

Informe mensual

Indicadores de Calidad del Aire

Noviembre 2023

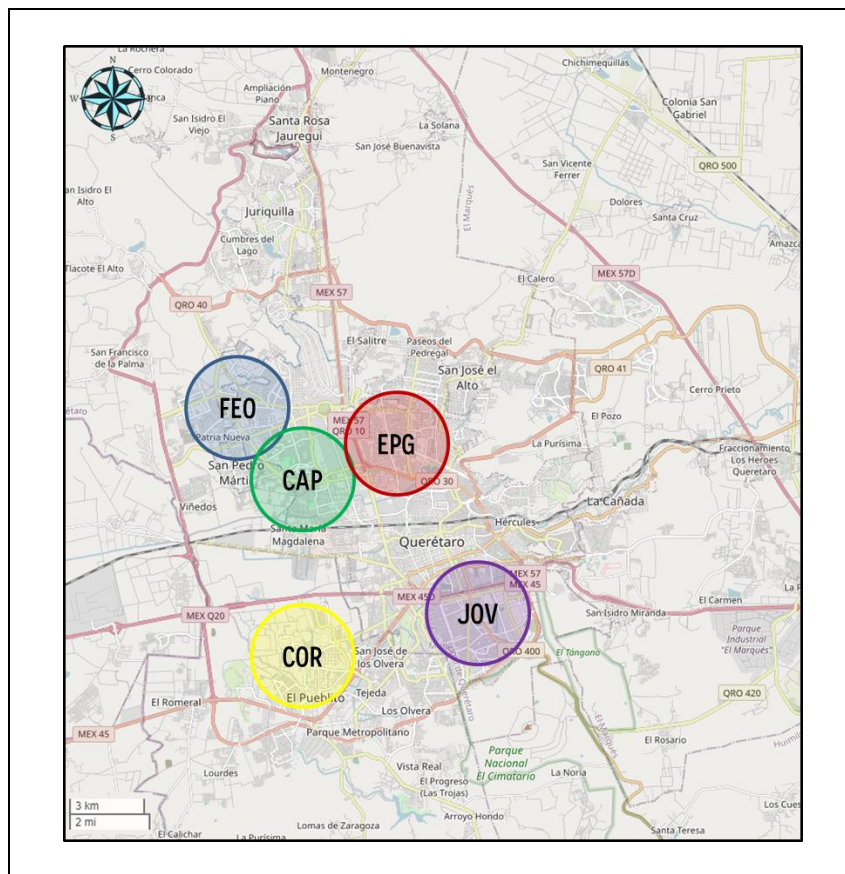
**Centro de Monitoreo de la Calidad del Aire
del Estado de Querétaro (CeMCAQ)**

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 (O3)	6
Partículas menores a 2.5 micras (PM2.5).....	8
Partículas menores a 10 micras (PM10).....	9
Dióxido de azufre (SO2).....	10
III. Meteorología.....	12
Velocidad y dirección de viento.....	12
Temperatura	13
Humedad relativa	14
Índice UV.....	15
Precipitación	16
IV. Conclusiones.....	17
V. Acrónimos	19
VII. Referencias.....	21

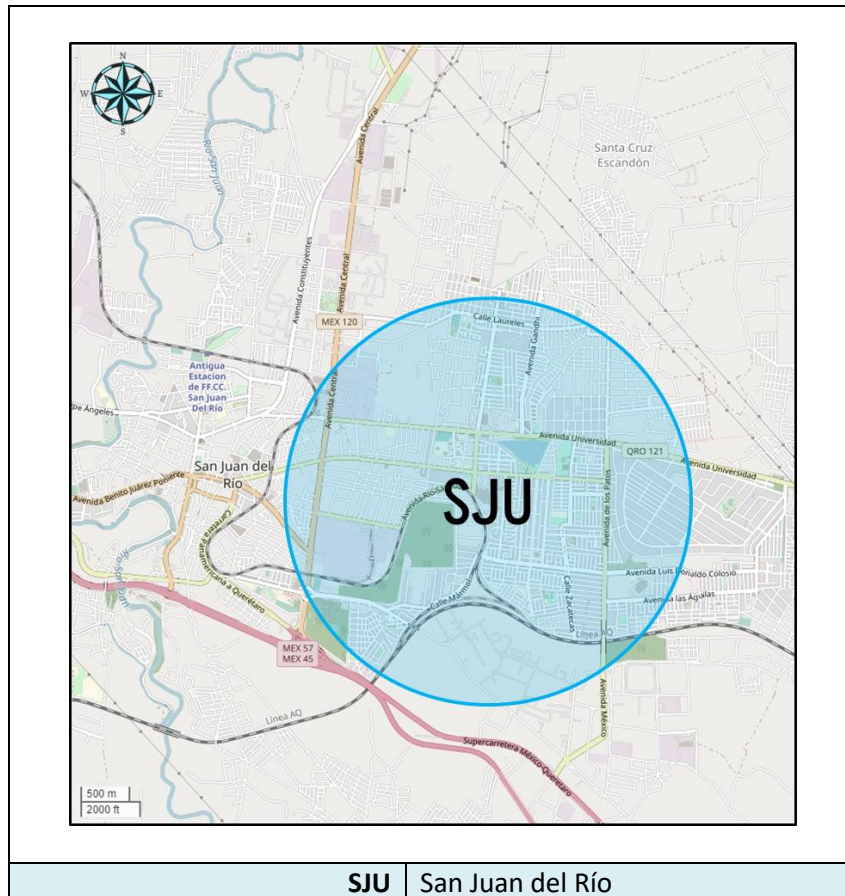
I. Introducción

La Secretaría de Desarrollo Sustentable a través del Centro de Monitoreo de Calidad del Aire de Querétaro (CeMCAQ) realiza la operación del Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire de Estado de Querétaro (SMCAQ), el cual tiene por objeto proporcionar información veraz y oportuna sobre la calidad del aire e informar a la población en general sobre los niveles de exposición a la contaminación atmosférica y sus posibles riesgos a la salud. Actualmente se cuenta con dos SMCA: uno para la Zona Metropolitana de Querétaro y otro para San Juan del Río.



