

Informe mensual

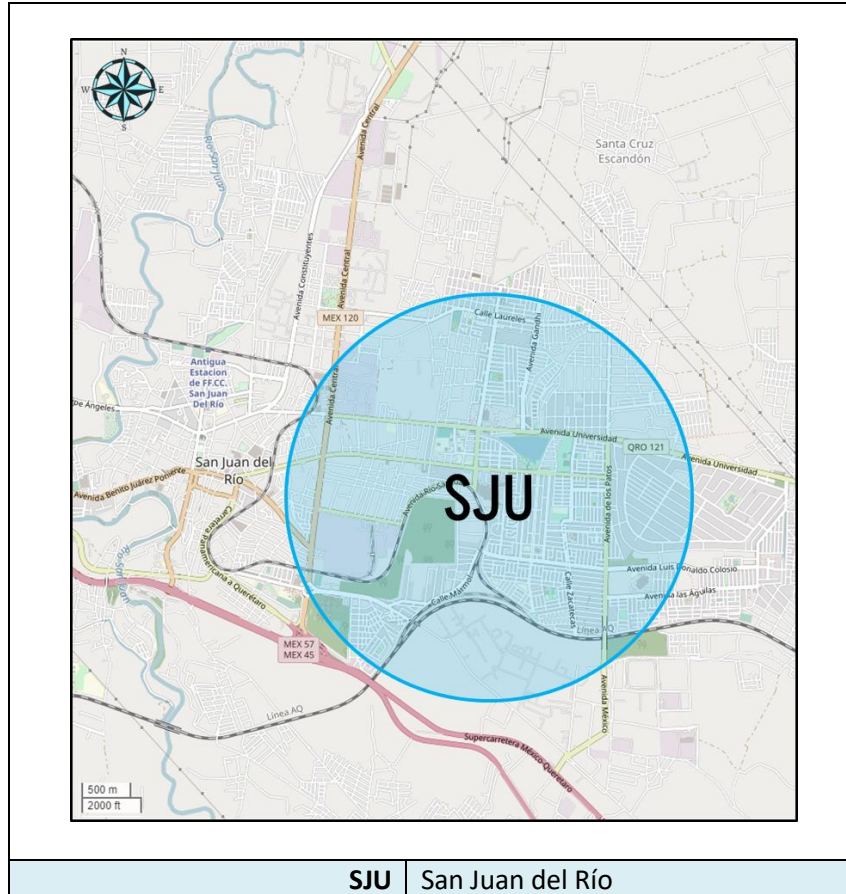
Indicadores de Calidad del Aire

Febrero 2023

**Centro de Monitoreo de la Calidad del Aire
del Estado de Querétaro (CeMCAQ)**

Contenido

I.	Introducción.....	1
II.	Indicadores de calidad de aire	3
II.1	Normas de Salud Ambiental en materia de Calidad de Aire.....	3
II.2	Índice de Calidad del Aire y Riesgos a la Salud (ICARS).	5
•	Ozono (O ₃).....	6
•	Partículas menores a 2.5 micras (PM _{2.5})	8
•	Partículas menores a 10 micras (PM ₁₀).....	9
•	Dióxido de azufre (SO ₂).....	10
III.	Meteorología	12
•	Velocidad y dirección de viento.	12
•	Temperatura	13
•	Humedad relativa.....	14
•	Índice UV.....	15
•	Precipitación	15
IV.	Conclusiones.....	16
V.	Acrónimos.....	18
VI.	Referencias	19



Mapa 2. Ubicación de la estación del SMCAQ de la ciudad de San Juan del Río.

El monitoreo de la calidad del aire se realiza con el fin de proteger la salud de la población y proporcionar herramientas a las autoridades municipales y estatales, lo cual se utilizará para la toma de decisiones preventivas y restrictivas respecto al tema en caso de ser necesario.

El presente documento muestra el comportamiento de la calidad de aire, mediante el análisis de los datos generados en cada estación de monitoreo para cada contaminante con información validada del mes inmediato anterior. Lo que representa además el nivel de procesamiento de información validada que tiene actualmente el SMCAQ.

La evaluación de indicadores se realiza conforme lo establecido en las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de salud ambiental por contaminante de acuerdo a los Límites Máximos Permisibles (LMP) de exposición, (este análisis es parcial dado que depende de lo establecido para cada contaminante en la NOM respectiva), 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, muy mala o extremadamente mala, con los que se mantiene informada

a la población. Asimismo, se incluye un breve 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 criterio y en cada una se establecen los LMP por tiempos de exposición como medida de protección a la salud de la población. En la tabla 1 se muestran los establecidos actualizados hasta el año 2023.

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

Contaminante	NOM vigente	Límites y tiempos de exposición	Última actualización
Dióxido de nitrógeno (NO ₂)	NOM-023-SSA1-2021	<ul style="list-style-type: none"> • 0.106 ppm, promedio horario • 0.021 ppm, promedio anual 	27 de octubre de 2021
Monóxido de carbono (CO)	NOM-021-SSA1-2021	<ul style="list-style-type: none"> • 26.0 ppm, promedio horario • 9.0 ppm, promedio móvil de 8 h 	29 de octubre de 2021
Ozono (O ₃)	NOM-020-SSA1-2021	<ul style="list-style-type: none"> • 0.090 ppm, promedio horario • 0.065 ppm, promedio móvil de 8 h 	28 de octubre de 2021
Dióxido de azufre (SO ₂)	NOM-022-SSA1-2019	<ul style="list-style-type: none"> • 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 	20 de agosto de 2019
Partículas menores a 2.5 micrómetros (PM _{2.5})	NOM-025-SSA1-2021	<ul style="list-style-type: none"> • 41 µg/m³ Promedio de 24 h • 10 µg/m³ Promedio anual 	27 de octubre de 2021
Partículas menores a 10 micrómetros (PM ₁₀)		<ul style="list-style-type: none"> • 70 µg/m³ Promedio de 24 h • 36 µg/m³ Promedio anual 	

Fuente: Normas Oficiales Mexicanas de referencia

Con base a lo establecido en las normas anteriores, se realizó la evaluación de los datos del mes de febrero del 2023 y los resultados sobre el cumplimiento mostrados en la tabla 2.

Tabla 2. Cumplimiento de normas de salud ambiental en materia de calidad de aire. Febrero 2023.

Contaminante	CAP	COR	EPG	FEO	JOV	SJU
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 _{2.5} (promedio 24 h)		✓	✓	✓		✓
Partículas PM ₁₀ (promedio 24 h)	✗					

✓ Cumple ✗ No cumple No se mide

Febrero tuvo una mejora en las condiciones de la calidad de aire en el cumplimiento normativo, donde solamente PM₁₀, medido en la estación CAP superó el LMP de 24 horas marcado por la norma, con un valor de 98 µg/m³ contra el 70 µg/m³ marcado en la misma.

