

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.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- SALUD.- Secretaría de Salud.

ALEJANDRO ERNESTO SVARCH PÉREZ, Comisionado Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, con fundamento en lo dispuesto por los artículos 39 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 4 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo; 3o, fracción XIII, 13, apartado A, fracciones I y IX, 17 Bis, fracciones II, III y XI, 104, fracción II, 116, 117, 118, fracción I y 119, fracción I de la Ley General de Salud; 38, fracción II, 40, fracción XI, 43 y 47, fracción IV de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 33 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y 3, fracción I, inciso n y 10, fracciones IV y VIII del Reglamento de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios, y

CONSIDERANDO

Que con fecha 28 de septiembre de 2020, en cumplimiento del acuerdo del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario y de lo previsto por el artículo 47, fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, se publicó en el Diario Oficial de la Federación, el Proyecto de la presente Norma, a efecto de que dentro de los 60 días naturales siguientes a dicha publicación, los interesados presentaran sus comentarios ante dicho Comité;

Que con fecha previa, fue publicada en el Diario Oficial de la Federación, la respuesta a los comentarios recibidos por el mencionado Comité, en los términos del artículo 47, fracciones II y III de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización;

Que la presente Norma se sometió al procedimiento de mejora regulatoria de conformidad con lo dispuesto por la Ley General de Mejora Regulatoria; indicando que no afecta a la industria actualmente establecida, obteniéndose la exención de análisis de impacto regulatorio el 3 de septiembre de 2020, y

Que en atención a las anteriores consideraciones, contando con la aprobación del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, he tenido a bien expedir y ordenar la publicación en el Diario Oficial de la Federación de 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

PREFACIO

En la elaboración de esta Norma participaron:

Secretaría de Salud

Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios

Instituto Nacional de Salud Pública

Centro de Investigación en Salud Poblacional

Secretaría de Energía

Subsecretaría de Hidrocarburos

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático

Coordinación General de Contaminación y Salud Ambiental

Petróleos Mexicanos

Dirección Corporativa de Planeación, Coordinación y Desempeño

Instituto Mexicano del Petróleo

Dirección de Investigación en Transformación de Hidrocarburos

Gobierno de la Ciudad de México

Servicios de Salud

Secretaría de Medio Ambiente

Gobierno del Estado de Guanajuato

Dirección General de Protección contra Riesgos Sanitarios

Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial

Gobierno del Estado de Campeche

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Gobierno del Estado de Hidalgo

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Gobierno del Estado de Jalisco

Comisión para la Protección contra Riesgos Sanitarios

Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial

Gobierno del Estado de México

Coordinación de Regulación Sanitaria

Secretaría de Medio Ambiente

Gobierno del Estado de Morelos

Comisión para la Protección contra Riesgos Sanitarios

Secretaría de Desarrollo Sustentable

Gobierno del Estado de Puebla

Servicios de Salud del Estado de Puebla

Secretaría del Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial.

Gobierno del Estado de Tlaxcala

Comisión Estatal para la Protección contra Riesgos Sanitarios

Coordinación General de Ecología

Gobierno del Estado de Tamaulipas

Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente

Universidad Nacional Autónoma de México

Centro de Ciencias de la Atmósfera

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN

Departamento de Toxicología

Greenpeace México

Red por los Derechos de la Infancia en México

ÍNDICE

0. Introducción.

1. Objetivo y campo de aplicación.

2. Referencias normativas.

3. Términos y definiciones.

4. Símbolos y términos abreviados.

5. Especificaciones.

6. Métodos de prueba.

7. Concordancia con normas internacionales y mexicanas.

8. Bibliografía.

9. Observancia de la Norma.

10. Vigencia.**0. Introducción**

Los óxidos de nitrógeno (NO_x) comprenden un grupo de especies químicas que es la suma del monóxido de nitrógeno (NO) y del dióxido de nitrógeno (NO_2), se producen principalmente durante los procesos de combustión en los motores, en las calderas, estufas y calentadores domésticos, entre otros, además también se emiten durante los incendios. El compuesto de mayor importancia por sus efectos en la salud dentro de los NO_x , es el NO_2 , que puede ser de origen primario, a partir de la oxidación del nitrógeno atmosférico durante la combustión, o secundario, por la oxidación en la atmósfera del NO , el cual tiene como fuente principal, los vehículos, sin embargo, este se oxida en la atmósfera para formar NO_2 ; éste desempeña un rol importante en la formación de ozono troposférico en ambientes urbanos y rurales, además, los NO_x son precursores de aerosoles de nitrato de amonio.

