

Informe mensual

Indicadores de Calidad del Aire

Febrero 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.....	16
V. Acrónimos.....	17
VI. Referencias.....	18

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. 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.

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

Como se analizará en la sección de Meteorología, el aumento de temperatura durante el mes de febrero, especialmente durante la segunda mitad del mes, disminuyó en gran medida los eventos de inversión térmica registrados durante la época invernal, mejorando con ello la dispersión y la calidad de aire en la ciudad respecto a las partículas suspendidas, que fue el contaminante criterio que tuvo problemas para cumplir con los límites máximos permisibles normados durante los meses de diciembre y enero. Sin embargo, con el aumento de temperatura comienza la temporada de ozono. Este aumento se vio reflejada en el incumplimiento normativo del promedio móvil de 8 horas en la estación Josefa Vergara, que fue el único parámetro que no cumplió durante el mes de febrero.

II.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

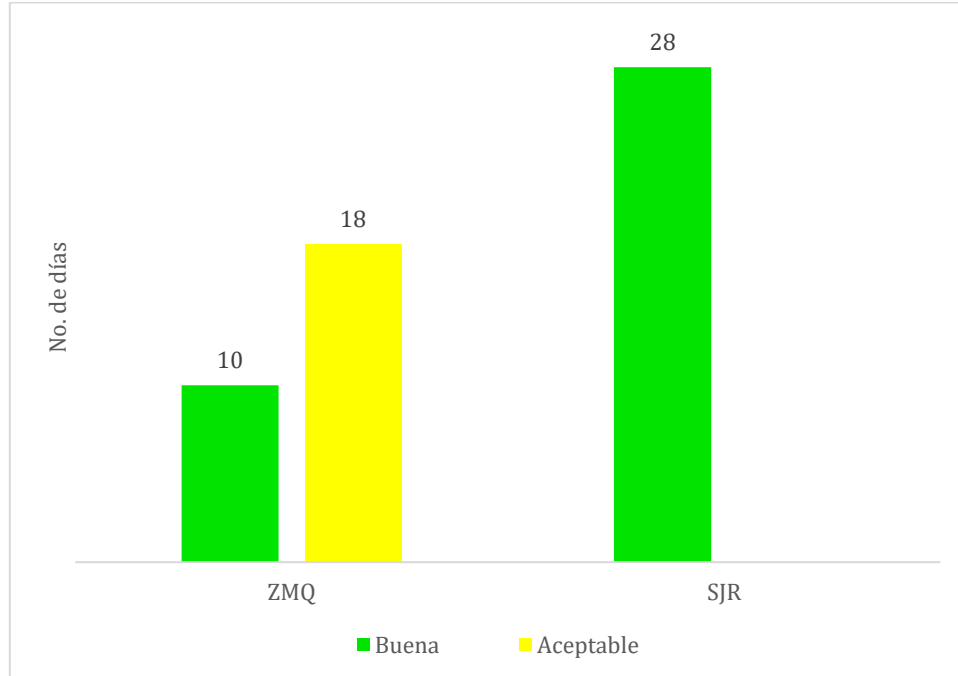
Con base en estos valores, se realizó el análisis de los datos reportados por día para cada estación por contaminante para el mes de febrero de 2022, identificando si la calidad del aire fue buena, regular, mala o muy mala, de acuerdo con su máximo valor del día, representados en los calendarios y graficas 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. Febrero 2022.

