

Incidencia de los contaminantes atmosféricos sobre enfermedades respiratorias en zonas de 2 municipios de La Habana en el trienio 2015 - 2017



<https://cu-id.com/2377/v29n4e02>

Incidence of atmospheric pollutants on respiratory diseases in areas of 2 municipalities of Havana in the three-year period 2015 - 2017

✉ Francisco Reyes Hernández¹, ✉ Osvaldo Cuesta Santos^{2*}, ✉ Roberto González Cruz¹,
✉ Daniel Palacio Iglesias¹, ✉ Mileyde Guzmán Vila¹

¹Instituto de Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología del MINSAP, Cuba.

²Instituto de Meteorología del CITMA, Cuba.

RESUMEN: La contaminación atmosférica agrava las enfermedades respiratorias, vasculares y el cáncer. La incidencia de la contaminación atmosférica en zonas de los municipios Centro Habana y Cerro sobre las enfermedades respiratorias durante el trienio 2015-2017, es el objetivo principal del presente estudio. Se realizó un estudio observacional descriptivo del SO₂, NO₂ y material particulado menor de 10 micras. Se incluyeron valores de tendencia central, porcentaje de transgresión de concentraciones máximas admisibles (CMA), valores máximos y percentiles 90, 95 y 99. El PM₁₀ es el mayor contribuyente al deterioro de la calidad del aire aun reduciéndose sus tenores. Los percentiles muestran al año 2015 con mayor presencia de PM₁₀, NO₂ y SO₂, este último vuelve a superar la CMA en el percentil 99 en el año 2017. La estimación de riesgos asociados a altas concentraciones de SO₂, NO₂ y PM₁₀, mostró que mejora la calidad del aire, pero persisten riesgos de salud, sobre todo para el PM₁₀. El Área de Salud Abel Santamaría, fue la más afectada en indicadores de salud en el trienio. Se recomienda combinar los resultados del monitoreo de contaminantes atmosféricos con la vigilancia epidemiológica, evaluando funciones concentración-respuesta propias, e incorporar mediciones meteorológicas para conocer su influencia sobre los contaminantes a evaluar.

Palabras claves: Contaminantes atmosféricos, calidad del aire, enfermedades respiratorias.

ABSTRACT: Air pollution aggravates respiratory and vascular diseases and cancer. The incidence of air pollution in areas of the Centro Habana and Cerro municipalities on respiratory diseases during the 2015-2017 triennium is the main objective of this study. A descriptive observational study of SO₂, NO₂ and particulate matter smaller than 10 microns was carried out. Values of central tendency, percentage of transgression of maximum admissible concentrations (CMA), maximum values and 90th, 95th and 99th percentiles were included. PM₁₀ is the greatest contributor to the deterioration of air quality even though its contents are reduced. The percentiles show the year 2015 with a greater presence of PM₁₀, NO₂ and SO₂, the latter once again exceeding the CMA at the 99th percentile in 2017. The estimation of risks associated with high concentrations of SO₂, NO₂ and PM₁₀, showed that air quality improves, but health risks persist, especially for PM₁₀. The Abel Santamaría Health Area was the most affected in terms of health indicators in the three-year period. It is recommended to combine the results of the monitoring of air pollutants with epidemiological surveillance, evaluating their own concentration-response functions, and incorporating meteorological measurements to determine their influence on the pollutants to be evaluated.

Keywords: Air pollutants, air quality, respiratory diseases.

*Autor para la correspondencia: Osvaldo Cuesta Santos. E-mail: cuestaosvaldo52@gmail.com

MSc. Francisco Reyes Hernández. E-mail: francisco@inhem.sld.cu

Dr. Osvaldo Cuesta Santos. E-mail: osvaldo.cuesta@insmet.cu

MSc. Roberto González Cruz. E-mail: roberto.glez@infomed.sld.cu

Daniel Palacio Iglesias. E-mail: danielpalacioiglesia@gmail.com

Tec. Mileyde Guzmán Vila. E-mail: mileydis@inhem.sld.cu

Recibido: 16/06/2023

Aceptado: 28/08/2023

Declaración de conflicto de intereses: Los autores declaran que no existen conflictos de intereses en la realización del estudio.

Contribución de los autores: Todos los autores contribuyeron al diseño del estudio y la redacción del artículo. Asimismo, todos los autores aprobaron la versión final.

Este artículo se encuentra bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

INTRODUCCIÓN

El conocimiento de la calidad del aire en una zona determinada, es un dato imprescindible para el diseño de la protección de los seres vivos y de su hábitat. Conocer con qué fuentes, con qué sustancias y en qué medida se contamina una región, es un estudio de suma importancia en la actualidad, donde cada vez más la actividad humana influye en el cambio negativo de su entorno y donde se impone una labor pensada y planificada para su posible mitigación (Cuesta, O., et al., 2017).

Existen sobradas evidencias que muestran la incidencia negativa de una deficiente calidad del aire en la salud de las personas, los ecosistemas y el patrimonio. La contaminación atmosférica incide y agrava procesos asociados a enfermedades respiratorias, vasculares y a diversos tipos de cáncer (Cuesta, O., et al., 2019).

Los riesgos para la salud, cuando sobrepasan las "Recomendaciones sobre Calidad del Aire" (RCA) de la Organización Mundial de Salud (OMS), varían mucho y van desde los síntomas de dificultades respiratorias, pasando por los efectos hematopoyéticos y por los efectos cognitivos neurológicos, hasta la carcinogénesis, siendo difícil de estimar la exposición real de los habitantes urbanos a la contaminación del aire (Cuesta, O., et al., 2014).

La magnitud de los daños causados por la contaminación atmosférica desde hace años ha estado expresada por noticias como esta: "La OMS informa que en el año 2021 la contaminación del aire ocasionó unos siete millones de muertes prematuras en el mundo y la pérdida de millones de años de vida más saludables. Esto confirma que la contaminación atmosférica representa en la actualidad, por sí sola, el mayor riesgo ambiental para la salud (Amable, I., et al., 2017 y Ghebreyesus, T.A., 2020).

En este sentido, recientemente la OMS ha definido una serie de retos para la salud internacional en el decenio 2020-2030 y entre ellos está: Mejorar la salud en medio del debate climático, a partir del reconocimiento de que "la crisis climática es una crisis de salud", pues cada año se estima que hay 7 millones de muertos por contaminación ambiental y crecen la desnutrición y las enfermedades infecciosas como la malaria por eventos climáticos extremos, entre otros males (Ghebreyesus, T.A., 2020).

En un informe del Banco Mundial citado por la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD), se señala que la contaminación atmosférica se convirtió en el cuarto factor de decesos prematuros, provocando pérdidas de bienestar que totalizan 5,1 billones de dólares (UNCTAD, 2019), siendo esta, otra evidencia más que señala que la contaminación del aire es uno de los principales problemas medioambientales de la actualidad.

