

## Informe mensual

# Indicadores de Calidad del Aire

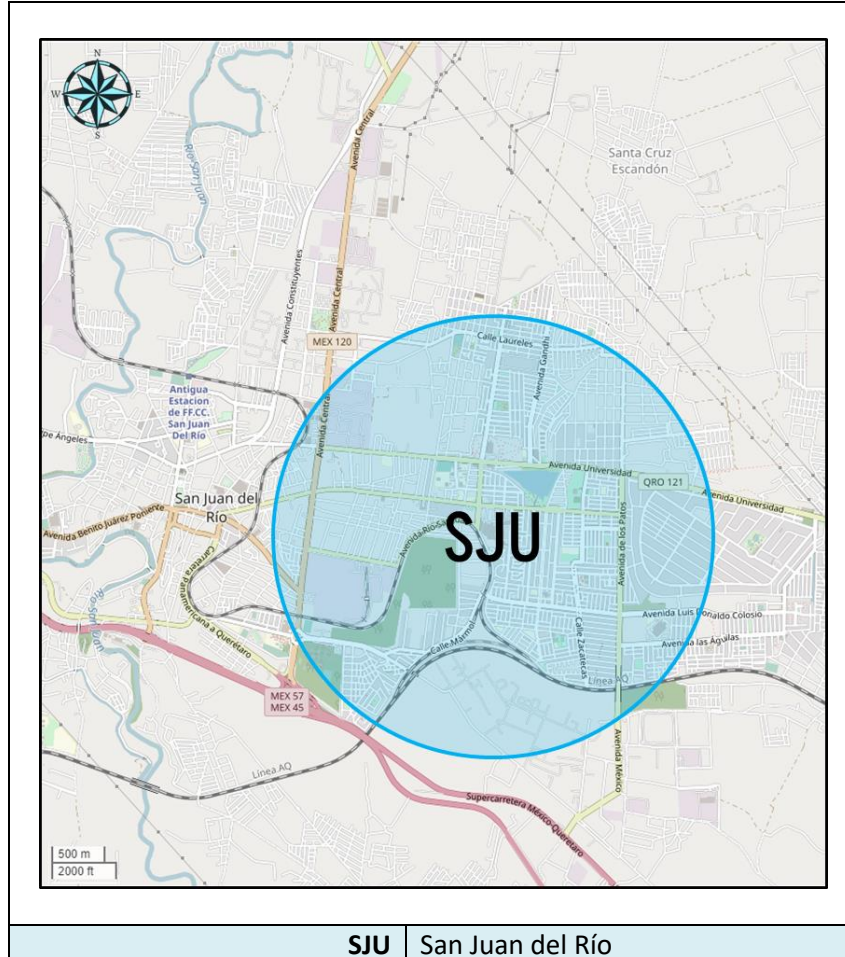
# Octubre 2023

**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 <sub>3</sub> ).....	6
Partículas menores a 2.5 micras (PM <sub>2.5</sub> ).....	8
Partículas menores a 10 micras (PM <sub>10</sub> ).....	9
III. Meteorología.....	11
Velocidad y dirección de viento. ....	11
Temperatura.....	12
Humedad relativa .....	13
Índice UV.....	14
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 será utilizado 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 <sub>2</sub> )	NOM-023-SSA1-2021	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0.106 ppm, promedio horario</li> <li>• 0.021 ppm, promedio anual</li> </ul>	27 de octubre de 2021
Monóxido de carbono (CO)	NOM-021-SSA1-2021	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 26.0 ppm, promedio horario</li> <li>• 9.0 ppm, promedio móvil de 8 h</li> </ul>	29 de octubre de 2021
Ozono (O <sub>3</sub> )	NOM-020-SSA1-2021	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0.090 ppm, promedio horario</li> <li>• 0.065 ppm, promedio móvil de 8 h</li> </ul>	28 de octubre de 2021
Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	NOM-022-SSA1-2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0.04 ppm, promedio 24 h máximo de 3 años</li> <li>• 0.075 ppm, promedio máximos diarios horarios percentiles 99 de 3 años</li> </ul>	20 de agosto de 2019
Partículas menores a 2.5 micrómetros (PM <sub>2.5</sub> )	NOM-025-SSA1-2021	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 41 µg/m<sup>3</sup> Promedio de 24 h</li> <li>• 10 µg/m<sup>3</sup> Promedio anual</li> </ul>	27 de octubre de 2021
Partículas menores a 10 micrómetros (PM <sub>10</sub> )		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 70 µg/m<sup>3</sup> Promedio de 24 h</li> <li>• 36 µg/m<sup>3</sup> Promedio anual</li> </ul>	

Fuente: Normas Oficiales Mexicanas de referencia

Atendiendo los límites establecidos en las normas, se realizó la evaluación de los datos del mes de octubre 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. Octubre 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 <sub>2.5</sub> (promedio de 24 horas)		✓	✓			✓
Partículas PM <sub>10</sub> (promedio de 24 horas)	✓					

✓ Cumple  
 ✗ No cumple  
 No se mide

El mes de octubre de 2023, cuatro de las cinco estaciones de la ZMQ incumplieron con el promedio móvil de 8 horas de ozono y sólo la estación CAP incumplió con el promedio horario, el resto de los contaminantes cumplieron con sus respectivas Normas Oficiales Mexicanas en materia de salud ambiental. La ciudad de SJR cumplió en todos los contaminantes.

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 octubre de 2023.

