



Abril 2023

Boletín Mensual

CRÉDITOS

Alfredo Del Mazo Maza

Gobernador del Estado de México

Francisco Javier Fernández Clamont

Secretario de Salud

Colaboradores CEVECE

Víctor Manuel Torres Meza

Ma. de Jesús Mendoza Sánchez

Luis Anaya López

Mauricio R. Hinojosa Rodríguez

Víctor Flores Silva

Silvia Cruz Contreras

Lázaro Camacho Peralta

Subdirección de Epidemiología

Luis Estaban Hoyo García de Alba

Diseño

Ana Laura Toledo Avalos

Contaminantes Criterio de Importancia en el Valle de Toluca

Especificaciones de los Contaminantes Criterio

Contaminante	Concentración Promedio	Valor límite	Unidades	Norma Oficial Mexicana
PM10	24 hrs.	70	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	NOM-025-SSA1-2021
PM2.5	24 hrs.	41	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	NOM-025-SSA1-2021
O3	1 hr.	0.090	ppm	NOM-020-SSA1-2021
NO2	1 hr.	0.106	ppm	NOM-023-SSA1-2021
CO	8 hrs. móvil	9.0	ppm	NOM-021-SSA1-2021
SO2	24 hrs.	0.110	ppm	NOM-022-SSA1-2010

De acuerdo con las Especificaciones de los Contaminantes Criterio, que se resumen en el cuadro anterior, podemos decir lo siguiente:

Las **partículas PM10** se miden cada hora y se realiza un promedio a las 24 horas; el valor límite para este año 2023 es de $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de acuerdo con la NORMA Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-2021, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto a las partículas suspendidas PM10 y PM2.5. Valores normados para la concentración de partículas suspendidas PM10 y PM2.5 en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población; el riesgo para la salud se refiere a la exacerbación de casos de asma, principalmente en niños. De acuerdo con el estudio sobre la carga global de enfermedades atribuibles a la contaminación atmosférica, de la Organización Mundial de Salud (OMS), la exposición a partículas finas en el aire ambiente representa el quinto factor de riesgo de muertes prematuras en la población a nivel mundial. En México, las estimaciones corresponden a cerca de 29,00 muertes y casi 558,000 años de vida ajustados por discapacidad atribuibles a la mala calidad del aire.

Para el caso de PM2.5, este contaminante se mide cada hora y se realiza un promedio a las 24 horas; el valor límite para este año 2023 es de $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de acuerdo con la NOM-025-SSA1-2021; el riesgo para la salud se centra en la exacerbación de casos de asma, principalmente en niños. Existe evidencia científica que apoya una relación causal entre la exposición a PM2.5 en el aire ambiente e incremento en la prevalencia de cardiopatías isquémicas, enfermedades cerebrovasculares e incremento en infecciones de las vías respiratorias inferiores y enfermedades pulmonares obstructivas crónicas. En los estudios con población infantil, se han evidenciado efectos como el incremento en la prevalencia del asma, bajo peso al nacer, parto prematuro y trastornos neurológicos o cognitivos.

En cuanto al ozono (O3), este contaminante se mide cada hora; el valor límite es de 0.090 ppm de acuerdo con la NORMA Oficial Mexicana 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; el riesgo para la salud se refiere a exacerbaciones respiratorias en población general y disminución en la función pulmonar aunado a un mayor uso de medicamentos en niños asmáticos.

El dióxido de nitrógeno (NO2), se mide cada hora; el valor límite es de 0.106 ppm de acuerdo con la NORMA Oficial Mexicana 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; el riesgo para la salud se refiere a la exacerbación de casos de asma principalmente en niños. Este contaminante se deriva de los procesos de combustión, siendo ésta la fuente principal de su vertimiento a la atmósfera.