CAP	Carrillo Puerto
COR	Corregidora
EPG	Epigmenio González
FEO	Félix Osores
JOV	Josefa Vergara

Mapa 1. Ubicación de las estaciones del SMCAQ en la Zona Metropolitana de Querétaro.



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 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 24 h máximo de 3 años • 0.075 ppm, promedio trianual del percentil 99 de máximos horarios diarios 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

Atendiendo los límites establecidos en las normas, se realizó la evaluación de los datos del mes de noviembre de 2023. Los resultados sobre el cumplimiento se reflejan en la Tabla 2:

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

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

✓ Cumple
 ✗ No cumple
 No se mide

Durante el mes de noviembre se tuvieron valores por encima del LMP en ozono 8 horas en cuatro estaciones de la ZMQ y de promedio horario en la estación CAP, asimismo en cuanto a partículas PM₁₀ en la estación CAP también se supero el LMP, y el SO₂ en la estación SJR. Los demás contaminantes estuvieron dentro de los LMP que establecen las normas de salud ambiental.

Para un mayor detalle se realizó el conteo de días limpios por ciudad. Un día es limpio si ningún contaminante supera los LMP 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 agosto de 2023.

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

Contaminante	Días limpios	
	ZMQ	SJR
NO ₂	30	30
CO	30	30
O ₃	25	30

SO ₂	30	29
PM _{2.5}	30	30
PM ₁₀	28	

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, 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 hora tras hora durante todos los 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.	

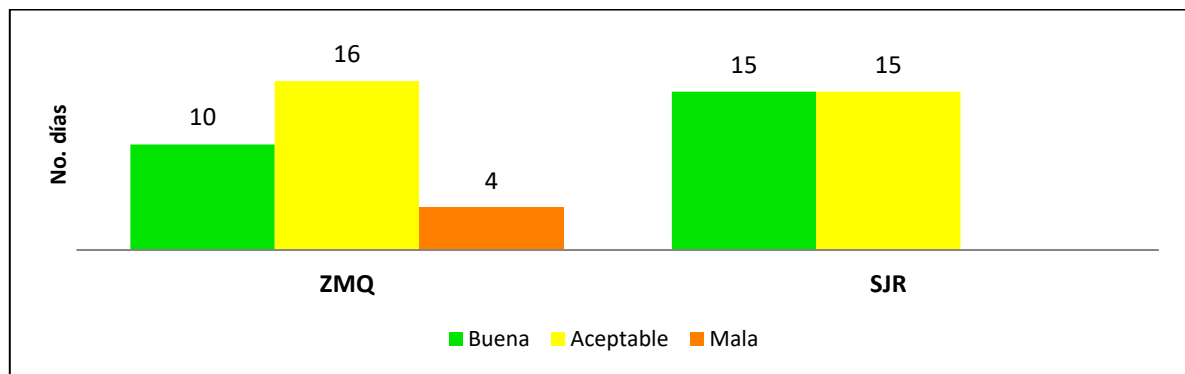
A continuación se muestra un análisis del índice de calidad de aire y riesgos a la salud de aquellos contaminantes que tuvieron al menos 1 hora de calidad aceptable en el mes de

noviembre de 2023: ozono (O₃), dióxido de azufre (SO₂) y partículas suspendidas menores a 10 micras y 2.5 micras (PM₁₀ y PM_{2.5}).

- **Ozono (O₃)**

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

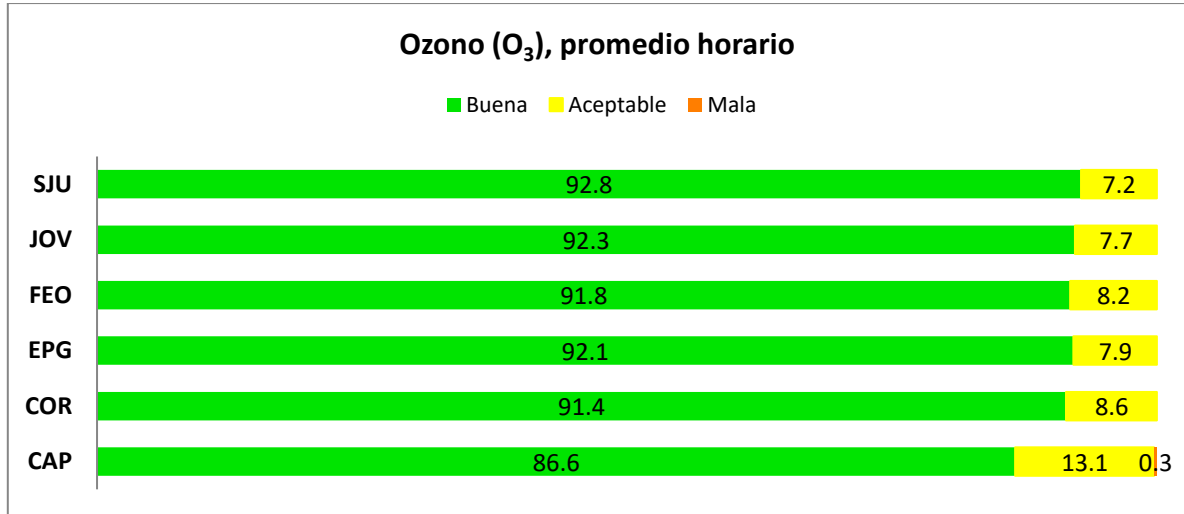
Estación	Ozono (O ₃), Noviembre 2023																													
	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Carrillo Puerto (CAP)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Corregidora (COR)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Epigmenio González (EPG)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Félix Osores (FEO)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Josefa Vergara (JOV)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
San Juan del Río (SJU)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■