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

Contaminante	Días limpios	
	ZMQ	SJR
NO <sub>2</sub>	31	31
CO	31	31
O <sub>3</sub>	29	31
SO <sub>2</sub>	31	31
PM <sub>2.5</sub>	31	31

PM <sub>10</sub>	31	
------------------	----	--

## 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.

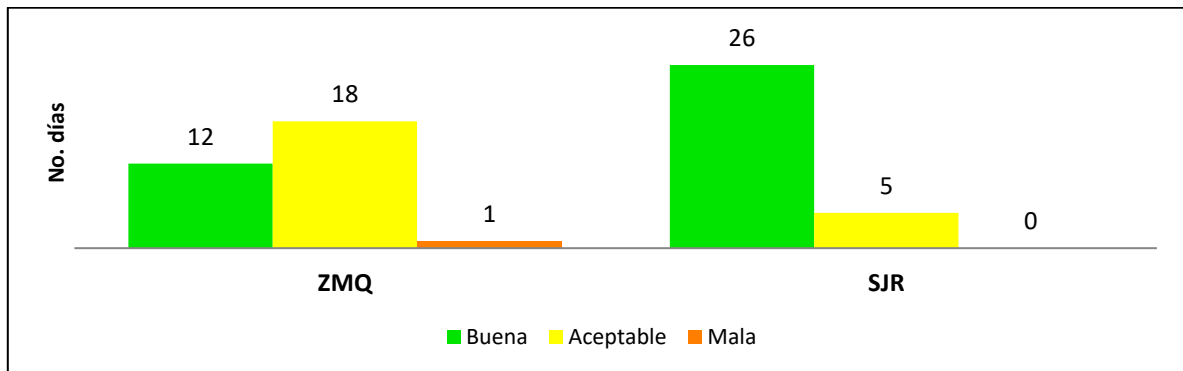
Índice ICARS	Riesgo asociado	Recomendaciones	
		Grupos sensibles	Población en general
Buena	Bajo	Disfruta de las actividades al aire libre	
Aceptable	Moderado	Considera reducir las actividades físicas vigorosas al aire libre.	Disfruta de las actividades al aire libre.
Mala	Alto	Evita las actividades 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 octubre de 2023: ozono (O<sub>3</sub>) y partículas suspendidas menores a 10 micras y 2.5 micras (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>).

- **Ozono (O<sub>3</sub>)**

Tabla 5. Calendario ICARS de ozono (O<sub>3</sub>) por estación del SMCAQ. Octubre 2023.

Estación	Ozono (O <sub>3</sub> ), Octubre 2023																														
	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	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	29	30	31
Carrillo Puerto (CAP)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Conregidora (COR)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Epigmenio González (EPG)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Félix Osores (FEO)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Josefa Vergara (JOV)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
San Juan del Río (SJU)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

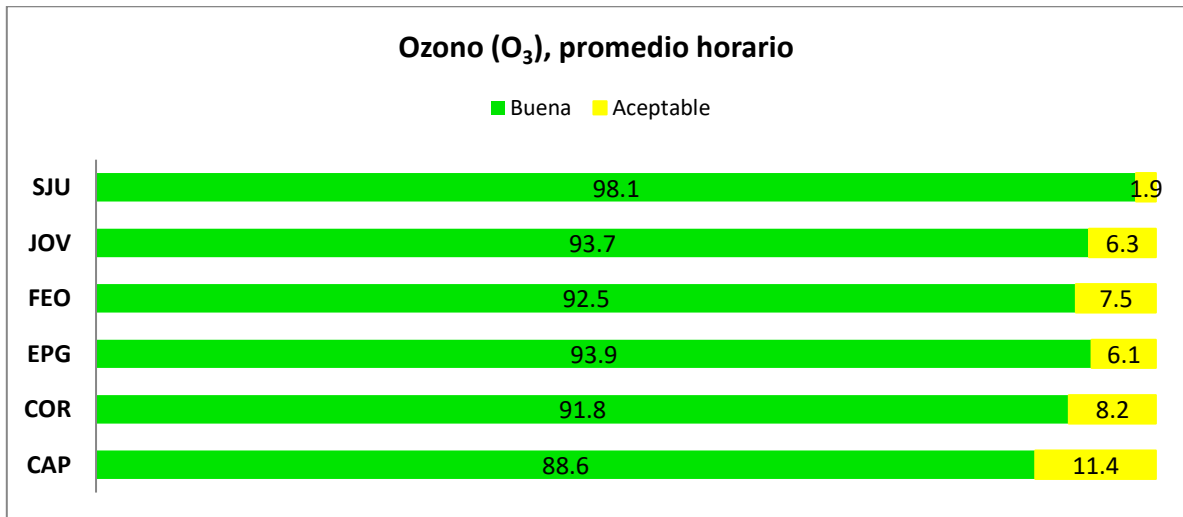


Gráfica 1. Conteo de días por calidad de aire por ozono en la ZMQ y en SJR. Octubre 2023.

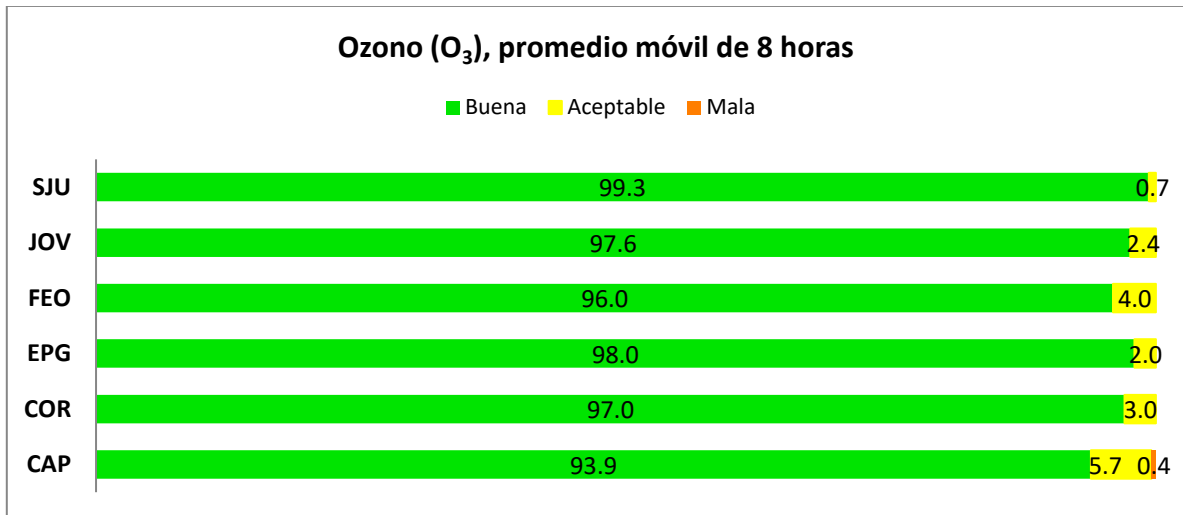
Tabla 6. Recuento de horas por calidad de aire por ozono en las estaciones del SMCAQ. Octubre 2023.