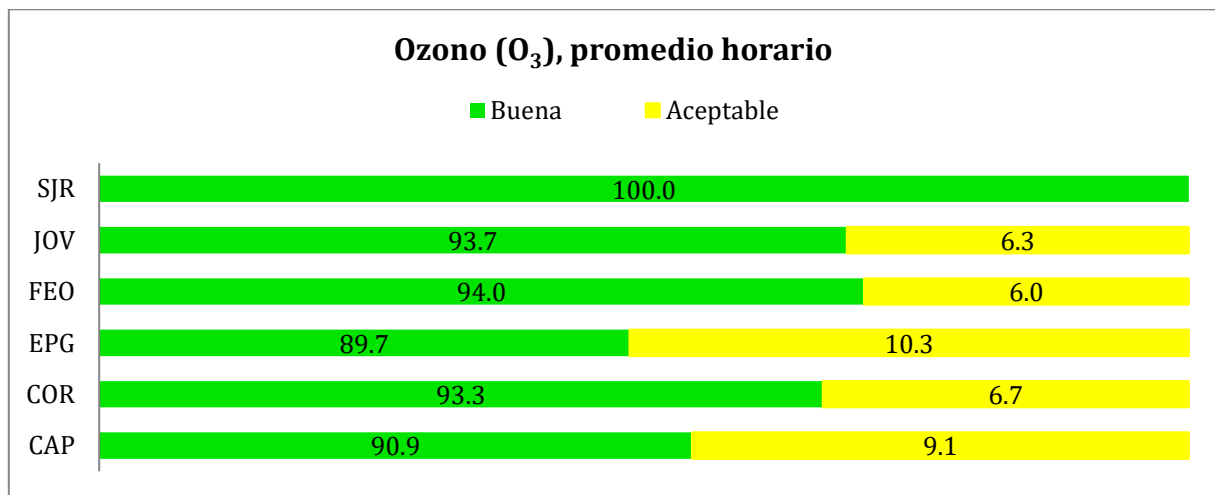
Estación	Febrero de 2022																											
	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Carrillo Puerto (CAP)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Corregidora (COR)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■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



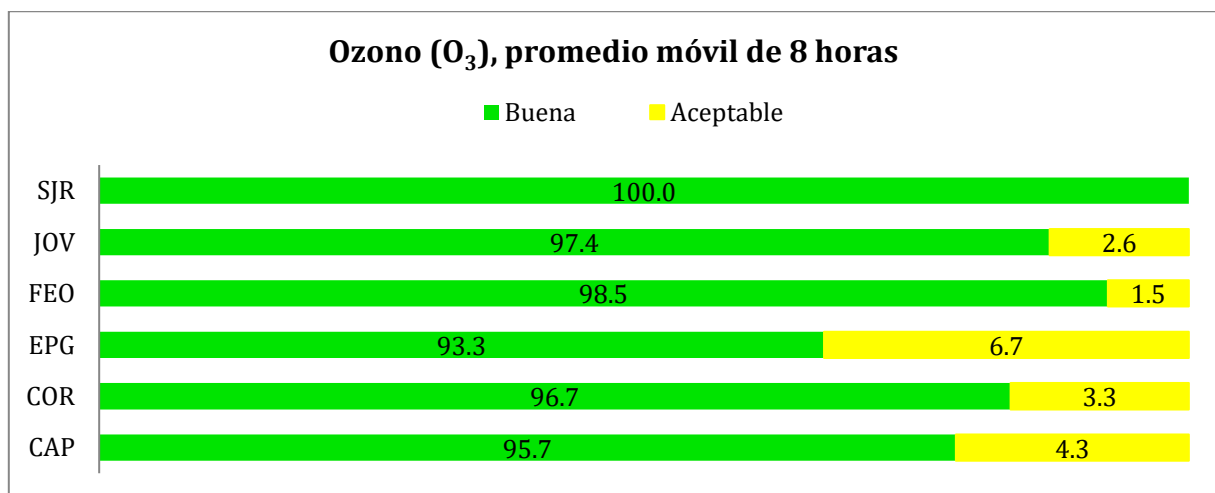
Gráfica 1. Días con calidad del aire buena y aceptable por ozono (O₃). Febrero 2022.

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	611	61	643	29
COR	627	45	650	22
EPG	603	69	627	45
FEO	632	40	662	10
JOV	630	42	655	17