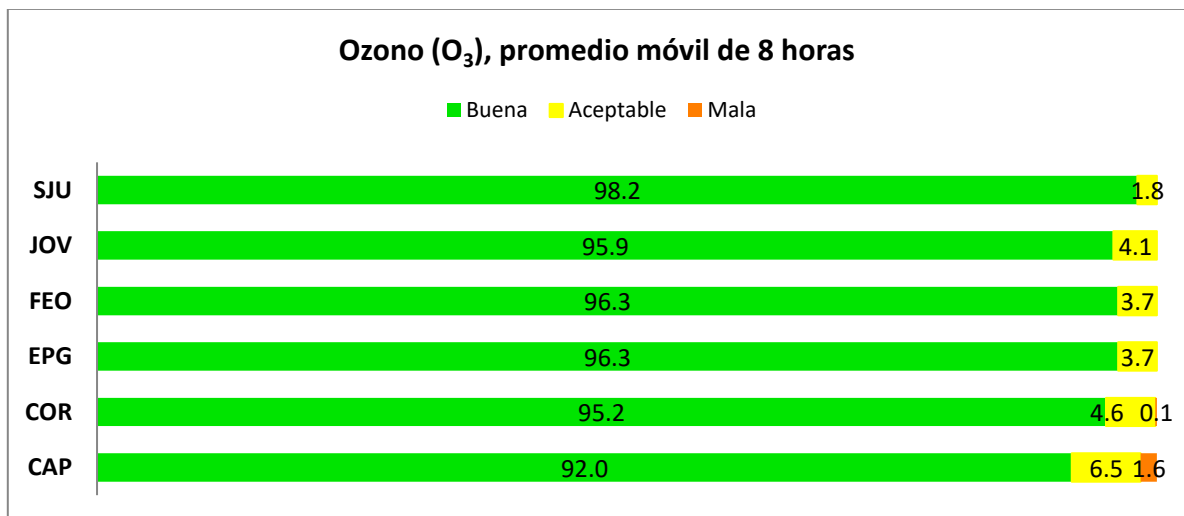
Gráfica 1. Conteo de días por calidad de aire por ozono en la ZMQ y en SJR. Noviembre 2023.

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

Estación	Promedio 1 h			Promedio móvil de 8 h		
	Buena	Aceptable	Mala	Buena	Aceptable	Mala
CAP	615	93	2	652	46	11
COR	651	61	-	676	33	1
EPG	655	56	-	683	26	-
FEO	652	58	-	683	26	-
JOV	657	55	-	680	29	-
SJU	661	51	-	696	13	-



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

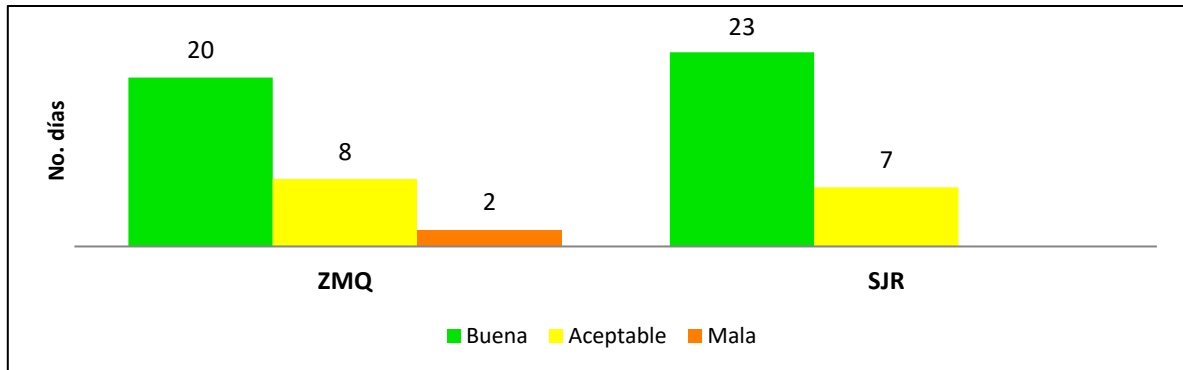


Gráfica 3. Calidad del aire en porcentaje de horas. Ozono (O₃) promedio móvil 8 h. Noviembre 2023.

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

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

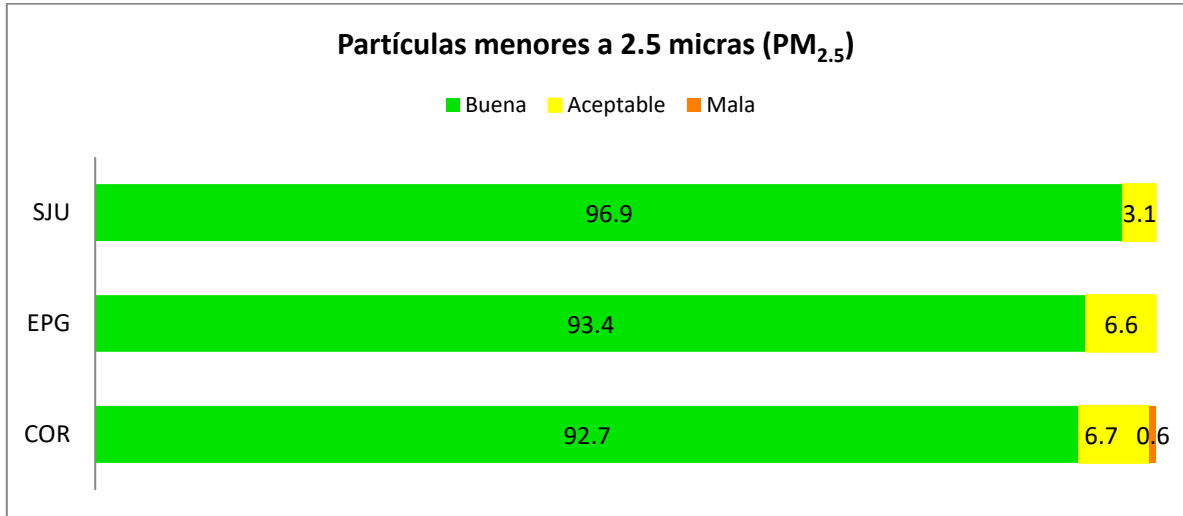
Estación	Partículas menores a 2.5 micras (PM _{2.5}), Noviembre 2023																													
	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Corregidora (COR)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Epigmenio González (EPG)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
San Juan del Río (SJU)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■



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

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

Estación	Promedio móvil ponderado de 12 h		
	Buena	Aceptable	Mala
COR	652	47	4
EPG	668	47	-
SJU	684	22	-

