

EFFECTO A CORTO PLAZO DE LA ASOCIACION DE LOS CONTAMINANTES CRITERIO DEL AIRE CON LA MORTALIDAD CARDIOPULMONAR EN LA LOCALIDAD DE SUBA, BOGOTÁ D.C ENTRE LOS AÑOS DEL 2009 AL 2014

SHORT-TERM EFFECT OF THE ASSOCIATION OF POLLUTANTS AIR CRITERIA WITH CARDIOPULMONARY MORTALITY IN THE LOCALITY OF SUBA, BOGOTÁ D.C BETWEEN THE YEARS FROM 2009 TO 2014

Karol Camila Cardozo Rico¹

¹ Estudiante de la facultad de ingeniería ambiental. Semillero de investigación de Salud Ambiental. Universidad Santo Tomás, Bogotá D.C., Colombia.

E-mail: karolcardozo@usantotomas.edu.co

RESUMEN – Objetivo: identificar la asociación entre la exposición a los contaminantes criterios del aire con la mortalidad cardiopulmonar en Suba, Bogotá D.C entre el 2009 al 2014. **Metodología:** los datos correspondientes a los contaminantes criterios del aire para la localidad de Suba, las partículas finas (PM₁₀), el dióxido de azufre (SO₂), el dióxido de nitrógeno (NO₂) y el ozono (O₃) se obtuvieron de la Red de Monitoreo y Calidad del aire de Bogotá (RMCAB) y la información de la mortalidad cardiopulmonar obtenida de la Secretaría Distrital de Salud (SDS), con esta información se realizó un análisis estadístico descriptivo, se determinó que el ozono (O₃) presento algunos valores por encima de la normativa vigente de la resolución 2254 del 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y de lo establecido por la Organización Mundial de la Salud (OMS), se utilizó un estudio ecológico de series de tiempo, para determinar el riesgo relativo entre los contaminantes junto con la mortalidad cardiopulmonar, usando el modelo de regresión de Poisson con retrasos de la exposición a los contaminantes hasta de 5 días y el análisis del riesgo por la combinación entre los contaminantes utilizando el software Stata 11. **Resultados:** los riesgos más altos se presentaron para los mayores de 65, generando mayor afectación en la salud en

este grupo etario, el riesgo más alto para la mortalidad cardiopulmonar fue de 3,39% (IC95%: 0,67%; 6,18%) en el lag 2 por un aumento de 5 ppb del ozono (O₃) promedio máximo de 8 horas, en relación con la mortalidad cardiovascular se obtuvo el valor más elevado de riesgo equivalente al 5,87% (IC95%: 1,09%; 10,88%) en relación con un efecto combinado del dióxido de azufre (SO₂) y un aumento de 10 µg/m³ del PM₁₀ en el promedio diario para mayores de 65 en el lag 0. **Conclusión:** para la localidad de Suba el mayor riesgo de mortalidad cardiopulmonar se presenta con la exposición al Ozono (O₃). Los riesgos obtenidos no son estadísticamente significativos, más, sin embargo, se tiene en cuenta que se presenta una asociación levemente positiva entre los contaminantes criterio de aire y el impacto a la salud respiratoria, siendo más afectados, los mayores de 65.

Palabras clave: *contaminantes criterio del aire, mortalidad cardiopulmonar, riesgo relativo, estudio ecológico, regresión de Poisson.*

ABSTRACT Objective: identify the association between exposure to air pollutants criteria with cardiopulmonary mortality in Suba, Bogotá D.C between 2009 and 2014. **Methodology:** the data corresponding to the criteria air pollutants for the locality of Suba (PM₁₀, SO₂, NO₂ and O₃) were obtained from the Bogota Air Quality and Monitoring Network and the cardiopulmonary mortality information obtained from the district health secretariat, with this information was carried out a descriptive statistical analysis, it was determined that ozone has some values above the current regulations of resolution 2254 of 2017 of the Ministry of Environment and Sustainable Development and as established by the World Health Organization (WHO), an ecological study of time series was used to determine the relative risk among pollutants along with cardiopulmonary mortality, using the regression model of Poisson with delays of exposure to pollutants up to 5 days and risk analysis by the combination in between contaminants using Stata 11 software. **Results:** the

highest risks are shown for those over 65, generating greater health effects in this age group, the highest risk for cardiopulmonary mortality was **3,39% (IC95%: 0,67%; 6,18%)** in delay 2 due to an increase of 5 ppb of the average O₃ maximum of 8 hours, in relation to cardiovascular mortality, the highest risk value equivalent to **5,87% (IC95%: 1,09%; 10,88%)** was obtained in relation to a combined effect of SO₂ and an increase of 10 µg / m³ of PM₁₀ in the daily average for over 65 in the delay 0. **Conclusion:** for the Suba locality, the greatest risk of cardiopulmonary mortality occurs with exposure to Ozone O₃. The risks are not statistically significant, but, nevertheless, it is taken into account that there is a slightly positive association between the criteria air pollutants and the impact on respiratory health, being more affected, those over 65. .

Keywords: *air criteria pollutants, cardiopulmonary mortality, relative risk, ecological study, Poisson regression.*

INTRODUCCION

La contaminación del aire es una de las problemáticas ambientales más preocupantes en la actualidad, ya que los niveles de contaminación son alarmantes en varias partes del mundo, en el 2018 la Organización Mundial de la Salud (OMS) determinó que la contaminación atmosférica causa 7 millones de muertes anualmente [1], la contaminación atmosférica tiene lugar en el aire ambiente ya que se presenta en forma de fuentes industriales y vehiculares, y en ambientes interiores, principalmente por el cigarrillo y en algunos casos por la quema de combustibles domésticos [2], tanto la exposición en un espacio cerrado o en el aire ambiente genera una afectación a la salud, debido al mecanismo de respiración utilizado por los humanos, la exposición e interacción con el aire y las sustancias que este contenga, es constante y perjudicial en los casos en los que existan sustancias contaminantes [3].

Dentro de los efectos que causa la contaminación atmosférica sobre la salud, se encuentran algunos

como, patologías respiratorias y cardiovasculares, como principales efectos [4], las enfermedades cardiovasculares (ECV) son una de las causas más comunes de morbilidad y mortalidad especialmente en poblaciones industrializadas, para estos casos entre un 15% a un 20% de la población activa, presenta algún tipo de trastorno cardiovascular durante la vida laboral [5], los grupos etarios más sensible frente a estas patologías generadas por la presencia de aire contaminado, son los menores de 5 años de edad y adultos mayores entre los 50 y 70 años de edad, junto con las poblaciones de mujeres y niños que usan biomasa como combustible doméstico [6].