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

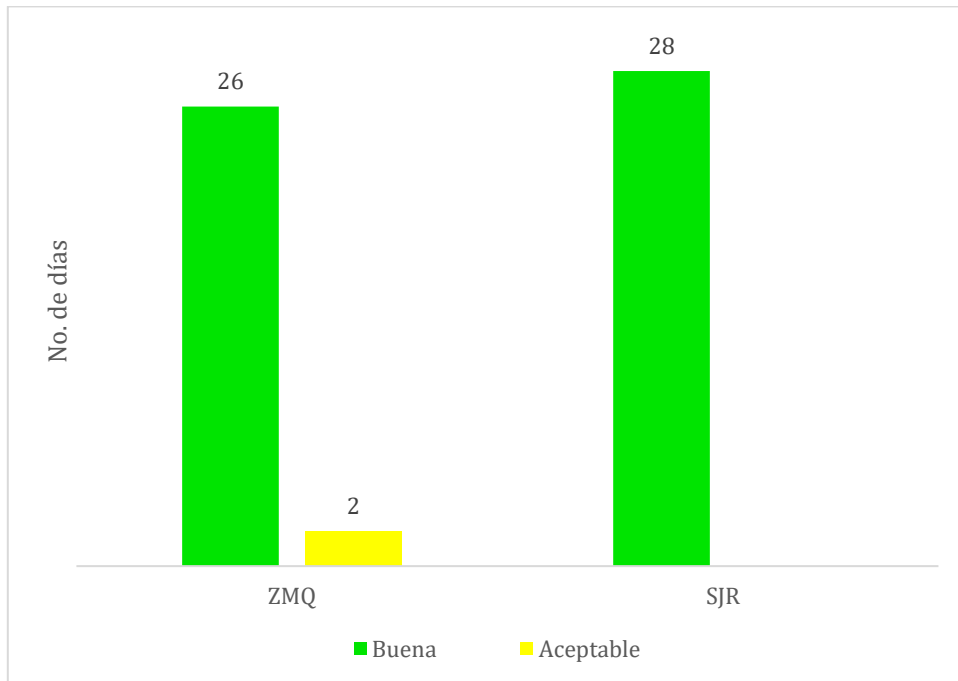


Gráfica 3. Calidad del aire en porcentaje de horas. Ozono (O₃) promedio móvil de 8 h. febrero 2022.

- Dióxido de azufre (SO₂)

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

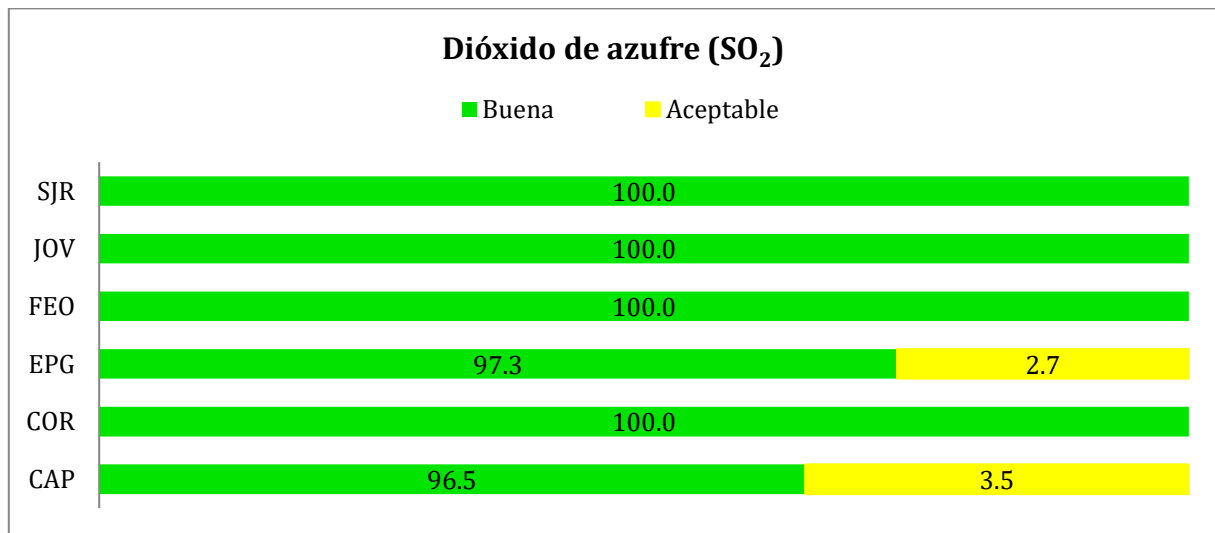
Estación	Febrero de 2022																													
	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28		
Carrillo Puerto (CAP)																														
Corregidora (COR)																														
Epigmenio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