De acuerdo al Inventario Nacional de Emisiones de México 2016 (SEMARNAT, 2019), se emiten 3,059,940.51 toneladas anuales de NO_x , donde las fuentes móviles son el principal origen de la emisión con un 43.71%, seguida de las fuentes naturales con 37.68%, (actividad microbiana del suelo) las fuentes fijas con 14.35% (generación de energía eléctrica) y las fuentes de área con 4.26% (combustible agrícola y doméstica e incendios forestales).

Efectos a corto plazo

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US EPA por sus siglas en inglés) realizó una evaluación científica integrada (ISA por sus siglas en inglés) referente a los efectos en salud de los NO_x , en los que se concluye que existe una relación causal entre la exposición a corto plazo de NO_2 y efectos respiratorios basados en la evidencia de exacerbación del asma. Esta conclusión proviene de un análisis de estudios controlados de exposición humana a NO_2 que examinan el potencial inducido en la capacidad de respuesta de la vía aérea en individuos con asma. Evidencia adicional proviene de estudios epidemiológicos que reportan asociaciones entre exposición de corto plazo a NO_2 y una serie de resultados respiratorios relacionados con la exacerbación del asma y sus consecuencias, reflejadas en el aumento de hospitalizaciones y emergencias, consultas médicas tanto en niños como adultos.

Estudios epidemiológicos asocian el incremento en los niveles de NO_2 con el aumento de consultas de urgencia por causa respiratoria entre 2.2 y 2.8 %, así como las hospitalizaciones por infecciones de la vía aérea superior e inferior en 20.6 y 32.1% por cada incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente (Cheng Y *et al.*, 2019; Xia X., *et al.*, 2017).

En dos meta-análisis realizados en el Reino Unido que incluyen 120 estudios de 8 países distintos, reportan que por cada $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en la concentración de NO_2 , existe una asociación en el incremento en el riesgo de mortalidad por causa respiratoria (0.7 y 1.4 %) en la población general, mientras que en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) es del 1.8%, por lo que este último grupo es altamente vulnerable a la variación diaria de NO_2 (MILLS I. C., *et al.* 2016; NEWELL K., *et al.*, 2018). Otro grupo con alto riesgo, y como lo indican los estándares nacionales de calidad del aire ambiente (NAAQS por sus siglas en inglés) de la US EPA (2018), es de personas asmáticas, ya que se ha demostrado un incremento, estadísticamente significativo de síntomas respiratorios de 3%, un incremento en la mortalidad general por causa cardiovascular (0.9 y 3.5 %) y una asociación por evento cerebrovascular de aproximadamente 1.1 %. Dichas asociaciones se encontraron incluso en poblaciones que presentan concentraciones diarias promedio entre 8 y $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Efectos a largo plazo

Además de los efectos de la exposición a corto plazo, el ISA 2016 de la US EPA correspondiente a NO_x concluye que existe una relación causal entre la exposición de largo plazo a NO_2 y efectos respiratorios, este resultado está basado en la evidencia del desarrollo del asma en niños. La evidencia más fuerte que apoya esta conclusión viene de estudios epidemiológicos recientes que demuestran asociaciones entre la exposición de largo plazo a NO_2 con la incidencia y prevalencia del asma. Como evidencia adicional, se observó en estudios experimentales una plausibilidad biológica de potenciar el mecanismo de acción por el cual la exposición a NO_2 puede contribuir al desarrollo de asma (O'Connor G. T., *et al.* 2006; Weinmayr G., *et al.*, 2010).

El valor guía actual de la Organización Mundial de la Salud (OMS) de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ media anual (0.021 ppm a condiciones de referencia), se estableció para proteger la salud de la población de los efectos de la exposición crónica a NO_2 . Sin embargo, se han observado efectos crónicos incluso a niveles aún por debajo de este límite (OMS, 2005). Un meta-análisis publicado en 2018, incluye 28 estudios y muestra una asociación positiva a la exposición por cada incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de NO_2 de forma crónica con un aumento en el riesgo en el desarrollo, prevalencia, hospitalizaciones y mortalidad de pacientes con EPOC en 1.3 a 2.6%. Por

otro lado, dos meta-análisis han demostrado que éste incremento de exposición puede aumentar el riesgo de presentar cáncer pulmonar y su mortalidad relacionada entre 4 y 5% (Atkinson R. W., *et al.*, 2015).