Las principales sustancias contaminantes del aire son consideradas las partículas finas PM₁₀, y ultrafinas PM_{2,5}, el dióxido de nitrógeno NO₂, el dióxido de carbono CO₂, el monóxido de carbono CO, los compuestos orgánicos volátiles COV, los hidrocarburos aromáticos policíclicos HAP, el dióxido de azufre SO₂, y el ozono O₃, [7], las redes de vigilancia de la contaminación atmosférica, determinan los valores de inmisión, ya que miden la concentración de cada contaminante en el aire, expresado en medidas como, miligramo por metro cúbico mg/m³, partes por millón ppm y partes por billón ppb, estas mediciones constantes se expresan en promedios, para exposiciones crónicas; se usan promedios anuales de 24 horas, y de 8 horas para contaminantes de mayor oscilación diaria, como el monóxido de carbono CO, y el ozono O₃; los promedios diarios se emplean para expresar las partículas finas PM₁₀ y ultrafinas PM_{2,5} y el dióxido de azufre SO₂, según lo establecido por la normativa europea [8].

Según el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), a nivel nacional el monitoreo y el control implementado sobre la contaminación atmosférica ha ido incrementando debido a las múltiples cifras de la Organización Mundial de la Salud (OMS), en las cuales se relaciona de forma significativa a la contaminación atmosférica con la mortalidad por causas respiratorias, el Departamento Nacional de Planeación estimó que para el 2015, la contaminación del aire se asoció con 10.527

muerter, 67.8 millones de síntomas y enfermedades, junto con esto, los costos ambientales debido a la contaminación del aire, aumentaron desde 1,1% equivalente a \$5.7 billones al 1,93% equivalente a \$15.4 billones del Producto Interno Bruto PIB, para los años de 2009 y 2015, respectivamente [9].

En la actualidad, la declaración de la alerta amarilla por mala calidad del aire en la ciudad de Bogotá a mediados del mes de febrero de 2019, hace cuestionable el proceso de cumplimiento de los Objetivos del Desarrollo Sostenible [10], y del Plan Decenal de Descontaminación del Aire para Bogotá [11]. El aumento drástico y significativo de las partículas finas conlleva a que la alerta amarilla se decretara en Bogotá y la alerta naranja en la zona suroccidente de la misma; Manuel Guzmán, director de la Red Latinoamericana sobre Cambio Climático Klimaforum Latinoamérica Network (KLN), determino que una de las formas de reducir significativamente la contaminación del aire en la ciudad de Bogotá, junto con los efectos devastadores sobre la salud humana, es por medio de la implementación de tecnologías limpias, el aumento del control y vigilancia sobre actividades manufactureras, reducción de quemas a aire libre y la reestructuración e innovación al sistema de transporte [12].

Debido a las diversas afectaciones que genera la contaminación del aire a la salud, se hace vital la elaboración de este tipo de estudios, en el cual se identifica la relación significativa entre la contaminación atmosférica y la mortalidad cardiopulmonar, no obstante, se pretende aportar a estudios más grandes, elaborados con el objetivo de promover bases para el cuidado del medio ambiente y su relación con la salud humana para las generaciones presentes y futuras.

METODOLOGIA

Planteamiento general y diseño de estudio: se elaboró un estudio ecológico de series de tiempo, entre 2009 hasta 2014 para la localidad de Suba, determinando el riesgo y la relación entre la exposición a contaminantes por medio del uso de modelos estadísticos, junto con esto se utilizaron

lags (*retrasos*) para poder determinar si la exposición hasta de 5 días anteriores, a los contaminantes y las combinaciones entre los mismos, generan un impacto significativo en la salud [13]. El estudio hace parte del proyecto de investigación “Efectos a corto plazo de la contaminación del aire sobre la mortalidad cardiopulmonar en Bogotá”, desarrollado entre la Maestría de Salud Pública y la Facultad de Ingeniería Ambiental de la Universidad Santo Tomás.

Recolección de la información y bases de datos: la base de datos de mortalidad se elaboró por medio de la información obtenida de la Secretaria Distrital de Salud (SDS), para ello se tuvieron en cuenta las defunciones (Tabla 1) a causa de enfermedades respiratorias y cardiovasculares, utilizando la Clasificación Internacional de Enfermedades en su décima versión.

Tabla 1. Codificación de enfermedades cardiopulmonares según la Clasificación Internacional de Enfermedades CIE

CÓDIGO	ENFERMEDAD
I200 – I209	Angina de pecho (ANG)
I210 – I219	Infarto agudo al miocardio (IAM)
I240 – I249	Enfermedades isquémicas agudas del corazón (EIAC)
I440 – I459, I470 – I509	Disritmias (DR)
I600 – I629, I640 – I699	Cerebrovascular (CERVAS)
I630 – I639	Infarto cerebral (STROKE)
J000 – J069	Infecciones agudas de las vías respiratorias superiores (IAVAS)
J100 – J119	Influenza (INFLU)
J120 – J189	Neumonías (NEUMO)
J200 – J229	Bronquitis – Bronquiolitis (BRONQ)
J400 – J449	Enfermedades pulmonares obstructivas crónicas (EPOC)
J450 – J469	Asma (ASMA)

FUENTE: Décima versión de la Clasificación Internacional de Enfermedades CIE-10 [14].

Con respecto a la base de datos de los contaminantes y de las variables meteorológicas, la información se obtuvo de la Red de Monitoreo y Calidad de aire de Bogotá (RMCAB)

específicamente de la estación ubicada en localidad de Suba (4°45'40.49"N, 74° 5'36.46"W), de tipo fondo, con 2.571 metros de altura, que mide las partículas finas (PM₁₀), el dióxido de azufre (SO₂), el dióxido de nitrógeno (NO₂) y el ozono (O₃), junto con la información de las variables meteorológicas de temperatura y precipitación [15]. Cabe recalcar que el tipo de estación es suburbana, siendo la segunda de las únicas 3 estaciones de este tipo, ya que las 10 estaciones restantes distribuidas en Bogotá son de tipo urbano, esto debido a que, la localidad de Suba, es un área con gran parte edificada, pero con áreas no urbanizadas, tales como, lagos, bosques y grandes zonas verdes [16].

Finalmente, los registros de humedad se tomaron del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).

Promedios de los contaminantes y análisis estadístico: se efectuaron cálculos para determinar los promedios de los contaminantes criterio del aire, teniendo en cuenta el criterio de suficiencia del 75% (Tabla 2). Para la determinación de los valores promedios en relación con la variable de la temperatura, se calculó un promedio 24 horas, y para la precipitación se identificó la presencia o ausencia de la misma.

Tabla 2. Promedios calculados para cada tipo de contaminante presente en la localidad de Suba entre el 2009 al 2014

CONTAMINANTE	Promedio calculado
PM ₁₀	(PM ₁₀) Promedio 24 horas
O ₃	(mO ₃) Máximo diario
	(8hO ₃) Promedio máximo 8 horas
NO ₂	(mNO ₂) Máximo diario
	(hNO ₂) Promedio 24 horas
SO ₂	(SO ₂) Promedio 24 horas
	(3hSO ₂) Promedio máximo 3 horas

FUENTE: El autor.

Para trabajar la base de datos de mortalidad, se hicieron agrupaciones de los eventos que se presentaron por cada enfermedad, junto con esto se tuvieron en cuenta los grupos etarios, con el objetivo de asociar la mortalidad con los grupos etarios más sensibles, de niños menores a los 5

años de edad y los adultos mayores de 65 años de edad.

