

Informe mensual

Indicadores de Calidad del Aire

SEPTIEMBRE 2024

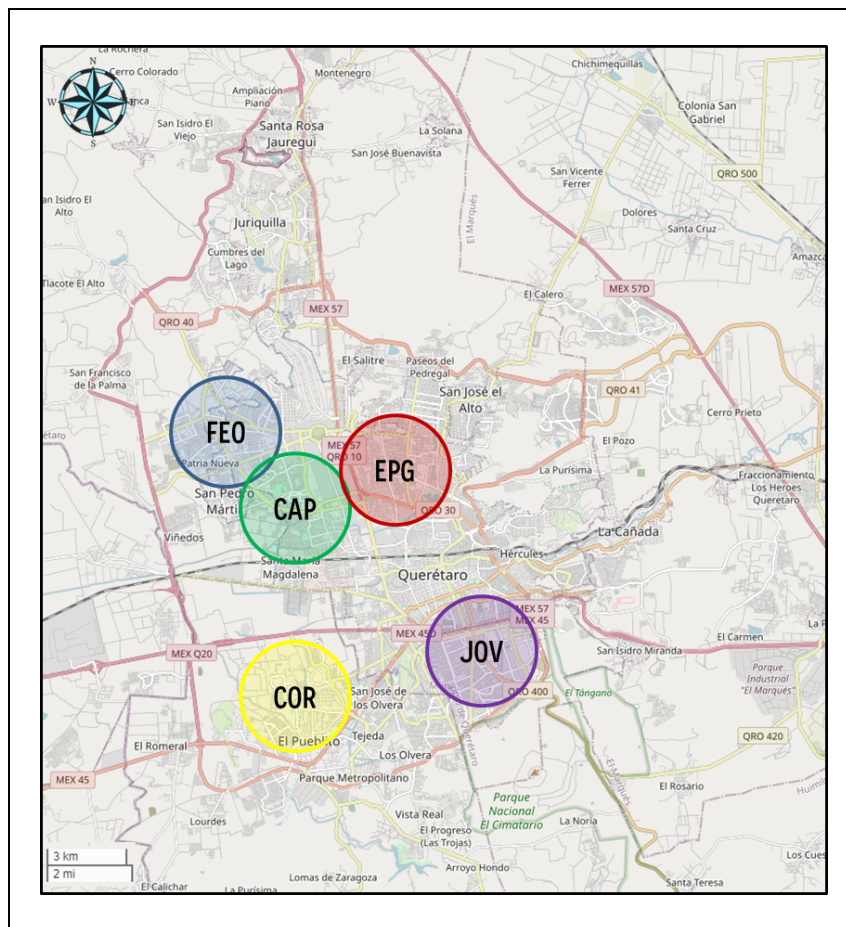
Centro de Monitoreo de la Calidad del Aire
del Estado de Querétaro (CeMCAQ)

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 AIRE Y SALUD (IAS).	5
•	Ozono (O ₃)	7
•	Partículas menores a 2.5 micras (PM _{2.5})	8
III.	Meteorología	10
•	Velocidad y dirección de viento.....	10
•	Temperatura.....	11
•	Humedad relativa	12
•	Índice UV.....	13
•	Precipitación.....	14
IV.	Conclusiones.....	15
V.	Acrónimos.....	17
VI.	Referencias	18