Para un mayor detalle se realizó el conteo de días limpios por ciudad. Un día es limpio si ningún contaminante supera los límites máximos permisibles establecidos en cada una de las normas que rigen a los contaminantes criterio. En la siguiente tabla se hizo un conteo parcial de días limpios por contaminante para después hacer el conteo total para el mes de febrero de 2023.

Tabla 3. Días limpios en la ZMQ y en SJR. Febrero 2023.

Contaminante	Días limpios	
	ZMQ	SJR
NO ₂	28	28
CO	28	28
O ₃	28	28
SO ₂	28	28
PM _{2.5}	28	28
PM ₁₀	19	

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

El Índice de Calidad del 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, 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. Este índice es informado cada hora durante los 365 días del año a través de las distintas plataformas informativas con las que cuenta el SMCAQ. Cada una de las bandas de color tiene consigo recomendaciones para que la población proteja su salud al seguir dichas medidas. Estas medidas son presentadas en la siguiente tabla.

Tabla 4. Recomendaciones del índice de Calidad de Aire y Riesgos a la Salud por riesgo asociado.

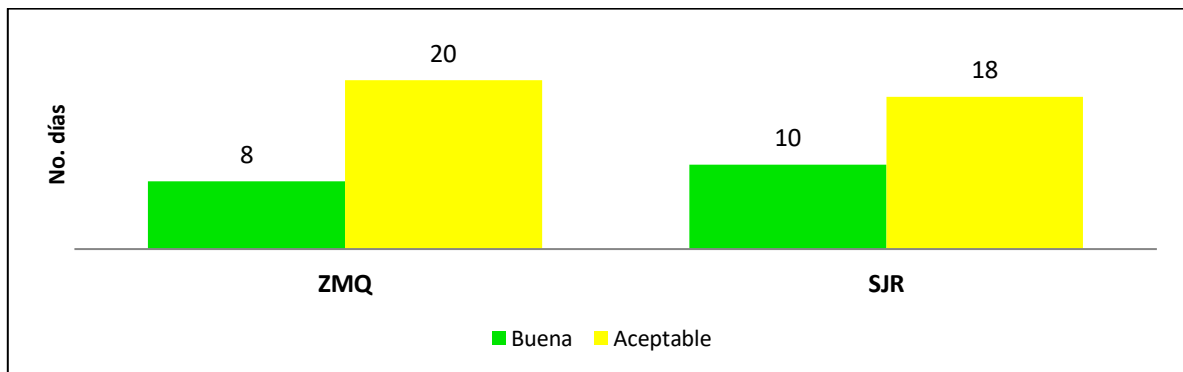
Índice ICARS	Riesgo asociado	Recomendaciones	
		Grupos sensibles	Población en general
Buena	Bajo	Disfruta de las actividades al aire libre	
Aceptable	Moderado	Considera reducir las actividades físicas vigorosas al aire libre.	Disfruta de las actividades al aire libre.
Mala	Alto	Evita las actividades físicas al aire libre (moderadas y vigorosas).	Reduce las actividades físicas vigorosas al aire libre.
Muy mala	Muy alto	No realices actividades al aire libre. Acude al médico si presentas síntomas respiratorios o cardíacos.	Evita las actividades físicas al aire libre.
Extremadamente mala	Extremadamente alto	Permanece en espacios interiores. Acude al médico si presentas síntomas respiratorios o cardíacos.	

A continuación, se muestra un análisis del índice de calidad de aire y riesgos a la salud de aquellos contaminantes criterio en el mes de febrero de 2023: ozono (O₃), partículas menores a 10 micras y 2.5 micras (PM₁₀ y PM_{2.5}) y dióxido de azufre (SO₂).

- Ozono (O₃)**

Tabla 5. Calendario ICARS de ozono (O₃) por estación del SMCAQ. Febrero 2023.

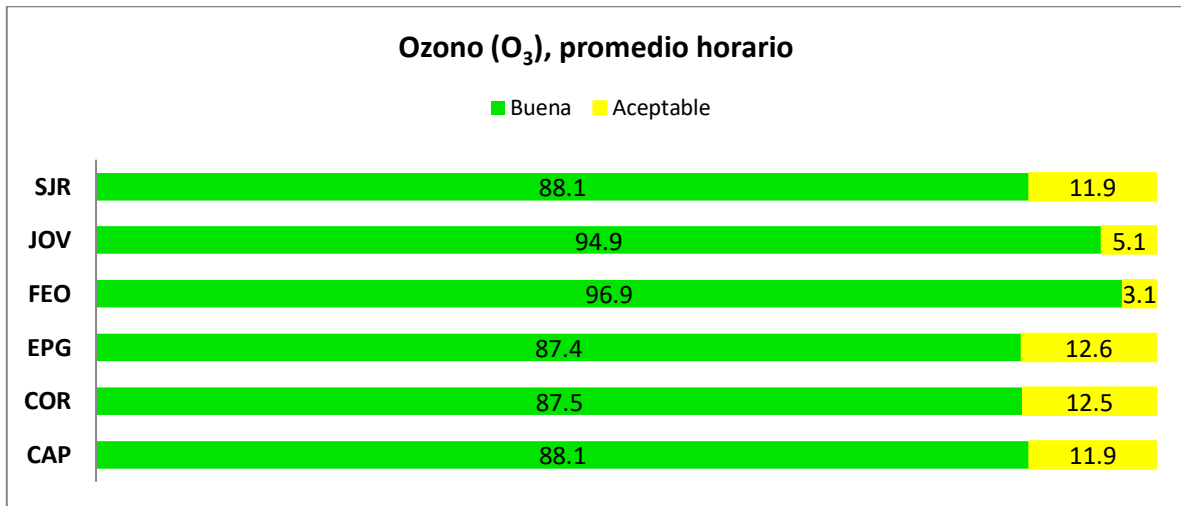
Estación	Ozono (O ₃), Febrero 2023																											
	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Carrillo Puerto (CAP)																												
Corregidora (COR)																												
Epigmenio González (EPG)																												
Félix Osores (FEO)																												
Josefa Vergara (JOV)																												
San Juan del Río (SJU)																												