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

Estación	Promedio móvil de 24 h	
	Horas con calidad del aire	
	Buena	Aceptable
CAP	648	24
EPG	654	18

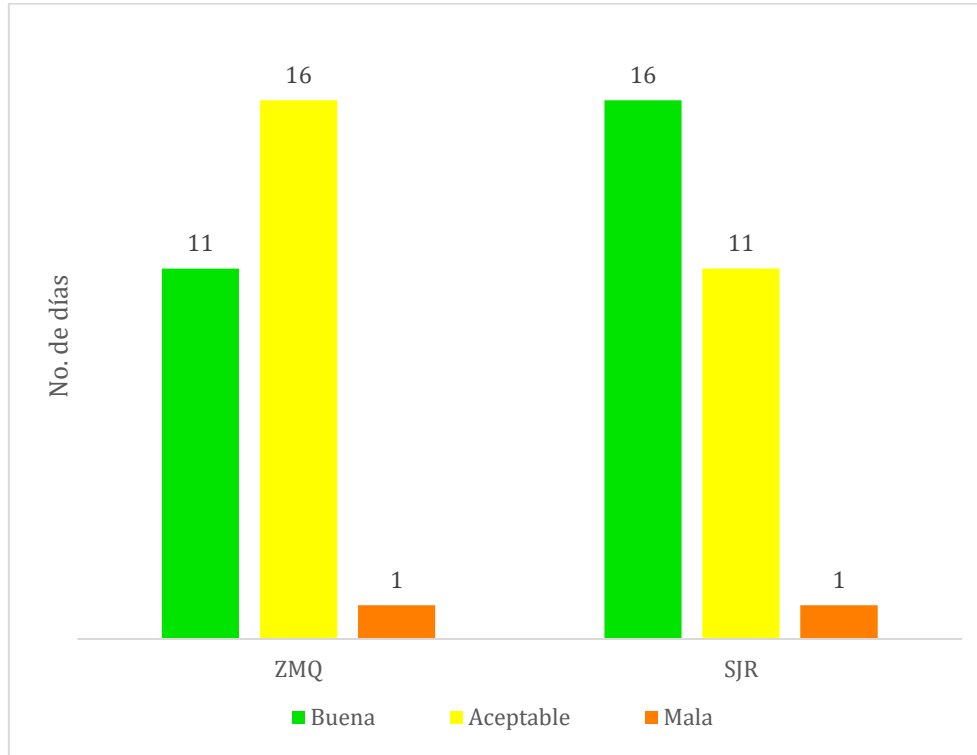


Gráfica 5. Calidad del aire en porcentaje de horas. Dióxido de azufre (SO₂) móvil de 24 h. febrero 2022.

- Partículas (PM_{2.5})

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

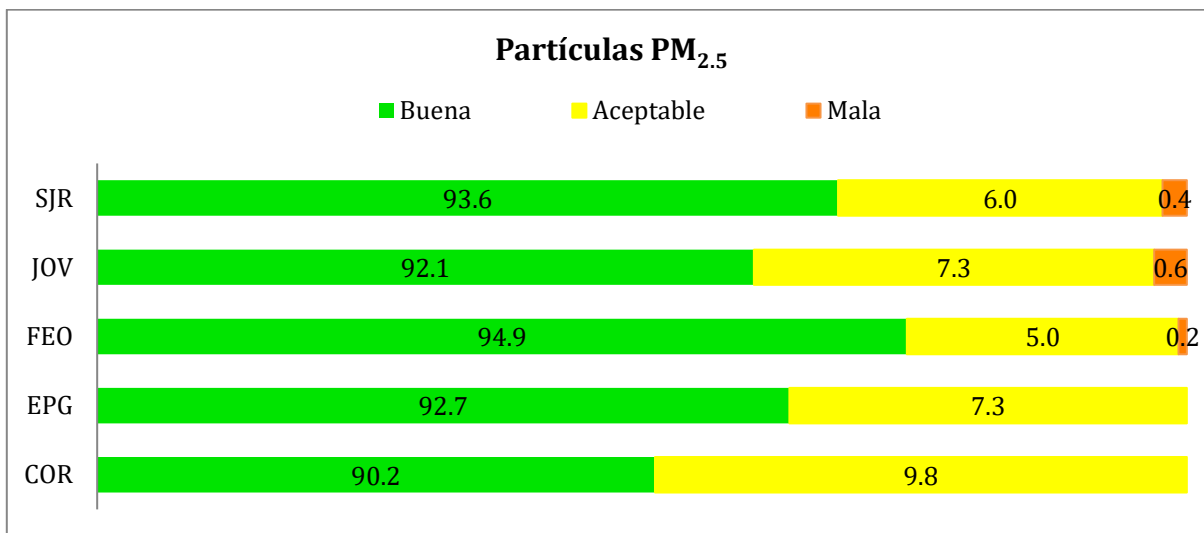
Estación	Febrero de 2022																											
	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Corregidora (COR)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Epigmenio González (EPG)	■	■	■	■	■	■	■	■	■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