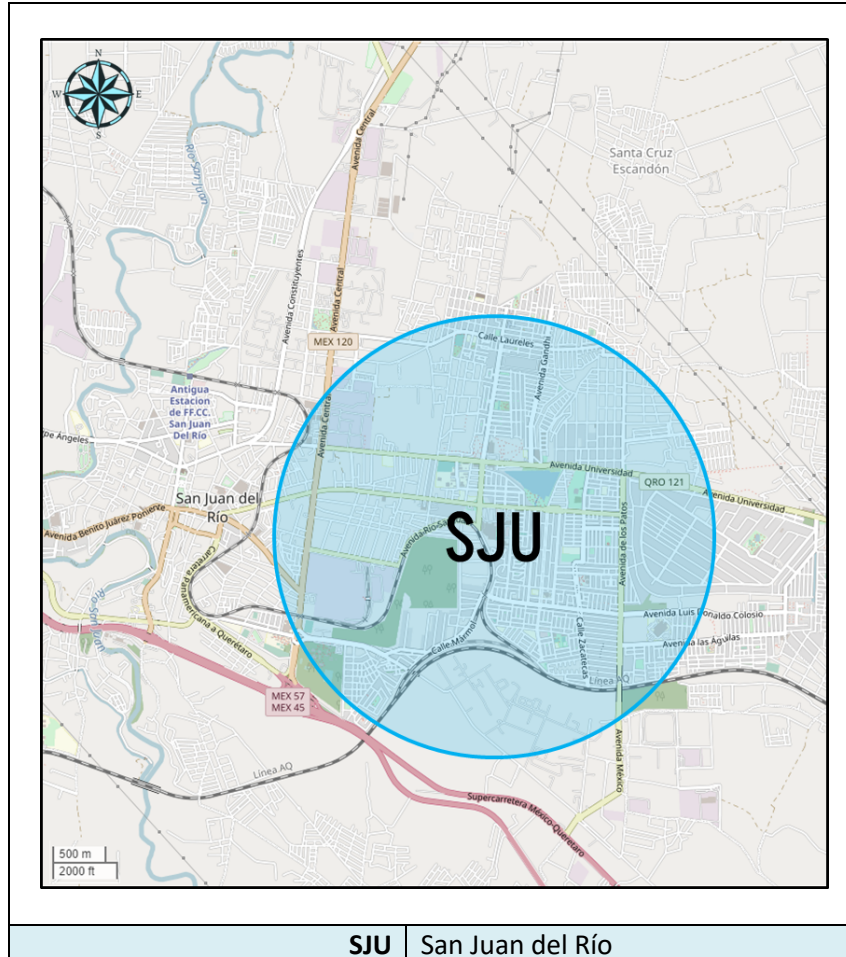
I. Introducción

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 Osóres
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 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, lo que representa el nivel de procesamiento de información 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 con los Límites Máximos Permisibles (LMP) de exposición. También se hace de acuerdo con el Índice de Calidad de Aire y Riesgos a la Salud, denominado normativamente como **Índice AIRE Y SALUD (IAS)**, regida por la NOM-172-SEMARNAT-2023.

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 están los límites máximos permisibles establecidos en la normatividad, actualizados para el año 2024.

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 • 0.060 ppm, promedio móvil de 8 h* 	28 de diciembre de 2023*
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"> • 33 µg/m³ Promedio de 24 h* • 10 µg/m³ Promedio anual 	27 de diciembre de 2023*
Partículas menores a 10 micrómetros (PM ₁₀)		<ul style="list-style-type: none"> • 60 µg/m³ Promedio de 24 h* • 28 µg/m³ Promedio anual * 	

* Cumplimiento gradual para el año 3, Tabla 1 de cada norma de referencia.

Fuente: Normas Oficiales Mexicanas de referencia

Atendiendo los límites establecidos en las normas, se realizó la evaluación de los datos del mes de septiembre de 2024. Los resultados se muestran en la tabla 2:

Tabla 2. Cumplimiento de normas de salud ambiental en materia de calidad de aire. Septiembre 2024.

Contaminante	CAP	COR	EPG	FEO	JOV	SJU
Dióxido de nitrógeno (promedio horario)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Monóxido de carbono (promedio horario)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Monóxido de carbono (promedio	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Contaminante	CAP	COR	EPG	FEO	JOV	SJU
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 se mide

 ✘ No cumple

El mes de septiembre de 2024 presentó niveles bajos en la mayor parte de los contaminantes. El único contaminante que superó los niveles fue el ozono. Superó el límite permisible de 8 horas en 4 estaciones, todas en la ZMQ: CAP, COR, JOV y FEO. También superó el límite horario en las primeras tres estaciones mencionadas.

A continuación se muestran los días limpios (días de cumplimiento normativo) por contaminantes tanto en la ZMQ como en SJR.

Tabla 3. Días limpios en la ZMQ y en SJR. Septiembre 2024.

Contaminante	Días limpios	
	ZMQ	SJR
NO ₂	30	30
CO	30	30
O ₃	23	30
SO ₂	30	30
PM _{2.5}	30	30
PM ₁₀	30	

II.2 Índice AIRE Y SALUD (IAS).

Los rangos y valores del Índice AIRE Y SALUD, se muestran la tabla 4:

Tabla 4. Rangos de valores del Índice AIRE Y SALUD por contaminante.

Contaminante	Parámetro	Índice AIRE Y SALUD				
		Buena	Aceptable	Mala	Muy mala	E mala
Dióxido de nitrógeno (NO ₂)	Promedio horario (ppm)	≤0.053	0.054 a 0.106	0.107 a 0.160	0.161 a 0.213	>0.213
Monóxido de carbono (CO)	Promedio móvil de 8 horas (ppm)	≤5.00	5.01 a 9.00	9.01 a 12.00	12.01 a 16.00	>16.00
Ozono (O ₃)	Promedio horario (ppm)	≤0.058	0.059 a 0.090	0.091 a 0.135	0.135 a 0.175	>0.175
Dióxido de azufre (SO ₂)	Promedio horario (ppm)	≤0.035	0.036 a 0.075	0.076 a 0.185	0.186 a 0.304	>0.304
Partículas menores a 2.5 micras (PM _{2.5})	Promedio ponderado de 12 horas (µg/m ³)	≤15	*16 a 33	*34 a 79	80 a 130	>130
Partículas menores a 10 micras (PM ₁₀)	Promedio ponderado de 12 horas (µg/m ³)	≤45	*46 a 60	*60 a 132	133 a 213	>213

*Los rangos de aceptable y mala de PM₁₀ y PM_{2.5} se modificarán a partir de enero de 2026.

Los grupos de población, se dividen en 3, con un nombre específico a lo que corresponde cada categoría donde se considera la condición de salud y sensibilidad de las personas. Los grupos de población son:

1. Personas con enfermedades cardiovasculares o respiratorias y mayores de 60 años.
2. Menores de 12 años y personas gestantes.
3. Población en general.

Y las recomendaciones para cada banda cromática del Índice AIRE Y SALUD son estipuladas en la tabla 5:

Tabla 5. Recomendaciones por grupo poblacional para cada banda cromática del Índice AIRE Y SALUD en la NOM-172-SEMARNAT-2023.