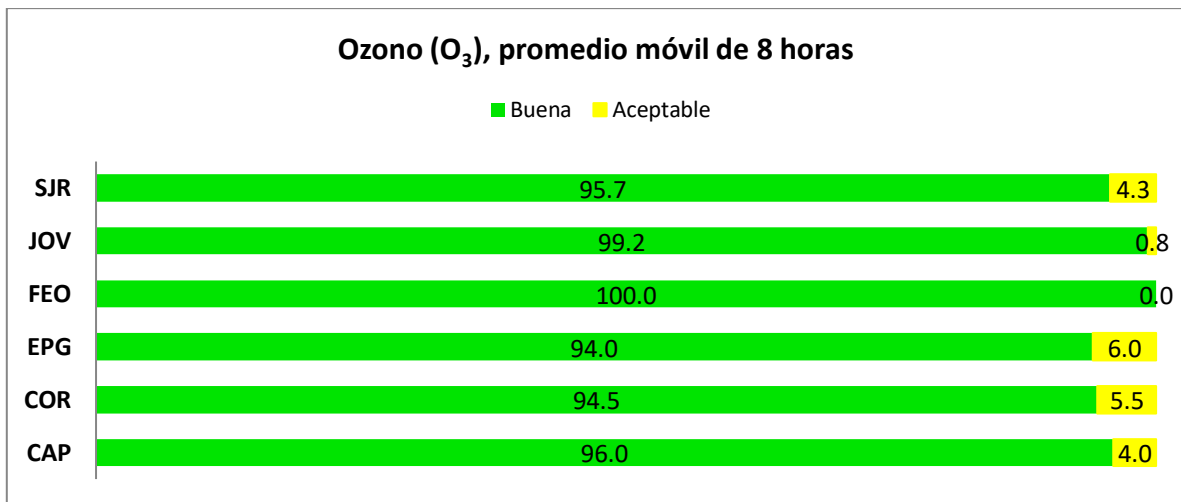
Gráfica 1. Conteo de días por calidad de aire por ozono en la ZMQ y en SJR. Febrero 2023.

Tabla 6. Recuento de horas por calidad de aire por ozono en las estaciones del SMCAQ. Febrero 2023.

Estación	Promedio 1 h		Promedio móvil de 8 h	
	Buena	Aceptable	Buena	Aceptable
CAP	592	80	645	27
COR	586	84	635	37
EPG	587	85	632	40
FEO	648	21	666	-
JOV	635	34	661	5
SJU	590	80	643	29



Gráfica 2. Calidad del aire en porcentaje de horas. Ozono (O₃), promedio 1 h. Febrero 2023.

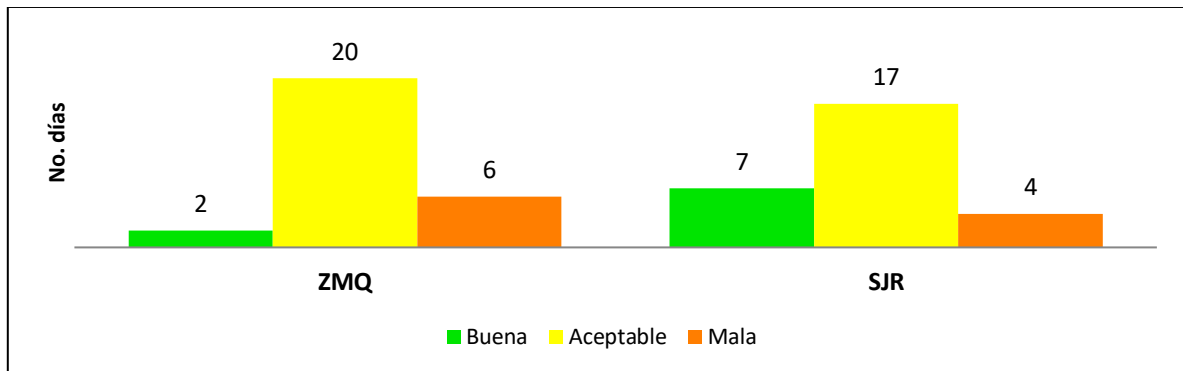


Gráfica 3. Calidad del aire en porcentaje de horas. Ozono (O₃) promedio móvil 8 h, en ZMQ y SJR. Febrero 2023.

- **Partículas menores a 2.5 micras (PM_{2.5})**

Tabla 7. Calendario ICARS de partículas PM_{2.5} por estación del SMCAQ. Febrero 2023.

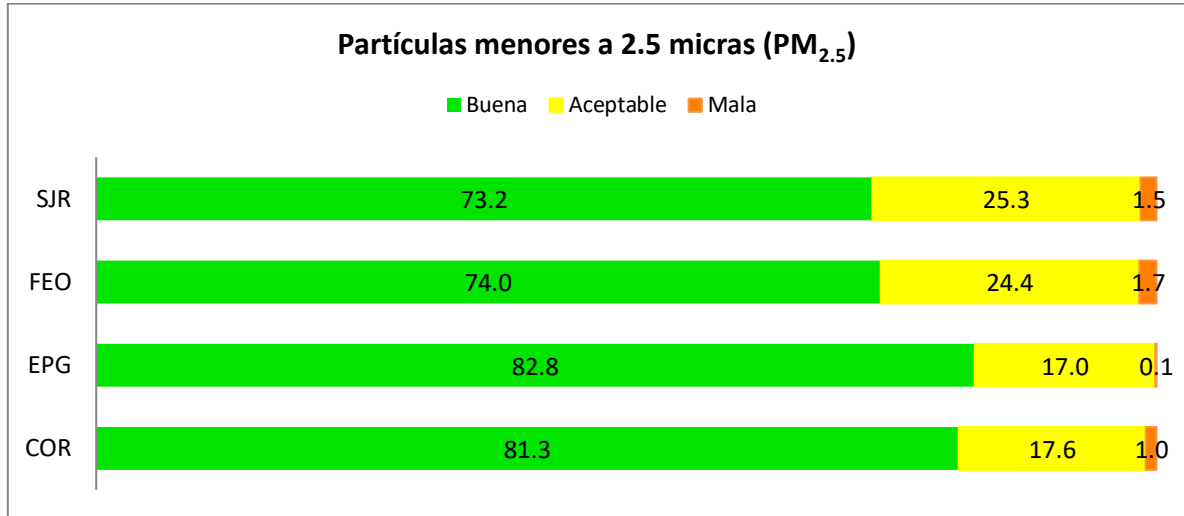
Estación	Partículas menores a 2.5 micras (PM _{2.5}), Febrero 2023																											
	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Corregidora (COR)																												
Epigmenio González (EPG)																												
Félix Osores (FEO)																												
San Juan del Río (SJU)																												



Gráfica 4. Conteo de días por calidad de aire por PM_{2.5} en la ZMQ y en SJR. Febrero 2023.