Desde la última década del pasado siglo XX, se ha acumulado un creciente número de evidencias epide-

miológicas de los efectos de las variables meteorológicas, la variabilidad climática y los contaminantes atmosféricos sobre los sistemas respiratorio y cardiovascular en el ser humano, determinando en gran medida el patrón de comportamiento de la morbimortalidad de varias enfermedades de estos sistemas (Monsalve Irueta F., 2011) y (Grass D. and Cane M., 2007).

Estudios epidemiológicos realizados en Chile (Sanhueza P, Vargas C, Mellado P., 2006) durante el 2006 y en Estados Unidos (Brook, R., et al., 2015) durante el 2010 aseveran la existencia de una asociación entre la exposición a la contaminación atmosférica y los efectos nocivos para la salud y refieren que concentraciones de partículas y otros contaminantes, hasta entonces consideradas seguras (dentro de las normas de calidad del aire), han ocasionado un daño de considerable importancia para la salud humana, que se manifiesta en hospitalizaciones por enfermedad cardiovascular y exacerbaciones de cuadros asmáticos, entre otros, consiguiendo en algunos casos ocasionar hasta la muerte.

Por otra parte, las características y variaciones normales del tiempo y el clima, así como las desviaciones del comportamiento habitual de estos, sea a corto o largo plazo, ocasionan el aumento o disminución en la ocurrencia de determinadas enfermedades denominadas meteorotrópicas (Sauchay Romero L, Rivero Valencia A, y Ortiz Bultó PL., 2017) y (Lecha Estela, Luis, B., 2018), entre ellas el Asma Bronquial (AB), la Hipertensión Arterial (HTA), el Infarto Agudo de Miocardio (IMA), el Accidente Vascular Encefálico (AVE) y la Insuficiencia Cardíaca (IC), las cuales constituyen Enfermedades Crónicas No Transmisibles (Lizano SM, Mc Donald MC, Tully SS, 2020) y (Reyes Hernández, Francisco., 2022).

Tanto en los países industrializados como en los que están en vías de desarrollo, en las áreas urbanas y rurales, la contaminación del aire es un problema grave y creciente, en particular en las primeras, causada principalmente por la producción de emisiones de plantas de generación eléctrica, el tráfico vehicular y las actividades industriales, las que constituyen la base económica para determinar el estándar de vida, incluyendo también la educación y la salud, sin embargo, el éxito económico no debe ser a costa de los niveles inaceptables de la contaminación del aire. El desarrollo y la adherencia a pautas razonables de la calidad del aire por las industrias, puede tener un impacto significativo en el aire que se respira. Los países menos desarrollados son los que se encuentran en una situación de mayor riesgo; el 98% de la población en estos países respira aire cuyos niveles de contaminación se sitúan por encima de lo recomendado, mientras que esta cifra descende hasta el 56% en los países desarrollados (Ghebreyesus, T.A., 2020) y (EEA., 2021).

Estudios realizados han demostrado enlaces entre la contaminación y los efectos para la salud. Los efectos sobre la salud de los contaminantes ambientales

dependen no sólo de la dosis, la duración y el tipo de exposición, sino también de las características individuales y los hábitos de la persona expuesta. La exposición es el principal argumento causante de los problemas respiratorios y cardiovasculares, aunque no existe un consenso acerca de los umbrales de exposición por debajo de los cuales se producen efectos adversos sobre la salud (Reyes Hernández, Francisco., 2022). El efecto persistente de la contaminación del aire respirado, es un proceso silencioso de años, que conduce finalmente al desarrollo de afecciones cardiovasculares agudas, como el infarto. Al inspirar partículas ambientales con un diámetro menor de 2.5 micrómetros, ingresan en las vías respiratorias más pequeñas y luego irritan las paredes arteriales. Los investigadores hallaron que, por cada aumento de 10 microgramos por metro cúbico de esas partículas, la alteración de la pared íntima media de las arterias aumenta un 5.9 %. El humo del tabaco y el que en general proviene del sistema de escape de los automóviles produce la misma cantidad de esas partículas.

La Habana es una de las ciudades más contaminadas de Cuba. Sus principales fuentes contaminantes son: la Refinería de Petróleo Níco López, la Termoelectrónica de Tallapiedra (Otto Parellada) y la Antillana de Acero; además de numerosos grupos electrógenos y el transporte automotor (Reyes Hernández, Francisco., 2022) y (Reyes Hernández F., et al., 2023).

Investigaciones epidemiológicas realizadas en Cuba han mostrado asociaciones entre la prevalencia de asma y de otras enfermedades respiratorias y los contaminantes del aire (Bolufé, J. 2017); (Vidal, I., et al., 2018); (Wallo, A. y Cuesta, O., 2006; 2005) y (Amable, I., et al., 2017). Entre las zonas más expuestas está Centro Habana, el municipio de mayor densidad demográfica del país, ubicado en el ámbito de acción contaminante de grandes fuentes industriales y otras menores, insertadas en la zona residencial y carente de radios de protección sanitaria adecuados. Este territorio cuenta además con una importante red vial por la que transitan numerosos vehículos en estado técnico deficiente (Reyes Hernández, Francisco., 2022) y (Reyes Hernández F., et al., 2023).

Hay innumerables evidencias de que una mala calidad del aire incide negativamente en la salud de las personas, los ecosistemas y el patrimonio, que para el caso de Centro Habana se ha podido establecer a partir de los resultados obtenidos de los muestreos en la estación de monitoreo continuo de la calidad del aire existente en el Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología (INHEM), ubicada en dicho municipio (Martínez, M., 2003); (Molina, E., Martínez, M. y Romero, M., 2005) y (Molina, E. y Meneses, E. (2003).

Muchas investigaciones epidemiológicas realizadas han mostrado asociaciones entre la prevalencia de asma bronquial y de otras enfermedades respiratorias con las concentraciones de contaminantes atmosféricos.

En las zonas alrededor de la estación de monitoreo continuo de contaminantes atmosféricos del INHEM, incluyendo los municipios Cerro y Centro Habana, se encuentran las áreas de salud más expuestas a la contaminación atmosférica (Martínez, M., 2003); (Molina, E., Martínez, M., y Romero, M., 2005) y (Molina Esquivel E, Meneses Ruíz E , 2003). Dichas áreas, además de tener alta densidad demográfica y estar ubicadas en el radio de acción contaminante de grandes fuentes industriales y otras menores, están insertadas en la zona residencial y carente de radios de protección sanitaria adecuados. Este territorio cuenta también con una importante red vial por la que transitan numerosos vehículos en estado técnico deficiente.

