



INSTITUTO NACIONAL DE SALUD PÚBLICA

ESCUELA DE SALUD PÚBLICA DE MEXICO

**“MORTALIDAD POR ENFERMEDADES RESPIRATORIAS Y SU ASOCIACIÓN CON PARTÍCULAS SUSPENDIDAS
PM₁₀ Y PM_{2.5} EN LA CIUDAD DE MÉXICO, 2004 – 2008”.**

Proyecto de Tesis en modalidad de artículo

**Presentado ante las autoridades del
Instituto Nacional de Salud Pública/Escuela de Salud Pública de México
Para obtener el grado de:**

**MAESTRO EN SALUD PÚBLICA
CON ÁREA DE CONCENTRACIÓN EN SALUD AMBIENTAL**

ALUMNO: ALESSIO DAVID SCORSA GAXIOLA

DIRECTOR DE TESIS: DR. ALBINO BARRAZA VILLARREAL

ASESORES: DRA. LETICIA HERNÁNDEZ CADENA

MTRO. JUAN FRANCISCO ROMÁN PEDROZA

Cuernavaca, Mor., Diciembre del 2013.

**MORTALIDAD POR ENFERMEDADES RESPIRATORIAS Y SU ASOCIACIÓN CON PARTÍCULAS SUSPENDIDAS
PM₁₀ Y PM_{2.5} EN LA CIUDAD DE MÉXICO, 2004 - 2008.**

Scorza-Gaxiola, A. D. ^{1,2} / Hernández-Cadena, L. ² / Román Pedroza, J. F. ³ / Barraza-Villarreal, A. ²

1. Unidad de Inteligencia Epidemiológica y Sanitaria, Dirección General de Epidemiología, Secretaría de Salud. México, D. F.
2. Centro de Investigación de Salud Poblacional, Instituto Nacional de Salud Pública. Cuernavaca, Morelos.
3. Instituto de Diagnóstico y Referencia Epidemiológicos, Dirección General de Epidemiología, Secretaría de Salud. México, D. F.

Palabras clave: *Mortalidad, enfermedades respiratorias, partículas suspendidas, PM₁₀, PM_{2.5}, México.*

RESUMEN:

Objetivo: Analizar la asociación entre la mortalidad por causas respiratorias y la exposición aguda a partículas menores de 2.5 y 10 micras de diámetro aerodinámico (PM_{2.5} y PM₁₀), en la Ciudad de México. **Material y métodos:** Se realizó un estudio ecológico de series de tiempo (2004-2008). La asociación entre mortalidad y exposición se analizó ajustando modelos de regresión poisson para diferentes causas de mortalidad respiratoria y grupos de edad. **Resultados:** Se observó un incremento en el riesgo de mortalidad por enfermedades respiratorias de manera significativa. El porcentaje de incremento en el riesgo de mortalidad para infecciones respiratorias fue del 14% (IC95%: 12%, 16%) para todas las edades, del 20% (IC95%: 16%, 24%) para menores de 1 año y de 12% (IC95%: 9%, 15%) para los de 65 y más, por cada incremento de 10 µg/m³ en el promedio diario de PM_{2.5} de manera significativa. Se observó también una asociación significativa para la exposición diaria a PM₁₀. **Conclusiones:** Los resultados sugieren una asociación significativa entre el incremento de las concentraciones de PM_{2.5} y PM₁₀ y la mortalidad aguda por causas respiratorias.

INTRODUCCION:

Durante las ultimas decadas las enfermedades respiratorias en México han estado dentro de las 10 principales causas de muerte. Una revisión sobre mortalidad general para el periodo 2004-2008¹, indicó que las enfermedades respiratorias representaban el 7% del total de causas de defunciones. Con una tasa de mortalidad específica entre 31 a 34/100,000 habitantes, siendo mayor en los adultos mayores¹.

Los determinantes de las enfermedades respiratorias son diversos, sin embargo en la actualidad, la exposición a partículas menores a 2.5 y 10 micrómetros de diámetro (PM_{2.5} y PM₁₀), generadas por la combustión de vehículos y de fuentes naturales² han contribuido con sus incrementos, ademas de favorecer un daño pulmonar, incremento de la reactividad e inflamación de vías aéreas, secreción de moléculas pro-inflamatorias, daño celular, roptura del ADN y apoptosis celular³. Estudios epidemiológicos conducidos en diferentes países han reportado un incremento en la mortalidad por todas las causas y en particular por causas respiratorias y cardiovasculares derivado de la exposición a contaminantes atmosfericos⁴⁻¹³. En un estudio publicado⁴ los investigadores reportaron un riesgo relativo de 1.27 (95%CI: 1.08; 1.47) en la mortalidad general por la exposición a PM₁₀.