En diversos estudios se presenta una asociación con la exposición crónica al contaminante atmosférico y la mortalidad de origen cardiovascular, con incrementos desde el 3 al 23% (por cada incremento de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Así mismo, se reporta un aumento del riesgo en la incidencia de eventos isquémicos cardiacos en 12 % y del 5 % en su mortalidad (Atkinson R. W., *et al.*, 2019).

La US EPA (ISA, 2016) indica que la población más susceptible a la exposición a NO_2 son individuos asmáticos, principalmente los niños que se encuentran expuestos pueden llegar a desarrollar problemas de asma. Un estudio reciente presenta un incremento en la incidencia de casos de asma en 9% por cada incremento de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en una población de menores a 17 años, en ciudades con exposiciones anuales promedio menores a 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Oudin A., *et al.*, 2017).

Recientemente se ha asociado la exposición a NO_2 con diabetes mellitus, el Lupus Eritematoso Sistémico (SLE), y alteraciones a nivel molecular (Jung C. R., *et al.*, 2016; Strak M., *et al.*, 2017).

Con el objetivo de prevenir los posibles efectos negativos sobre la salud humana por la exposición al contaminante criterio NO_2 en el aire ambiente, entre ellos al dióxido de nitrógeno, el Estado mexicano reconoce en el Artículo 4 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, el derecho de toda persona a la protección de su salud, así como el derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. En este sentido, el artículo 118, fracción I de la Ley General de Salud, dispone que corresponde a la Secretaría de Salud, determinar los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente.

De acuerdo con el Informe Nacional de Calidad del Aire 2017 (INECC, 2018), de los 20 Sistemas de Monitoreo de Calidad del Aire que se analizaron, 46 ciudades y zonas metropolitanas contaron con capacidad para medir NO_2 en 126 estaciones de monitoreo, en todas se cumplió con el límite de 0.21 ppm.

La Norma Oficial Mexicana NOM-023-SSA1-1993. "Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al bióxido de nitrógeno (NO_2). Valor normado para la concentración de bióxido de nitrógeno (NO_2) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población", especificaba como límite máximo de la concentración promedio de 1 hora en 0.21 ppm (395.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), el cual es un valor mayor al recomendado por la OMS y además no se consideraba un valor establecido para la exposición crónica, por estas razones, se emite la presente Norma Oficial Mexicana que actualiza sus valores para cumplir con el objetivo de protección a la salud.

1. Objetivo y campo de aplicación

1.1 Objetivo

Esta Norma tiene por objeto establecer los valores límites permisibles de concentración de dióxido de nitrógeno en el aire ambiente como medida para la protección a la salud humana; así como los criterios para su evaluación.

1.2 Campo de aplicación

Esta Norma es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional, para las autoridades federales y locales que tengan a su cargo la vigilancia y evaluación de la calidad del aire, las cuales deberán tomar como referencia los valores límite establecidos en esta Norma, para efectos de proteger la salud de la población.

2. Referencias normativas

Para la correcta aplicación de esta Norma es necesario consultar las siguientes Normas Oficiales Mexicanas o las que la sustituyan:

2.1 Norma Oficial Mexicana NOM-037-SEMARNAT-1993, *Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de bióxido de nitrógeno en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.*

2.2 Norma Oficial Mexicana NOM-156-SEMARNAT-2012, *Establecimiento y operación de sistemas de monitoreo de la calidad del aire.*

3. Términos y definiciones

Para efectos de esta Norma se entiende por:

3.1 Aire ambiente

A la mezcla de elementos y compuestos gaseosos, líquidos y sólidos, orgánicos e inorgánicos, presentes en la atmósfera.

3.2 Año calendario

Al periodo comprendido entre el 1 de enero y el 31 de diciembre de un mismo año.

3.3 Concentraciones horarias

Al promedio o media aritmética de las concentraciones de contaminantes registradas en el intervalo de tiempo de 60 minutos delimitado por los minutos 1 y 60 de la hora local.

3.4 Microgramo por metro cúbico

A la expresión de concentración en masa del contaminante (en microgramos) en un volumen de aire (metro cúbico) a 25 °C (298.16 K) de temperatura y con una atmósfera (101.3 kPa) de presión.