El monóxido de carbono (CO), se mide por 8 hrs. móvil; el valor límite es de 9.0 ppm de acuerdo con la NORMA Oficial Mexicana 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; el riesgo para la salud se observa en la exacerbación de casos de asma principalmente en niños. Este contaminante se produce por la combustión incompleta de compuestos de carbono, consecuentemente pueden verterlo al aire los vehículos automotores y la industria, aunque en menor escala; algunos procesos naturales son capaces de emitirlo, tales como los incendios forestales o de los procesos naturales que se llevan a cabo en los océanos.

Dióxido de azufre (SO2), de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana 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, para este contaminante se establecen dos valores límite para las concentraciones ambientales a efecto de proteger la salud de la población más susceptible: valor límite de 1 hora: 0.075 ppm ($196.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) como promedio aritmético de 3 años consecutivos de los percentiles 99 anuales obtenidos de los máximos diarios; y valor límite de 24 horas: 0.04 ppm ($104.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$) como el máximo de 3 años consecutivos, obtenidos de los promedios de 24 horas. Por lo que es responsable en buena medida de las «lluvias ácidas» y de la contaminación del aire que afectan a las zonas urbanas e industriales. Recientemente, se han reconocido a las emisiones de SO2 por su contribución a la formación de aerosoles inorgánicos secundarios, partículas finas que son perjudiciales para la salud humana.

Comportamiento de los contaminantes en el mes de abril

Contaminantes en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca Máximo diario Abril 2023

FECHA	PM10	PM2.5	O3	NO2	CO	SO2
01/04/2023	114	112	103	30	14	6
02/04/2023	112	107	109	22	13	6
03/04/2023	109	103	108	30	12	6
04/04/2023	120	105	102	31	12	5
05/04/2023	123	107	101	30	12	6
06/04/2023	114	106	67	21	11	6
07/04/2023	110	107	39	13	10	4
08/04/2023	93	78	59	13	9	4
09/04/2023	94	82	53	15	10	5
10/04/2023	94	87	49	18	10	5
11/04/2023	78	82	49	22	11	4
12/04/2023	71	79	51	22	12	4
13/04/2023	102	88	63	23	14	3
14/04/2023	103	84	50	21	11	5
15/04/2023	105	107	73	21	12	5
16/04/2023	105	79	53	21	13	5
17/04/2023	106	93	47	23	13	5
18/04/2023	104	91	100	30	15	4
19/04/2023	108	102	90	39	13	4
20/04/2023	113	107	69	35	14	4
21/04/2023	110	105	65	32	14	5
22/04/2023	119	97	61	32	13	5
23/04/2023	135	93	49	25	9	5
24/04/2023	114	82	67	28	9	5
25/04/2023	102	79	48	30	7	5
26/04/2023	109	94	86	37	9	4
27/04/2023	120	117	90	29	12	5
28/04/2023	119	111	101	30	10	5
29/04/2023	112	100	86	24	10	5
30/04/2023	110	104	71	23	10	7

Fuente: Red Automática de Monitoreo Atmosférico de la ZMVT. Abril 2023

Con base en las Especificaciones de los Contaminantes Criterio, el comportamiento en el mes de abril de 2023 fue el siguiente: en partículas PM10 hubo 25 días con mala calidad del aire (83.33%) y 5 días de regular calidad (16.66%); para el caso de partículas PM2.5, hubo 14 días con mala calidad del aire (46.66%) y 16 días de regular calidad del aire (53.33%) en los que se presentaron lluvias esporádicas.

En el mes de abril, respecto al ozono (O3), sólo se registraron 6 días en que la calidad del aire fue mala (20%), 16 días de regular calidad del aire (53.33%) y 8 días de buena calidad del aire (26.66%).

El bióxido de nitrógeno (NO2), en este mes, no sobrepasó los límites de la Norma y hubo 30 días de buena calidad del aire; el monóxido de carbono (CO) tampoco sobrepasó los límites de la Norma, al igual que el dióxido de azufre (SO2) y tuvieron 30 días con buena calidad del aire (100%). El valor máximo en PM10 fue de 135 y se registró el 23 de abril, en PM2.5 fue de 117 el 27 de abril. En cuanto a los valores mínimos, para partículas PM10 fue de 71 el 12 de abril, para partículas PM2.5 fue de 78 el 8 del mismo mes y para ozono de 39 el día 7 de abril.