Tabla 8. Recuento de horas por calidad de aire por PM_{2.5} en las estaciones del SMCAQ. Febrero 2023.

Estación	Promedio móvil ponderado de 12 h		
	Buena	Aceptable	Mala
COR	545	118	7
EPG	555	114	1
FEO	486	160	11
SJU	475	164	10

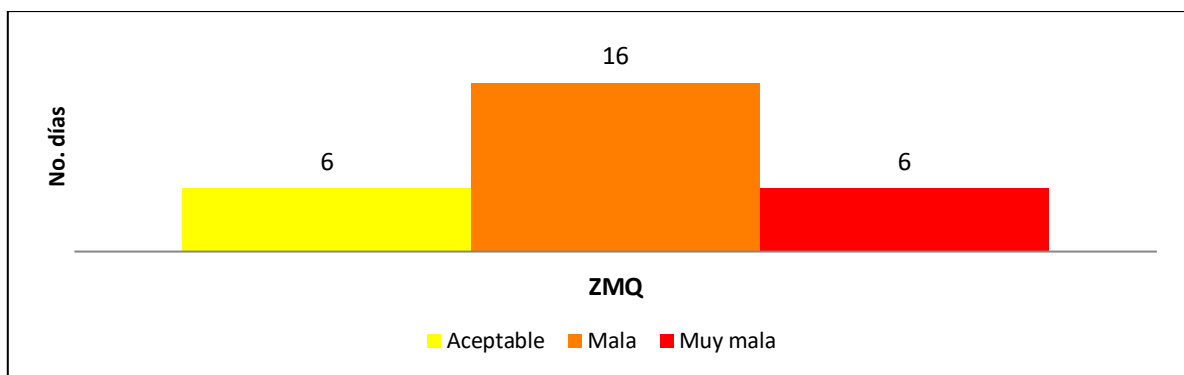


Gráfica 5. Calidad del aire en porcentaje de horas. Partículas PM_{2.5}, promedio ponderado 12 h. Febrero 2023.

- **Partículas menores a 10 micras (PM₁₀)**

Tabla 9. Calendario ICARS de partículas PM₁₀, estación CAP. Febrero 2023.

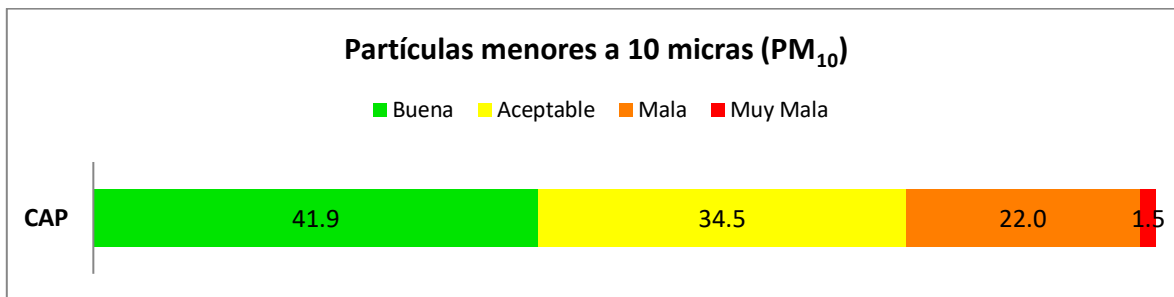
Estación	Partículas menores a 10 micras (PM ₁₀), Febrero 2023																											
	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Carrillo Puerto (CAP)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■



Gráfica 6. Conteo de días por calidad de aire por partículas PM₁₀ en la ZMQ. Febrero 2023.

Tabla 10. Recuento de horas por calidad de aire por PM₁₀ en la estación CAP. Febrero 2023.

Estación	Promedio ponderado de 12 h			
	Buena	Aceptable	Mala	Muy mala
CAP	278	229	146	10

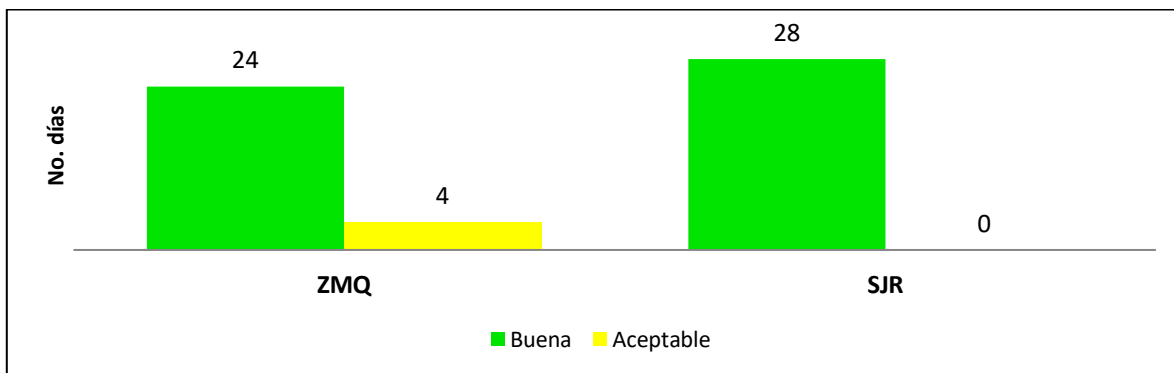


Gráfica 7. Calidad del aire en porcentaje de horas. Partículas (PM₁₀), promedio ponderado 12 h. Febrero 2023.

- **Dióxido de azufre (SO₂)**

Tabla 11. Calendario ICARS de SO₂ por estación del SMCAQ. Febrero 2023.