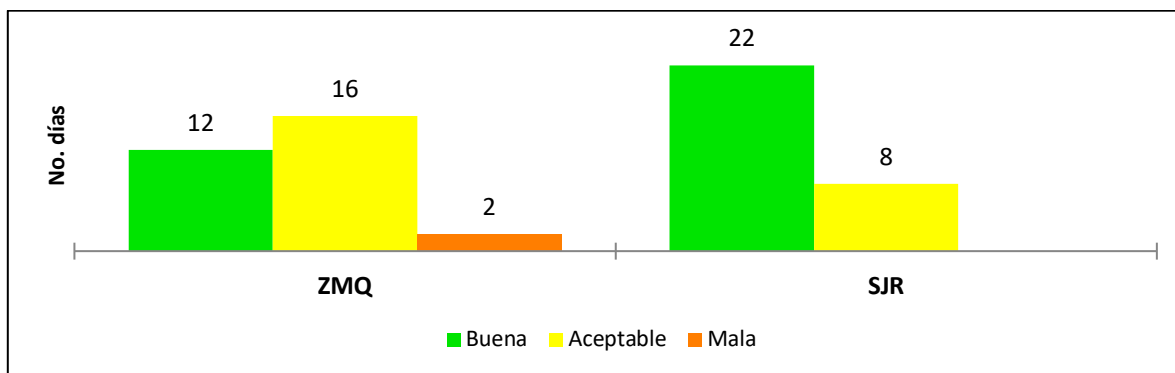
Índice AIRE Y SALUD	Recomendaciones por grupo de población		
	Personas con enfermedades cardiovasculares o respiratorias y mayores de 60 años	Menores de 12 años y personas gestantes	Población en general
Buena	Disfruta de las actividades al aire libre.		
Aceptable	Es posible realizar actividades físicas ligeras al aire libre. Reduce las actividades físicas vigorosas al aire libre. Si presentas algún síntoma o molestia o tienes dudas, busca consejo médico. Infórmate sobre la evolución de la calidad del aire.	Disfruta de las actividades al aire libre. Infórmate sobre la evolución de la calidad del aire.	
Mala	Reduce las actividades físicas vigorosas al aire libre. Si presentas algún síntoma o molestia o tienes dudas, busca consejo médico. Infórmate sobre la evolución de la calidad del aire.	Es posible realizar actividades físicas ligeras al aire libre. Reduce las actividades físicas vigorosas al aire libre. Si presentas síntomas respiratorios y/o cardíacos, suspende la actividad y acude al médico. Infórmate sobre la evolución de la calidad del aire.	Es posible realizar actividades al aire libre. Si presentas síntomas como tos o falta de aire, toma más descansos y realiza menos actividades vigorosas. Infórmate sobre la evolución de la calidad del aire.
Muy mala	Es posible realizar actividades físicas en espacios interiores. Evita las actividades físicas moderadas y vigorosas, así como el tiempo de estancia al aire libre. Si presentas algún síntoma o molestia o tienes dudas, busca consejo médico. Infórmate sobre la evolución de la calidad del aire.	Reduce las actividades físicas al aire libre y de preferencia realízalas en espacios interiores. Evita la actividad física vigorosa o prolongada al aire libre. Infórmate sobre la evolución de la calidad del aire.	
Extremadamente mala	Permanece en espacios interiores en donde puedas realizar actividades físicas, reprograma tus actividades al aire libre y si presentas síntomas respiratorios y/o cardíacos acude al médico. Infórmate sobre la evolución de la calidad del aire.		

Una vez presentada la actualización normativa del Índice AIRE Y SALUD, se presentan a continuación aquellos contaminantes que durante el mes de agosto de 2024 tuvieron al menos una hora de calidad aceptable Dichos contaminantes fueron: ozono (O₃) y partículas suspendidas menores a 2.5 micras (PM_{2.5}).

- **Ozono (O₃)**

Tabla 6. Calendario IAS de ozono (O₃) por estación del SMCAQ. Septiembre 2024.

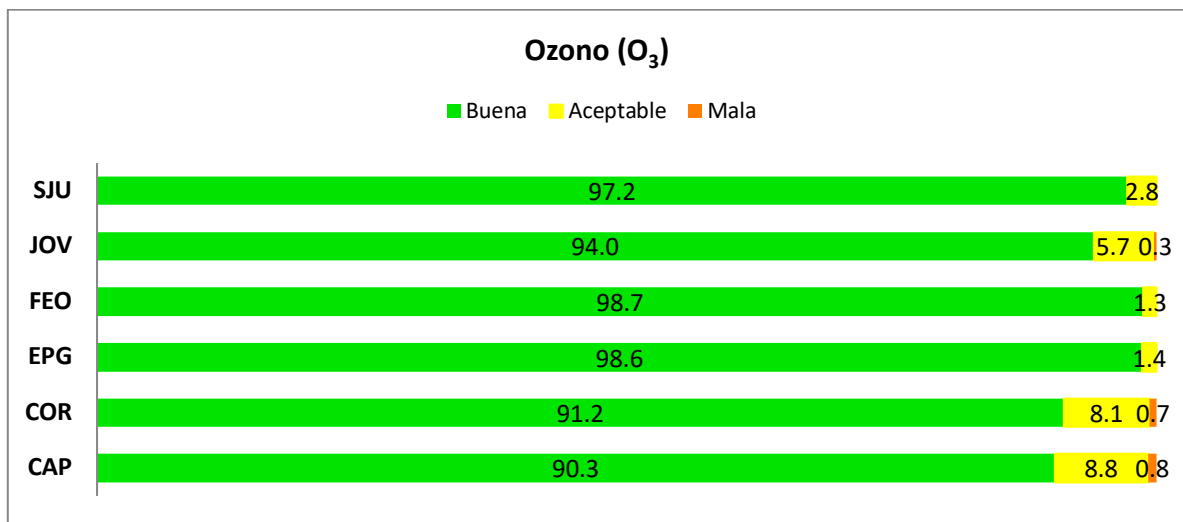
Estación	Ozono (O ₃), Septiembre 2024																													
	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Carrillo Puerto (CAP)	Y	Y	Y	X	B	B	B	Y	Y	Y	Y	B	Y	X	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Corregidora (COR)	Y	Y	Y	X	B	B	B	Y	Y	Y	Y	Y	Y	X	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Epigmenio González (EPG)	B	B	B	Y	B	B	B	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)	B	B	B	Y	B	B	B	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Josefa Vergara (JOV)	Y	Y	Y	X	B	B	B	Y	Y	Y	Y	Y	Y	X	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
San Juan del Río (SJR)	B	B	Y	Y	B	B	B	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y



Gráfica 1. Conteo de días por calidad de aire por ozono en la ZMQ y en SJR. Septiembre 2024.