En el presente trabajo se analiza a través de algunos indicadores de salud, como las Atenciones Médicas por Infecciones Respiratorias Agudas (IRA) y por Atenciones Médicas de Crisis Agudas de Asma Bronquial (CAAB) su asociación con el comportamiento de la contaminación atmosférica. Para lo cual se utilizó las estadísticas anuales durante el trienio 2015-2017, de las cuatro Áreas de Salud de los policlínicos situados en el entorno de la estación de monitoreo del INHEM, dos en el municipio Cerro, la Héroe de Girón y la Abel Santamaría; y dos en Centro Habana, la del policlínico Nguyen Van Troi y la del Reina.

MATERIALES Y METODOS

Se realiza un estudio observacional descriptivo cuyo universo estuvo constituido por los resultados diarios del monitoreo de algunos indicadores de contaminación del aire en la estación de muestreo situada en la Calzada de Infanta, municipio Centro Habana, a la entrada del INHEM, en la zona suroeste de dicho municipio.

La estación de monitoreo está físicamente en la Calzada de Infanta No.1158, entre las calles Llinás y Clavel, en los límites entre los municipios Centro Habana y Cerro, por lo que es representativa de lo que acontece en cuanto a la calidad del aire en un radio aproximado de un kilómetro, sobre todo, hacia su semicírculo a sotavento, de donde proceden las mayores emisiones de contaminantes debido a la localización de las principales fuentes fijas de contaminación y al mayor tráfico vehicular (fuentes lineales), con una gran influencia de fuentes fijas circundantes. También se describen las principales fuentes lineales (vías de alto tráfico) de contaminantes del aire en un radio de 1 km de la estación de monitoreo del INHEM. Entre dichas fuentes lineales sobresale la Calzada de Infanta, aunque existen otras avenidas cercanas que son también de alto tráfico y que contribuyen notablemente como fuentes contaminantes sobre la zona de la estación de monitoreo del INHEM. Entre ellas se pueden citar, las calles Manglar, Calzada de Ayesterán, Carlos III, Belascoain, Zanja, Monte y otras.

La zona de trabajo a partir de la cual se hace este estudio, abarcó cuatro Áreas de Salud de los policlínicos situados en el entorno Este de la estación de monitoreo del INHEM, dos en el municipio Cerro, la Héroes de Girón y la Abel Santamaría; y dos en Centro Habana, la del policlínico Nguyen Van Troi y la del Reina, que a su vez se corresponden con el territorio más inmediato a la zona industrial de la bahía de La Habana, representadas en la [Figura 1](#).

El periodo de estudio fue desde enero del año 2015 hasta diciembre del 2017. Los contaminantes evaluados fueron: dióxido de azufre (SO₂), dióxido de nitrógeno (NO₂) y partículas en suspensión menores de 10 micras de diámetro aerodinámico (PM₁₀). El muestreo se realizó según las normas establecidas para el monitoreo manual de 24 horas, así como su posterior análisis en el laboratorio ([WHO /UNEP. 1994](#)); ([NC 1217: 2017](#)); ([CETESB; 2019](#)); ([Norma UNE - EM12341- 2015](#)). En todos los casos los valores de concentración de los contaminantes se expresan en µg/m³.

Se evaluó el comportamiento diario del SO₂, NO₂ y PM₁₀ tanto globalmente para el periodo de tres años. Se realizó una revisión actualizada de los valores de las concentraciones máximas admisibles (CMA) establecida en la norma cubana ([OMS; 2005](#)) y los valores guías recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) ([NC 1020: 2014](#)) que aparecen en la [Tabla 1](#).

Para evaluar el nivel de contaminación atmosférica se utilizó el Índice de Calidad del Aire (ICA), como aparece en la [NC 111:2004](#) equivalente al cociente de la concentración determinada para el contaminante y la concentración máxima admisible (CMA), tomando las CMA actualizadas en la [NC 1020:2014](#).

En este estudio se analizan los valores anuales de atenciones médicas por afecciones respiratorias. A pesar de contar con el Registro de atenciones médicas por causa respiratorias, pudiera existir un número determinado de pacientes que enfermaron y no asistieron a las áreas de salud descritas en este estudio, concurriendo a otras. Se estudian las estadísticas anuales de



Figura 1. Principales fuentes estacionarias y móviles de contaminantes del aire y áreas de Salud en la zona del estudio de los municipios Centro Habana y Cerro

Tabla 1. Concentración máxima admisible en función del tiempo de exposición de los contaminantes analizados según norma cubana y Guías de calidad del aire de la OMS

Contaminantes	Norma Cubana 1020:2014	Período	CMA [µg/m ³]	Período	CMA [µg/m ³]	Período	CMA [µg/m ³]
SO ₂		1 hora	250	24 horas	45	Anual	40
NO ₂		1 hora	160	24 horas	40	Anual	35
PM ₁₀		1 hora	200	24 horas	50	Anual	20

Contaminantes	Valores Guías OMS	Tiempo promedio	Valores de concentración [µg/m ³]
SO ₂		Media de 10 minutos	500
		Media de 24 horas	20
NO ₂		Media de 1 hora	200
		Media anual	40
PM ₁₀		Media de 24 horas	50
		Media anual	20

Fuente: Norma Cubana 1020:2014 y OMS 2005 .

los 3 años de las Atenciones Médicas por Infecciones Respiratorias Agudas (IRA) y por Atenciones Médicas de Crisis Agudas de Asma Bronquial (CAAB), entidades epidemiológicas que se pueden asociar, entre otras consecuencias, con el comportamiento de la contaminación atmosférica, pues también se conoce que responden a fenómenos multicausales como situaciones alérgicas, procesos inmunológicos, manifestaciones virales estacionales, etc.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comportamiento de los contaminantes medidos

Durante el año 2015 el SO₂ tuvo un valor medio de 14.2 µg/m³. El mes de mayor valor promedio fue el mes de julio con 31.2 µg/m³. En ese mes se sobrepasó la CMA en una ocasión. Aunque en los meses de febrero, marzo y mayo también se sobrepasa la CMA al menos en una ocasión respectivamente. El valor máximo obtenido de SO₂ durante el mes de julio representa un valor del Índice de Calidad del Aire (ICA) catalogado de Crítico, o sea que se sobrepasa la CMA en más de 5 veces.

Por otro lado durante el año 2016 el SO₂ tuvo un valor medio de 6.5 µg/m³. El mes de mayor valor promedio julio con 13.3 µg/m³. En ese año no sobrepasó la CMA. Mientras que en el año 2017 el SO₂ tuvo un valor medio de 3.2 µg/m³. El mes de mayor valor promedio fue agosto con 11.4 µg/m³. En ese mes se sobrepasó la CMA en una ocasión. El otro mes que se sobrepasó la Cma diaria fue enero. Al analizar la marcha anual del SO₂ en el trienio estudiado (Figura 2) vemos un ligero incremento de las concentraciones en el periodo lluvioso (Mayo - Octubre).