El comportamiento de los contaminantes criterio del aire y de la mortalidad se determinó a partir de la estadística descriptiva utilizando el software IBM SPSS, con el cual se determinaron los valores estadísticos correspondientes a la media, la mediana, la desviación estándar, los valores mínimos y máximos, los rangos intercuartiles y percentiles (25 y 75).

El modelo de regresión de Poisson fue implementado con el objetivo de determinar la relación entre la mortalidad cardiopulmonar con la exposición a los contaminantes criterio del aire; se tuvieron en cuenta los datos ajustados de temperatura, precipitación y humedad, y los efectos por la combinación entre los contaminantes junto con los retrasos de exposición hasta de 5 días (lag 1, lag 2, lag 3, lag 4 y lag 5), promedio de retrasos del primer al tercer día (lag 1-3) y del primer al quinto día (lag 1-5) [17, 18].

Selección de modelos y porcentaje de cambio en el riesgo: los modelos de mejor ajuste fueron respectivamente, el modelo de información de Akaike (AIC) modelo de mejor criterio de predicción, y el modelo de información Bayesiano (BIC) [19], para determinar la mayor probabilidad de cada uno de los eventos presentados. El riesgo relativo se determinó con un intervalo de confianza del 95% [20], que es la medida estándar que se maneja para definir un determinado evento como realmente significativo para la salud humana a causa de la contaminación atmosférica, para este estudio, la mortalidad se presentó debido tanto a la combinación entre los contaminantes como por el incremento de las concentraciones de los contaminantes teniendo en cuenta los retrasos por exposición.

Para poder realizar el cálculo del porcentaje de cambio en el riesgo de la mortalidad por un incremento de los niveles de los contaminantes, se utilizaron los valores de la Tabla 3. La determinación del ajuste de los contaminantes se hizo a partir de la correlación de Pearson y el factor

de inflación de varianza (VIF), mediante el Software STATA 11 [19].

Tabla 3. Valores tomados para la referencia del incremento en las concentraciones para cada uno de los contaminantes criterio del aire presentes en la localidad de Suba entre el 2009 al 2014

CONTAMINANTE	VALOR DEL INCREMENTO	UNIDADES
PM ₁₀ (24 horas)	10	µg/m ³
SO ₂ (24 horas)	5	ppb
3hSO ₂ (Promedio máximo 3 horas)	5	ppb
hNO ₂ (24 horas)	5	ppb
mNO ₂ (Máximo horario)	5	ppb
mO ₃ (Máximo horario)	5	ppb
8hO ₃ (Promedio máximo 8 horas)	5	ppb

µg: microgramo; m³: metro cubico; ppb: partes por billón; ppm: partes por millón.

FUENTE: El autor.

RESULTADOS

Para la localidad se Suba entre el periodo de tiempo comprendido del mes de enero del año de 2009 hasta el mes de diciembre del año de 2014, se presentaron un total de defunciones de 15.005, de las cuales 1.713 fueron causadas por enfermedades de tipo respiratorio, junto con un total por enfermedades cardiovasculares de 3.278 como se pueden evidenciar en la Tabla 4., seguido de esto, la enfermedad más representativa fue el infarto agudo al miocardio con un total de defunciones de 1.411.

Tabla 4. Relación entre las enfermedades para todas las edades y mayores de 65 años con respecto a las defunciones en la localidad de suba entre el 2009 al 2014

SIGLA	DEFINICIÓN	No. MUERTES
TECP	Enfermedad cardiopulmonar para todas las edades	4.991
CP >65	Enfermedad cardiopulmonar para mayores de 65	3.979
TECV	Enfermedad cardiovascular para todas las edades	3.278
CV >65	Enfermedad cardiovascular para mayores de 65	2.594
TERP	Enfermedad respiratoria para todas las edades	1.713
RP >65	Enfermedad respiratoria para mayores de 65	1.385

TEIAM	Enfermedad de infarto agudo al miocardio para todas las edades	1.411
IAM >65	Enfermedad de infarto agudo al miocardio para mayores de 65	1.123
TEDR	Enfermedad de disritmia para todas las edades	1.114
DR >65	Enfermedad de disritmia para mayores de 65	937
TECRB	Enfermedad cerebrovasculares para todas las edades	753
CRB >65	Enfermedad cerebrovasculares para mayores de 65	534
TESTR	Enfermedad de infarto cerebral para todas las edades	45
STR >65	Enfermedad de infarto cerebral para mayores de 65	31
TELRI	Infección de las vías respiratorias bajas para todas las edades	1.119
LRI >65	Infección de las vías respiratorias bajas para para mayores de 65	825
TEPOC	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica para todas las edades	581
EPOC > 65	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica para mayores de 65	555

FUENTE: El autor.

A la hora de determinar el comportamiento de los contaminantes para la localidad de Suba (Tabla 5), se determinó que la media por día de PM₁₀ fue de 46,9 µg/m³ junto con una desviación estándar de ±15,3 y un valor máximo de 137,5 µg/m³, valor que no excede la normativa de 100 µg/m³ por día, establecida. El promedio máximo de 3 horas de SO₂ fue de 1,2 ppb equivalente a 3,14 µg/m³ junto con una desviación estándar de ±0,5 y un valor máximo de 3,7 ppb equivalente a 9,6 µg/m³, ya que los valores permisibles establecidos por la normativa son de 100 µg/m³ por 1 hora de exposición, no se incumple con lo propuesto por la norma ambiental. El NO₂ presenta una concentración de 21,8 ppb equivalente a 40,98 µg/m³ en un promedio de 24 horas, una desviación estándar de ±7,9 y un valor máximo de 50 ppb equivalente a 94,37µg/m³, según la normativa el valor de exposición máximo permisible en 1 hora es de 200 µg/m³, por lo cual no sobrepasa el nivel máximo permisible. Finalmente el promedio máximo en 8 horas del O₃ fue de 22,2 ppb equivalente a 44,4 µg/m³ con una desviación estándar de ±11,4 y un valor máximo de 70,8 ppb equivalente a 141,6 µg/m³, la norma establece una exposición en 8 horas de 100 µg/m³, por lo cual se incumple con lo estipulado por la normativa vigente

Colombiana de la resolución 2254 de 2017 para el valor máximo obtenido del análisis [21].

Tabla 5. Comportamiento de los contaminantes de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá (RMCAB) para la localidad de Suba entre el 2009 al 2014

	OBS	MEDIA	D.E	MIN	MAX	P25	P75	RIQ	% datos
PM ₁₀ (Promedio 24 horas) µg/m ³	2.143	46,9	15,3	9,9	137,5	36,3	55,6	19,3	94,2
SO ₂ (24 horas) ppb	1.843	2,6	2,0	0,3	12,2	1,2	3,4	2,2	99,0
SO ₂ (Promedio máximo 3 horas) ppb	1.872	1,2	0,5	0,2	3,7	0,9	1,5	0,6	97,0
NO ₂ (24 horas) ppb	1.378	21,8	7,9	2,1	50,2	16,2	27,2	11,0	62,7
NO ₂ (Máximo horario) ppb	1.440	38,1	15,8	2,5	158,7	27,4	45,7	18,3	65,5
O ₃ (Promedio máximo 8 horas) ppb	1.845	22,2	11,4	1,9	70,8	14,2	27,5	13,3	84,0
O ₃ (Máximo diario) ppb	1.886	16,6	7,7	0,7	49,2	11,2	20,3	9,1	85,8

OBS: Observaciones; D.E: Desviación Estándar; MIN: Valor mínimo; MAX: Valor máximo; P25: Percentil 25; P75: Percentil 75; RIQ: Rango intercuartil; % datos: Porcentaje de datos disponibles; µg: microgramo; m³: metro cubico; ppb: partes por billón; ppm: partes por millón.