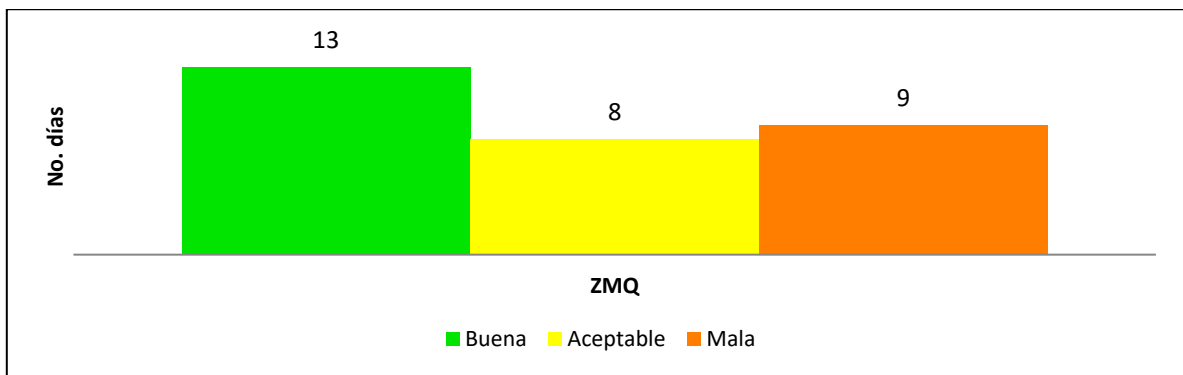


Gráfica 5. Calidad del aire en porcentaje de horas. Partículas PM_{2.5}, promedio ponderado 12 h. Noviembre 2023.

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

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

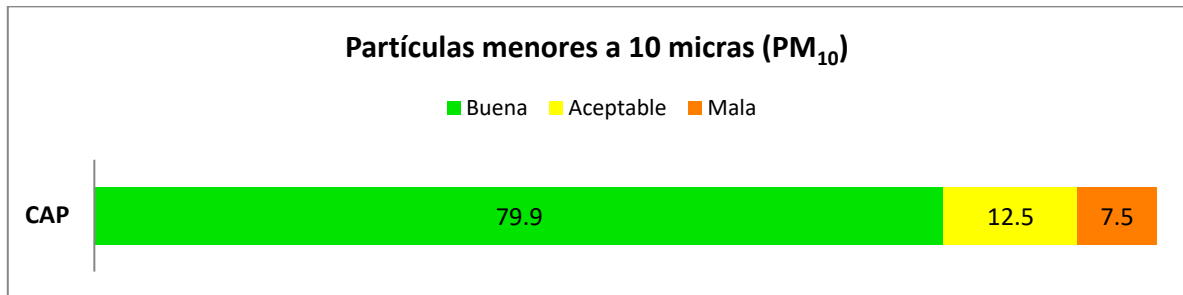
Estación	Partículas menores a 10 micras (PM ₁₀), Noviembre 2023																													
	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Carrillo Puerto (CAP)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■



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

Tabla 10. Recuento de horas por calidad de aire por PM₁₀ en las estaciones del SMCAQ. Noviembre 2023.

Estación	Promedio ponderado de 12 h		
	Buena	Aceptable	Mala
CAP	574	90	54

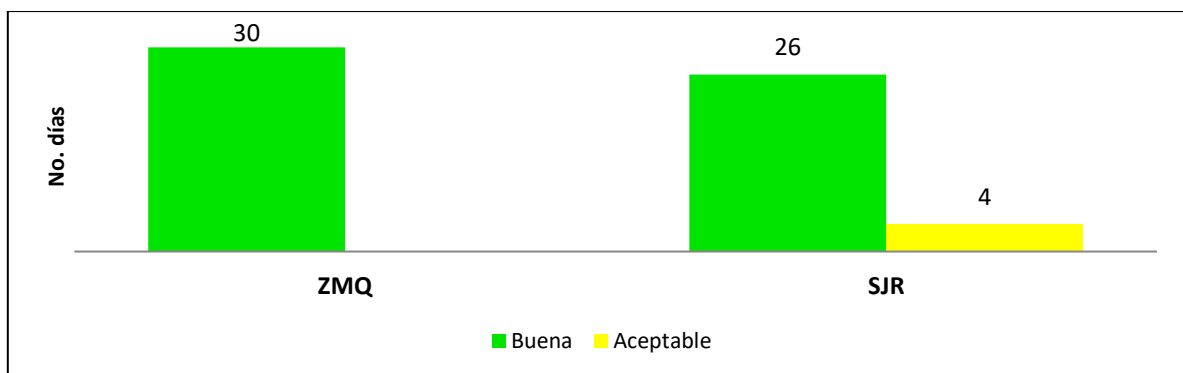


Gráfica 7. Calidad del aire en porcentaje de horas. Partículas (PM₁₀), promedio ponderado 12 h. Noviembre 2023.

- **Dióxido de azufre (SO₂)**

Tabla 11. Calendario ICARS de dióxido de azufre (SO₂) por estación del SMCAQ. Noviembre 2023.

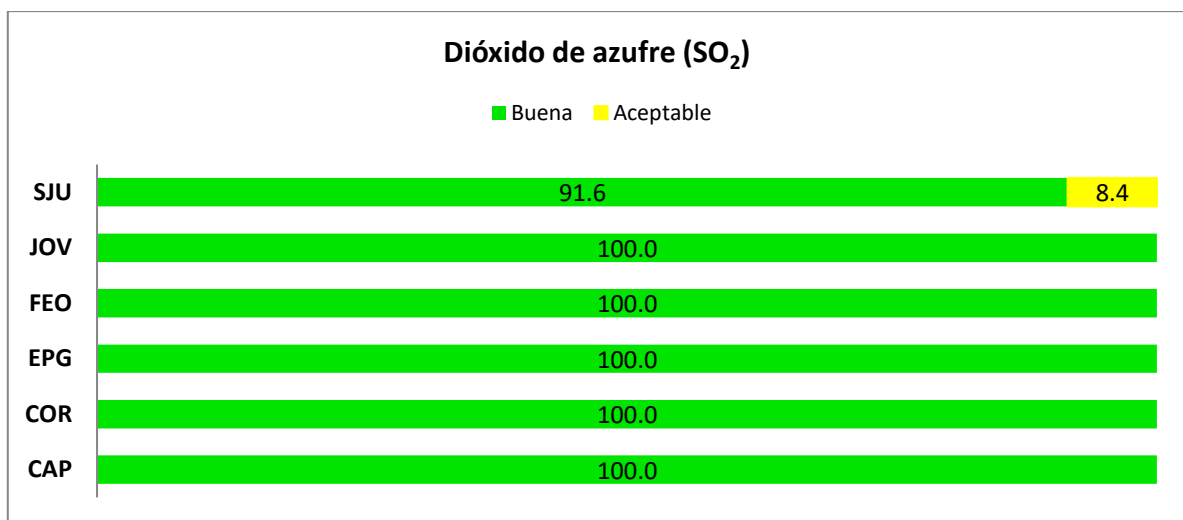
Estación	Dióxido de azufre (SO ₂), Noviembre 2023																													
	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Carrillo Puerto (CAP)	■																													
Corregidora (COR)	■																													
Epiménio González (EPG)	■																													
Félix Osorio (FEO)	■																													
Josefa Vergara (JOV)	■																													
San Juan del Río (SJU)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■