Durante el año 2015 el NO₂ tuvo un valor medio de 27.6 µg/m³. El mes de mayor valor promedio fue diciembre con 38.0 µg/m³. En ese mes se sobrepasó la CMA en cinco ocasiones. Es notorio destacar que en este año solo en el mes de septiembre no se transgredió la norma. En la Figura 3, se reflejan algunas características de las concentraciones del NO₂. El valor máximo obtenido de NO₂ durante el mes de julio del 2015 representa un valor del Índice de Calidad del Aire (ICA) catalogado de Pésimo, o sea que se sobrepasa la CMA entre 3 y 5 veces (NC 111: 2004).

Los valores obtenidos reflejan la influencia del transporte automotor sobrepasándose la CMA en múltiples ocasiones. La marcha anual (Figura 3) de las concentraciones de NO₂ muestra poca diferencia entre los meses, lo cual es reflejo de la persistencia del transporte automotor como principal fuente.

Durante el año 2016 el NO₂ tuvo un valor medio de 26.6 µg/m³. El mes de mayor valor promedio fue septiembre con 39.0 µg/m³. En ese mes se sobrepasó la CMA en cinco ocasiones, excepto en los meses de marzo, abril y julio que no sobrepasan la CMA. El valor máximo obtenido de NO₂ durante 9 meses del

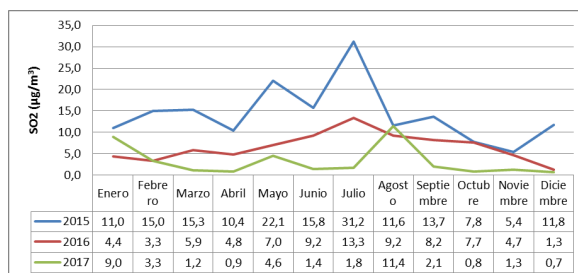


Figura 2. Marcha anual de las concentraciones del SO₂ durante 2015 - 2017

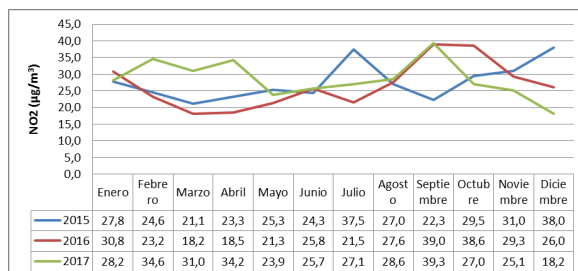


Figura 3. Marcha anual de las concentraciones del NO₂ durante 2015 - 2017

2016 muestra que el Índice de Calidad del Aire (ICA) fue superado entre una y dos veces lo cual significa una calidad del aire deficiente y mala.

Durante el año 2017 el NO₂ tuvo un valor medio de 28.5 µg/m³. El mes de mayor valor promedio fue septiembre con 39.3 µg/m³. En ese mes se sobrepasó la CMA en ocho ocasiones, manifestándose en todo el año valores de concentración por encima de la CMA. El valor máximo obtenido de NO₂ durante todos los meses del 2017 muestra que el Índice de Calidad del Aire (ICA) fue superado entre una y dos veces lo cual significa una calidad del aire Deficiente y Mala.

Durante el año 2015 el PM₁₀ tuvo un valor medio de 39.9 µg/m³. El mes de mayor valor promedio fue julio con 61.0 µg/m³. En ese mes se sobrepasó la CMA en 14 ocasiones. En este caso durante todo el año se sobrepasaron las CMA. El valor máximo obtenido para el PM₁₀ durante todos los meses del año sobrepasó la CMA, por lo que la calidad del aire fue catalogada como Deficiente. Los meses de febrero, mayo, junio y julio presentaron valores máximos por encima de la CMA de dos veces por lo que fueron catalogados como Mala la calidad del aire.

Durante el año 2016 el PM₁₀ tuvo un valor medio de 34.4 µg/m³. El mes de mayor valor promedio fue julio con 42.2 µg/m³. En ese mes se sobrepasó la CMA en seis ocasiones. Sin embargo, solo en los meses de septiembre y noviembre las concentraciones estuvieron por debajo de la norma. El valor máximo obtenido de PM₁₀ durante 10 meses del 2016 muestra que el Índice de Calidad del Aire (ICA) fue superado entre una y dos veces lo cual significa una calidad del aire Deficiente y Mala.

Al analizar la marcha anual del PM₁₀ en el trienio estudiado (Figura 4) vemos un ligero incremento de las concentraciones en el periodo lluvioso (Mayo - Octubre). Lo cual parece estar asociado a la disminución de la fuerza del viento en este periodo (Cuesta, O., et al., 2019); (Reyes Hernández, Francisco., 2022) y (Reyes Hernández F., et al., 2023).

Durante el año 2017 el PM₁₀ tuvo un valor medio de 23.9 µg/m³. El mes de mayor valor promedio fue agosto con 38.5 µg/m³. En ese mes se sobrepasó la CMA en tres ocasiones. No obstante, solo en los meses de enero, febrero, junio, julio y agosto los valores de las concentraciones estuvieron por encima de la CMA. El valor máximo obtenido de PM₁₀ durante la mitad de los meses del 2017 muestra que el Índice de Calidad del Aire (ICA) fue superado entre una y dos veces lo cual significa una calidad del aire Deficiente y Mala.

Comportamiento de los percentiles de las concentraciones en el período 2015 al 2017

Los percentiles calculados muestran que el año 2015 fue el de mayor presencia de concentraciones de contaminantes, tanto para el PM₁₀, el NO₂, así como el SO₂, que reportaron valores por encima de la CMA, aunque este último vuelve a alcanzar cifras superiores a la norma de referencia en el percentil 99 en el año 2017, lo que se puede apreciar en la Tabla 2.

En los percentiles calculados en los años estudiados, se muestra que el año 2015 fue el de mayor presencia de concentraciones de contaminantes para el PM₁₀ y va disminuyendo en el 2016 y 2017. Para el caso del SO₂, el 2015 también es el de mayor presencia de este contaminante, disminuye en el 2016 y

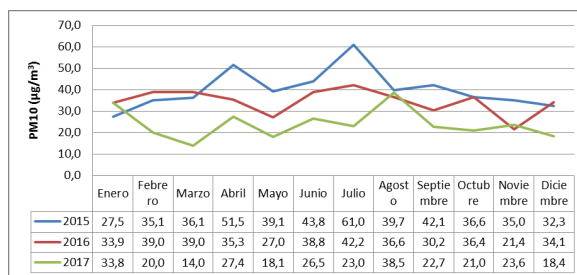


Figura 4. Marcha anual de las concentraciones del PM₁₀ durante 2015 - 2017

vuelve a alcanzar valores por encima de la CMA en el percentil 99 en el año 2017. Para el caso del NO₂ se tiene que, durante los tres años, los valores a partir del percentil 90 estuvieron por encima de la CMA.