Estación	Promedio 1 h		Promedio móvil de 8 h		
	Buena	Aceptable	Buena	Aceptable	Mala
CAP	638	82	673	41	3
COR	682	61	722	22	-
EPG	696	45	729	15	-
FEO	686	56	714	30	-
JOV	697	47	726	18	-
SJU	730	14	739	5	-





Gráfica 2. Calidad del aire en porcentaje de horas. Ozono (O<sub>3</sub>), promedio 1 h. Octubre 2023.

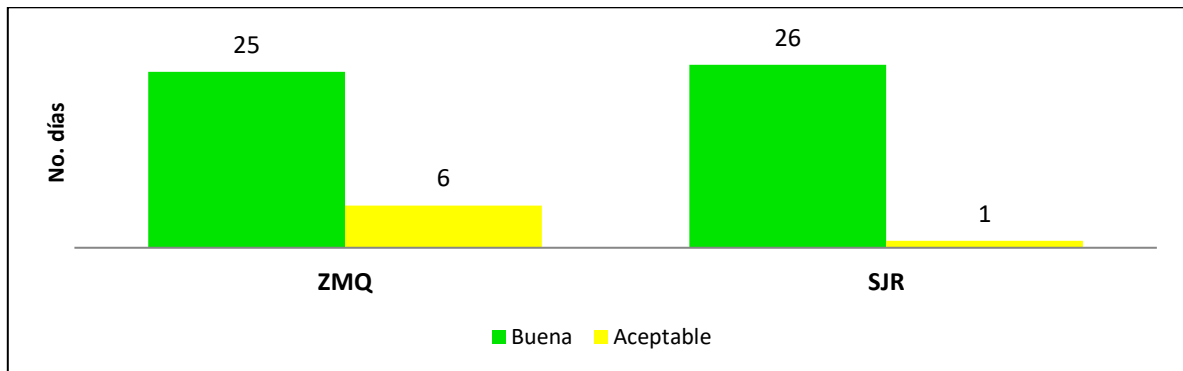


Gráfica 3. Calidad del aire en porcentaje de horas. Ozono (O<sub>3</sub>) promedio móvil 8 h. Octubre 2023.

- **Partículas menores a 2.5 micras (PM<sub>2.5</sub>)**

Tabla 7. Calendario ICARS de partículas PM<sub>2.5</sub> por estación del SMCAQ. Octubre 2023.

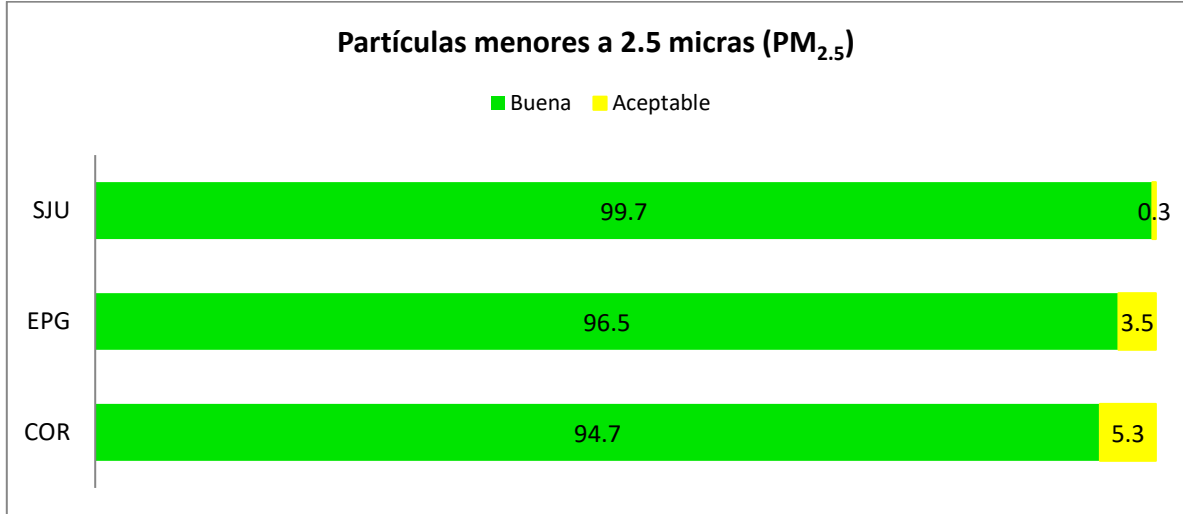
Estación	Partículas menores a 2.5 micras (PM <sub>2.5</sub> ), Octubre 2023																														
	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Comregidora (COR)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Epigmenio González (EPG)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
San Juan del Río (SJU)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■



Gráfica 4. Conteo de días por calidad de aire para partículas PM<sub>2.5</sub> en la ZMQ y en SJR. Octubre 2023.