3.5 Partes por millón

A la expresión de la concentración en unidades de volumen del gas contaminante relacionado con el volumen de aire ambiente. Para el dióxido de nitrógeno su equivalente en unidades de peso por volumen, 1 ppm de NO₂ es igual a 1881.5 µg/m³, a 25 °C (298.16 K) de temperatura y 1 atmósfera (101.3 kPa) de presión.

3.6 Promedio anual

Al promedio aritmético de las concentraciones horarias registradas en un año calendario.

3.7 Sitio de monitoreo

Al lugar en donde se miden, de forma continua, las concentraciones ambientales de contaminantes criterio como el dióxido de nitrógeno con el objetivo de determinar la exposición de la población a este contaminante.

3.8 Valor límite

A la concentración máxima permisible de un contaminante en el aire ambiente.

4. Símbolos y términos abreviados

- 4.1 atm** Atmósfera de presión
- 4.2 NO₂** Dióxido de nitrógeno
- 4.3 NO** Monóxido de nitrógeno
- 4.4 NO_x** Óxidos de nitrógeno
- 4.5 °C** Grado Celsius
- 4.6 K** Kelvin
- 4.7 kPa** Kilopascal
- 4.8 µg/m³** Microgramo por metro cúbico
- 4.9 OMS** Organización Mundial de la Salud
- 4.10 ppm** Partes por millón
- 4.11 %** Por ciento

5. Especificaciones

5.1 Valores límite para la concentración ambiental de dióxido de nitrógeno (Tabla 1):

Tabla 1 - Valores límite de NO₂ en el aire ambiente

Concentración	NO ₂ (µg/m ³)	NO ₂ (ppm)	Forma de cálculo
De 1 hora	200	0.106	Obtenido como el máximo de las concentraciones horarias, calculado como se especifica en el inciso 5.2 de esta Norma.
Anual	40	0.021	Obtenido como el promedio aritmético de las concentraciones horarias, calculado como se especifica en el inciso 5.2 de esta Norma.

Nota: Los valores límite están establecidos a condiciones de referencia, temperatura de 25°C (298K) y 1 atm de presión (101.3 kPa).

5.2. Manejo de datos para determinar el cumplimiento de los valores límites de NO₂.

5.2.1 Redondeo. En cada sitio de monitoreo, las concentraciones horarias en ppm, deberán tener 3 cifras decimales significativas. Si se cuenta con valores de 4 o más cifras decimales, el valor será redondeado de la

siguiente manera: si el cuarto decimal es un número entre 5 y 9, el valor de tercer decimal se incrementará al inmediato superior; si es valor del cuarto decimal es 4 o menor el valor del tercer decimal no se incrementa.

Para determinar el cumplimiento de los valores límite, la concentración deberá tener 3 cifras decimales significativas, de acuerdo al redondeo descrito en el párrafo anterior.

5.2.2 Requerimientos de suficiencia de datos para la obtención de promedios en equipos de monitoreo automáticos (Tabla 2):

Tabla 2 - Requerimientos de suficiencia de datos

Concentración	Requerimiento
Promedio horario	Para el cálculo del promedio horario se requerirá un mínimo de 75 % de las concentraciones de minutos válidas en una hora (45 registros).
Promedio anual	Para el cálculo del promedio anual se requerirá un mínimo de 75 % de las concentraciones horarias válidas en el año.

5.2.3 Un sitio de monitoreo cumple con lo establecido en esta Norma para NO₂ si no rebasa los valores límites de 1 hora y promedio anual.

5.2.4 Determinación del cumplimiento de la Norma de NO₂ en un año calendario.

5.2.4.1 Un sitio de monitoreo cumple con el valor límite de 1 hora cuando el máximo de las concentraciones horarias sea menor o igual a 0.106 ppm. En caso de que se tenga menos del 75 % de los registros en el periodo y al menos 1 de las concentraciones horarias sea mayor que 0.106 ppm, se incumplirá la Norma.

5.2.4.2 Un sitio de monitoreo cumple con el valor límite anual cuando el promedio aritmético de las concentraciones horarias en el periodo sea menor o igual a 0.021 ppm.