Este comportamiento muestra que estos contaminantes alcanzan concentraciones capaces de superar la máxima admisible en varias ocasiones lo cual debe incidir en la exacerbación de enfermedades respiratorias y cardiovasculares (Monsalve Irusta F., 2011); (Grass D. and Cane M., 2007); (Sanhueza P, Vargas C, Mellado P., 2006); (Martínez, M., 2003); (Molina, E., Martínez, M. y Romero, M., 2005) y (Molina, E. y Meneses, E. (2003).

Como se observa en la Tabla, durante el período 2015-2017 los valores obtenidos de los contaminantes SO₂, NO₂ y PM₁₀ en los percentiles 10, 25, 50 y 75 muestran valores inferiores a las CMA correspondientes, establecidos por la norma cubana. Sin embargo, en los percentiles 90, 95 y 99 se destacan valores máximos para el NO₂ y el PM₁₀ que superan los de referencia, mientras que en el caso del SO₂ se mantienen inferiores excepto, en el percentil 99 que alcanza un valor por encima de dicha norma.

Tabla 2. Comportamiento de los percentiles de los contaminantes SO₂, NO₂, y PM₁₀ durante los años 2015, 2016 y 2017.

Percentiles	Contaminantes según años								
	2015			2016			2017		
	SO ₂	NO ₂	PM ₁₀	SO ₂	NO ₂	PM ₁₀	SO ₂	NO ₂	PM ₁₀
10	3.4	13.8	11.8	1.0	9.3	11.5	0.4	10.9	7.5
20	4.6	16.6	19.4	2.0	13.1	16.3	0.6	15.5	11.4
25	5.4	17.6	23.9	2.7	15.3	20.0	0.7	18.0	13.4
30	6.3	18.6	26.5	3.1	16.2	23.4	0.8	19.3	14.4
40	7.6	21.6	33.2	4.0	20.2	28.4	1.2	23.3	16.8
50	9.6	25.5	39.9	5.1	24.3	33.1	1.4	26.1	21.5
60	11.2	28.6	44.7	6.8	28.3	36.5	1.7	29.0	25.5
70	13.5	31.6	49.4	8.3	31.8	40.9	2.8	34.2	29.5
75	15.6	34.0	53.4	9.1	32.9	44.5	3.2	36.6	31.7
80	18.6	37.2	57.4	10.0	36.7	48.7	3.9	39.3	34.0
90	27.0	44.3	69.7	12.3	47.2	58.1	6.7	48.3	43.9
95	36.4	49.3	80.4	18.6	56.7	66.8	14.3	59.6	51.8
97	42.6	51.1	84.8	20.9	60.6	78.8	22.8	64.5	55.9
98	52.2	54.0	90.5	22.7	62.3	84.6	35.7	65.3	59.4
99	66.4	62.3	109.1	24.7	68.6	91.1	45.8	67.0	63.2

Fuente: Resultados del Laboratorio de Contaminantes Atmosféricos INHEM.

Efectos nocivos para la salud humana. Centro Habana y Cerro

La estimación de posibles riesgos para la salud humana asociados a las concentraciones de contaminantes atmosféricos registradas en el período de 2015 al 2017 se estudia a través de lo sucedido en las áreas de salud de los municipios Centro Habana y Cerro, es preciso definir que para conocer algunos de sus indicadores de salud, se tuvo acceso a las estadísticas anuales de los 3 años de este estudio para las Atenciones Médicas por Infecciones Respiratorias Agudas (IRA) y por Atenciones Médicas de Crisis Agudas de Asma Bronquial (CAAB), entidades epidemiológicas que se pueden asociar, entre otras consecuencias, con el comportamiento de la contaminación atmosférica, pues también se conoce que responden a fenómenos multicausales como situaciones alérgicas, procesos inmunológicos, manifestaciones virales estacionales, etc.

Como se trata de estadísticas de Atenciones Médicas por IRA o CAAB y no de sus casos, pues estas responden a que un mismo individuo afectado por una de estas dolencias, puede asistir a un servicio de salud en más de una ocasión en el día, hace que no sea adecuado que se le contabilice a partir de las cifras originales, de ahí que su comportamiento se analice en relación a las poblaciones incluidas en las coberturas de cada policlínico, calculando los índices de atenciones médicas respecto a la entidad epidemiológica del policlínico de residencia.

En el caso del policlínico Héroes de Girón del municipio Cerro, los valores de IRA y CAAB, aumentan desde el año 2015 al 2017. Teniendo en cuenta que, para el análisis de estas 2 entidades epidemiológicas, como ya se sabe, la información se corresponde con atenciones médicas y no con casos, donde el número estimado de habitantes ha venido disminuyendo en este trienio 2015-2017, por lo que al calcular el Índice de Atenciones Médicas de estas dos entidades epidemiológicas, se aprecia que tienden al alza en el período (Tabla 3).

En el policlínico Abel Santamaría del mismo municipio, las IRA y las CAAB disminuyen ligeramente a lo largo del trienio, lo que se refleja también en la disminución del índice de atenciones médicas debido a que la población estimada en el período ha ido en aumento y por lo tanto también los índices de atenciones médicas disminuyen de un año a otro, lo que se observa en la Tabla 4.

En el policlínico Nguyen Van Troi del municipio Centro Habana, las IRA y las CAAB no tienen igual comportamiento, pues las IRA y su índice de atenciones médicas aumentan hacia el año 2016, pero luego disminuyen en el 2017. Para las CAAB y su correspondiente índice de atenciones médicas, hay una disminución hacia el año 2016 y un ligero repunte para el 2017, lo que es posible comprobar en la Tabla 5.

Por último, en el policlínico Reina, del municipio Centro Habana, las IRA van en incremento desde el 2015 al 2017, no así su índice de atenciones médicas que baja hacia el 2016 y vuelve a crecer para el 2017. En el caso de las CAAB bajan sus reportes hacia el 2016, pero aumentan en el 2017, lo que también sucede con su índice de atenciones médicas. En todo esto es importante tener en cuenta que la población estimada aumenta hacia el 2016, pero se reduce en pequeña escala hacia el 2017. Estas características se pueden observar en la Tabla 6.

Al hacer un resumen de las anteriores tablas, desde el punto de vista de los Índices de atenciones médicas para las IRA y las CAAB de las 4 Áreas de Salud en estudio de los municipios Centro Habana y Cerro en el trienio 2015-2017, se puede comprobar, al comparar las áreas entre sí, que, el Área de Salud Abel Santamaría, del municipio Cerro, respecto al resto de las áreas de salud en estudio, es la que mayores índices en ambas determinaciones alcanzó. En segundo lugar, aparece el policlínico Reina, para el Índice de atenciones médicas por IRA, sin embargo, para las CAAB sucede lo mismo, excepto en los años 2016 y 2017, cuando esto se experimentó en el policlínico Héroes de Girón.