Tabla 8. Recuento de horas por calidad del aire por PM<sub>2.5</sub> en las estaciones del SMCAQ. Octubre 2023.

Estación	Promedio móvil ponderado de 12 h	
	Buena	Aceptable
COR	665	37
EPG	709	26
SJU	611	2

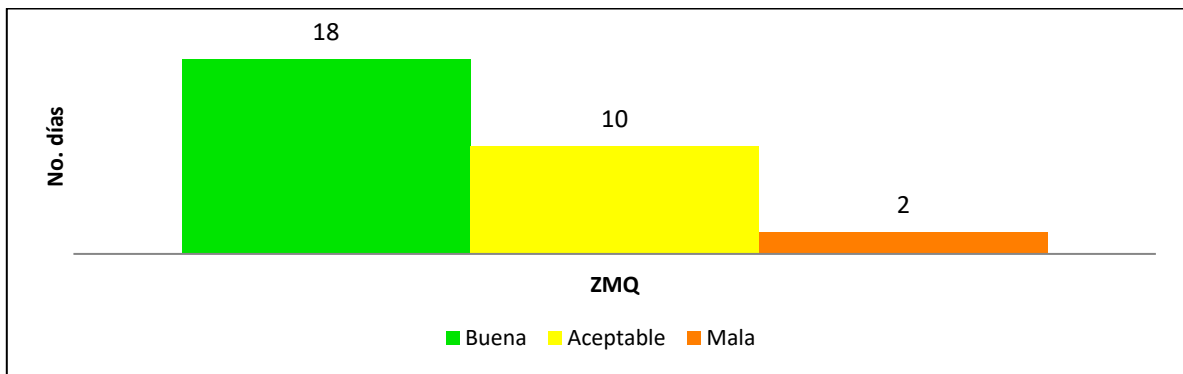


Gráfica 5. Calidad del aire en porcentaje de horas. Partículas PM<sub>2.5</sub>, promedio ponderado 12 h. Octubre 2023.

- **Partículas menores a 10 micras (PM<sub>10</sub>)**

Tabla 9. Calendario ICARS de partículas PM<sub>10</sub>, estación CAP. Octubre 2023.

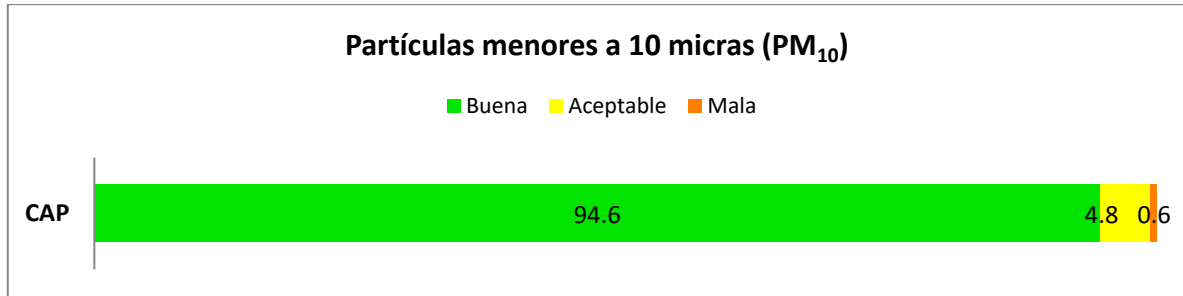
Estación	Partículas menores a 10 micras (PM <sub>10</sub> ), Octubre 2023																														
	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Carrillo Puerto (CAP)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■



Gráfica 6. Conteo de días por calidad de aire para partículas PM<sub>10</sub> en la ZMQ. Octubre 2023.

Tabla 10. Recuento de horas por calidad de aire por PM<sub>10</sub> en las estaciones del SMCAQ. Octubre 2023.

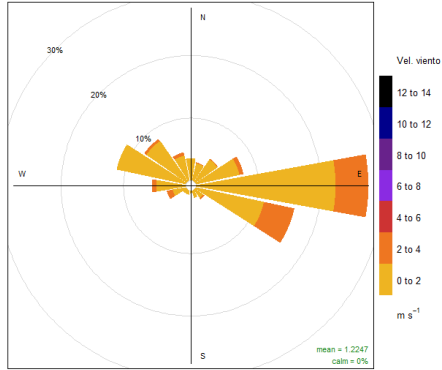
Estación	Promedio ponderado de 12 h		
	Buena	Aceptable	Mala
CAP	671	34	4



Gráfica 7. Calidad del aire en porcentaje de horas. Partículas (PM<sub>10</sub>), promedio ponderado 12 h. Octubre 2023.

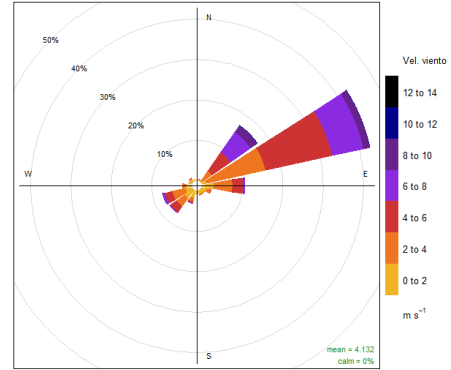
### III. Meteorología

- **Velocidad y dirección de viento.**



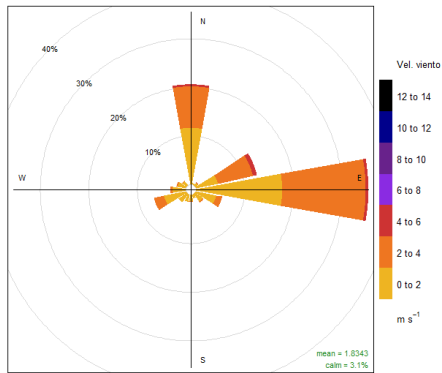
Frequency of counts by wind direction (%)

Gráfica 8. Rosa de vientos de la estación Félix Osores (FEO). Octubre 2023.