6. Métodos de prueba

El método de prueba para la determinación de la concentración de NO₂ en el aire ambiente y el procedimiento para la calibración de los equipos de medición, estaciones o sistemas de monitoreo de la calidad del aire con fines de difusión o cuando los resultados tengan validez oficial, son los establecidos en la Norma Oficial Mexicana citada en el inciso 2.1 del Capítulo de Referencias normativas de esta Norma.

7. Concordancia con Normas internacionales y mexicanas

Esta Norma no es equivalente a ninguna Norma internacional ni mexicana.

8. Bibliografía

8.1 Atkinson R. W., Butland B. K., Anderson H. R., Maynard R. L., (2018) *Long-term Concentrations of Nitrogen Dioxide and Mortality: A Meta-analysis of Cohort Studies*. *Epidemiology*. 29(4):460-472.

8.2 Casas Castillo M. C., Alarcón Jordán M., 1999. *Meteorología y Clima*. ISBN: 84-8301-355-X.

8.3 Chen G., Wan X., Yang G., Zou X., *Traffic-related air pollution and lung cancer: A meta-analysis*. *Thorac Cancer*, 6(3): 307-318.

8.4 Chen L., Villeneuve P. J., Rowe B. H., Liu L., Stieb D. M., (2014), *The Air Quality Health Index as a predictor of emergency department visits for ischemic stroke in Edmonton, Canada*, *J. Expo Sci. Environ. Epidemiol.*, 24(4): 358-364.

8.5 Chen X., Zhang L. W., Huang J. J., Song F. J., Zhang L. P., Qian Z. M., Trevathan E., et al. (2016), *Long-term exposure to urban air pollution and lung cancer mortality: A 12-year cohort study in Northern China*, *Sci. Total Environ.*, 15;571:855-861.

8.6 Cheng Y., Ermolieva T., Cao G. Y., Zheng X., (2018), *Health Impacts of Exposure to Gaseous Pollutants and Particulate Matter in Beijing-A Non-Linear Analysis Based on the New Evidence*. *Int J Environ Res Public Health*, 10;15(9).

8.7 Faustini A., Rapp R., Forastiere F., (2014), *Nitrogen dioxide and mortality: review and meta-analysis of long-term studies*, *Eur Respir J.*, 44(3):744-53.

8.8 Gruziova O., Xu C. J., Breton C. V., Annesi-Maesano I., et al., (2017) *Epigenome-Wide Meta-Analysis of Methylation in Children Related to Prenatal NO₂ Air Pollution Exposure*, *Environ Health Perspect.*, 125(1): pp. 104-110.

8.9 Hamra G. B., Laden F., Cohen A. J., Raaschou-Nielsen O., Brauer M., Loomis D., (2015) *Lung Cancer and Exposure to Nitrogen Dioxide and Traffic: A Systematic Review and Meta-Analysis*, *Environ Health Perspect.*, 123(11):1107-1112.

