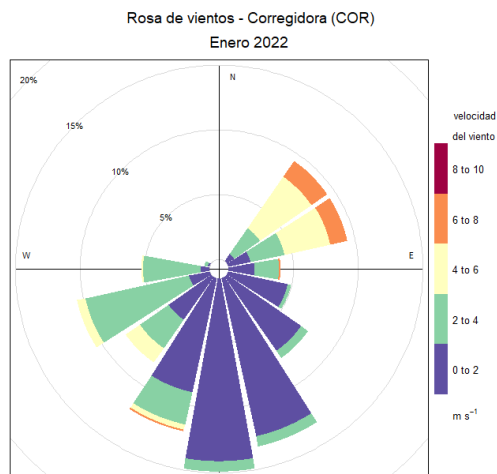
Gráfica 11. Rosa de vientos de la estación Epigmenio González (EPG). Enero 2022.



Gráfica 12. Rosa de vientos de la Josefa Vergara (JOV). Enero de 2022.

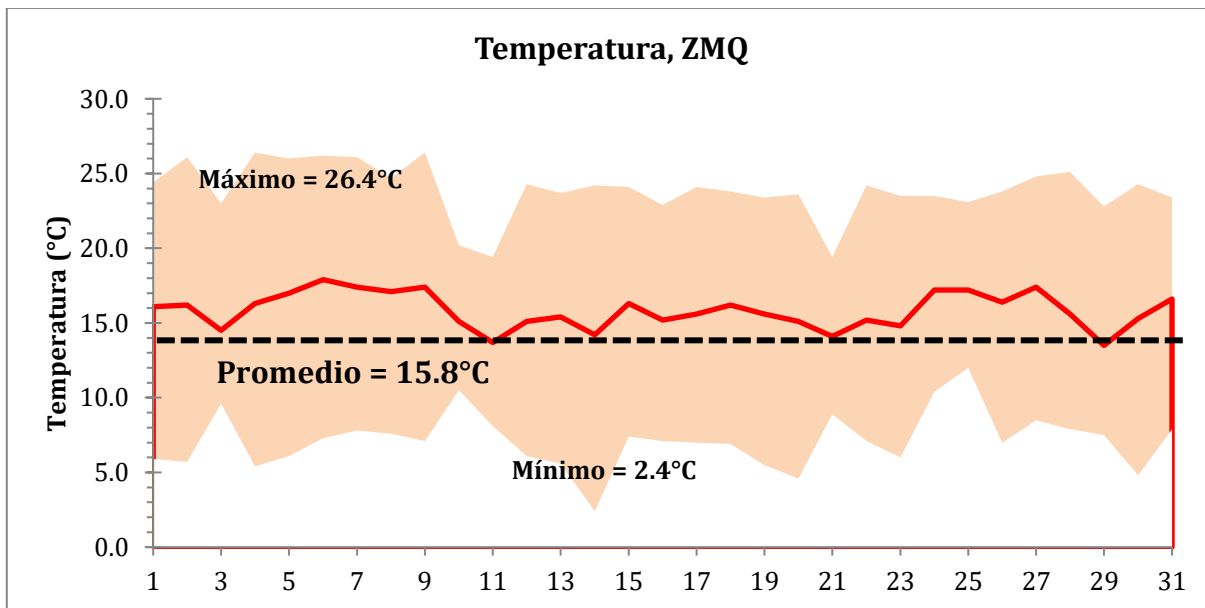


Gráfica 13. Rosa de vientos de la estación El Marqués (EMA). Enero de 2022.



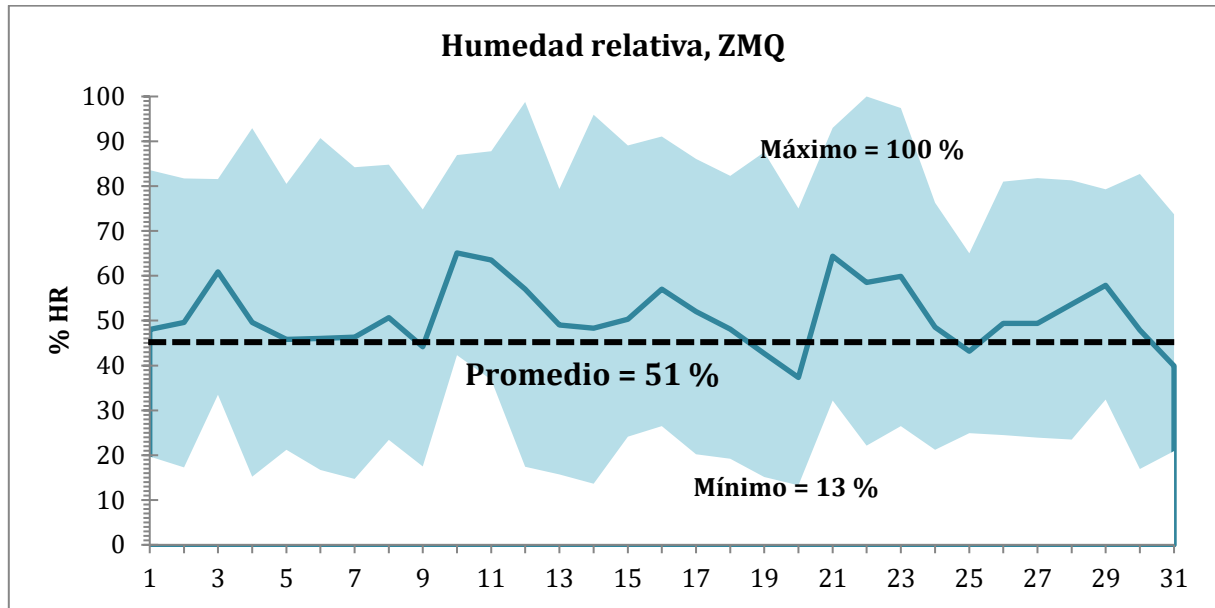
Gráfica 14. Rosa de vientos de la estación Corregidora (COR). Enero de 2022.

- Temperatura



Gráfica 15. Comportamiento de la temperatura en la Zona Metropolitana de Querétaro. Enero 2022.

- Humedad relativa



Gráfica 16. Comportamiento de la humedad relativa en la Zona Metropolitana de Querétaro. Enero 2022.

IV. Conclusiones

Es importante mencionar la actualización y entrada en vigor a partir de 2022 de las normas de salud ambiental para dióxido de nitrógeno (NO_2), monóxido de carbono (CO), ozono (O_3) y partículas PM_{10} y $\text{PM}_{2.5}$. Tomando los nuevos límites máximos permisibles (LMP) estos fueron rebasados en las estaciones de Carrillo Puerto (PM_{10}), El Marqués y Josefa Vergara ($\text{PM}_{2.5}$) para promedios de 24 horas.

Con relación a la NOM-172-SEMARNAT-2019 que rige el Índice de Calidad del Aire y Riesgos a la Salud (ICARS), en sus criterios de calidad de aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala, en el monitoreo de calidad del aire, se tuvo horas en las que incluso se llegó a calidad extremadamente mala en la estación CAP por PM_{10} . Se tuvo calidad de aire aceptable e inferior para dióxido de azufre (SO_2), ozono (O_3) y material particulado ($\text{PM}_{2.5}$ y PM_{10}).

Durante enero, la temperatura media fue relativamente baja con 15.8°C , normal al estar en la temporada invernal. También se registró una humedad relativa promedio de 51 % y cinco días de precipitación pluvial para un total acumulado de 8 mm.

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 Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire del Estado de
SMCAQ	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.