FUENTE: El autor

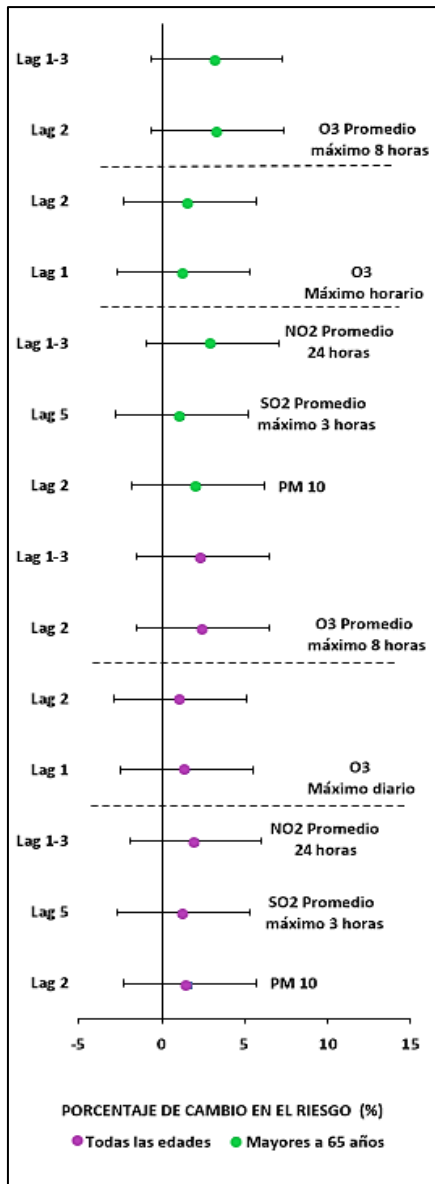
La información de la Tabla 5 muestra de forma clara que los valores de las concentraciones de los contaminantes criterio no sobrepasan los valores ni de la normativa colombiana vigente de la resolución 2254 de 2017 y tampoco sobrepasan los valores estipulados como límites permisibles de la Organización Mundial de la Salud [21,22]. A continuación, se muestran los resultados para las enfermedades más relevantes y con mayor relación a la exposición a los contaminantes criterio del aire, siendo estas, enfermedad cardiopulmonar, cardiovascular, respiratoria, disritmias y finalmente la infección de las vías respiratorias bajas.

Relación entre los contaminantes criterio y la mortalidad cardiopulmonar

Para el caso de la mortalidad cardiopulmonar presentada en la localidad de Suba entre el 2009 al 2014 (Figura 1), se obtuvo que por un aumento de 10 µg/m³ en el promedio de 24 horas de PM₁₀ se presenta un riesgo de 1,70% (IC95%: -1,16%;

4,64%) para todas las edades y un riesgo de 2,20% (IC95%: -1,04%; 5,53%) para los mayores de 65, ambos casos para el lag 2. En el caso del SO₂ un aumento de 5 ppb en el lag 5 en el promedio máximo de 3 horas representa un riesgo equivalente al 1,31% (IC95%: -2,50%; 5,27%) y un riesgo de 1,22% (IC95%: -3,06%; 5,69%), para todas las edades y mayores a 65, respectivamente. Un aumento de 5 ppb en el promedio diario de NO₂ indico un riesgo del 2,05% (IC95%: -1,47%; 5,69%) para todas las edades, mientras que para los mayores de 65 arrojó un riesgo más elevado correspondiente al 3,06% (IC95%: -0,94%; 47,21%) siendo en ambos casos comprendidos entre el promedio del lag 1 al lag 3. El riesgo en la mortalidad por el O₃ máximo diario, se obtuvo por un aumento de 5 ppb en la mortalidad cardiopulmonar siendo de 1,55 (IC95%: 0,99%; 1,04%) y de 1,16% (IC95%: 1,00%; 1,03%) para el lag 1 y el lag 2, respectivamente para todas las edades, y para el caso de mayores de 65 se presentaron los valores más altos de riesgo equivalentes al 1,34% (IC95%: -0,44%; 3,15%) y 1,71% (IC95%: -0,09%; 3,55%), para el lag 1 y el lag 2, de igual manera. Finalmente, en el O₃ promedio máximo de 8 horas un aumento de 5 ppb presentó valores de riesgo de 2,48% (IC95%: 0,07%; 4,95%) y 2,45% (IC95%: -0,41%; 5,39%) para el lag 2 y el promedio del lag 1 al lag 3 para todas las edades y de 3,39% (IC95%: 0,67%; 6,18%) y 3,31% (IC95%: 0,07%; 6,66%) para los mayores de 65 en el lag 2 y el promedio del lag 1 al lag 3. Se determinó que para la mortalidad cardiopulmonar los contaminantes más relevantes fueron PM₁₀, SO₂, NO₂ y O₃ y para todos los casos se obtiene que la incidencia más significativa es para los mayores de 65.

Figura 1. Porcentaje de cambio en el riesgo (%) de la mortalidad por las enfermedades cardiopulmonares en la localidad de Suba entre 2009 y 2014



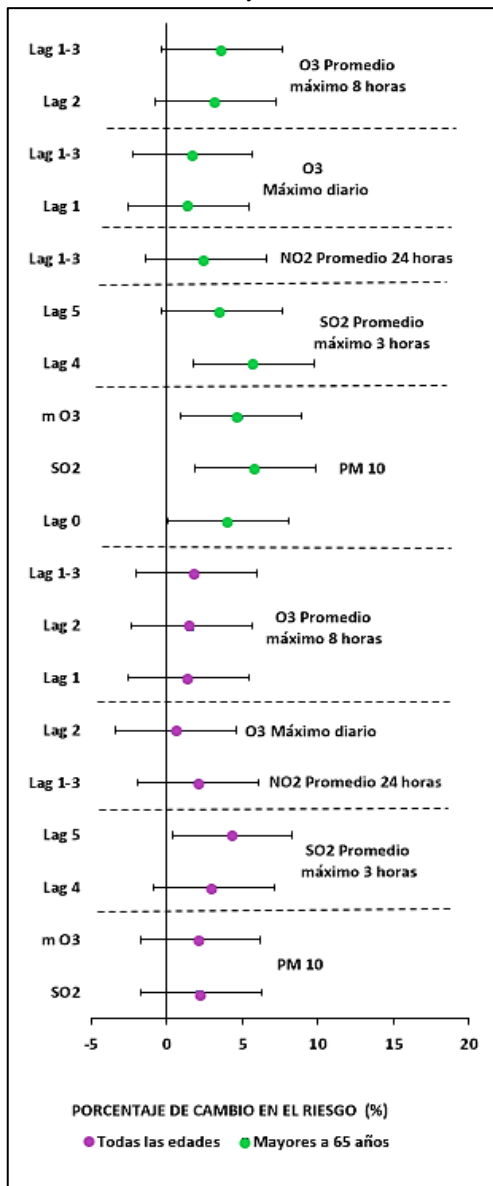
FUENTE: El autor.