- 8.10** Hu C. Y., Fang Y., Li F. L., et al., (2019), *Association between ambient air pollution and Parkinson's disease: Systematic review and meta-analysis*, Environ Res. 168:448-459.
- 8.11** Instituto Nacional de Ecología (INE-SERMARNAT). 2011. *Cuarto almanaque de datos y tendencias de la calidad del aire en 20 ciudades mexicanas (2000-2009)*. México, D.F.
- 8.12** Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). 2018. *Informe Nacional de Calidad del Aire 2017*, México. Coordinación General de Contaminación y Salud ambiental, Dirección de Investigación de Calidad del Aire y Contaminantes Climáticos. Ciudad de México. Diciembre 2018.
- 8.13** Jung C. R., Chung W. T., Chen W. T., et al., (2019), *Long-term exposure to traffic-related air pollution and systemic lupus erythematosus in Taiwan: A cohort study*. Sci Total Environ., 668:342-349.
- 8.14** Lertxundi A, Baccini M, Lertxundi N, et al. *Exposure to fine particle matter, nitrogen dioxide and benzene during pregnancy and cognitive and psychomotor developments in children at 15 months of age*. Environ Int. 2015 Jul;80:33-40.
- 8.15** Liang Z., Xu C., Cao Y., Kan H. D., Chen R. J., Yao C. Y., Liu X. L., Xiang Y., Wu N., Wu L., Li Y. F., Ji A. L., (2019), *The association between short-term ambient air pollution and daily outpatient visits for schizophrenia: A hospital-based study*. Environ Pollut., 244:102-108.
- 8.16** Linares B., M. Guizar J., Amador, N., Garcia, A., Miranda, V., Perez, J. R., Chapela, R., 2010. *Impact of air pollution on pulmonary function and respiratory symptoms in children. Longitudinal repeated-measures study*. BMC Pulmonary Medicine, 10: 62.
- 8.17** Liu L., Poon R., Chen L., Frescura A. M., Montuschi P., Ciabattini G., Wheeler A., Dales R., (2009). *Acute effects of air pollution on pulmonary function, airway inflammation, and oxidative stress in asthmatic children*. Environ. Health Perspect 117(4): 668-674.
- 8.18** Mills I. C., Atkinson R. W., Anderson H. R., et al. (2016), *Distinguishing the associations between daily mortality and hospital admissions and nitrogen dioxide from those of particulate matter: a systematic review and meta-analysis*, BMJ Open. 6(7):e010751.
- 8.19** Milojevic A., Wilkinson P., Armstrong B., Bhaskaran K., Smeeth L., Hajat S., (2014). *Short-term effects of air pollution on a range of cardiovascular events in England and Wales: case-crossover analysis of the MINAP database, hospital admissions and mortality*. Heart, 100(14): 1093-1098.
- 8.20** Newell K., Kartsonaki C., Lam K. B. H., et al., (2018), *Cardiorespiratory health effects of gaseous ambient air pollution exposure in low and middle income countries: a systematic review and meta-analysis*., Environ Health, 18;17(1):41.
- 8.21** Nyberg F., Gustavsson P., Järup L., Bellander T., Berglind N., Jakobsson R., Pershagen G., (2000), *Urban air pollution and lung cancer in Stockholm*. Epidemiology 11(5):487-495.
- 8.22** O'connor G. T., Neas L., Vaughn B., Kattan M., Mitchell H., Crain, E. F., Evans R., Gruchalla R., Morgan W., Stout J., Adams G. K., Lippmann M., (2008). *Acute respiratory health effects of air pollution on children with asthma in US inner cities*. J Allergy Clin Immunol, 121(5): 1133-1139.
- 8.23** Organización Mundial de la Salud (OMS)., 2005. *Guías de Calidad del Aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre* [En línea] [Consulta: 29 mayo 2019]. Disponible en: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69478/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf;jsessionid=2AC85F7FC5F727C4C6C10E06AE3CF64B?sequence=1
- 8.24** Oudin A., Bråbäck L., Åström D. O., et al., (2016), *Association between neighbourhood air pollution concentrations and dispensed medication for psychiatric disorders in a large longitudinal cohort of Swedish children and adolescents*. BMJ Open. 6(6):e010004
- 8.25** Oudin A., Bråbäck L., Oudin Åström D., et al., (2017), *Air Pollution and Dispensed Medications for Asthma, and Possible Effect Modifiers Related to Mental Health and Socio-Economy: A Longitudinal Cohort Study of Swedish Children and Adolescents*, Int J Environ Res Public Health. 16;14(11).
- 8.26** Peel J. L., Metzger K. B., Klein M., Flanders W. D., Mulholland J. A., Tolbert P. E., (2007). *Ambient air pollution and cardiovascular emergency department visits in potentially sensitive groups*. Am J Epidemiol 165(6): 625-633.
- 8.27** Pereira L. A., Loomis D., Conceicao G. M., Braga A. L., Arcas R. M., Kishi H. S., Singer J. M., Böhm G. M., Saldiva P.H., (1998). *Association between air pollution and intrauterine mortality in Sao Paulo, Brazil*, Environ Health Perspect, 106(6): 325-329.
- 8.28** Poloniecki J. D., Atkinson R. W., De Leon A. P., Anderson H. R., (1997). *Daily time series for cardiovascular hospital admissions and previous day's air pollution in London, UK*. Occup Environ Med, 54(8): 535-540.

8.29 Rivera Palacios M., Hernández Cadena L., tesis para obtener el grado de Especialidad en Salud Pública y Medicina Preventiva. Instituto Nacional de Salud Pública. Ciudad de México, D.F. 2013.

8.30 Rodríguez-Villamizar L. A., Rojas-Roa N. Y., Fernández-Niño J. A., (2019), *Short-term joint effects of ambient air pollutants on emergency department visits for respiratory and circulatory diseases in Colombia, 2011-2014*. Environ Pollut. [En línea]. 248:380-387. [Consulta: 20 febrero 2019].