Tabla 7. Recuento de horas por calidad de aire por ozono en las estaciones del SMCAQ. Septiembre 2024.

Estación	Promedio 1 h		
	Buena	Aceptable	Mala
CAP	643	63	6
COR	654	58	5
EPG	707	10	-
FEO	691	9	-
JOV	677	41	2
SJU	700	20	-

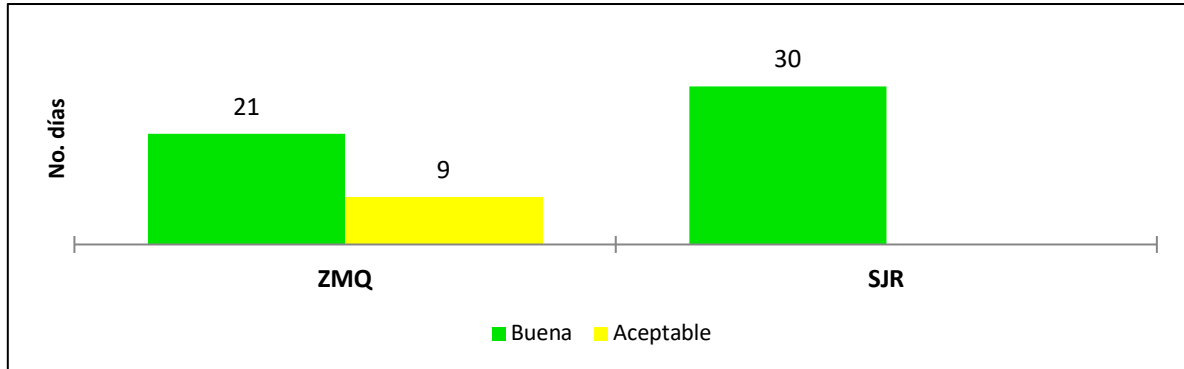


Gráfica 2. Calidad del aire en porcentaje de horas. Ozono (O₃), promedio horario. Septiembre 2024.

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

Tabla 8. Calendario IAS de partículas PM_{2.5} por estación del SMCAQ. Septiembre 2024.

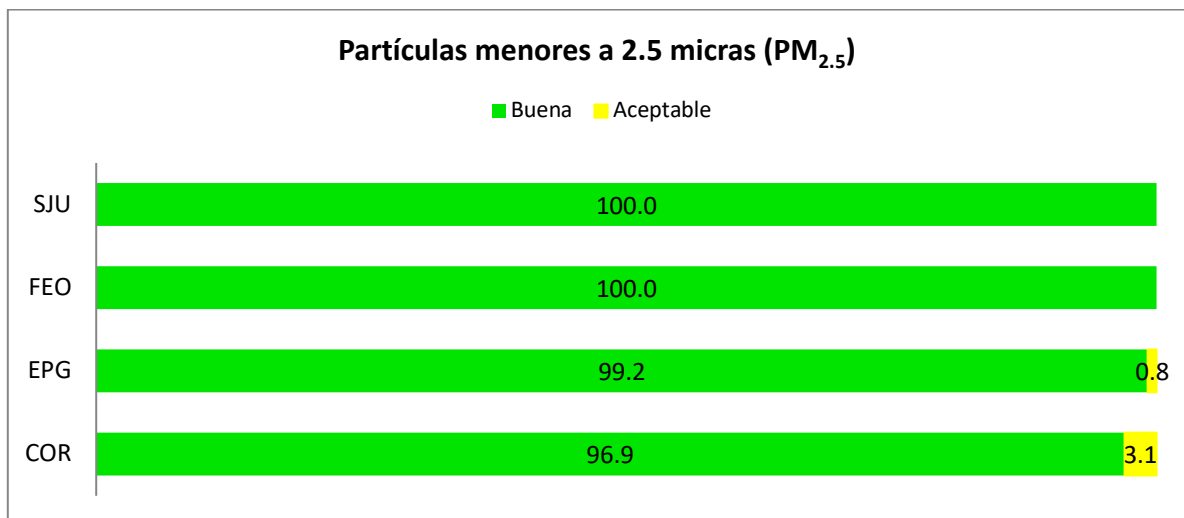
Estación	Partículas menores a 2.5 micras (PM _{2.5}), Septiembre 2024																													
	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Corregidora (COR)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Epigmenio González (EPG)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Félix Osores (FEO)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
San Juan del Río (SJU)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	



Gráfica 3. Conteo de días por calidad de aire para partículas PM_{2.5} en la ZMQ y en SJR. Septiembre 2024.

Tabla 9. Recuento de horas por calidad del aire por PM_{2.5} en las estaciones del SMCAQ. Septiembre 2024.