Gráfica 8. Conteo de días por calidad de aire por dióxido de azufre en la ZMQ y en SJR. Noviembre 2023.

Tabla 12. Recuento de horas por calidad de aire por dióxido de azufre en las estaciones del SMCAQ. Noviembre 2023.

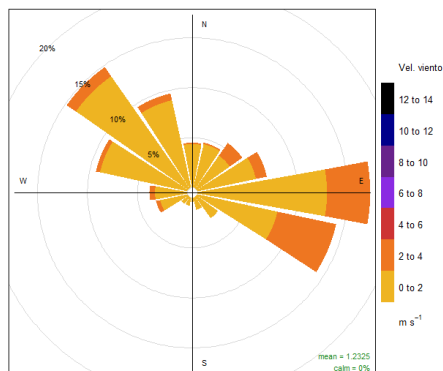
Estación	Promedio móvil 24 h	
	Buena	Aceptable
CAP	701	-
COR	702	-
EPG	701	-
FEO	701	-
JOV	701	-
SJU	642	59



Gráfica 9. Calidad del aire en porcentaje de horas. Dióxido de azufre (SO₂). Noviembre 2023.

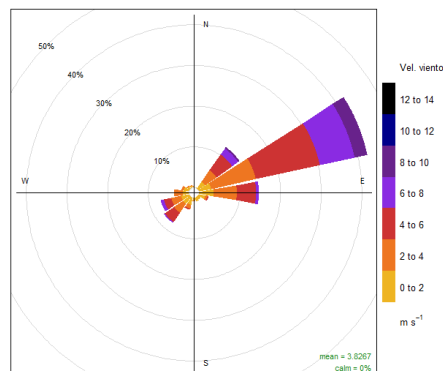
III. Meteorología

- **Velocidad y dirección de viento.**



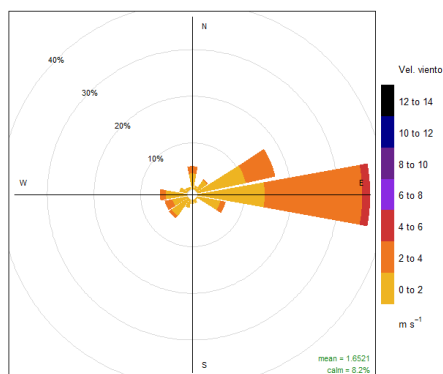
Frequency of counts by wind direction (%)

Gráfica 10. Rosa de vientos de la estación Félix Osores (FEO). Noviembre 2023.



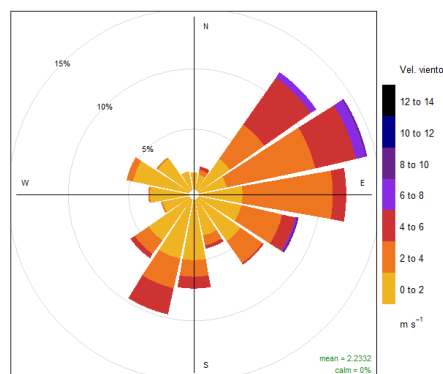
Frequency of counts by wind direction (%)

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



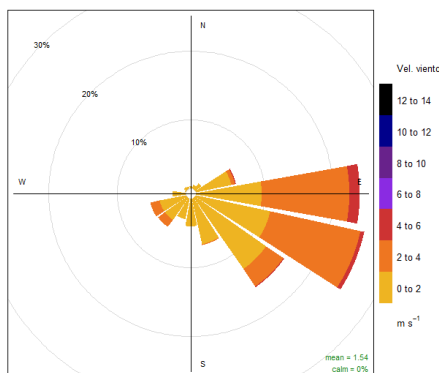
Frequency of counts by wind direction (%)

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



Frequency of counts by wind direction (%)

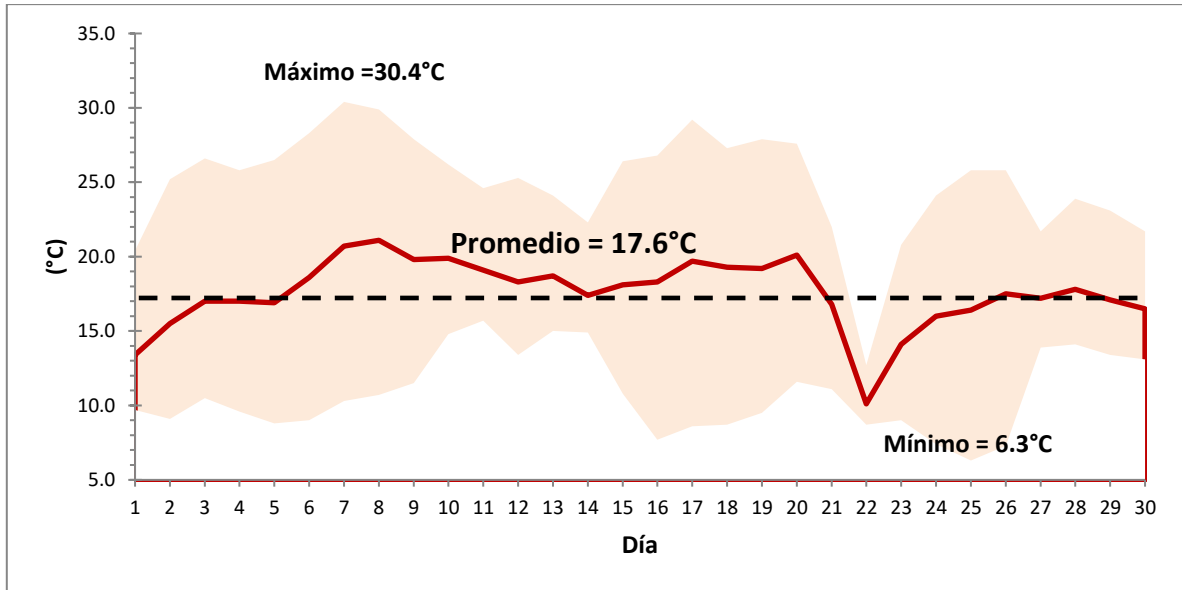
Gráfica 13. Rosa de vientos de la estación Josefa Vergara (JOV). Noviembre 2023.