Relación entre los contaminantes criterio y la mortalidad cardiovascular

Para la localidad de Suba entre el 2009 al 2014, (Figura 2), la mortalidad cardiovascular se comportó de tal forma que, para el PM₁₀ en el promedio diario, un aumento de 10 µg/m³ representó un riesgo para todas las edades de

2,25% (IC95%: -1,90%; 6,58%) y 2,23% (IC95%: -1,59%; 6,19%) en reacción con el SO₂ y el O₃ máximo diario, mientras que para el grupo etario de mayores de 65 se presentaron 3 valores elevados siendo el de reacción con el SO₂ el del mayor valor con 5,87% (IC95%: 1,09%; 10,88%) de riesgo, seguido del 4,91% (IC95%: 0,53%; 9,48%) con el O₃ máximo diario y el 4,09% (IC95%: 0,11%; 8,24%) para el lag 0. En el caso del SO₂ un aumento de 5 ppb en el promedio máximo de 3 horas representa un riesgo equivalente al 3,08% (IC95%: -1,50%; 7,87%) y otro de 4,33% (IC95%: -0,47%; 9,36%) para todas las edades, mientras para los mayores de 65 se obtuvieron riesgos de 5,71% (IC95%: -1,16%; 4,64%) y 3,68% (IC95%: 0,51%; 11,19%) en el lag 4 y en el lag 5, en ambos grupos etarios. El NO₂ diario con un aumento de 5 ppb indicó un riesgo del 2,05% (IC95%: -2,26%; 6,56%) para todas las edades en el promedio del lag 1 al lag 3 y para los mayores de 65 un riesgo de 2,59% (IC95%: -2,34%; 7,76%) en el promedio del lag 1 al lag 3. Para el caso del O₃ máximo horario, se obtuvo que por un aumento de 5 ppb el riesgo de mortalidad cardiovascular para todas las edades es de 0,57% (IC95%: -1,41%; 2,58%) en el lag 2, para los mayores de 65 de 1,43% (IC95%: -0,78%; 3,70%) y 1,70% (IC95%: -1,07%; 4,53%) en el lag 1 y el promedio del lag 1 al lag 3, respectivamente. Por último, para todas las edades un aumento de 5 ppb de O₃ promedio máximo de 8 horas arroja riesgos de 1,94% (IC95%: -1,56%; 5,57%), 1,60% (IC95%: -1,34%; 4,62%) y 1,47% (IC95%: -1,44%; 4,47%) para el promedio del lag 1 al lag 3, lag 2 y lag 1, y para los mayores de 65 se determinaron riesgos de 3,63% (IC95%: -0,39%; 7,81%) en el promedio del lag 1 al lag 3 y de 3,23% (IC95%: -0,12%; 6,70%) para el lag 2. La mortalidad cardiovascular presento valores más elevados para los contaminantes PM₁₀, SO₂, NO₂ y O₃ que tuvieron riesgos más altos en mayores de 65, siendo los del PM₁₀ los más relevantes.

Figura 2. Porcentaje de cambio en el riesgo (%) de la mortalidad por las enfermedades cardiovasculares en la localidad de Suba entre 2009 y 2014



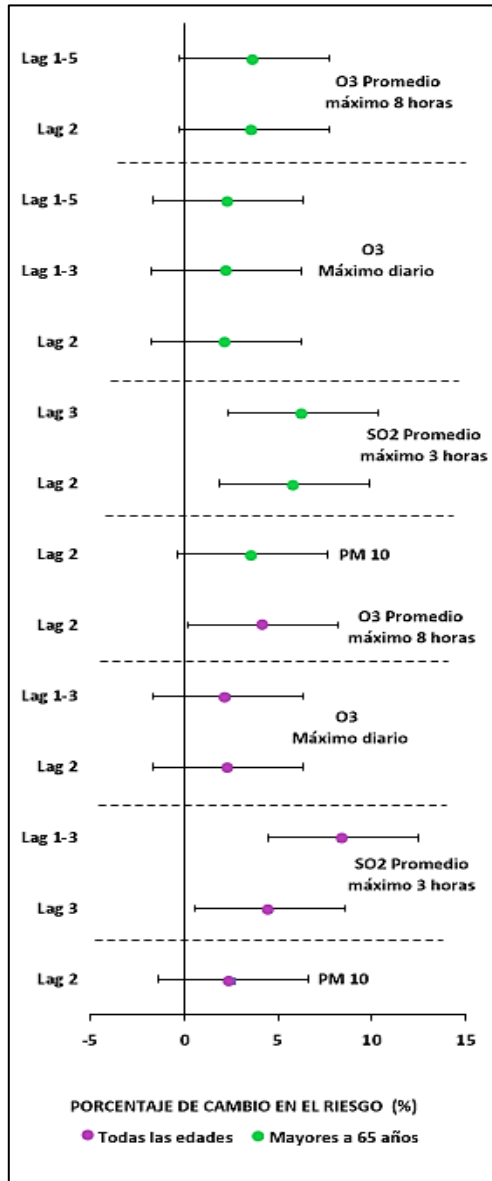
FUENTE: El autor.

Relación entre los contaminantes criterio y la mortalidad respiratoria

Como se muestra en la Figura 3 la mortalidad respiratoria para la localidad de Suba entre el 2009 al 2014, presentó un comportamiento en relación a los contaminantes criterio del aire, en que un aumento de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en el promedio diario de PM_{10} se presenta un riesgo de 2,62% (IC95%: -2,31%; 7,80%) para todas las edades y un riesgo de 3,65% (IC95%: -1,92%; 9,53%) para los mayores de 65, ambos casos para el lag 2. El aumento de 5 ppb en un promedio máximo de 3 horas del SO_2 estimó un riesgo de 8,46% (IC95%: -0,73%; 18,50%) en el promedio del lag 1 al lag 3 y de 4,59% (IC95%: -1,79%; 11,38%) para el lag 3, para todas las edades, y para los mayores de 65 se determinó un riesgo de 6,38% (IC95%: -0,75%; 14,02%) para el lag 3 y de 5,87% (IC95%: -1,16%; 13,39%) en el lag 2. Para el caso del O_3 máximo diario, un aumento de 5 ppb de la concentración, permitió determinar un riesgo para todas las edades de 2,34% (IC95%: -0,42%; 5,17%) y 2,30% (IC95%: -1,09%; 5,81%) en el lag 2 y en el promedio del lag 1 al lag 3 respectivamente, seguido de los riesgos para los mayores de 65 correspondientes al 2,37% (IC95%: -1,96%; 6,90%), 2,25% (IC95%: -1,53%; 6,17%) y 2,24% (IC95%: -1,16%; 4,64%), siendo los dos primeros valores para los promedios de los lags, del lag 1 al lag 5 y del lag 1 al lag 3 y por último en el lag 2. Finalmente, el aumento de 5 ppb del O_3 promedio máximo de 8 horas obtuvo valores de riesgo correspondientes a 4,22% (IC95%: 0,07%; 8,54%) en el lag 2 para todas las edades, mientras que para los mayores de 65, se determinaron riesgos de 3,74% (IC95%: -0,83%; 8,52%) en el lag 2 y de 3,71% (IC95%: -2,43%; 10,24%) para el promedio del lag 1 al lag 5. A diferencia de las otras tasas de mortalidad, la mortalidad respiratoria, no presentó riesgos significativos para el NO_2 , mientras que para los casos de PM_{10} , SO_2 , y O_3 se ven valores altos para el lag 2 y se evidencian, valores de riesgos obtenidos en el promedio del lag 1 al lag 5. Finalmente ara el caso del O_3 no se evidencian diferencias significativas de los riesgos de todas las edades en comparación con los riesgos de los mayores de 65 y el O_3 promedio máximo de 8 horas