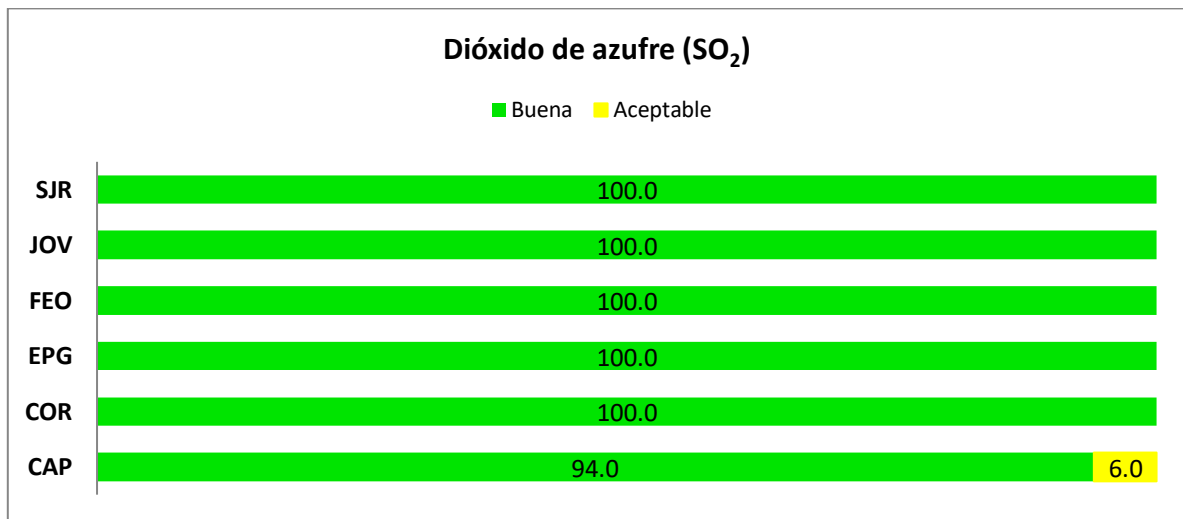
Estación	Dióxido de azufre (SO ₂), Febrero 2023																											
	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Carrillo Puerto (CAP)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Corregidora (COR)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Epigmenio González (EPG)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Félix Osores (FEO)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Josefa Vergara (JOV)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
San Juan del Río (SJR)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■



Gráfica 8. Conteo de días por calidad de aire por SO₂ en la ZMQ y en SJR. Febrero 2023.

Tabla 12. Recuento de horas por calidad de aire por SO₂ en las estaciones del SMCAQ. Febrero 2023.

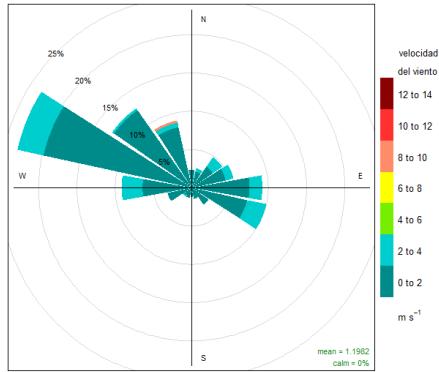
Estación	Promedio móvil de 24 h	
	Buena	Aceptable
CAP	632	40
COR	672	-
EPG	672	-
FEO	672	-
JOV	672	-
SJU	647	-



Gráfica 9. Calidad del aire en porcentaje de horas. Dióxido de azufre (SO₂), promedio móvil 24 h. Febrero 2023.

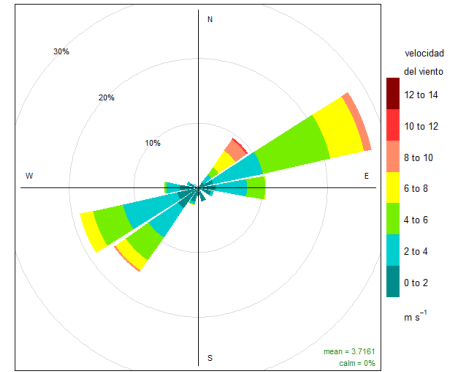
III. Meteorología

- **Velocidad y dirección de viento.**



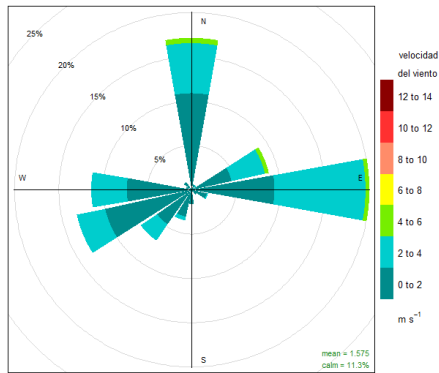
Frequency of counts by wind direction (%)

Gráfica 10. Rosa de vientos de la estación Félix Osos (FEO). Febrero 2023.



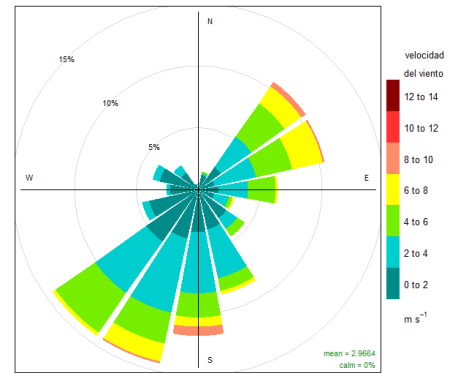
Frequency of counts by wind direction (%)

Gráfica 11. Rosa de vientos de la estación Epigmenio González (EPG). Febrero 2023.



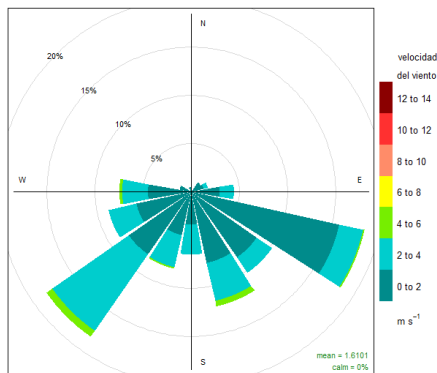
Frequency of counts by wind direction (%)

Gráfica 12. Rosa de vientos de la estación Carrillo Puerto (CAP). Febrero 2023.



Frequency of counts by wind direction (%)

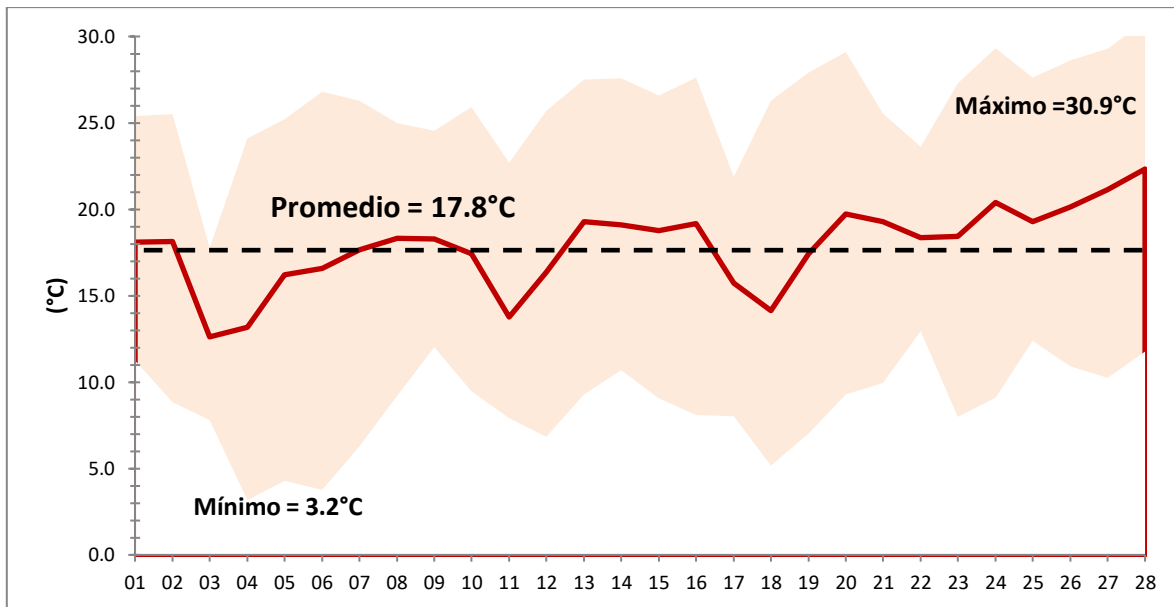
Gráfica 13. Rosa de vientos de la estación Josefa Vergara (JOV). Febrero 2023.