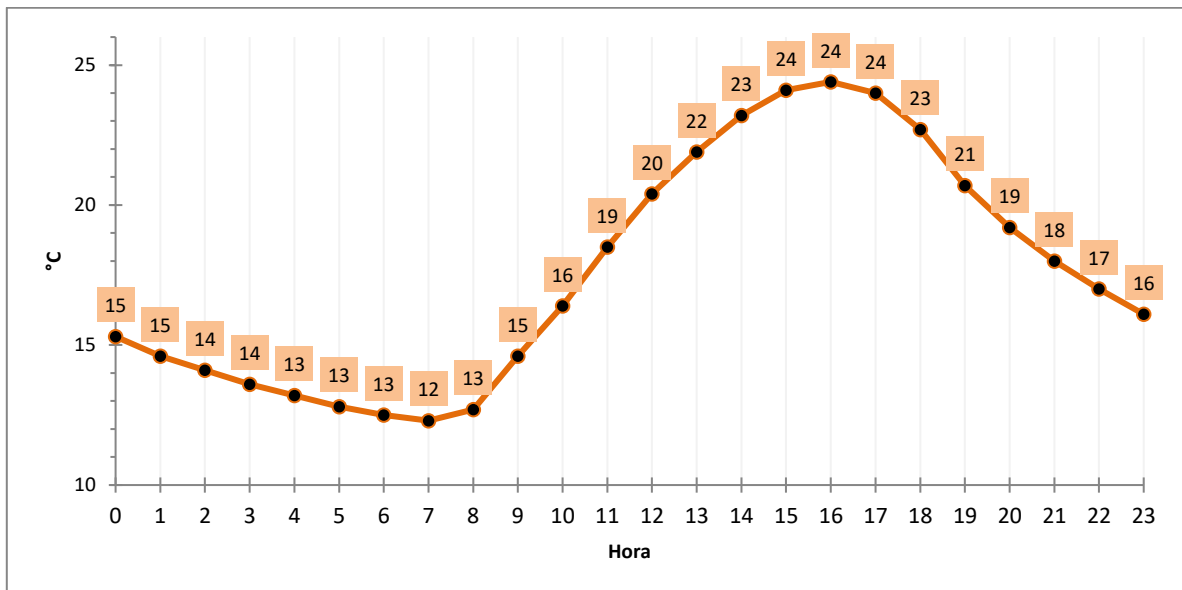
Frequency of counts by wind direction (%)

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

- **Temperatura**

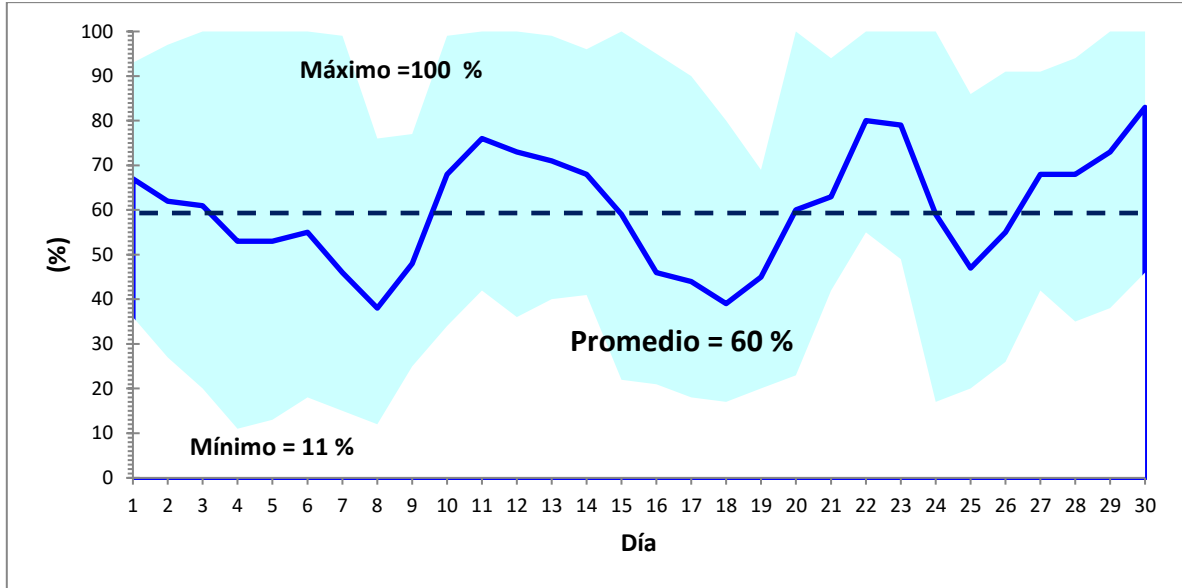


Gráfica 15. Promedio, máximo y mínimo diarios de la temperatura en la ZMQ. Noviembre 2023.