Lo anterior también es posible de apreciar en el espacio mediante mapas (Figuras 5 y 6), en los que se distingue que, tanto para el índice de IRA como de CAAB en el trienio, siempre fueron más altos para el Área de Salud Abel Santamaría.

El conocimiento de los efectos del clima y la calidad del aire sobre las enfermedades crónicas no transmisibles y las transmisibles es un tema que ha cobrado gran interés por los investigadores a nivel mundial en la última década, sobre todo en un clima cambiante, debido a que algunos gases responsables del cambio climático también son contaminantes atmosféricos comunes que afectan a nuestra salud y al medio ambiente. La variabilidad del clima y la calidad del aire registran fluctuaciones en diferentes escalas espaciales y temporales, de ahí cobra gran importancia la escala diaria para ver los efectos adversos que ocasiona sobre las enfermedades en diferentes períodos estacionales de tiempo y horario.

Las enfermedades crónicas no transmisibles son la primera causa de mortalidad en Cuba, de ellas según cifras del Anuario Estadístico de Salud del año 2017, de la Dirección de Registros Médicos y Estadística de Salud del MINSAP (MINSAP 2018), las cardiovasculares, el cáncer y las cerebrovasculares se encuentran entre los tres primeros lugares de los 10 que reportan cifras más altas de mortalidad y la contaminación del aire representa un importante riesgo para la salud, bien sea en los países desarrollados o en los países en desarrollo.

La existencia de una relación a corto plazo (diaria) y largo plazo entre las concentraciones de material particulado $PM_{2.5}$ y PM_{10} y de otros contaminantes,

Tabla 3. Infecciones Respiratorias Agudas (IRA), Crisis Aguda de Asma Bronquial (CAAB) y población del Policlínico Héroes de Girón del municipio Cerro durante el periodo 2015 - 2017.

Indicadores del Área de Salud Héroes de Girón, mpio. Cerro	Años		
	2015	2016	2017
	Atenciones Médicas	Atenciones médicas	Atenciones médicas
	Índice de atenciones médicas x 10000 hab	Índice de atenciones médicas x 10000 hab	Índice de atenciones médicas x 10000 hab
IRA	7 304	7 764	8 191
CAAB	6 146	6 471	6 818
Población	34233	33867	32287
	Pob.(hab.)	Pob.(hab.)	Pob.(hab.)
	2 133.6	2 292.5	2 536.9
	1 795.3	1 910.7	2 111.7

Fuente: Dpto. de Estadística del Área de Salud Héroes de Girón.

Tabla 4. Infecciones Respiratorias Agudas (IRA), Crisis Aguda de Asma Bronquial (CAAB) y población del Policlínico Abel Santamaría del municipio Cerro durante el periodo 2015 - 2017.

Indicadores del Área de Salud Abel Santamaría mpio. Cerro	Años		
	2015	2016	2017
	Atenciones Médicas	Atenciones médicas	Atenciones médicas
	Índice de atenciones médicas x 10000 hab	Índice de atenciones médicas x 10000 hab	Índice de atenciones médicas x 10000 hab
IRA	8 730	8 339	8 072
CAAB	8 113	7 565	7 244
Población	20850	21142	21345
	Pob.(hab.)	Pob.(hab.)	Pob.(hab.)
	4 187.1	3 944.3	3 781.7
	3 891.1	3 578.2	3 393.8

Fuente: Dpto. de Estadística del Área de Salud Abel Santamaría.

Tabla 5. Infecciones Respiratorias Agudas (IRA), Crisis Aguda de Asma Bronquial (CAAB) y población del policlinico Nguyen Van Troi, municipio Centro Habana durante el periodo 2015 - 2017.

Indicadores del Área de Salud Nguyen Van Troi mpio. Centro Habana	Años					
	2015			2017		
	Atenciones Médicas	Índice de atenciones médicas x 10000 hab	Pob. (hab.)	Atenciones médicas	Índice de atenciones médicas x 10000 hab	Pob. (hab.)
IRA	7 183	2 366.3	30335	7 553	2 468.3	30486
CAAB	5 551	1 828.7		4 030	1 317.0	
Población			30335			30486

Fuente: Dpto. de Estadística del Área de Salud Nguyen Van Troi.

Tabla 6. Infecciones Respiratorias Agudas (IRA), Crisis Aguda de Asma Bronquial (CAAB) y población del Policlinico Reina, municipio Centro Habana durante el periodo 2015 - 2017.

Indicadores del Área de Salud Reina mpio. Centro Habana	Años					
	2015			2017		
	Atenciones Médicas	Índice de atenciones médicas x 10000 hab	Pob. (hab.)	Atenciones médicas	Índice de atenciones médicas x 10000 hab	Pob. (hab.)
IRA	9 253	2 882.9	32096	9 418	2 814.7	33244
CAAB	8 168	2 544.9		6 060	1 811.1	
Población			32096			33244

Fuente: Dpto. de Estadística del Área de Salud Reina.

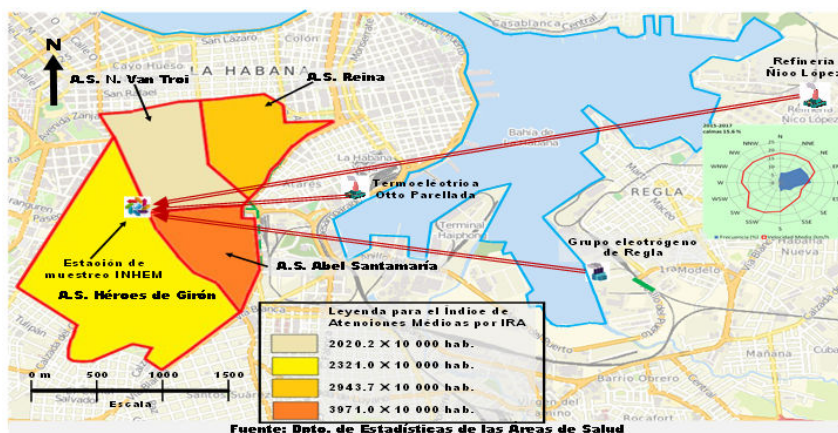


Figura 5. Índice de Atenciones Médicas para IRA por 10 000 habitantes en las 4 Áreas de Salud de la zona de estudio de los municipios Centro Habana y Cerro para el trienio 2015-2017.