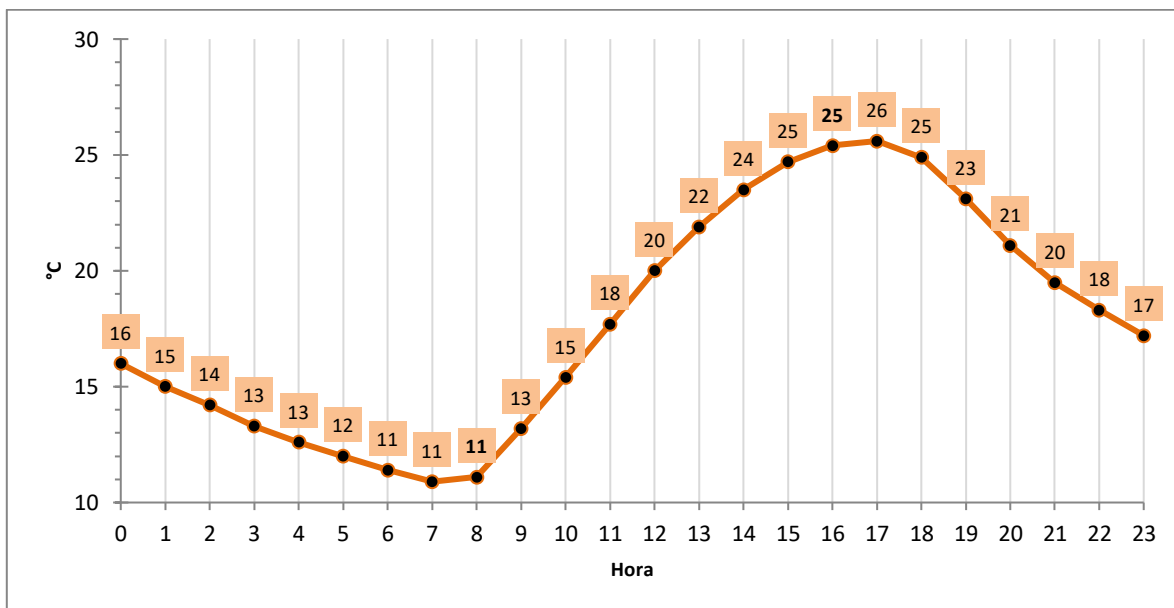
Frequency of counts by wind direction (%)

Gráfica 14. Rosa de vientos de la estación Corregidora (COR). Febrero 2023.

- **Temperatura**

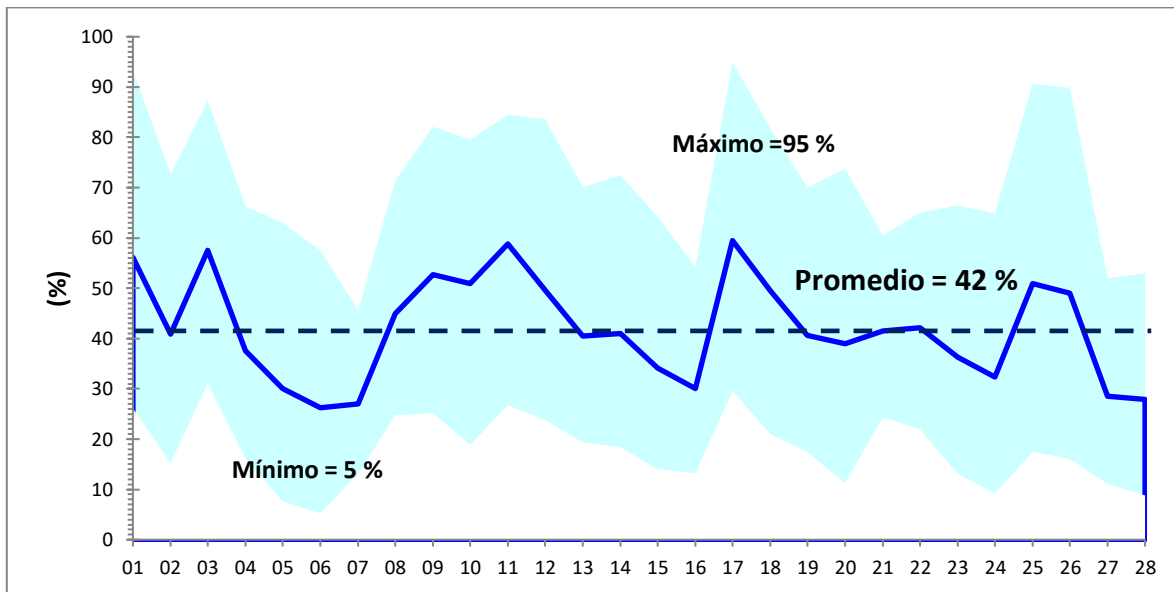


Gráfica 15. Promedio, máximos y mínimo diarios de la temperatura en la ZMQ, Febrero 2023.