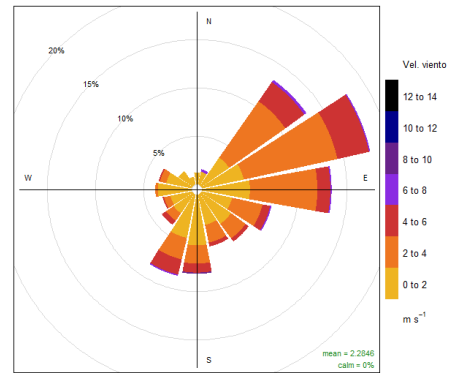
Frequency of counts by wind direction (%)

Gráfica 9. Rosa de vientos de la estación Epigmenio González (EPG). Octubre 2023.



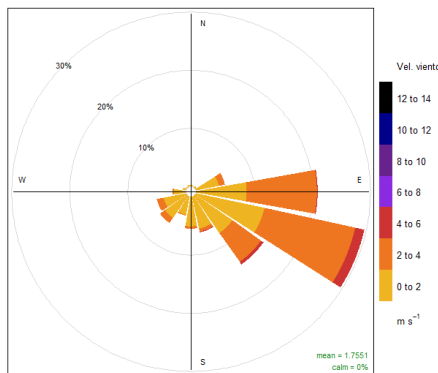
Frequency of counts by wind direction (%)

Gráfica 10. Rosa de vientos de la estación Carrillo Puerto (CAP). Octubre 2023.



Frequency of counts by wind direction (%)

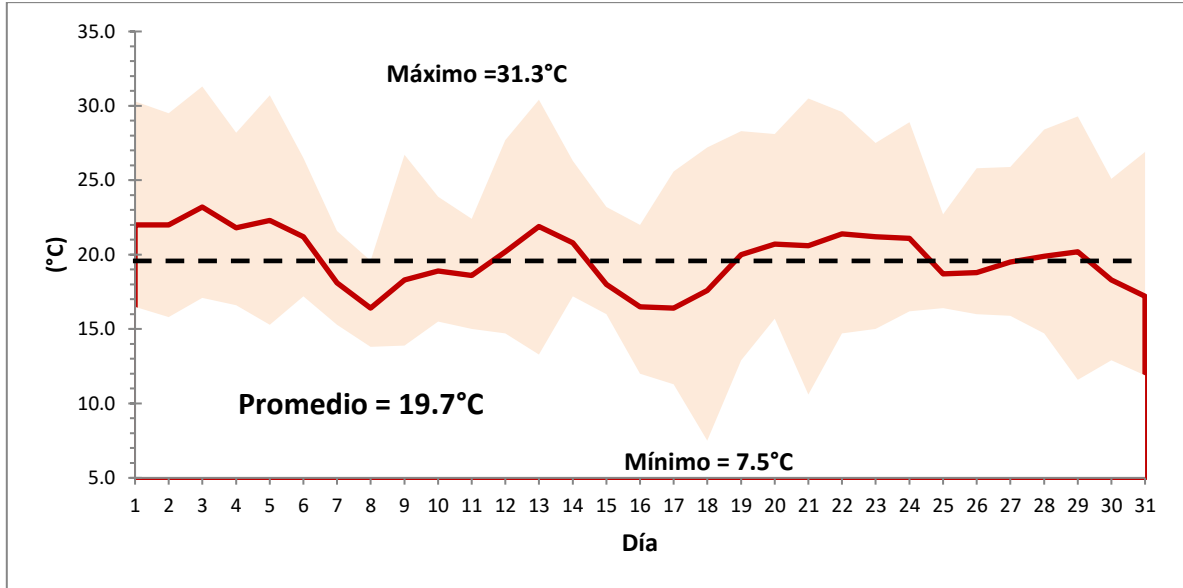
Gráfica 11. Rosa de vientos de la estación Josefa Vergara (JOV). Octubre 2023.



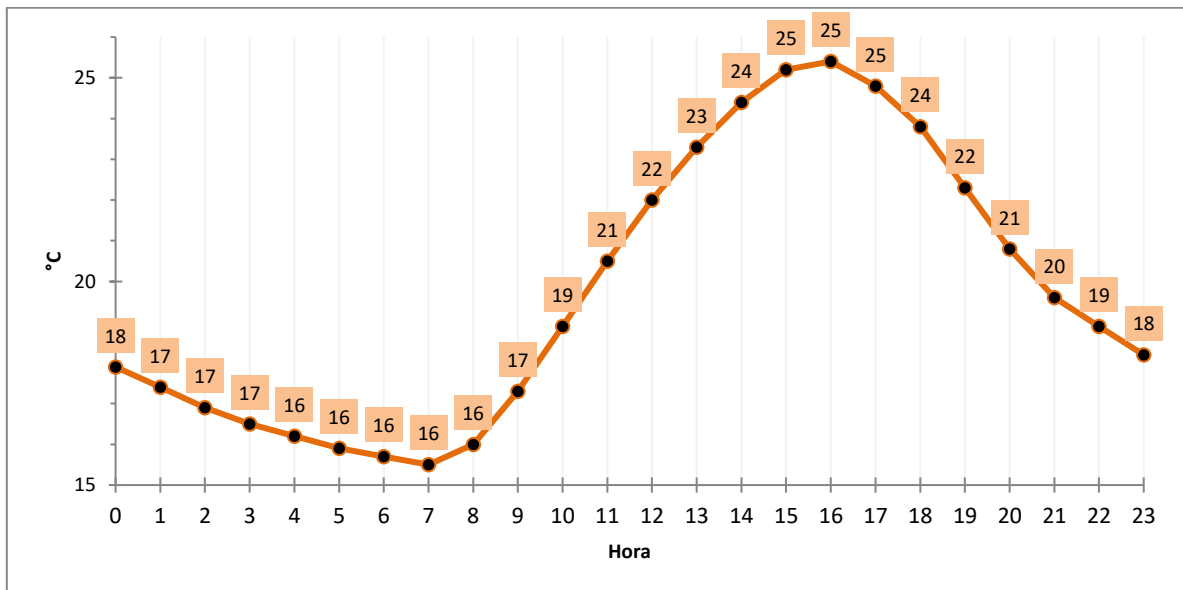
Frequency of counts by wind direction (%)