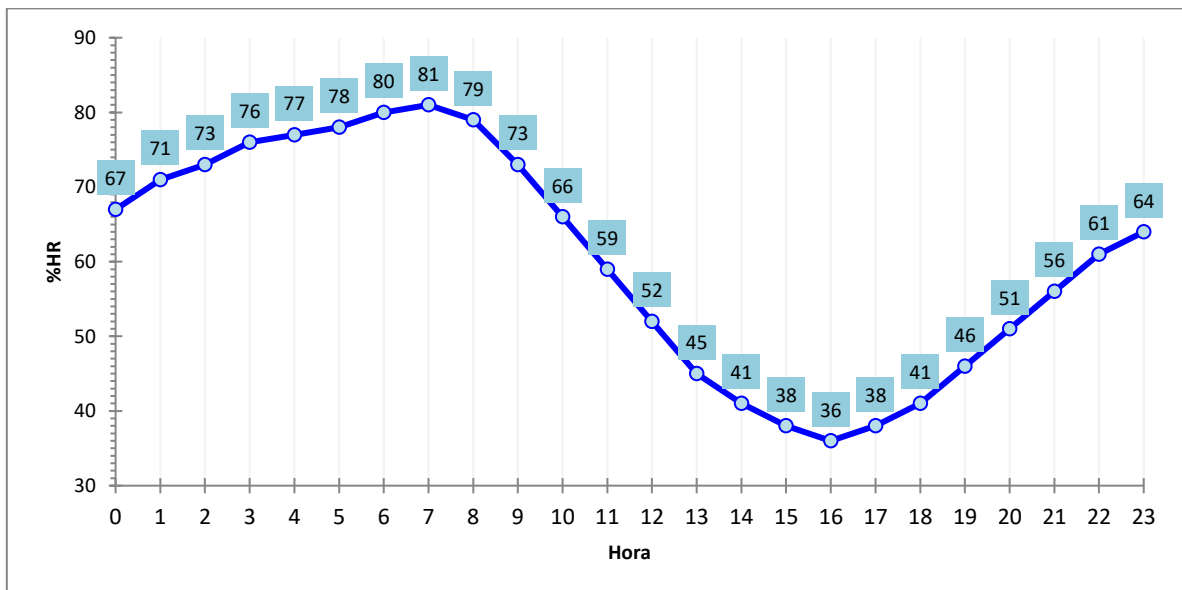


Gráfica 16. Promedio por hora de la temperatura en la ZMQ. Noviembre 2023.

- **Humedad relativa**

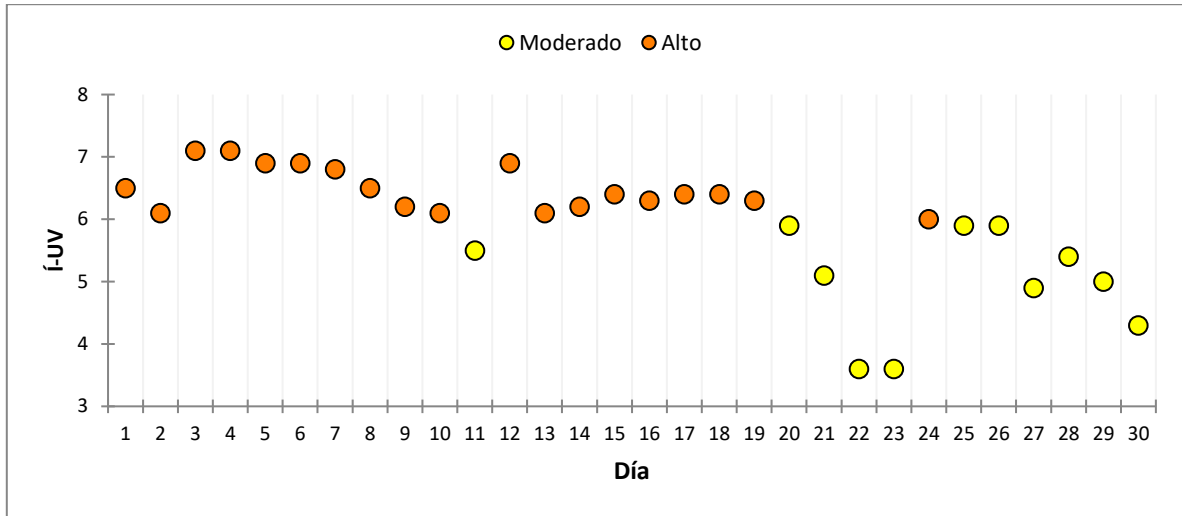


Gráfica 17. Promedio, máximo y mínimo diarios de la humedad relativa en la ZMQ. Noviembre 2023.



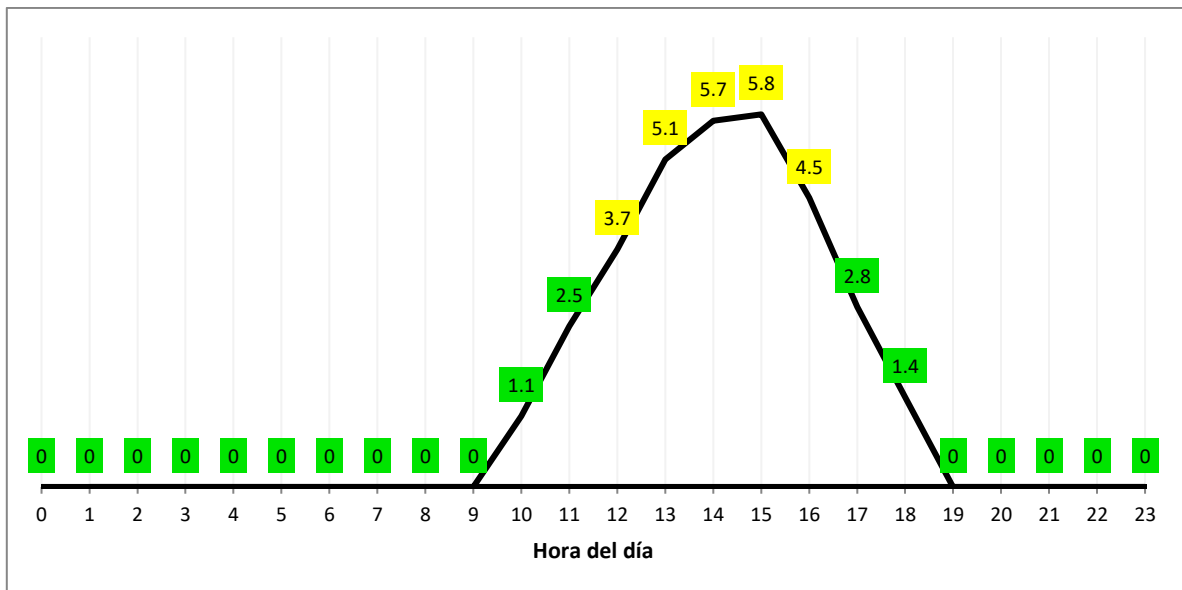
Gráfica 18. Promedio por hora de humedad relativa en la ZMQ. Noviembre 2023.