Descripción del Contaminante

Criterio: Ozono

Ozono

De acuerdo con la NORMA Oficial Mexicana 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; el ozono (O₃) en la capa más baja de la atmósfera es un contaminante secundario que se forma por una complicada serie de reacciones químicas y fotoquímicas entre emisiones primarias antropogénicas y naturales de sus precursores, los óxidos de nitrógeno (NO_x), compuestos orgánicos volátiles (COV) o hidrocarburos (HC) en presencia de la radiación solar; aunado a las condiciones geográficas, climatológicas y meteorológicas favorables para la ocurrencia de estas reacciones.

La concentración de O₃ presente en la tropósfera, es la suma del O₃ formado por las emisiones de sus precursores de origen antropogénico y natural; así como de contribuciones de O₃ formado en regiones lejanas; o bien, del remanente formado durante el día anterior en zonas urbanas y que, en la noche, permanece atrapado por arriba de la capa de inversión y, finalmente, también se tiene contribución de las intrusiones ocasionales de O₃ estratosférico que pueden llegar a la superficie.

El daño tóxico celular y tisular en humanos ocasionado por la exposición a ozono, está modulado por radicales libres formados en los procesos de peroxidación directa de ácidos grasos poliinsaturados, oxidación de proteínas, aminas y tioles. Los efectos en la salud a corto plazo inducidos por altos niveles de O₃, están relacionados con displasia, pérdida severa del epitelio respiratorio normal, hiperplasia basocelular prominente, metaplasia escamosa, proliferación vascular submucosa en la mucosa nasal, así como la formación de productos de oxidación en el tejido pulmonar, estrés oxidante, respuesta inflamatoria local y sistémica, lo que desencadena afectaciones al sistema inmunitario innato y adaptativo, hiperreactividad bronquial, hiperplasia, estrechamiento bronquial, fibrosis alveolar, enfisema y función respiratoria. Asimismo, a nivel hepático se produce un incremento en la síntesis de proteínas plasmáticas. Algunos estudios epidemiológicos reportan un aumento en las admisiones hospitalarias por exacerbaciones respiratorias en población general y disminución en la función pulmonar, aunado a un mayor uso de medicamentos en niños asmáticos. También se han hecho estimaciones que indican una posible alza en la tasa de mortalidad diaria por padecimientos respiratorios y cardiovasculares que pueden estar relacionadas a la exposición aguda al O₃.

De acuerdo con la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de Norteamérica (USEPA por sus siglas en inglés) en su plan de revisión integral el estándar nacional de ozono, existe evidencia de una "relación probablemente causal" para exposición a largo plazo de O₃ y diversos efectos respiratorios. Adicionalmente, se encontró evidencia "sugestiva de una relación causal" para exposiciones crónicas de O₃ y otros problemas de salud, incluidos los efectos sobre el desarrollo y la reproducción (por ejemplo: bajo peso al nacer y mortalidad infantil) y los efectos del sistema nervioso central (por ejemplo, desarrollo cognitivo).

Se estima que la exposición a O₃ en el aire ambiente puede causar muertes adicionales y una pérdida de años de vida ajustados por discapacidad (DALYs por sus siglas en inglés) para el caso de enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC).

Por otro lado, el O₃ es un oxidante con alto potencial de daño a especies forestales, vegetación nativa y especies comerciales agrícolas de importancia alimentaria. Estos daños incluyen la alteración de procesos bioquímicos como la fotosíntesis y la respiración; biológicos, como la reproducción; estructurales como la degradación cuticular, así como el daño severo en las hojas por clorosis foliar y caída prematura de acículas. Estudios realizados en el centro de México indican que el ozono puede estar relacionado con la mortandad parcial o total de árboles en extensas áreas forestales, además de que puede ocasionar una reducción considerable en el rendimiento de cultivos agrícolas y provocar pérdidas económicas.