Gráfica 12. Rosa de vientos de la estación Corregidora (COR). Octubre 2023.

- **Temperatura**

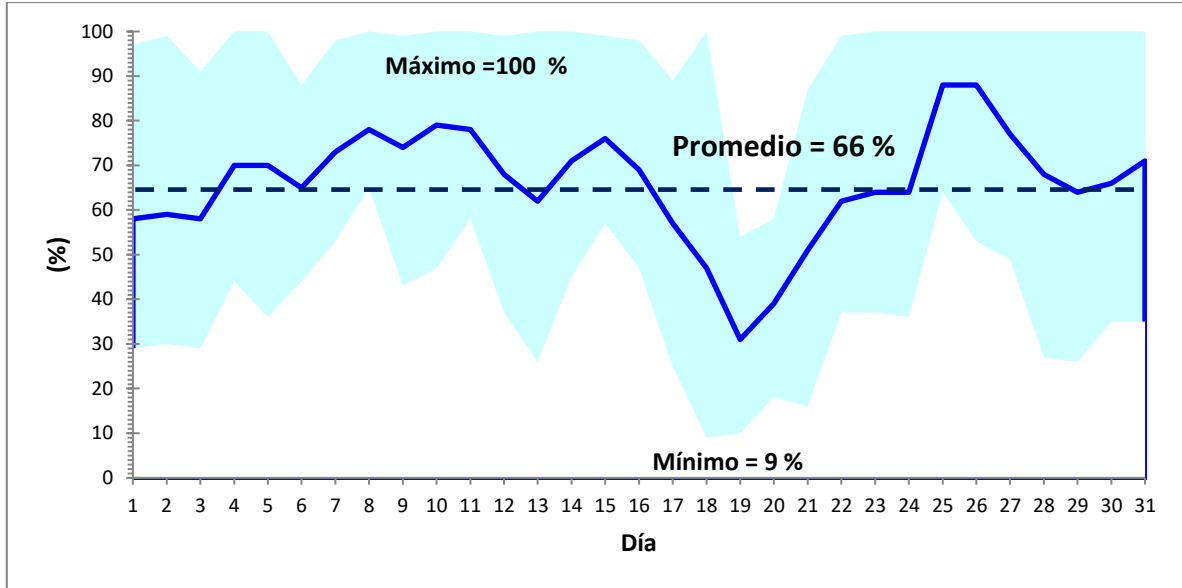


Gráfica 13. Promedio, máximo y mínimo diarios de la temperatura en la ZMQ. Octubre 2023.

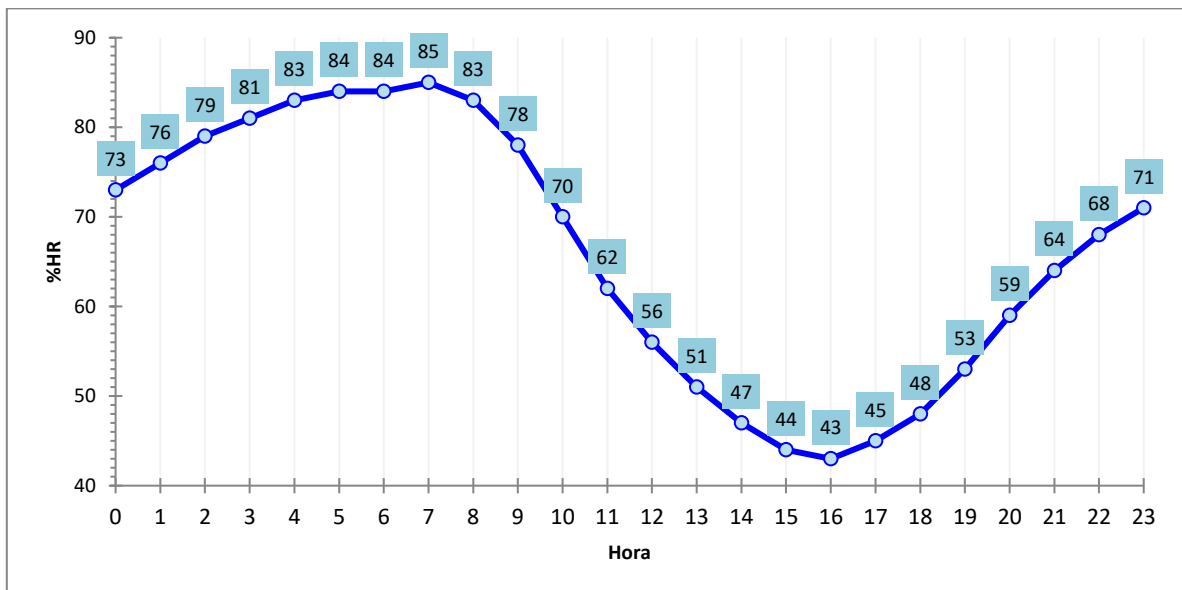


Gráfica 14. Promedio por hora de la temperatura en la ZMQ. Octubre 2023.