La Organización Mundial de la Salud (OMS)¹⁴; indica que existe evidencia sobre los efectos negativos de la exposición al material particulado suspendido en habitantes de diferentes partes del mundo, tanto para países desarrollados como en vías de desarrollo. En ese sentido, el abanico de efectos es amplio: afecta los sistemas respiratorio y cardiovascular, y abarca a niños, adultos y a grupos susceptibles dentro de la población general¹⁵. Asimismo, de acuerdo a la Organización Panamericana de la Salud (Pan American Health Organization (PAHO))¹⁶ la mortalidad general en países de Latinoamérica se ha incrementado en un 0.6% (95%CI: 0.16%, 1.07%) por cada incremento de 10 µg/m³ en la concentración de PM₁₀ en la población general.

En Europa el proyecto Air Pollution on Health: a European Approach¹⁷ (APHEA), reportó que las concentraciones diarias de PM en el ambiente se asociaron con un incremento en

el número de muertes en adultos mayores (personas de 65 años y más) para 28 ciudades europeas. Señalando que por cada incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} , el número de muertes diarias se incrementó en un 0.8% (0.7-0.9%)¹⁸.

Los primeros estudios en México sobre los efectos de la contaminación atmosférica en la salud^{19,20}, indicaron una asociación significativa entre la exposición a partículas suspendidas y la mortalidad general. Sin embargo, en la actualidad, no existen revisiones publicadas en nuestro país que brinden información sobre la estimación de los efectos en la mortalidad por causas respiratorias asociados con la exposición ambiental a PM, y que permita contar con evidencia reciente para la toma de decisiones relacionadas con la normatividad ambiental y para la generación de políticas. Por esta razón realizamos la presente investigación con el propósito de evaluar la asociación entre la exposición aguda a material particulado y la mortalidad diaria por causas respiratorias en la Ciudad de México para el periodo 2004-2008.

MATERIAL Y METODOS:

Diseño del estudio: Se realizó un estudio ecológico en la ciudad de México a través de un análisis de series de tiempo para el período 2004-2008.

Recolección de información:

Datos de mortalidad: Se obtuvo información sobre el total de muertes diarias por enfermedades respiratorias en la Ciudad de México de las bases de datos del Sistema Nacional de Información en Salud (SINAIS) de la Secretaría de Salud (SS) del Gobierno Federal, para el periodo del 1 de enero de 2004 al 31 de diciembre de 2008. Se seleccionaron las defunciones por causas respiratorias, de acuerdo a la décima revisión de la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE10: J00 – J99)²¹, ocurridas en el área metropolitana de la Ciudad de México. Categorizándolas en tres grupos: Respiratorias infecciosas (J09-J22), Respiratorias crónicas (J40-J47) y otras afecciones respiratorias (J00-J06, J30-J39 y J60-J99), según la lista condensada de mortalidad general por enfermedades del sistema respiratorio de la clasificación internacional de enfermedades CIE-10²¹ y

considerando los grupos de edad de menores de 1 año, de 1 a 4 años y de 65 años y más. De igual manera los registros de las defunciones por enfermedad respiratoria se clasificaron por zona, de acuerdo al municipio o delegación de residencia habitual registrada en el certificado de defunción, conforme a lo registrado en la base de datos del SINAIS.

Datos Meteorológicos y de contaminación atmosférica: Se obtuvo información de las bases de datos oficiales del sistema de monitoreo atmosférico de la Zona Metropolitana del Valle de México, para las cinco zonas según la división geográfica de la RAMA (Figura 2). Se recuperó información sobre la concentración diaria de PM_{10} y $PM_{2.5}$, Ozono (O_3) y variables meteorológicas, considerando un criterio de suficiencia de la información del 75% para los datos totales del día y generados en 24 horas²² y para el periodo de estudio. Se calcularon los promedios de 24 horas para $PM_{2.5}$, PM_{10} , temperatura y para el caso del O_3 se generó una variable dicotómica con el valor por arriba y por debajo de la Norma a partir del valor máximo²³.

Evaluación de la exposición: El SIMAT divide geográficamente a la Ciudad de México en cinco zonas considerando las cuatro vialidades que atraviesan la Ciudad, algunos monitores a pesar de encontrarse en una misma delegación pertenecen a zonas distintas, sin embargo, para la presente investigación, se consideró la localización de los monitores por delegación en el D.F. y por municipio del área metropolitana (Estado de México); por tanto se consideraron solo las delegaciones que integran el D.F. y los municipios del Estado de México, específicamente de la zona metropolitana del Valle de México, donde se realiza el monitoreo de PM_{10} y $PM_{2.5}$ por parte del SIMAT (Figura 2). Con esta condición se determinó la asignación de la exposición, es decir, considerando el sitio donde ocurrió la defunción de acuerdo a la residencia habitual y lugar de nacimiento en la ciudad de México, se le asignó la estación de monitoreo ubicada en esa misma zona y considerando el promedio de 24 horas para cada parámetro y para toda la zona de estudio; con respecto a la temperatura, se considero igualmente el 75 % de suficiencia de los datos como criterio de calidad²⁴.