Referencia

Secretaría de Salud (2021). NORMA Oficial Mexicana 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. Consultado el 04 de mayo del 2023. Disponible en https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5633956&fecha=28/10/2021#gsc.tab=0

Casos Nuevos de Enfermedades asociadas a la Calidad del Aire

Daños a la salud	No. de Casos en el mes de abril 2023
Asma	131
Conjuntivitis	879
Infección respiratoria aguda	20,690
Otitis media aguda	131
Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC)	195
Enfermedad cerebrovascular	53
Enfermedad isquémica del corazón	69

FUENTE: Subdirección de Epidemiología del Instituto de Salud del Estado de México (ISEM)

Daños a la Salud

En el Valle de Toluca durante el mes de abril del 2023, se estima que la contaminación del aire ocasionó los siguientes daños a la salud:

- Se exacerbaron los síntomas del asma y de la conjuntivitis en 131 y 879 personas, respectivamente.
- El tres por ciento de las personas que padecieron una IRA, en esta ocasión 621 personas, se puede atribuir a la contaminación del aire.
- Durante el mes de abril 131 personas padecieron de otitis media aguda, por su probable exposición a altos niveles de contaminación del aire.
- En el mes se identificaron 195 personas con EPOC, un porcentaje de ellas podría estar relacionado con el humo del tabaco y otro más con la contaminación ambiental.
- Considerando el estimador del 25% de las muertes según la Organización Mundial de la Salud (OMS) para la Enfermedad Cerebrovascular podríamos decir que 13 personas afectadas por esta enfermedad, se dañaron por su exposición a la contaminación del aire.
- Considerando el estimador del 25% de las muertes según la OMS, para la Enfermedad Isquémica del Corazón, podríamos decir que 17 personas afectadas por esta enfermedad, se dañaron por su exposición a la contaminación del aire.

Normatividad Ambiental

NORMA Oficial Mexicana 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.

En nuestro país, la Secretaría de Salud es la dependencia responsable de evaluar la evidencia de los impactos de la contaminación atmosférica en la salud y de establecer los límites permisibles de concentración de los contaminantes en la atmósfera. Además de promover la participación multisectorial para la prevención de la exposición a la contaminación atmosférica y de elaborar y aplicar políticas y programas encaminados a reducir la contaminación del aire y mejorar la salud general.

Las NOM describen los límites permisibles para los contaminantes criterio (aquellos contaminantes normados a los que se les han establecido un límite máximo permisible de concentración en el aire ambiente, con la finalidad de proteger la salud humana y asegurar el bienestar de la población). Estas normas están condicionadas a una revisión periódica para reflejar la información reciente sobre los efectos en la salud y la gestión de la calidad del aire.

El cumplimiento gradual para los valores límite de ozono (O₃) en el aire ambiente de acuerdo a la NOM-020-SSA1-2021 son los siguientes:

Concentración	Años 2022-2023		Años 2024-2025		A partir de 2026	
<i>De 1 hora</i>	176 µG/ M3*	0.090 PPM*	176 µG/M3	0.090 PPM	176 µG/M3	0.090 PPM
<i>De 8 horas</i>	127 µG/ M3	0.065 PPM	118 µG/M3	0.060 PPM	100 µG/M3	0.051 PPM

*Microgramo por metro cúbico (µg/m³)

*Partes por millón (ppm)

Un sitio de monitoreo cumple con lo establecido en esta Norma para O₃ si no rebasa los valores límites del promedio de 1 hora y promedio móvil de 8 horas, establecidos en la tabla anterior.