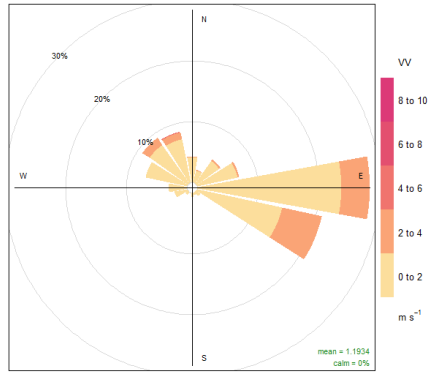
Estación	Promedio móvil ponderado de 12 h	
	Buena	Aceptable
COR	696	22
EPG	701	6
FEO	670	-
SJU	701	-



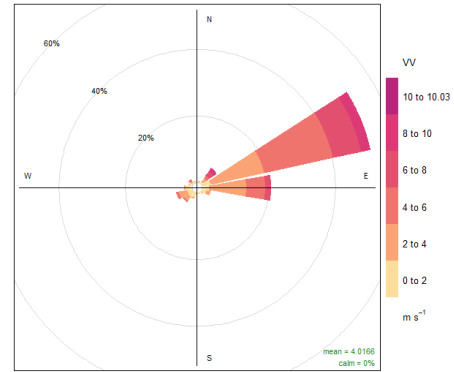
Gráfica 4. Calidad del aire en porcentaje de horas. Partículas PM_{2.5}, promedio ponderado 12 h. Septiembre 2024.

III. Meteorología

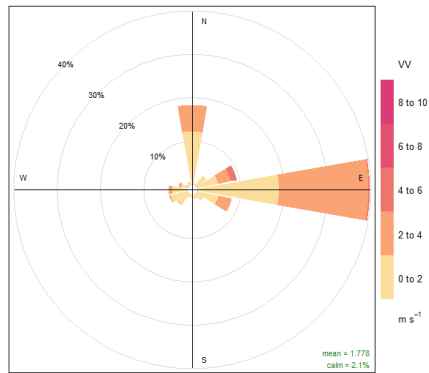
- **Velocidad y dirección de viento.**



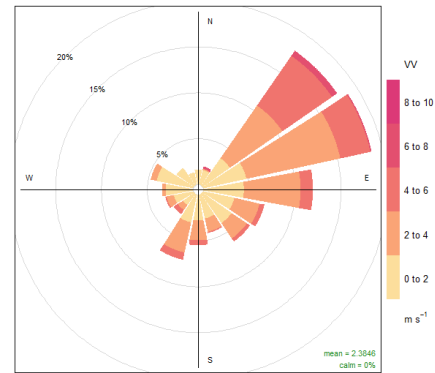
Gráfica 5. Rosa de vientos de la estación Félix Osores (FEO). Septiembre 2024.



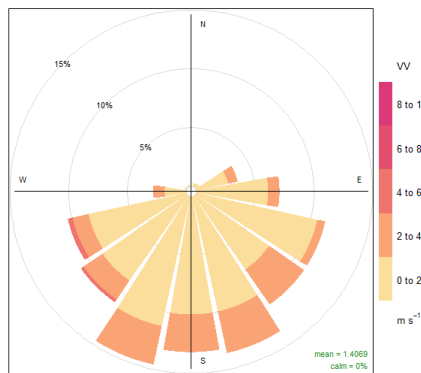
Gráfica 6. Rosa de vientos de la estación Epigmenio González (EPG). Septiembre 2024.



Gráfica 7. Rosa de vientos de la estación Carrillo Puerto (CAP). Septiembre 2024.

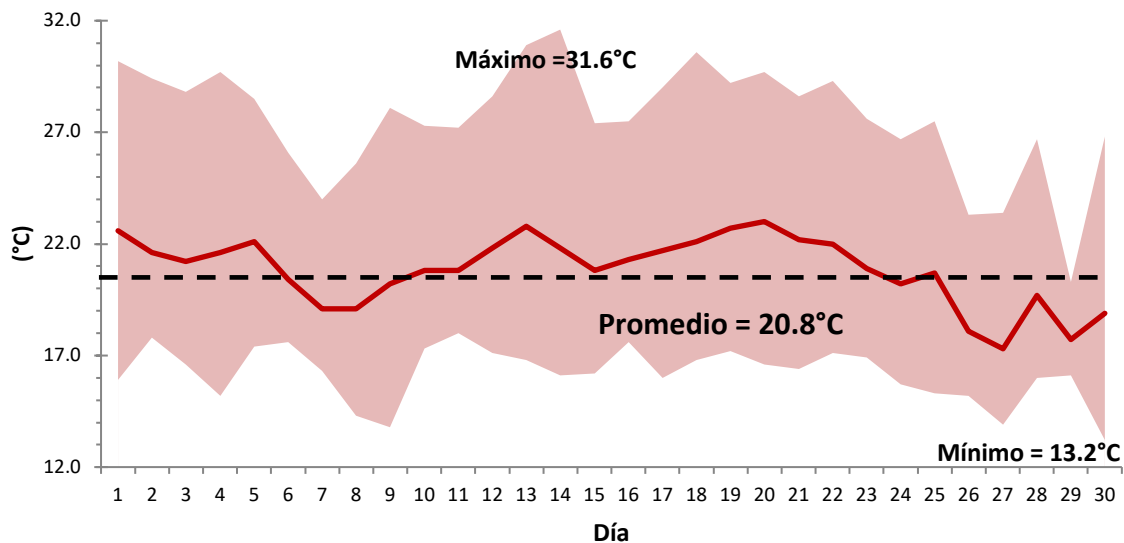


Gráfica 8. Rosa de vientos de la estación Josefa Vergara (JOV). Septiembre 2024.