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

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

Estación	Promedio móvil ponderado de 12h		
	Horas con calidad del aire		
	Buena	Aceptable	Mala
COR	606	66	-
EPG	623	49	-
FEO	637	34	1
JOV	619	49	4
SJR	629	40	3

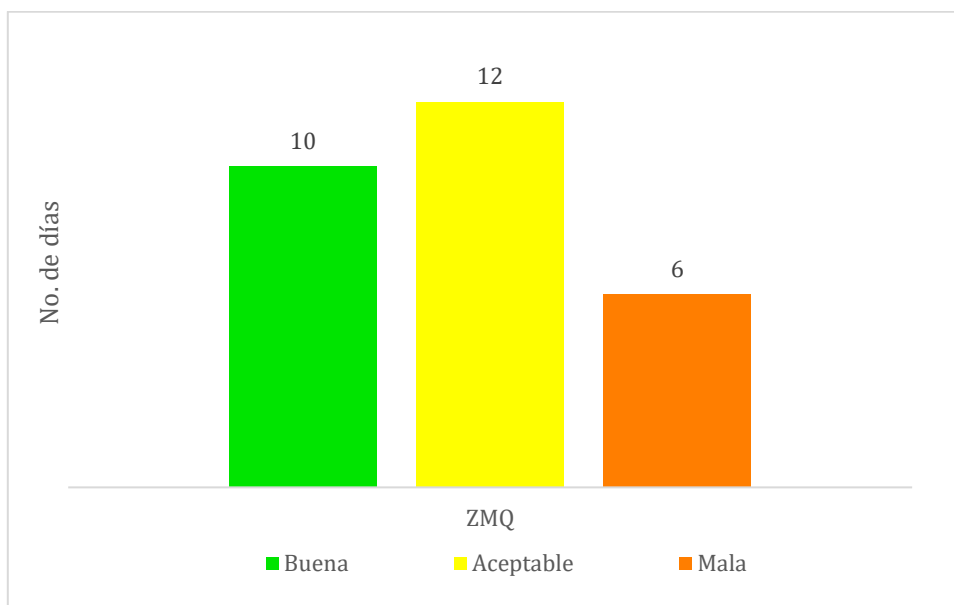


Gráfica 7. Calidad del aire en porcentaje de horas. Partículas PM_{2.5}, móvil 12 h. febrero 2022.

- Partículas (PM₁₀)

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

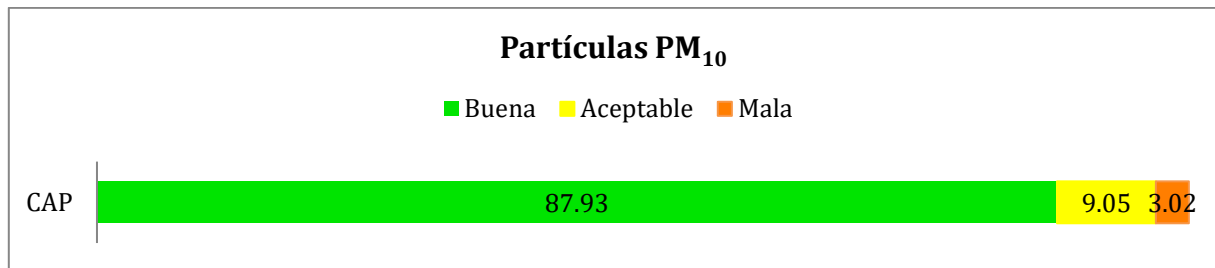
Estación	Febrero de 2022																											
	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Carrillo Puerto (CAP)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■