Recomendaciones

Ozono

Índice AIRE Y SALUD	Nivel de riesgo asociado	Recomendaciones	
		Grupos sensibles	Para toda la población
Buena	Bajo Se considera que el riesgo es mínimo.	Disfruta las actividades al aire libre.	
Aceptable	Moderado Las personas sensibles pueden experimentar síntomas respiratorios (asmáticos).	Considerar reducir las actividades que requieran esfuerzo prolongado o intenso al aire libre ya que incrementan la dosis de contaminantes inhalados, y prestar atención a la aparición de síntomas como tos o dificultad para respirar, ya que esto es indicativo de que se debe reducir el esfuerzo.	Disfruta las actividades al aire libre.
Mala	Alto Probabilidad de disminución en la capacidad pulmonar en personas sanas. Incremento en la probabilidad de aparición de síntomas respiratorios en personas sensibles (niños, ancianos, personas con deficiencias nutricionales, personas que realizan actividades en exteriores, ciclistas, trabajadores). En personas con enfermedades respiratorias (EPOC, asma) y cardíacas (angina de pecho) hay aumento en la probabilidad de agravamiento y disminución en la tolerancia de la actividad física, así como mayor probabilidad de muertes prematuras en personas con enfermedad cardíaca o pulmonar.	Evitar realizar actividades que requieran esfuerzo prolongado o intenso, al aire libre. Evita realizar actividades cívicas, culturales, deportivas y de recreo al aire libre. No agravar los efectos de esta contaminación al exponerse a factores irritantes adicionales, como: humo de tabaco, uso de disolventes en espacio interior, exposición al polen según temporada.	Reduce las actividades físicas vigorosas al aire libre.
Muy Mala	Muy Alto Mayor probabilidad de presencia de síntomas respiratorios en población general. Agravamiento de síntomas respiratorios en poblaciones sensibles (niños, adultos mayores, personas que trabajan en exteriores, ciclistas) y en personas con enfermedad pulmonar (EPOC y asma). Incremento en síntomas cardiovasculares, como dolor precordial, en personas enfermas del corazón, así como mayor probabilidad de muertes prematuras en personas con enfermedad cardíaca o pulmonar.	Evitar la realización de actividades que requieran esfuerzo prolongado o intenso y tener en cuenta la posibilidad de realizar las actividades al interior de edificios o reprogramarlas. Sobre todo, acudir al médico si se presentan síntomas respiratorios o cardíacos. Dar prioridad a las salidas breves y que requieran el menor esfuerzo	Evita las actividades físicas moderadas y vigorosas al aire libre.
Extremadamente Mala	Extremadamente Alto Incremento en la probabilidad de síntomas severos respiratorios en población general. Serios efectos respiratorios y agravamiento de síntomas en personas sensibles (niños, adultos mayores, persona con deficiencias nutricionales) y en personas con enfermedad pulmonar (asma y EPOC). Agravamiento de síntomas cardiovasculares en enfermos del corazón (como angina de pecho) e incremento en la probabilidad de muerte prematura en personas con enfermedad pulmonar y cardíaca.	Toda la población debe permanecer en espacios interiores y acudir al médico si se presentan síntomas respiratorios o cardíacos.	

Recomendaciones

Ozono

Adicionalmente:

- **Usa el transporte público**, prefiere andar en **bicicleta y caminar** si requieres desplazarte a distancias cortas; si te es posible, comparte automóvil.
- **Mantén tu automóvil bien afinado** y con buen mantenimiento en general; **llena el tanque de gasolina de tu vehículo, por las noches.**
- **No enciendas fogatas ni quemes basura**, llantas u otros materiales. Si vives cerca de una zona de incendio, donde el humo sea denso, coloca toallas húmedas en las ranuras de puertas y ventanas.
- **Hidrátate continuamente**, tomando al menos 1.5 litros de agua al día.
- **Evita el uso de lentes de contacto.**
- En caso de contar con **aire acondicionado, utilízalo en modo de "recirculación"**.



FUENTE:

- Comisión Ambiental de la Megalópolis. Precauciones para evitar daños a la salud en Temporada de Ozono. <https://www.gob.mx/comisionambiental/articulos/precauciones-para-evitar-danos-a-la-salud-en-temporada-de-ozono?idiom=es>
- INSP. Consejos para protegerse de la contaminación del aire. <https://www.insp.mx/avisos/4943-recomendaciones-contaminacion-aire.html>