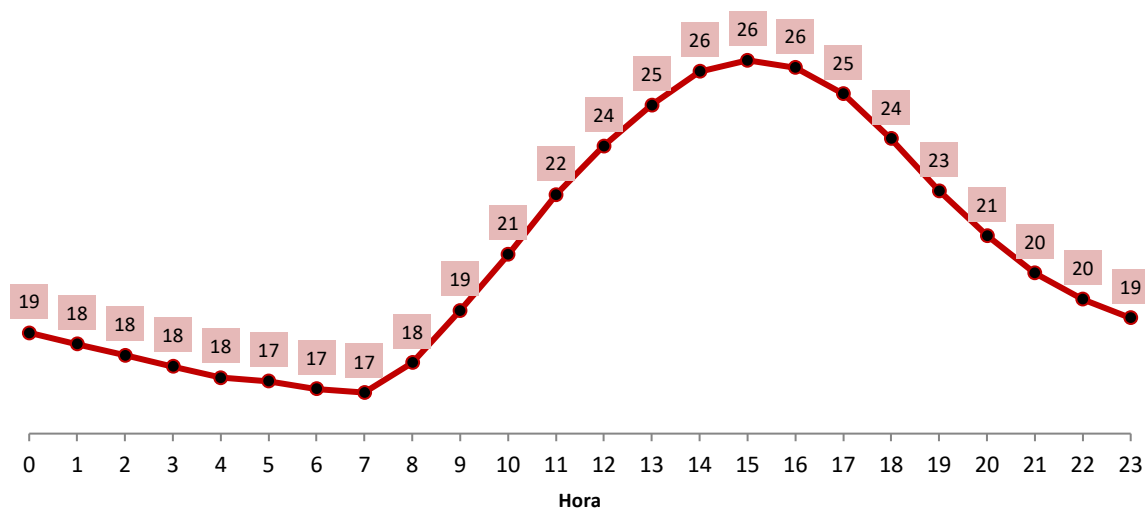


Gráfica 9. Rosa de vientos de la estación Corregidora (COR). Septiembre 2024.

- **Temperatura**

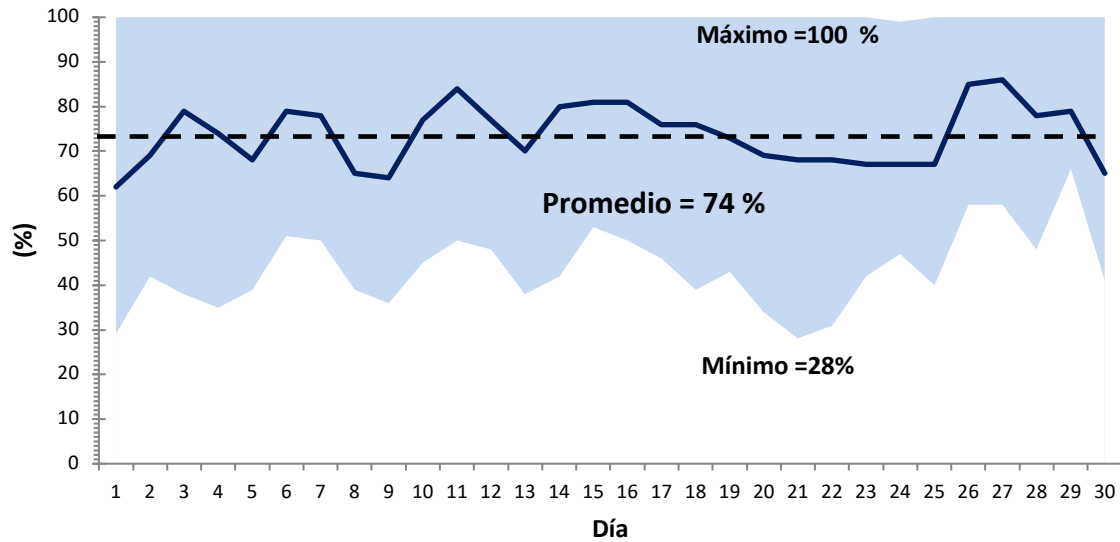


Gráfica 10. Promedio, máximo y mínimo diarios de la temperatura en la ZMQ. Septiembre 2024.