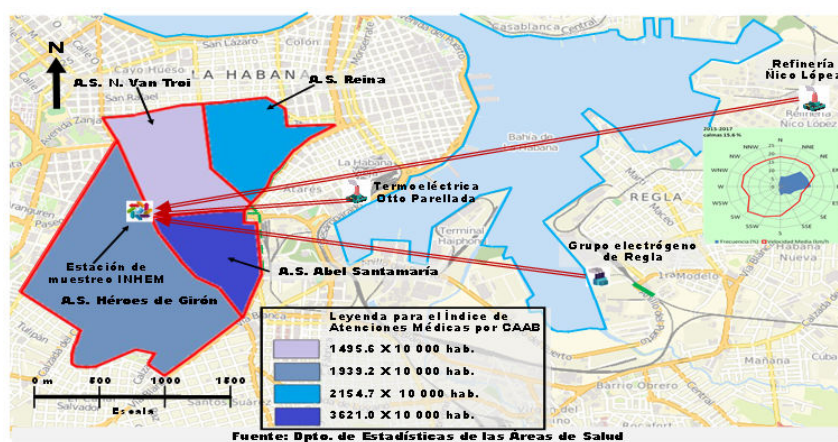


Figura 6. Índice de Atenciones Médicas para CAAB por 10 000 habitantes en las 4 Áreas de Salud de la zona de estudio de los municipios Centro Habana y Cerro para el trienio 2015-2017.

producen efectos nocivos sobre la salud de las personas por causas respiratorias y cardiovasculares, lo cual ha sido ampliamente estudiado y demostrado en diversos países del mundo y en Cuba (Reyes Hernández, Francisco., 2022); (EEA., 2021); (Amable, I., et al., 2017) y (Molina, E., Martínez, M. y Romero, M., 2005).

Los hallazgos confirman una relación positiva y significativa entre estas variables, indicando además, el aumento de riesgo de morbilidad y mortalidad, ante tales incrementos, sobre todo en poblaciones vulnerables, como los adultos mayores, los niños y las personas con algunos padecimientos crónicos, entre ellos, el cáncer, el asma y las enfermedades cardiovasculares.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El PM_{10} es el contaminante que mayor número de veces sobrepasa la CMA en las zonas de estudio, por lo que es el mayor contribuidor al deterioro de la calidad del aire en estas localidades. Sus fuentes principales son las industrias cercanas y el tráfico automotor.

El NO_2 y el SO_2 presentan un índice de calidad del aire de Pésimo, mientras que el PM_{10} presenta un

ICA catalogado de Malo según las Normas Cubanas NC111:2004 y NC 1020:2014.

Durante el período 2015-2017 los valores obtenidos de los contaminantes SO_2 , NO_2 y PM_{10} en los percentiles 10, 25, 50 y 75 muestran valores inferiores a las CMA correspondientes, establecidos por la norma cubana. Sin embargo, en los percentiles 90, 95, y 99 se destacan valores máximos para el NO_2 y el PM_{10} que superan los de referencia, mientras que en el caso del SO_2 se mantienen inferiores, excepto en el percentil 99, que alcanza un valor por encima de dicha norma.

En los Índices de atenciones médicas para las IRA de las 4 Áreas de Salud en estudio en el trienio 2015-2017, se pudo comprobar que el Área de Salud Abel Santamaría, del municipio Cerro, es la que mayores índices alcanzó y en segundo lugar el policlínico Reina, del municipio Centro Habana, ambas más próximas al área industrial de la bahía de La Habana.

En los Índices de atenciones médicas para las CAAB de las 4 Áreas de Salud en el trienio 2015-2017, se pudo comprobar que el Área de Salud Abel Santamaría es la que mayores índices alcanzó, mientras que en el año 2015 en segundo lugar apareció el Área de Salud Reina y en los años 2016 y 2017 fue el Área de Salud Héroes de Girón.

El Área de Salud Abel Santamaría, del municipio Cerro, fue la que mayores afectaciones de salud experimentó según los índices de atenciones médicas estudiados para el trienio, tanto para las IRA como para las CAAB.

Se recomienda combinar los resultados del monitoreo de contaminantes atmosféricos con los de la vigilancia epidemiológica, atendiendo a que estos concuerden con una misma frecuencia de los datos que se acopian, de modo que sea posible evaluar funciones concentración-respuesta propias. Además de instalar una estación meteorológica en el INHEM para obtener información meteorológica precisa, para conocer su influencia sobre los contaminantes medidos.

FINANCIACIÓN

Este estudio fue realizado gracias a los recursos financieros aportados por el Instituto de Higiene, Epidemiología y Microbiología (INHEM) del Ministerio de Salud Pública de la República de Cuba.

REFERENCIAS

- Amable Álvarez I, Méndez Martínez J, Bello Rodríguez B, Benítez Fuentes B, Escobar Blanco L, Zamora Monzón R. (2017): Influencia de los contaminantes atmosféricos sobre la salud. *Revista Med. Electrón.* [Internet]. 2017 [citado 10 Nov 2021]; 39(5): [aprox. 13 p.]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s1684-18242017000500017
- Anuario Estadístico de Salud del año 2017. Dirección de Registros Médicos y Estadística de Salud del Ministerio de Salud Pública de Cuba (MINSAP, 2018. Pp. 191, ISSN 1561 - 4433 versión electrónica, La Habana Cuba.
- Bolufé, J. 2017. Influencia del medio ambiente atmosférico sobre las crisis agudas de asma bronquial en La Habana. Tesis presentada en opción al grado científico de Máster en Ciencias Meteorológicas, pp 68
- Brook R. et al. (2015): Air Pollution and Cardiovascular Disease. *Circulation* [revista en Internet] 2015 [acceso 7 de septiembre de 2016]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/272198184>
- Comités Técnicos de Normalización (CTN) de la Asociación Española de Normalización. Determinación de partículas en suspensión menores de 10 µg de diámetro aerodinámico mediante el método gravimétrico de bajo volumen (10 LPM) previa separación inercial, con el empleo de un impactador tipo Harvard. Norma UNE - EM12341.enero 2015. Disponible en: https://www.une.org/_layouts/15/r.aspx?c=N0054246
- Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Normas Técnicas. [Internet]. Sao Paulo: CETESB; 2019 [citado 06 nov 2019]. Disponible en: <https://cetesb.sp.gov.br/normas-tecnicas-cetesb/>
- Cuesta Santos O, Collazo Aranda A, González Jaime Y, Fonseca Hernández M, Carla Fernández A, Rodríguez Perz Y, et al. (2014): Caracterización de la dispersión de las concentraciones de los contaminantes atmosféricos emitidos por las principales fuentes fijas y su impacto potencial en La Habana. La Habana: Instituto de Meteorología; 2014.
- Cuesta Santos O, Sosa Pérez C, Iraola Ramírez C, González Jaime Y, Núñez Caraballo V, Fonte Hernández A, et al. (2017): Inventario nacional de emisiones atmosféricas de las principales fuentes fijas. *Rev. Cubana de Meteorología* [Internet]. 2017 [citado 6 Mar 2019]; 23(2): [aprox. 3 p.]. Disponible en: <http://rcm.insmet.cu/index.php/rcm/article/view/238>
- Cuesta-Santos O, González Y - Sosa-Pérez JC, López-Lee R, Bolufé-Torres J, Reyes-Hernández F. (2019): La calidad del aire en La Habana. Actualidad. *Revista Cubana de Meteorología* [Internet]. 2019 septiembre-diciembre [citado 15 Jun 2019]; 25(3): Disponible en: <http://rcm.insmet.cu/index.php/rcm/article/download/488/758>
- European Environment Agency (EEA). Air pollution: how it affects our health, [Internet]. EEA; 2021 [cited 2022 Feb 21] [about 10. P.]. Available from: <https://www.eea.europa.eu/themes/air/health-impacts-of-air-pollution>
- Ghebreyesus TA. (2020): Los 13 Retos más urgentes de la OMS para mejorar la Sanidad Mundial. *Redacción Médica* [Internet]. 2020 [citado 7 Feb 2020]. Disponible en: <https://www.redaccionmedica.com/la-revista/noticias/los-13-retos-mas-urgentes-de-la-oms-para-mejorar-la-sanidad-mundial-1621>
- Grass D., Cane M. (2007): The effects of weather and air pollution on cardiovascular and respiratory mortality in Santiago, Chile, during the winters of 1988-1996. *International Journal of Climatology*. [revista en Internet] 2007 [acceso 19 de octubre de 2014]; DOI: 10.1002/joc.1592. Disponible en: <http://www.interscience.wiley.com>
- Lecha Estela, Luis, B. (2018): Biometeorological forecasts for health surveillance and prevention of meteor-tropic effects. *International journal of biometeorology*, 2018, vol. 62, no 5, p. 741-771. Disponible: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00484-017-1405-2>
- Lizano SM, Mc Donald MC, Tully SS. (2020): Fisiopatología de la cascada isquémica y su influencia en la isquemia cerebral. *Revista Médica Sinergia*. 2020; 5(08):1-10. Disponible: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=95308>
- Martínez Varona M. (2003): Evaluación de la contaminación atmosférica en Centro Habana 2001-2003, [Tesis]. La Habana: INHEM; 2003.