presentó valores de riesgo inferiores para los mayores de 65 en comparación con el riesgo en todas las edades.

Figura 3. Porcentaje de cambio en el riesgo (%) de la mortalidad por las enfermedades respiratorias en la localidad de Suba entre 2009 y 2014



FUENTE: El autor.

Relación entre los contaminantes criterio y la mortalidad por disritmias

Las disritmias como se evidencia en la Tabla 6. presentaron valores de riesgo que se encuentran entre el 5,45% (IC95%: -0,75%; 12,03%) y 6,74% (IC95%: -0,06%; 14,01%), el valor más alto de mortalidad por disritmias se presentó por un aumento de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en el promedio diario de PM₁₀ con un valor de 6,74% (IC95%: -0,06%; 14,01%), seguido de un riesgo de 5,61% (IC95%: -0,06%; 11,60%) debido a un aumento de 5 ppb del O₃ promedio máximo de 8 horas, ambos casos para mayores de 65, junto con un aumento de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en el promedio diario de PM₁₀ con un valor de 5,45% (IC95%: -0,75%; 12,03%) para todas las edades. Siendo más relevantes los mayores a 65.

Tabla 6. Porcentaje (%) de cambio en el riesgo a causa de la mortalidad por disritmias en la localidad de Suba entre el 2009 al 2014

GRUPO ETARIO	CON	CAUSA	RR	DE	%ICI	%ICS	%CR
Todas las edades	PM ₁₀	Lag 0	1,05	0,03	-0,74	12,03	5,45
Mayores a 65	PM ₁₀	Lag 0	1,07	0,04	-0,06	14,01	6,74
Todas las edades	mO ₃	Lag 1	1,03	0,02	-0,78	6,16	2,63
Mayores a 65	mO ₃	Lag 1	1,04	0,02	-0,13	7,41	3,57
Todas las edades	8hO ₃	Lag 0	1,05	0,03	-0,12	10,56	5,09
Mayores a 65	8hO ₃	Lag 0	1,06	0,03	-0,06	11,60	5,61

CON: Contaminantes; RR: Riesgo Relativo; D.E: Desviación Estándar; %ICI: Porcentaje de intervalo de Confianza Límite Inferior; %ICS: Porcentaje de intervalo de Confianza Límite Superior; %CR: Porcentaje de Cambio en el Riesgo.

FUENTE: El autor.

Relación entre los contaminantes criterio y la mortalidad por infección de las vías respiratorias bajas

En la Tabla 7. la mortalidad por la infección de las vías respiratorias bajas presentó valores por el aumento de 5 ppb de NO₂ máximo horario en todas las edades de 4,47% (IC95%: -1,66%; 10,98%) en el lag 4, seguido de un riesgo en el lag 2 de 4,39% (IC95%: -0,67%; 9,70%) por un aumento de 5 ppb del O₃ promedio máximo de 8 horas para todas las edades junto con un riesgo de 3,90% (IC95%: -1,91%; 10,04%) para los mayores de 65 en el lag 2 y finalmente por un aumento de 5 ppb de NO₂

máximo horario en mayores de 65 obtuvo un riesgo en el lag 4 correspondiente al 3,79% (IC95%: -3,21%; 11,30%). A diferencia de la mayoría de los casos de las otras mortalidades, la mortalidad por la infección de las vías respiratorias bajas se comportó de tal forma que los valores del riesgo fueron mayores para todas las edades que en mayores de 65.

Tabla 7. Porcentaje (%) de cambio en el riesgo a causa de la mortalidad por infección de las vías respiratorias bajas en la localidad de Suba entre el 2009 al 2014

GRUPO ETARIO	CON	CAUSA	RR	DE	%ICI	%ICS	%CR
Todas las edades	mNO ₂	Lag 4	1,04	0,03	-1,66	10,98	4,47
Mayores a 65	mNO ₂	Lag 4	1,04	0,04	-3,21	11,30	3,79
Todas las edades	mO ₃	Lag 2	1,02	0,02	-1,03	5,83	2,35
Mayores a 65	mO ₃	Lag 2	1,02	0,02	-1,49	6,46	2,40
Todas las edades	8hO ₃	Lag 2	1,04	0,03	-0,67	9,70	4,39
Mayores a 65	8hO ₃	Lag 2	1,04	0,03	-1,91	10,04	3,90

CON: Contaminante; RR: Riesgo Relativo; D.E: Desviación Estándar; %ICI: Porcentaje de intervalo de Confianza Límite Inferior; %ICS: Porcentaje de intervalo de Confianza Límite Superior; %CR: Porcentaje de Cambio en el Riesgo.

Fuente: El autor.

DISCUSIÓN

El presente estudio realizado para demostrar una asociación entre la contaminación del aire y la mortalidad cardiopulmonar en la localidad de Suba, Bogotá, D.C. entre los años del 2009 al 2014, determinó que la mortalidad cardiopulmonar tuvo el riesgo más alto con un valor de 3,39% (IC95%: 0,67%; 6,18%) para los mayores de 65 en el lag 2 por un aumento de 5ppb del O₃ promedio máximo de 8 horas. En base a un riesgo de 5% en el lag 1 por un aumento de 11 ppb de O₃ promedio máximo de 8 horas y un riesgo de 3% en el lag 2 por la exposición a PM₁₀ el estudio de “Efecto a corto plazo del PM₁₀ y el O₃ sobre la mortalidad cardiopulmonar en la localidad de Santa Fe, Bogotá 2012-2014”, indica que al igual que en los resultados del presente trabajo, hay una asociación entre los contaminantes y la mortalidad cardiopulmonar, a pesar de que los valores no son estadísticamente significativos [23].