- **Humedad relativa**

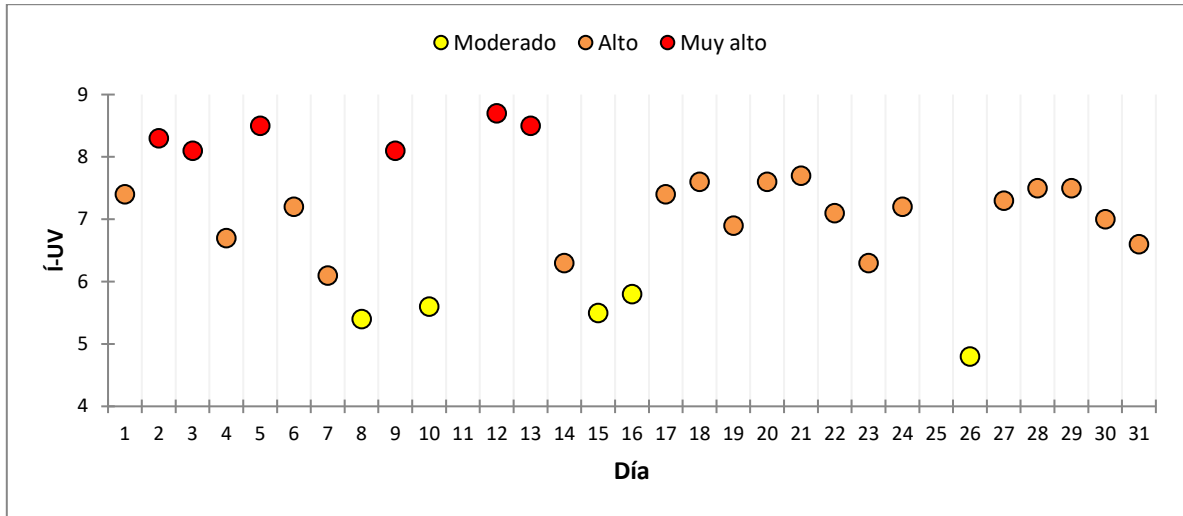


Gráfica 15. Promedio, máximo y mínimo diarios de la humedad relativa en la ZMQ. Octubre 2023.



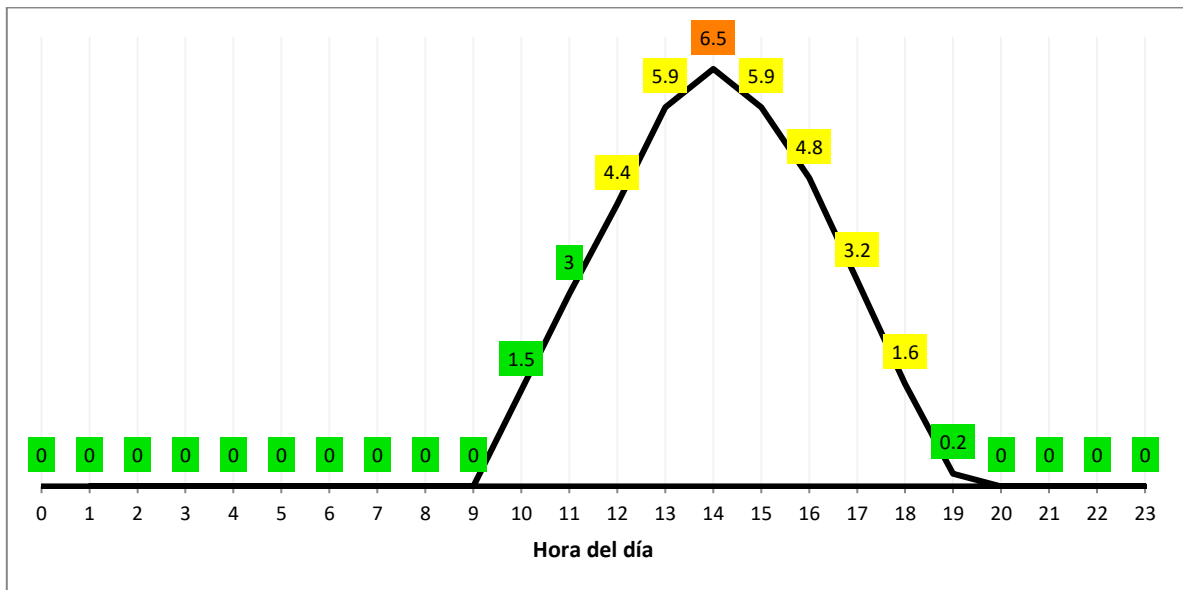
Gráfica 16. Promedio por hora de humedad relativa en la ZMQ. Octubre 2023.