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

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

Estación	Promedio móvil ponderado de 12h		
	Horas con calidad del aire		
	Buena	Aceptable	Mala
CAP	591	61	20

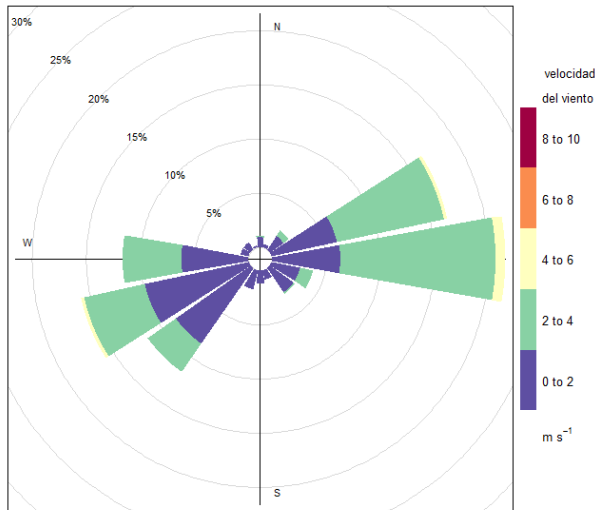


Gráfica 9. Calidad del aire en porcentaje de horas. Partículas PM₁₀, móvil 12 h. febrero 2022.

III. Meteorología

- Velocidad y dirección de viento por estación.

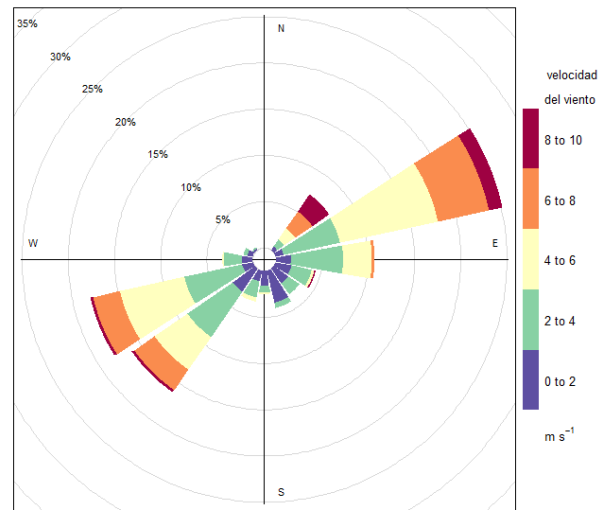
Rosa de vientos - Carrillo Puerto (CAP)
 Febrero 2022



Frequency of counts by wind direction (%)

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

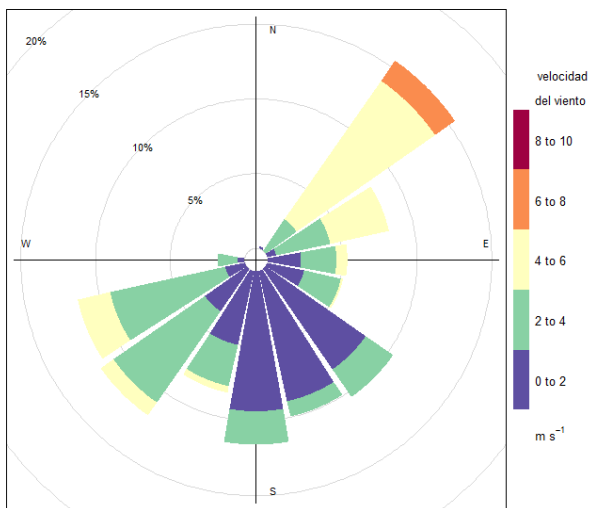
Rosa de vientos - Epigmenio González (EPG)
 Febrero 2022