El estudio de “Asociación mundial de contaminación atmosférica e insuficiencia cardíaca: una revisión sistemática y un metanálisis” estableció que el SO₂ aumenta un 2,36% las hospitalizaciones por enfermedades cardiovasculares y junto con esto se encontró que la interacción del SO₂ con el PM₁₀ genera un riesgo más significativo sobre la salud cardiovascular [24]. En relación con el estudio realizado, la mortalidad cardiovascular arrojó valores significativos para los mayores de 65 que representan un riesgo a la salud de 5,87% (IC95%: 1,09%; 10,88%) en el lag 0 por aumento de 10 µg/m³ del PM₁₀ en el promedio diario en reacción con el SO₂, por otro lado, un aumento de 5 ppb del SO₂ en el promedio máximo de 3 horas representó un riesgo de 5,71% (IC95%: -1,16%; 4,64%) en el lag 4, siendo el tipo de mortalidad que más se relacionó con el comportamiento del SO₂.

Para el caso de la mortalidad respiratoria, el estudio “Mortalidad cardiopulmonar por efecto a corto plazo de contaminantes criterio del aire en la localidad de Kennedy” demuestra que con un riesgo de 5,95% (IC 95%: -14,18%; 30,80%) y de 4,87% (IC 95%: -11,88%; 24,80%) para el SO₂ y el PM₁₀, respectivamente, son estos dos, los contaminantes que más se relacionan con la mortalidad respiratoria, en relación con el estudio elaborado para la localidad de Suba, se obtiene, que esta localidad presenta riesgos altos por el aumento de 5 ppb en un promedio máximo de 3 horas del SO₂, con valores de 8,46% (IC95%: -0,73%; 18,50%) en el promedio del lag 1 al lag 3 y para los mayores de 65 se determinó un riesgo de 6,38% (IC95%: -0,75%; 14,02%) para el lag 3 [25].

Con respecto a otros estudios realizados en las mismas escalas de tiempo, pero en diferentes localidades, resultados como el de la localidad de Puente Aranda, permite determinar que el mayor riesgo se presenta en el grupo etario de mayores de 65 años, debido a que el O₃ máximo diario presenta un riesgo de mortalidad cardiopulmonar de 4,1% y un aumento 5 ppb de O₃ promedio máximo 8 horas genera un aumento del riesgo de 6,6% [26]. Para el caso de la localidad de Bosa, la

mortalidad cardiopulmonar, presentó un riesgo poco significativo del **3,3%** (**IC95%: -7,381%; 15.224%**) para la concentración del PM_{2.5} [27]. En relación con la localidad de Kennedy, las enfermedades cardiovasculares presentan mayor prevalencia frente a la presencia del CO y el SO₂ con riesgos de 6,1% y 3,2% [25].

Los resultados obtenidos en este estudio demuestran la urgente necesidad de que las entidades correspondientes aporten a la solución de la contaminación atmosférica, aunque el presente estudio no mostró datos estadísticamente significativos, si evidencia una relación evidente entre la contaminación del aire y la mortalidad cardiopulmonar. El estimado actual es de que 9 de cada 10 personas están expuestas a aire contaminado, donde los efectos de este aire contaminado sobre la salud humana, abarcan desde accidentes cerebrovasculares, el cáncer de pulmón y cardiopatías [28]. Además, la Organización de las Naciones Unidas (ONU), de igual manera, determinó que las partículas más finas, el PM₁₀ y el PM_{2.5} penetran de forma más profunda que los demás contaminantes del aire, dentro de los pulmones y dentro del sistema cardiovascular, causando gran variedad de enfermedades como derrames cerebrales, ataques al corazón, obstrucciones pulmonares e infecciones respiratorias [29].

En relación con la situación de Bogotá, para el año del 2014, el paro realizado en el mes de octubre logró generar una disminución significativa de las concentraciones de contaminantes para las localidades de San Cristóbal, Suba y Kennedy, causando una disminución del 51%, 28% y un 26%, respectivamente en relación con el PM_{2.5} [30]. De manera más reciente, en el mes de julio del 2019, un paro de taxistas, conllevó de igual manera, a que los niveles de contaminación disminuyeran drásticamente a tal forma de eliminar de forma parcial las huellas de smog que se ven de forma diaria en la ciudad de Bogotá [31].

Teniendo en cuenta lo que se establece en otros estudios a nivel mundial, en México el estudio de "Relación entre consultas a urgencias por enfermedad respiratoria y contaminación

atmosférica en Ciudad Juárez, Chihuahua" analizó la relación entre las concentraciones de las partículas finas PM₁₀ y de ozono O₃ con la cantidad de consultas al servicio de urgencias a causa de molestias respiratorias agudas, de lo cual, se precisó que, un incremento de 20 µg/m³ en el promedio de 24 horas, en la exposición a PM₁₀, se relaciona con un incremento de 4,97% (IC95%: 0,97; 9,13), demostrando así la alta incidencia de la contaminación atmosférica con molestias de tipo respiratorio a las poblaciones. [32]

A nivel de América Latina, se ha estimado, que, en la última década, los niveles de contaminación del aire van en aumento, causando altos niveles de mortalidad, afectando especialmente a los niños y adultos mayores, concluyendo de igual manera, que las deficiencias en investigación científica, acceso a medicina y a un medio ambiente más sano, la descentralización social, el proceso de mejoras a nivel tecnológico y por último, la corrupción, han generado consecuentemente que estas problemáticas incrementen con el paso de los años. Para el 2016 el informe del Clean Air Institute da cuenta que Monterrey, Guadalajara y el Distrito Federal (México), Cochabamba (Bolivia), Santiago (Chile), Lima (Perú), Bogotá y Medellín (Colombia), Montevideo (Uruguay) y San Salvador (El Salvador) son las 10 ciudades con el aire más contaminado. En todas ellas, los niveles de contaminación están por encima del estándar de la Organización Mundial de la Salud (OMS). [33]

Finalmente, todo lo anteriormente mencionado en este proyecto se respalda sobre la información obtenida a nivel mundial, se puede encontrar que algunas estimaciones generales, encuentran situaciones críticas como por ejemplo en Shenyang (China) lugar en el cual una persona inhala en promedio una cantidad de partículas ultrafinas PM_{2.5} equivalente a fumarse 63 cigarrillos al día, en Pekín (China) y Nueva Delhi (India) son 25 cigarrillos aunque en el peor de los días puede llegar hasta 44, en México D.F. son 6,5 y en París (Francia) son 6. El aire que aspiran nueve de cada diez personas en el planeta está contaminado, y los niños y las mujeres son los más afectados. [34]

La preocupación sobre la contaminación del aire debe de ir más allá de medidas proyectadas a décadas, para poder garantizar la salud y la calidad de vida de las personas, es necesario implementar medidas que permitan la reducción sobre el gran impacto que deja la contaminación atmosférica en todas las poblaciones, para así poder generar un medio ambiente mucho más sano, permitiendo la conservación del mismo y por ende la mejora de la calidad de vida de las diferentes poblaciones a nivel mundial.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Organización Mundial de la Salud, «Organización Mundial de la Salud,» 11 octubre 2019. [En línea]. Available: <https://www.who.int/phe/es/>.

[2] I. Álvarez, M. Jesús, B. Bello, B. Benítez, L. Escobar y Z. Rolando, «Influencia de los contaminantes atmosféricos sobre la salud,» Revista Médica Electrónica, 2017.