8.31 Schembari A., Nieuwenhuijsen M. J., Salvador J., et al., (2014) *Traffic-related air pollution and congenital anomalies in Barcelona*. Environ Health Perspect. 122(3):317-323.

8.32 Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), <https://www.gob.mx/semarnat/documentos/documentos-del-inventario-nacional-de-emisiones>, [En línea] [Consulta: 23 abril 2019].

8.33 Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), *Inventario Nacional de Emisiones de México (INEM) 2016*, [En línea] [Consulta: 29 mayo 2019]. Disponible en: <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/inventario-nacional-de-emisiones-de-contaminantes-criterio-inem>

8.34 Son J. Y; Lee, Jt; Park, Yh; Bell, Ml. (2013). *Short-term effects of air pollution on hospital admissions in Korea*. Epidemiology 24: 545-554.

8.35 Strak M., Janssen N., Beelen R., et al., (2017), *Long-term exposure to particulate matter, NO₂ and the oxidative potential of particulates and diabetes prevalence in a large national health survey*. Environ Int., 108, pp. 228-236.

8.36 Strickland M. J., Darrow L. A., Klein M., Flanders W. D., Sarnat J. A., Waller L. A., Sarnat S. E., Mulholland J. A., Tolbert P. E., (2010). *Short-term associations between ambient air pollutants and pediatric asthma emergency department visits*. Am J Respir Crit Care Med, 182(3): 307-316.

8.37 Unión Europea (UE). 2014. Air Quality Standards. [En línea] [Consulta: 29 mayo 2019]. Disponible en: <http://ec.europa.eu/environment/air/quality/standards.htm>

8.38 USEPA (United States Environmental Protection Agency)., (2014). *National Ambient Air Quality Standards (NAAQS)*. <https://www.epa.gov/criteria-air-pollutants/naaqs-table>.

8.39 Vineis P., Hoek G., Krzyzanowski M., Vigna-Taglianti F., Veglia F., Airolidi L. et al. (2006) *Air pollution and risk of lung cancer in a prospective study in Europe*. Int J Cancer 119(1):169-174.

8.40 Weinmayr G., Romeo E., De Sario M., Weiland S. K., Forastiere F., (2010) *Short-term effects of PM₁₀ and NO₂ on respiratory health among children with asthma or asthma-like symptoms: a systematic review and meta-analysis*. Environ Health Perspect. 118(4):449-57.

8.41 Xia X., Zhang A., Liang S., et al., (2017), *The Association between Air Pollution and Population Health Risk for Respiratory Infection: A Case Study of Shenzhen, China.*, Int J Environ Res Public Health, 23;14(9).

8.42 Yang H., Li S., Sun L., et al., (2019), *Smog and risk of overall and type-specific cardiovascular diseases: A pooled analysis of 53 cohort studies with 21.09 million participants.*, Environ Res., 172:375-383.

8.43 Zhang Z., Wang J., Lu W., (2018), *Exposure to nitrogen dioxide and chronic obstructive pulmonary disease (COPD) in adults: a systematic review and meta-analysis*. Environ Sci Pollut Res Int., 25(15): 15133-15145.

8.44 Zhong J. Y., Lee Y. C., Hsieh C. J., Tseng C. C., Yiin L. M., (2018), *Association between Dry Eye Disease, Air Pollution and Weather Changes in Taiwan*. Int J Environ Res Public Health., 16; 15 (10).

9. Observancia de la Norma

9.1 Las autoridades competentes en sus diferentes órdenes de gobierno, federal y local en el ámbito de sus atribuciones, vigilarán la observancia de la presente Norma Oficial Mexicana.

10. Vigencia

10.1 La presente Norma entrará en vigor a los 60 días naturales siguientes al de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

TRANSITORIOS

PRIMERO.- La entrada en vigor de la presente Norma deja sin efectos a la Norma Oficial Mexicana NOM-023-SSA1-1993, "Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente. Con respecto al bióxido de nitrógeno (NO₂). Valor normado para la concentración de bióxido de nitrógeno (NO₂) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población", publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de diciembre de 1994.

SEGUNDO.- El inciso 5.2.4 será aplicable en el año calendario subsecuente al de la publicación de esta Norma.

Ciudad de México, a 15 de septiembre de 2021.- El Comisionado Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, Alejandro Ernesto Svarch Pérez.- Rúbrica.