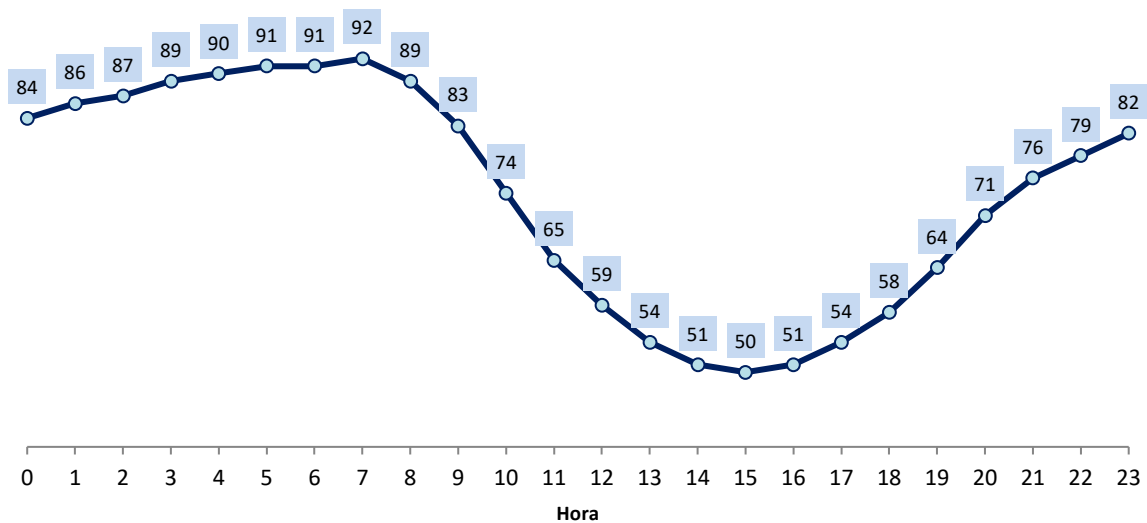


Gráfica 11. Promedio de temperatura (en °C) por hora del día en la ZMQ. Septiembre 2024.

- **Humedad relativa**

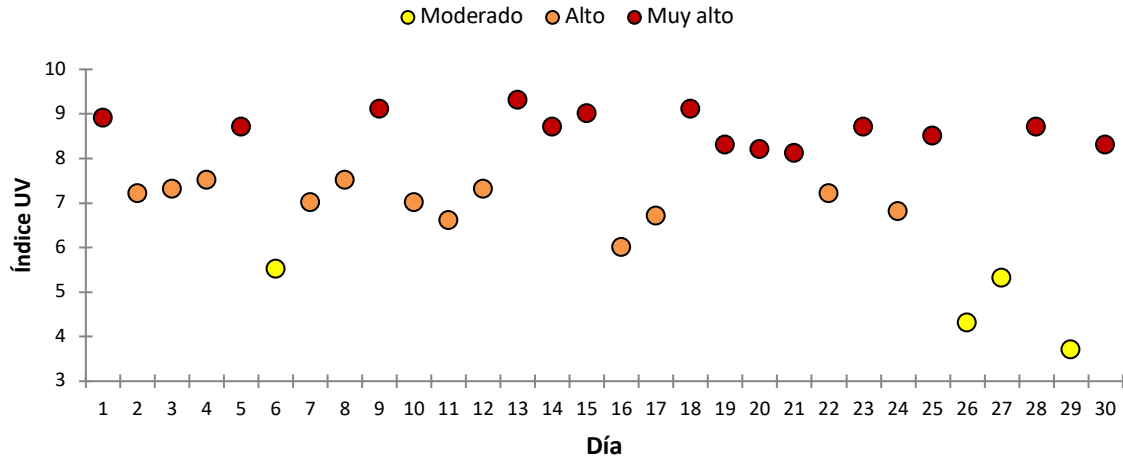


Gráfica 12. Promedio, máximo y mínimo diarios de la humedad relativa en la ZMQ. Septiembre 2024.

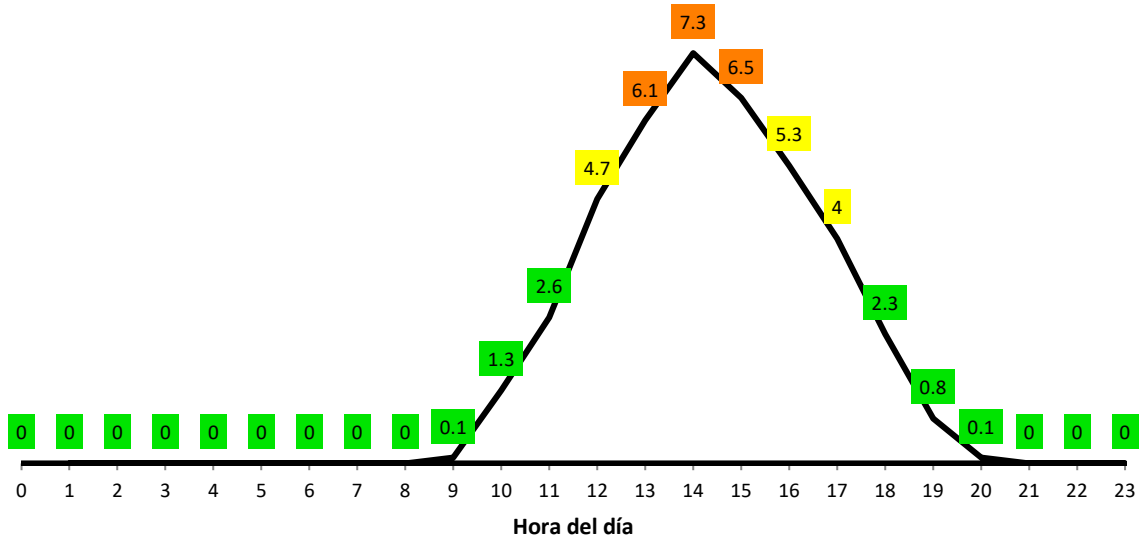


Gráfica 13. Promedio de humedad relativa (en %) por hora del día en la ZMQ. Septiembre 2024.