[3] E. Boldo, La contaminación del aire, Madrid: CATARATA, 2016.

[4] P. Matus, «Contaminación atmosférica: la composición química incide en su riesgo,» Revista médica de Chile, 2017.

[5] J. Stellman, «FM UNAM,» 2015. [En línea]. Available: <http://paginas.facmed.unam.mx/deptos/sp/wp-content/uploads/2013/12/Enciclopedia-de-salud-y-seguridad-en-el-trabajo.pdf>.

[6] Organización Panamericana de la Salud, «Organización Panamericana de la Salud,» 11 octubre 2019. [En línea]. Available: https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=12918:ambient-air-pollution&Itemid=72243&lang=es.

[7] L. Touri, M. Héline, I. Sari-Minodier, N. Molinari y P. Chanez, «The airport atmospheric environment: respiratory health at work, » European respiratory review, pp. 124-130, 2013.

[8] E. Aránguez, J. Ordoñez, J. Serrano, N. Aragonés, R. Fernández, A. Gandarillas y I. Galán, «Contaminantes atmosféricos y su vigilancia,» Revista Española de salud pública, pp. 123-132, 1999.

[9] IDEAM, «IDEAM,» 2015. [En línea]. Available: <http://www.ideam.gov.co/web/contaminacion-y-calidad-ambiental/calidad-del-aire>. [Último acceso: 25 octubre 2019].

[10] «Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo,» 11 octubre 2019. [En línea]. Available: <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>.

[11] Secretaría Distrital de Ambiente, «Secretaría Distrital de Ambiente,» diciembre 2010. [En línea]. Available: http://ambientebogota.gov.co/en/c/document_library/get_file?uuid=b5f3e23f-9c5f-40ef-912a-51a5822da320&groupId=55886.

[12] Universidad del Rosario, «Universidad del Rosario,» 15 febrero 2019. [En línea]. Available: <https://www.urosario.edu.co/Periodico-NovaEtVetera/Medio-Ambiente/Bogota-en-alerta-amarilla-por-contaminacion-ambie/>.

[13] B. Armstrong, A. Gasparrini y A. Tobias, «BMC Medical Research Methodology,» 24 Noviembre 2014. [En línea]. Available: <https://bmcmmedresmethodol.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2288-14-122>.

[14] Organización Panamericana de la Salud, «Organización Panamericana de la Salud,» 2003. [En línea]. Available: <http://ais.paho.org/classifications/Chapters/pdf/Volume2.pdf>.

[15] Secretaría Distrital de Ambiente, «Secretaría Distrital de Ambiente,» 2013. [En línea].

Available:
<http://ambientebogota.gov.co/web/sda/estaciones-rmcab>.

[16] Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, «Nueva legislación,» octubre 2010. [En línea]. Available: http://www.nuevaleislacion.com/files/susc/cdj/conc/ptc_dis_r2154_10.pdf.

[17] R. Sarmiento, L. Hernández, E. Medina, N. Rodríguez y J. Reyes, «Síntomas respiratorios asociados con la exposición a la contaminación del aire en cinco localidades de Bogotá, 2008-2011, estudio en una cohorte dinámica,» *Biomédica. Revista Del Instituto de Salud*, 2015.

[18] A. Farias, G. Hoek, B. Brunekreef y A. Ponde de Leon, «Air Pollution and Deaths among Elderly Residents of São Paulo, Brazil: An Analysis of Mortality Displacement, » *Environmental Health Perspectives*, pp. 349-354, 2017.

[19] F. Caballero, «urg.es,» 2011. [En línea]. Available: <https://hera.ugr.es/tesisugr/19964808.pdf>.

[20] M. Murillo, A. Buitrago y J. Olaya, «Estimación no-paramétrica de curvas típicas diarias para los contaminantes CO, NO2 y SO2 en Santiago de Cali,» *Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente*, pp. 23-27, 2005.

[21] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, «Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible,» 1 noviembre 2017. [En línea]. Available: <http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/96-res%202254%20de%202017.pdf>.

[22] World Health Organization, «World Health Organization, » 2005. [En línea]. Available: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69478/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf;jsessionid=9C589054D16214DB26AC237CBBAE9E76?sequence=1.

[23] D. Robles, «Craiusta,» 2018. [En línea]. Available: <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/10317>.

[24] B. Soldevila, B. Vinyoles, A. Ugena y C. Vila, «Contaminación atmosférica, riesgo cardiovascular e hipertensión arterial,» *Hipertensión y riesgo vascular*, pp. 177-184, 2018.

[25] J. C. Pedreros, «Craiusta,» 2018. [En línea]. Available: <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/10658>.

[26] S. Atara, «Craiusta,» 2019. [En línea]. Available: <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/17734>.

[27] L. Ortigón, «Semantic Scholar,» 2017. [En línea]. Available: <https://pdfs.semanticscholar.org/014a/8974830e45f40c8ac4b2d840eb8d16d96f47.pdf>.

[28] Organización Mundial de la Salud, «Organización Mundial de la Salud,» 11 octubre 2019. [En línea]. Available: <https://www.who.int/es/air-pollution/news-and-events/how-air-pollution-is-destroying-our-health>.

[29] EL TIEMPO, «EL TIEMPO,» 2 mayo 2018. [En línea]. Available: <https://www.eltiempo.com/vida/medio-ambiente/informe-de-la-oms-sobre-contaminacion-del-aire-en-el-mundo-212282>.

[30] Secretaría Distrital de Ambiente, «Secretaría Distrital de Ambiente,» octubre 2014. [En línea]. Available: http://ambientebogota.gov.co/bg/archivo-de-noticias/-/asset_publisher/5PPa/content/suba-san-cristobal-sur-y-parte-de-kennedy-registraron-las-mayores-bajas-en-contaminacion-del-aire-en-los-dias-del-paro?redirect=http%3A%2F%2Fambientebogota.gov.co%2Fbg%2Far.

[31] Caracol Radio, «Caracol Radio,» 10 Julio 2019. [En línea]. Available:

https://caracol.com.co/radio/2019/07/10/tendencias/1562794155_616195.html.

[32] L. Hernández, M. Téllez, L. Sanín, M. Lacasaña, A. Campos y I. Romieu, «Relación entre consultas a urgencias por enfermedad respiratoria y contaminación atmosférica en Ciudad Juárez, Chihuahua,» 2000. [En línea]. Available: https://www.scielosp.org/scielo.php?pid=S0036-36342000000400003&script=sci_arttext. [Último acceso: 1 noviembre 2019].

[33] Red de Desarrollo Sostenible, «Red de Desarrollo Sostenible,» 21 junio 2016. [En línea]. Available: <https://www.rds.org.co/es/novedades/las-10-ciudades-con-el-aire-mas-contaminado-en-latinoamerica>. [Último acceso: 1 noviembre 2019].

[34] T. Pardo, «EL TIEMPO,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.eltiempo.com/vida/medio-ambiente/contaminacion-del-aire-un-problema-para-la-salud-en-colombia-292226>. [Último acceso: 1 noviembre 2019].