- Índice UV



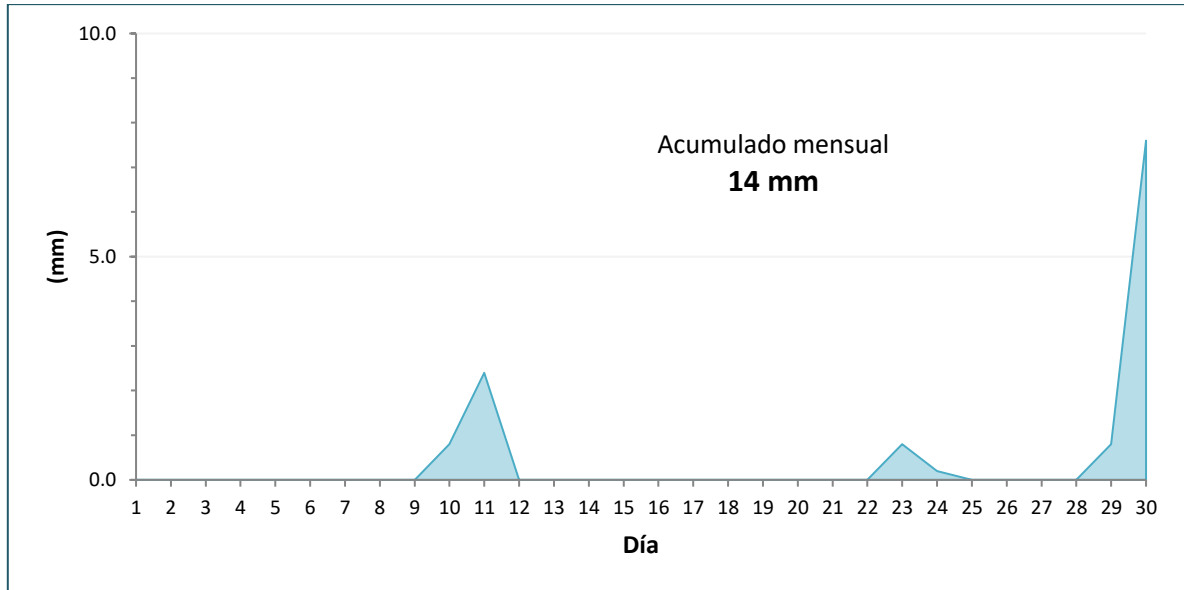
Categoría	Bajo	Moderado	Alto	Muy alto	Ext. Alto
Vabr	0 a 2	3 a 5	6 a 7	8 a 10	≥11

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



Gráfica 20. Promedio por hora del día del índice UV en la ZMQ. Noviembre 2023.

- **Precipitación**



Gráfica 21. Acumulados diarios de precipitación pluvial en la ZMQ. Noviembre 2023.

IV. Conclusiones

Durante el mes de noviembre el ozono presentó valores por encima del LMP, tanto en promedio horario (CAP) como en promedio móvil de 8 horas (CAP, COR, FEO y JOV) en la ZMQ. En cuanto al SO₂, fue superado únicamente en la estación SJU el 17 de noviembre en el promedio horario. Finalmente, el promedio de 24 horas de PM₁₀ fue superado en la estación CAP en 2 días. El resto de contaminantes cumplieron con los límites marcados en su correspondiente norma.

En cuanto al Índice de Calidad de Aire y Riesgos a la Salud que marca la NOM-172-SEMARNAT-2019, fueron 3 los contaminantes que tuvieron al menos una hora de calidad de aire aceptable: ozono (O₃) y partículas suspendidas (PM₁₀ y PM_{2.5}) y dióxido de azufre (SO₂).

El SO₂ se mantuvo durante todo el mes con calidad buena en la ZMQ y en SJR se registraron un total de 4 días en calidad del aire aceptable.

Las partículas, en específico PM_{2.5}, en la ZMQ se presentaron 2 días con calidad del aire mala (COR) y 8 con calidad del aire aceptable. En cuanto a la ciudad de SJR fueron 7 días en calidad del aire aceptable.

Las partículas menores a 10 micras (PM₁₀), se registraron un total de 9 días en calidad del aire mala y 8 días más en calidad del aire aceptable.

El ozono tuvo un total de 4 días de calidad del aire mala registrado en la ZMQ y 16 días más en calidad del aire aceptable. Mientras que en SJR también fueron 15 los días en calidad del aire aceptable.

En cuanto al comportamiento del viento, la estación CAP mostró una dirección predominante desde el este, con velocidades promedio entre 2 y 4 m/s y máximas de 6 m/s. COR, por otra parte, la dirección predominante fue este – sureste, con velocidades promedio de 2 a 4 m/s y máximas de 6 m/s. La estación EPG, con velocidades máximas de 10 m/s y promedio de 4 a 6 m/s. La dirección predominante fue del noreste. FEO tuvo las velocidades de viento más bajas, con promedio menores de 2 m/s y máximas de 4 m/s, su dominancia de viento fue desde el este –sureste. JOV, tuvo dominancia de los vientos del este – noreste, con velocidades máximas de 10 m/s y promedio de 2 a 4 m/s.

La temperatura promedio fue de 17.6°C, con una máxima de 30.4°C registrada el 7 de noviembre y una mínima de 6.3°C, registrada el 25 de noviembre. Las mayores temperaturas se registraron entre las 15:00 y 17:00 horas con un promedio de 24°C mientras que la mínima promedio fue a las 7:00 hora con un valor de 12°C.

La humedad relativa registró un promedio de 60 %. En varios días la máxima fue de 100 %, mientras que el mínimo se registró el 4 de octubre con 11 %. Las horas con mayor humedad promedio fueron las 6:00 y 7:00 hora (arriba de 80 %) mientras que la menor fue de 36 % a las 16:00 horas.

El índice UV los máximos fueron moderados. Las horas de mayor índice fueron entre las 12:00 y 16:00 horas, donde hubo un promedio de índice moderado.

La precipitación acumulada fue 14 mm.

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 (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.