- Molina Esquivel E, Martínez Varona M, Romero Placeres M. (2005): Determinantes ambientales de enfermedades respiratorias crónicas en niños y adultos de la Ciudad de la Habana [CD-ROM] La Habana: Palacio de las Convenciones; 2005.
- Molina Esquivel E, Meneses Ruíz E. (2003): Evaluación epidemiológica del impacto de los contaminantes del aire en la salud. *Rev Cubana Hig Epidemiol* [Internet]. Mayo-dic. 2003 [citado 17 jul 2018]; 41(2-3). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032003000200002
- Monsalve Irusta F. (2011): Influencia de tiempo y la contaminación atmosférica sobre las enfermedades de los sistemas circulatorio y respiratorio en Castilla-La Mancha. Tesis facultad de Ciencias Ecológicas y ambientales. 2011. Universidad de León. 239.
- (UNCTAD, 2019): Informe sobre inversiones en el mundo. Mensajes clave y panorama general [Internet]. Ginebra: UNCTAD; 2019 [Citado 10 de marzo de 2019]. Disponible en: https://unctad.org/es/PublicationsLibrary/wir2019_overview_es.pdf
- Oficina Nacional de Normalización de Cuba. NC 1217: 2017. Determinación del dióxido de azufre por el Método colorimétrico. La Habana: ONN; 2017.
- 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. Resumen de evaluación de los riesgos. Actualización mundial 2005 [en línea]. Calidad del aire y salud. Nota descriptiva 313.
- Oficina Nacional de Normalización de Cuba. Norma Cubana 1020: 2014. Calidad del aire - Contaminantes - Concentraciones máximas admisibles y valores guías en zonas habitables. La Habana: ONN; 2014.
- Oficina Nacional de Normalización de Cuba. Norma Cubana NC 111:2004. Calidad del aire: Reglas para la vigilancia de la calidad del aire en asentamientos humanos. La Habana: ONN; 2004.
- Reyes Hernández, Francisco (2022): Caracterización de los contaminantes atmosféricos en zonas de 2 municipios de La Habana. 2015-2017, tesis para optar por el título de Máster en Salud Ambiental. INHEM, MINSAP.
- Reyes Hernández F., Cuesta Santos O., González Cruz R., Palacio Iglesias D., y Guzmán Vila M. (2023): Comportamiento de contaminantes atmosféricos en zonas de 2 municipios de La Habana en el trienio 2015-2017. *Revista Cubana De Meteorología*, Vol. 29 Núm. 1. La Habana, 2023.
- Sanhueza P, Vargas C, Mellado P. (2006): Impacto de la contaminación del aire por PM10 sobre la mortalidad diaria en Temuco [Impact of air pollution by fine particulate matter (PM10) on daily mortality in Temuco, Chile]. *Rev Med Chil*. 2006 Jun;134(6):754-61. Spanish. doi: [10.4067/s0034-98872006000600012](https://doi.org/10.4067/s0034-98872006000600012). Epub 2006 Aug 14. PMID: 17130951.
- Sauchay Romero L, Rivero Valencia A, Ortiz Bultó PL. (2017): Mortalidad por accidentes cerebrovasculares e influencia de la variabilidad climática en el occidente de Cuba, 2001-2005. *Rev cubana de meteorología* [Internet]. 2017 [25 de febrero 2021]; 23 (1). Disponible en: <http://rcm.insmet.cu/index.php/rcm>
- Vidal, Ivet; Rosemary López, Osvaldo Cuesta, Javier Bolufé y Evelio García (2018): Condiciones meteorológicas en las inmisiones de contaminantes atmosféricos en dos localidades de La Habana. *Revista Cubana de Meteorología*. Vol. 24 (2) pp. 146 - 158, 2018. ISSN: 0864-151X. (P). Instituto de Meteorología, La Habana, Cuba.
- Wallo, Antonio y Osvaldo Cuesta (2006): Análisis espacial de riesgo relacionado con la influencia de la calidad del aire sobre el asma bronquial en el municipio regla, mediante la aplicación de SIG (2006). *Revista Cubana de Meteorología*. Volumen XIII Numero 2.
- Wallo, Antonio y Osvaldo Cuesta (2005): Métodos de pronóstico de la influencia de las condiciones ambientales sobre el Asma Bronquial. CD Memorias III Congreso Cubano de Meteorología, La Habana, 2005.
- World Health Organization. United Nations Environment Program. GEMS/AIR Methodology Reviews: Quality assurance in urban air quality monitoring. WHO /UNEP. 1994.