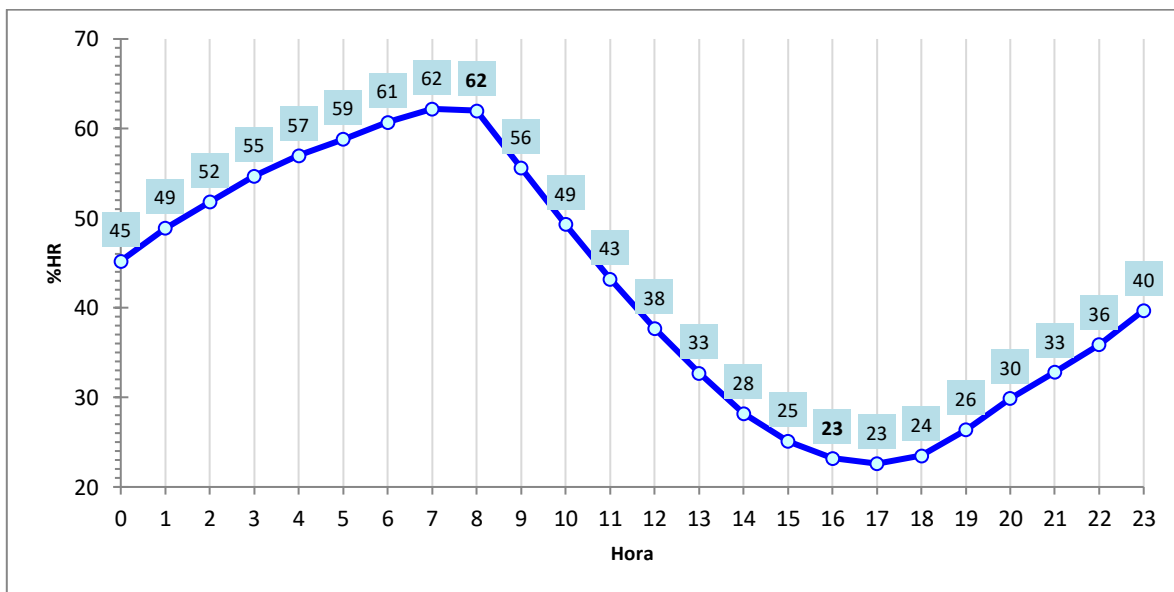


Gráfica 16. Promedio por hora de la temperatura en la ZMQ, Febrero 2023.

- **Humedad relativa**

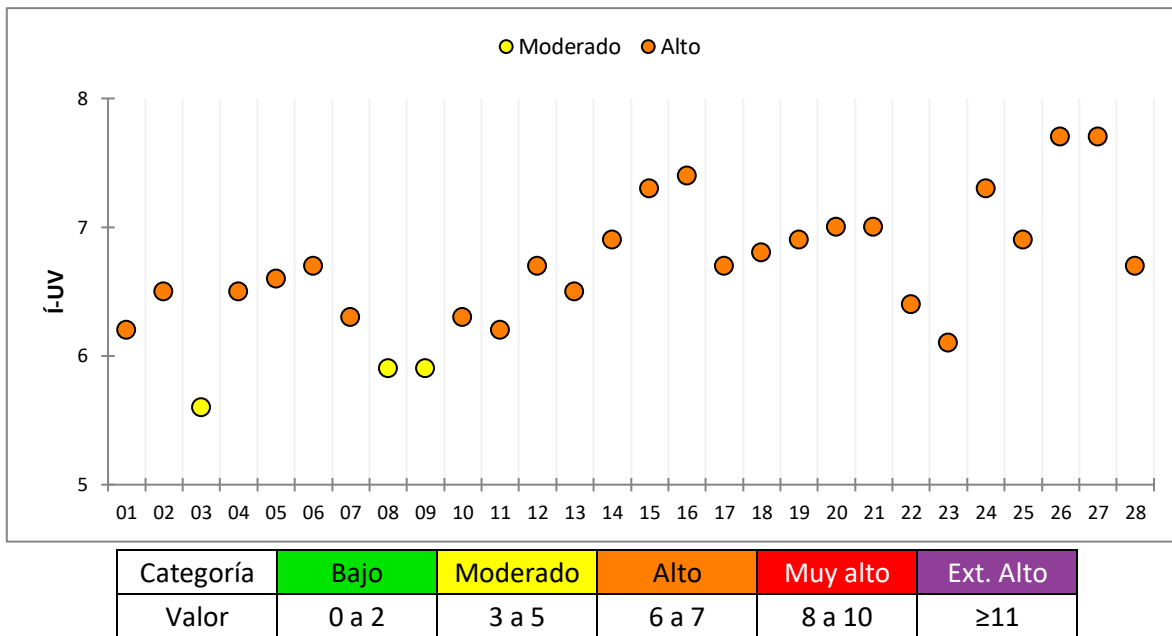


Gráfica 17. Promedio, máximo y mínimo diarios de humedad relativa en la ZMQ. Febrero 2023.

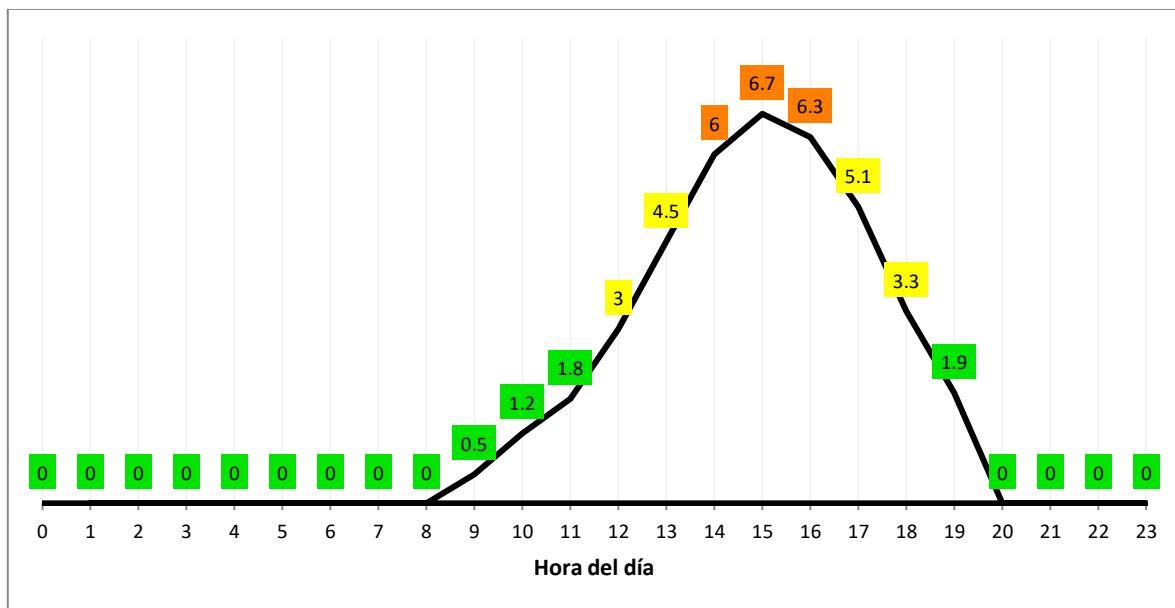


Gráfica 18. Promedio por hora de la humedad relativa en la ZMQ. Febrero 2023.