- Índice UV

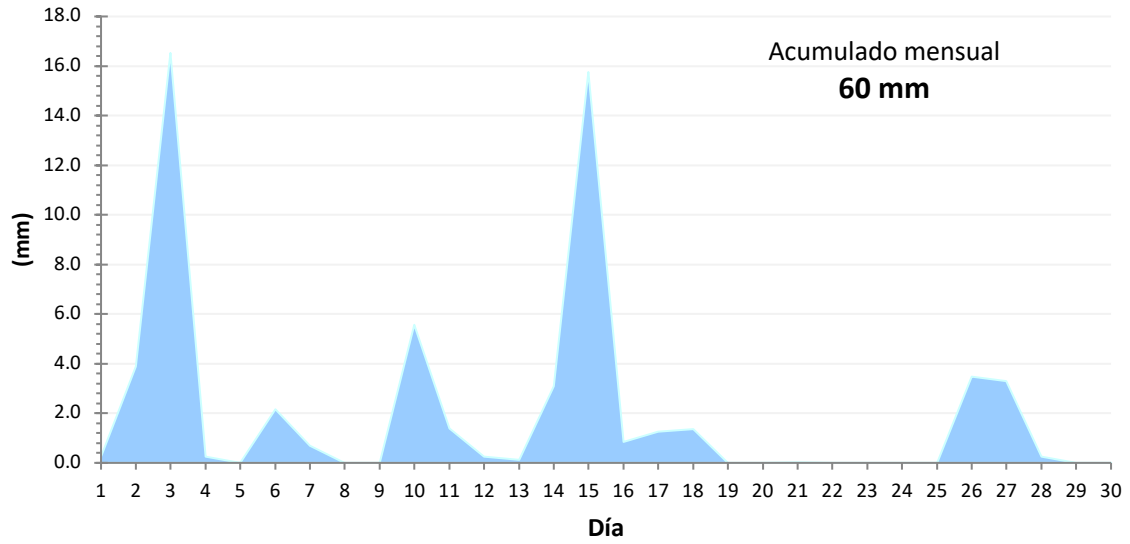


Gráfica 14. Máximos diarios del índice UV en la ZMQ, Septiembre 2024.



Gráfica 15. Promedio del índice UV por hora del día en la ZMQ, Septiembre 2024.

- **Precipitación**



Gráfica 16. Precipitación acumulada en la ZMQ. Septiembre 2024.

IV. Conclusiones

Para el mes de Septiembre del año 2024 en cuanto al cumplimiento normativo sólo el ozono superó los límites máximos permisibles establecidos en su norma. En el promedio móvil de 8 horas, 4 estaciones superaron el LMP: CAP, COR, FEO y JOV. En promedio horario fueron tres: CAP, COR y JOV. Fueron un total de 7 días en que se superaron los límites en la ZMQ. SJR permaneció cumpliendo los límites de todos los contaminantes durante el mes.

En cuanto al Índice AIRE Y SALUD, los contaminantes que alcanzaron calidad aceptable o peor durante el mes fueron: ozono (O₃) y material particulado menor a 2.5 micras (PM_{2.5}).

El ozono tuvo el mayor número de días en calidad aceptable o peor con un total de 18 en la ZMQ (16 en calidad aceptable y 2 de calidad mala) y 8 en la ciudad de SJR (todos de calidad aceptable). Calidad mala sólo fue registrada en las estaciones CAP y COR con un 0.8 % de las horas del mes. Calidad aceptable estuvo entre 1.3 y 8.8 % de las horas del mes en las estaciones del SMCAQ.

PM_{2.5}, alcanzó calidad aceptable en el índice AIRE Y SALUD, con 9 días en la ZMQ. Fueron dos estaciones donde se registró dicha calidad: en COR y EPG. El porcentaje de horas en dicha calidad fue de 3.1 y 0.8 %, respectivamente, con el resto de horas en calidad buena. Las estaciones FEO y SJU tuvieron todas las horas del mes en buena calidad por este contaminante.

En las tendencias de viento la estación CAP fue predominante desde el este con cerca del 40 % del tiempo desde dicha dirección. Las velocidades promedio fueron de 2 a 4 m/s y máximas de 5 m/s. COR tuvo dirección de viento predominante desde el sur con cerca del 80 % de la frecuencia. Las velocidades promedio fueron de 1 a 3 m/s con máximas de 5 m/s. EPG registró una dirección predominante desde el este – noreste con una frecuencia aproximada de 80 %, velocidades promedio de 4 a 6 m/s y máximas de 12 m/s. FEO tuvo su dirección predominante desde el este – sureste con cerca del 60 %, velocidades promedio de 1 a 2 m/s y máximas de 5 m/s. Por último, JOV registró mayor frecuencia de la dirección este – noreste con cerca del 50 %. La velocidad promedio fue de 2 a 4 m/s y máximas de 7 m/s.

La temperatura disminuyó en su promedio mensual pasando de 21.3°C en agosto a 20.8°C en septiembre. La máxima temperatura registrada fue de 31.6°C el día 14 mientras la mínima fue de 13.2°C el día 30. Las horas más calurosas en promedio fueron entre 14:00 y 16:00 horas con 26°C mientras que las más frías fueron entre las 5:00 y 7:00 horas con 17°C en promedio.

La humedad relativa aumentó de 67 % a 74 % en el promedio mensual. La máxima fue de 100 % registrada en la mayor parte de los días del mes mientras que la mínima fue de 28 % el día 21.

La hora más húmeda fue en promedio las 7:00 horas con 92 % promedio. La hora más seca fue las 15:00 con un promedio de 50 %.

El índice UV tuvo su máximo horario el día 13 con 9.3, alcanzando categoría muy alta durante la mayor parte del mes (14 días). El promedio estuvo en promedio alto entre 13:00 y 15:00 horas, con su máximo promedio a las 14:00 horas.

La precipitación registró un acumulado de 60 mm 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)
IAS	Índice AIRE Y 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.
- NOM-172-SEMARNAT-2023, Lineamientos para la obtención y comunicación del Índice de Calidad del Aire y Riesgos a la Salud.