Frequency of counts by wind direction (%)

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

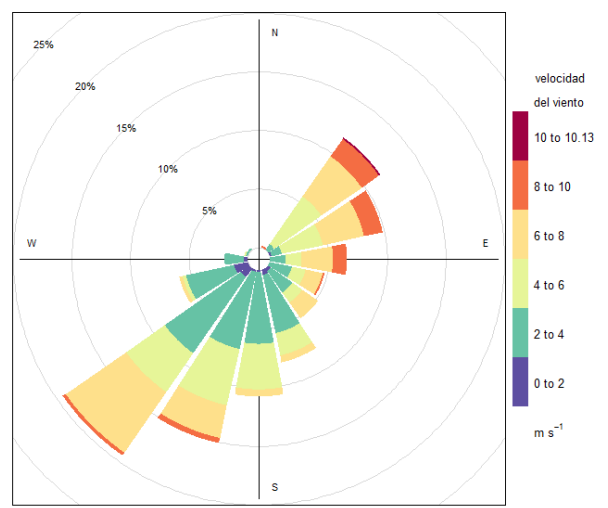
Rosa de vientos - Corregidora (COR)
 Febrero 2022



Frequency of counts by wind direction (%)

Gráfica 12. Rosa de vientos de la estación Corregidora (COR). Febrero 2022.

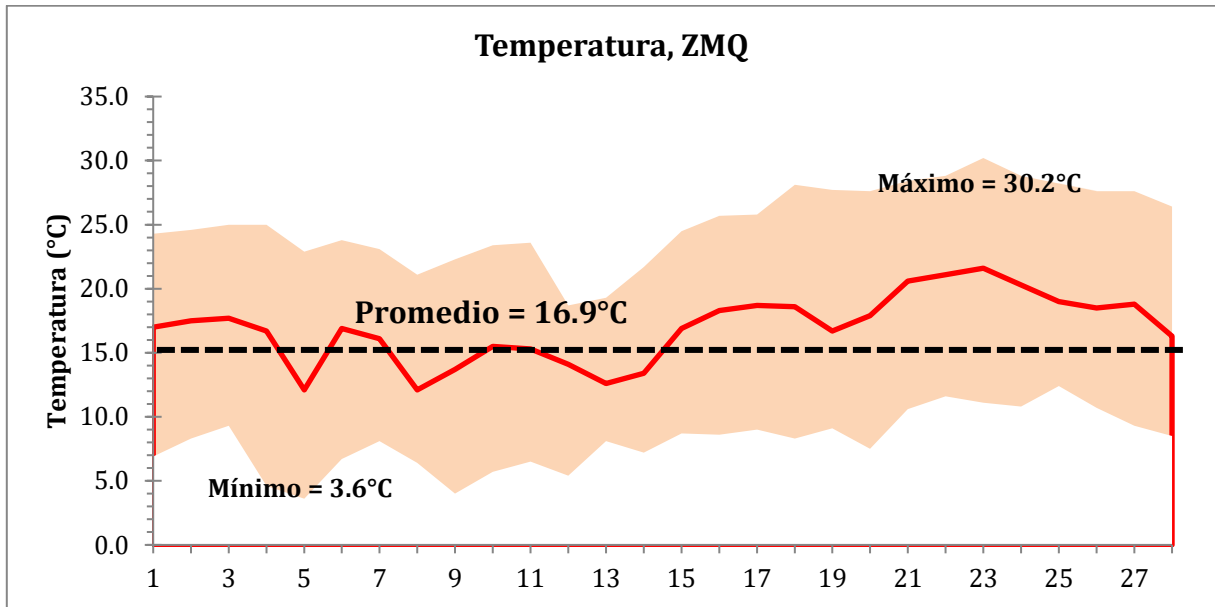
Rosa de vientos - Josefa Vegara (JOV)
 Febrero 2022



Frequency of counts by wind direction (%)