- Índice UV



Gráfica 19. Máximos diarios del índice UV en la ZMQ. Febrero 2023.



Gráfica 20. Comportamiento del índice UV por hora del día en la ZMQ. Febrero 2023.

- Precipitación

No se registró precipitación durante el mes de febrero de 2023.

IV. Conclusiones

Febrero es el mes que marca la transición entre la temporada invernal y la época de calor. Esto trae una tendencia marcada en las condiciones meteorológicas que son frías en las primeras semanas y más cálidas acercándose al mes de marzo.

La evaluación mensual de las normas de salud ambiental para los contaminantes criterio se observó el incumplimiento de la NOM-025-SSA1-2021, referente al material particulado, esto en PM_{10} . Este incumplimiento fue observado en la estación Carrillo Puerto, donde se registraron concentraciones altas de partículas todos los días. En cuanto a los demás contaminantes criterios evaluados, se observó que cumplieron con los valores establecidos por la normatividad de salud ambiental.

En cuanto a la calidad de aire basada en la NOM-172-SEMARNAT-2019, en tres de los cinco contaminantes criterio medidos se tuvo calidad de aire aceptable o superior: dióxido de azufre (SO_2), ozono (O_3) y material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$).

Dióxido de azufre fue el contaminante que causó menor problema de los mencionados, donde sólo en la estación CAP se presentaron horas de calidad aceptable en el mes, siendo en 4 días donde ocurrió (un 14 %) que se presentara al menos una hora de dicha calidad. En total fueron 6 % de las horas del mes con calidad aceptable, siendo el resto (94%) de calidad buena.

Por otra parte, el ozono como se mencionó anteriormente aumentó sus niveles conforme avanzó el mes, debido al aumento de la temperatura y la radiación solar incidente sobre la superficie, presentado días con calidad del aire aceptable en las seis estaciones del SMCAQ. En cuatro de las seis estaciones hubo al menos una hora de calidad aceptable. En total fueron 20 días de calidad aceptable por ozono en la ZMQ mientras que en SJR fueron 18.

El contaminante criterio de $PM_{2.5}$, medido en cinco de las seis estaciones del SMCAQ, en sus más altos niveles llegó a calidad mala, tanto en la ZMQ como en SJR. En la primera, fueron hasta 6 días de calidad mala, en total (21 %), y 20 días de calidad aceptable (71 %), siendo 2 días de buena calidad en el mes, donde FEO fue la que registró mayor cantidad de horas en calidad aceptable y mala con 26 %. En cambio, en la ciudad de SJR fueron 4 días de calidad mala (14 %) y 17 de calidad aceptable, con sólo 7 días de calidad buena por partículas, donde casi el 27 % de horas fueron de calidad aceptable y mala.

PM_{10} , medido en CAP, tuvo niveles altos de contaminación dentro del ICARS. No se registró ningún día de calidad buena en el mes, registrando 22 días con mala calidad del aire o superior (79 %), llegando a calidad muy mala en 6 días, con 23.5 % de horas en calidad mala o superior y un 40 % de horas en de buena calidad.

En cuanto al ICARS de todos los contaminantes, se muestra que en la ZMQ se contó con 22 días de calidad mala y muy mala, siendo esta mejor que en el mes de enero. SJR, por otro lado, registró 6 días de calidad buena (21 %) con 4 días de calidad mala (14 %), porcentajes a su vez mejores que en enero.

Respecto a la meteorología de la ZMQ, es mes de febrero registró las siguientes tendencias:

La velocidad y dirección de viento se analizaron a través de rosas de vientos, con la cuales se visualiza de forma clara y analítica de cómo se desplaza el viento en la ciudad. FEO mostró mayor predominancia de viento del noroeste, con porcentaje importante de viento proveniente del sureste, con velocidades mayormente entre los 0 y 2 m/s, con un máximo de 8 m/s. EPG, mostró su predominancia de siempre de vientos del noreste con vientos de hasta 11 m/s, con un importante porcentaje de vientos desde el suroeste, siendo mayormente velocidades de entre 4 y 6 m/s. CAP, mostró su tendencia estacional de un porcentaje importante de vientos provenientes del norte con predominancia de vientos desde el este y velocidades de hasta 6 m/s. JOV, aumentó su porcentaje de vientos del sur – suroeste, que ahora son los predominantes con porcentaje significativo de vientos del noreste, velocidades promedio de 2 a 4 m/s y máximas de 9 m/s. Finalmente COR, tuvo su dominancia en los vientos del sur, tanto en dirección este como oeste con vientos mayormente entre los 0 y 2 m/s y máximas de 6 m/s.

El promedio mensual de la temperatura aumentó con respecto a enero, pasando de 16.3°C a 17.8°C, con una máxima temperatura de 30.9°C registrada el 28 de febrero y una mínima de 3.2°C el 4 de febrero. Destaca un aumento de 0.9°C en promedio con respecto a febrero de 2022.

La humedad relativa continuó descendiendo, donde el promedio mensual disminuyó de 46 % en enero a 42 % en el presente mes, con máximo de 95 % el 17 de febrero y un mínimo de 5 % el 6 de febrero. También se registró un descenso de 5 % respecto al año anterior, indicando una mayor sequedad en este mes.

El índice UV, aumentó en este mes, predominando días donde el máximo fue un índice alto en 25 de los 28 días, donde entre las 14 y 16 horas se registró alto como promedio, siendo las horas en que menor exposición se debe de tener a la luz solar.

Por último, no hubo registro de precipitaciones en la ZMQ en el mes.

V. Acrónimos

°C	Grados Celsius
%HR	Porcentaje de humedad relativa
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
I-UV	Índice Ultravioleta (UV)
ICARS	Índice de Calidad del Aire y Riesgos a la Salud
JOV	Estación de Monitoreo Josefa Vergara
LMP	Límite Máximo Permisible
m/s	Metros por segundo
mm	Milímetros de precipitación
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	Ciudad de San Juan del Río
SJU	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
ZMQ	Zona Metropolitana de Querétaro

VI. Referencias

- NOM-020-SSA1-2021, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al ozono (O₃). Valores normados para la concentración de ozono (O₃) 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 (SO₂). Valores normados para la concentración de dióxido de azufre (SO₂) 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 (NO₂). Valores normados para la concentración de dióxido de nitrógeno (NO₂) 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 PM₁₀ y PM_{2.5}. Valores normados para la concentración de partículas suspendidas PM₁₀ 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.