- Índice UV



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

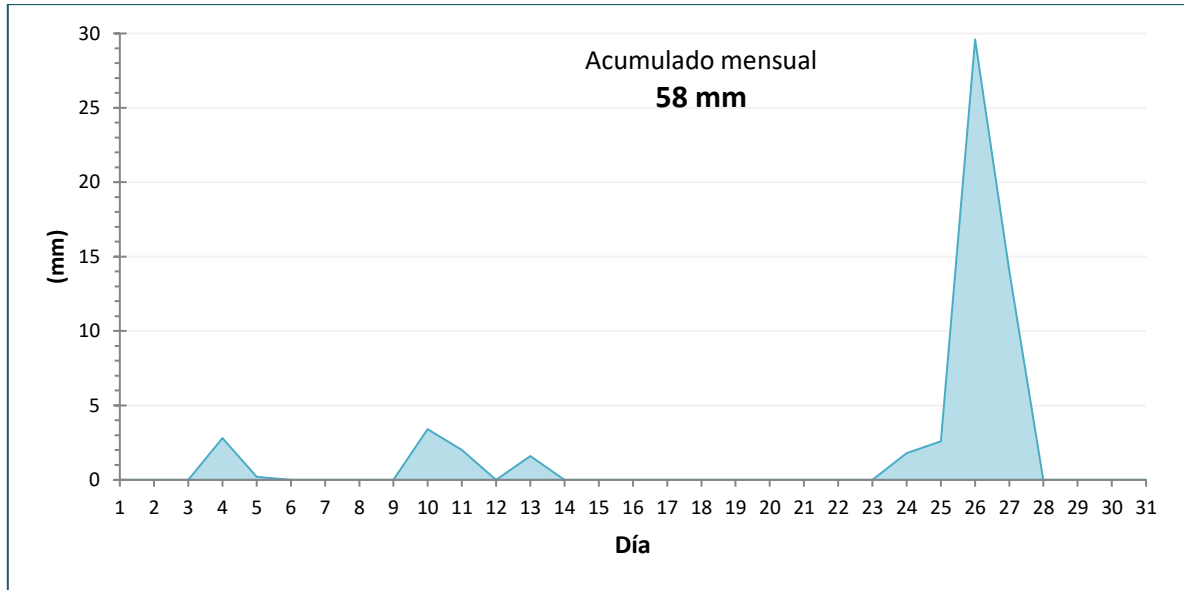
Gráfica 17. Máximos diarios del índice UV en la ZMQ. Octubre 2023.



Gráfica 18. Promedio por hora del día del índice UV en la ZMQ. Octubre 2023.



- **Precipitación**



Gráfica 19. Acumulados diarios de precipitación pluvial en la ZMQ. Octubre 2023.

## IV. Conclusiones

El mes de octubre se observó que sólo el ozono superó los LMP en 1 hora en la estación CAP y el límite de 8 horas en cuatro estaciones: CAP, COR, FEO y JOV; todas en la ZMQ. El resto de los contaminantes y la estación de SJR, cumplieron con los LMP.

En cuanto al Índice de Calidad de Aire y Riesgos a la Salud que marca la NOM-172-SEMARNAT-2019, fueron 2 los contaminantes que tuvieron al menos una hora de calidad de aire aceptable: ozono ( $O_3$ ) y partículas suspendidas ( $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ ).

El ozono en la ZMQ, se registró 1 día de calidad del aire mala (0.4 % de las horas) mientras que otros 18 días alcanzaron calidad del aire aceptable (de 6 a 11 % de las horas) con 12 días de calidad del aire buena. En la ciudad de SJR fueron 26 días de calidad del aire buena con 5 días de calidad del aire aceptable (2 % de las horas del mes).

Las partículas menores a 10 micras ( $PM_{10}$ ) medido en la estación CAP, tuvo 2 días de calidad del aire mala en el mes (0.6 % de las horas) y 10 días con calidad del aire aceptable (4 % de las horas).

Las partículas menores a 2.5 micras ( $PM_{2.5}$ ), se obtuvo calidad del aire aceptable en 1 día en la estación de SJR con 0.3 % de las horas, siendo el resto de calidad del aire buena. En cuanto a ZMQ, fueron 6 días de calidad del aire aceptable en el mes, con menos de 5 % de horas del mes en calidad del aire aceptable.

En cuanto al comportamiento del viento mostró en general una dominancia desde el este. La estación FEO tuvo velocidades promedio de 1 a 3 m/s con máximos de 4 m/s. La dominancia del viento provino desde el este – sureste con minorías desde el noroeste. CAP, tuvo un porcentaje importante de viento desde el norte (~20 %) pero siendo el dominante desde el este (~35 %). La velocidad de viento máxima fue de 6 m/s. La estación EPG tuvo vientos dominantes desde el noreste con cerca del 60 % de viento desde esa dirección. Las velocidades promedio estuvieron entre 4 y 6 m/s con máximas de 11 m/s. JOV tuvo una distribución más extendida del viento, siendo dominante el este – noreste con cerca del ~45 % del viento desde esta dirección, velocidad promedio de entre 2 y 4 m/s y máximas de 8 m/s. COR, presento una dominancia de viento desde el este – sureste, con velocidad promedio de 2 a 4 m/s y máxima de 5 m/s.

La temperatura presento un promedio mensual de 19.7°C. La máxima registrada fue 31.3°C el 3 de octubre y una mínima de 7.5°C el día 18 de octubre, en medio de un frente frío. La máxima temperatura promedio fue entre las 15:00 y 17:00 horas con 25°C y el mínimo fue entre las 4:00 y 8:00 horas con 16°C.

La mayor humedad relativa fue de 100 % en varios días mientras que la mínima registrada fue de 9 % el día 18 de octubre. EL menor promedio de humedad relativa fue de 43 % a las 16:00 horas mientras que el máximo fue de 85 % a las 7:00 horas.

El índice UV registró una caída notable en el mes debido a que hubo una gran cantidad de días nublados y lluviosos. Fueron 5 días de un máximo moderado, 5 días de muy alto y el resto de índice UV alto. A las 14:00 horas se registró en promedio un índice UV alto.

Se registraron 9 días de lluvia en el mes con un total acumulado de 58 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 <sub>2</sub>	Dióxido de Nitrógeno
O <sub>3</sub>	Ozono
PM <sub>10</sub>	Partículas menores a 10 micrómetros
PM <sub>2.5</sub>	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 <sub>2</sub>	Dióxido de Azufre
µg/m <sup>3</sup>	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<sub>3</sub>). Valores normados para la concentración de ozono (O<sub>3</sub>) 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<sub>2</sub>). Valores normados para la concentración de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) 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<sub>2</sub>). Valores normados para la concentración de dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) 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<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>. Valores normados para la concentración de partículas suspendidas PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> 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.