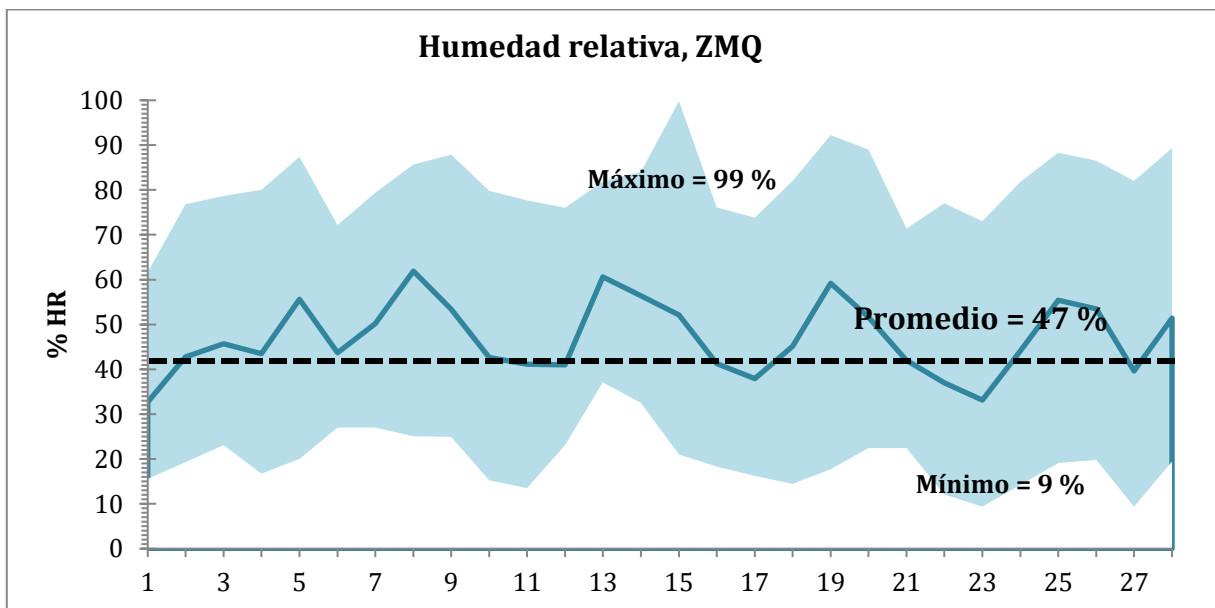
Gráfica 13. Rosa de vientos de la estación Josefa Vegara (JOV). Febrero 2022.

- Temperatura



Gráfica 14. Comportamiento de la temperatura en la ZMQ. Febrero 2022.

- Humedad relativa



Gráfica 15. Comportamiento de la humedad relativa en la ZMQ. Febrero 2022.

IV. Conclusiones

En cuanto al cumplimiento normativo durante el mes de febrero de 2022, se mejoró en cuanto a las partículas que fue el indicador que se incumplió en varias estaciones durante el mes anterior, sin embargo, en ozono la estación EPG rebasó el límite máximo permisible en el promedio móvil de 8 horas por lo que no cumplió con la norma que lo rige, NOM-020-SSA1-2021.

La NOM-172-SEMARNAT-2019, que determina los límites y lineamientos del Índice de Calidad de Aire y Riesgos a la Salud (ICARS) en cinco categorías de calidad de aire: buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala. En el mes de febrero de 2022 la calidad de aire mejoró con respecto al mes de enero. Sólo se llegó a calidad mala de aire por partículas en 1 día para las estaciones de JOV, COR y SJR, y en 6 días para el caso de CAP. También se registraron horas de calidad aceptable en dióxido de azufre y ozono, siendo este último un contaminante que se espera asciendan sus concentraciones debido al inicio de la temporada de altas temperaturas.

En cuanto a la meteorología, en la ZMQ, fue un mes de vientos moderados con máximas de 10 m/s y vientos predominantes provenientes del este. La temperatura mostró un ascenso importante en la segunda quincena por lo que se espera que se mantenga un aumento al entrar la primavera en el mes de marzo. Asimismo, la humedad relativa fue baja, lo que se reflejó en la baja cantidad de lluvia que hubo en el mes, aunque se espera cierta sequedad en el mes de marzo, se espera que caigan las primeras precipitaciones del año, por lo que debería de haber algunos días de humedad alta.

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.