Análisis estadístico:

Para cumplir con el objetivo de determinar la asociación entre la mortalidad por enfermedades respiratorias para los diferentes grupos de edad (menor de 1 año, 1 a 4 años y 65 años y más) con la exposición a partículas suspendidas $PM_{2.5}$ y PM_{10} en el área metropolitana de la Ciudad de México durante el periodo 2004 a 2008, se corrieron modelos lineales de regresión de Poisson, ajustando por importantes confusores y considerando como unidad de análisis el día. Un modelo independiente fue generado para cada clasificación de la causa de muerte y de acuerdo a cada grupo de edad considerado para el estudio. Todo el análisis estadístico se realizó utilizando el programa STATA versión 12.1²⁵.

RESULTADOS:

Un total de 26,518 muertes por enfermedades respiratorias fueron registradas durante el periodo de estudio (Figura 1). Del total de muertes registradas, el 9.4% fue para los menores de un año, el 1.6% para los de 1 a 4 años y un total de 88.9% para los adultos de 65 y más años (Figura 2). Con respecto a la mortalidad por causas infecciosas se obtuvo información de un total de 9,699 y para el caso de muertes por causas respiratorias crónicas y otras fue de 13,550 y 3,269 respectivamente (tabla I). Con un promedio de 22 defunciones por día (rango 1 – 52).

En cuanto a los datos de contaminantes atmosféricos, el promedio de 24 horas para $PM_{2.5}$ y PM_{10} fue de 27.07 (DE=11.1) y 51.25 (DE=19.9) respectivamente. El promedio máximo de 24 horas para ozono fue de 0.03 ppm (DE=0.01). La temperatura promedio para el periodo de estudio fue de 16.2 grados centígrados (Tabla II, Figura 3).

Se observó una asociación estadísticamente significativa entre los registros de mortalidad diaria por causas respiratorias para todas las edades y para los grupos de menores de 1 año y de 65 años y mas (Tabla 3) por cada incremento de $10 \mu g/m^3$ en el promedio diario de $PM_{2.5}$ y PM_{10} . El porcentaje de cambio sobre el riesgo de mortalidad por infecciones

respiratorias para todos los grupos de edad fue del 14% (IC95%: 12%, 16%) por cada incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en el promedio diario de $\text{PM}_{2.5}$ y del 10% (IC95%: 9%, 11%) para PM_{10} para el mismo día del evento. Se observó un cambio significativo en el porcentaje de riesgo con respecto a las causas respiratorias para los menores de 1 año y para la mortalidad en los adultos de 65 años y más para todos los contaminantes evaluados (Tabla 3).

DISCUSION:

Los resultados de la presente investigación sugieren una asociación significativa entre la exposición a material particulado y el riesgo de mortalidad por enfermedades respiratorias para el periodo 2004-2008 en el área metropolitana de la Ciudad de México. El porcentaje de cambio en el riesgo estimado para la mortalidad diaria por causas respiratorias infecciosas y respiratorias crónicas fue del 20% respectivamente y del 14% para otras causas respiratorias en la población general, considerando el mismo día de exposición a $\text{PM}_{2.5}$. El efecto más fuerte fue para los menores de 1 año, seguido de los adultos de 65 años y más, tanto por la exposición a $\text{PM}_{2.5}$ como para PM_{10} . No observamos asociaciones significativas para el grupo de edad de 1 a 4 años. Los resultados encontrados en nuestro estudio coinciden con los hallazgos reportados en otros estudios realizados a nivel internacional^{26, 27}. En un estudio realizado por Vichit²⁸ y colaboradores se encontró que por cada incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en los niveles de PM_{10} el riesgo en la mortalidad se incremento en un 1.2% para el mismo día de la exposición. Por otro lado, en un estudio realizado en Estados Unidos⁴ se reportó un cambio de 2.6% para el mismo día, porcentaje de riesgo un poco mas bajo de lo encontrado por nosotros.

Con respecto a otros estudios realizados en Latinoamérica, la organización panamericana de la salud (PAHO por sus siglas en ingles), reportó un porcentaje de cambio en el riesgo de mortalidad del 0.6%.

Otros investigadores han reportado asociaciones significativas en la mortalidad por la exposición a contaminantes atmosféricos, sobre todo en los adultos de 65 años y más, tal como lo encontrado en la presente investigación^{1, 29}.

Los resultados encontrados en la presente investigación pueden ser explicados por las siguientes razones; datos experimentales muestran que los contaminantes del aire pueden aumentar el riesgo de procesos infecciosos³⁰. En ese sentido, los estudios señalan que puede haber interacciones entre el virus sincicial respiratorio y las partículas ultrafinas de carbón negro, partículas que pueden infectar las células epiteliales alveolares y favorecer el daño. Becker y colaboradores³¹ encontraron que las partículas en el aire exterior parecen alterar la capacidad de los macrófagos alveolares, favorecer el proceso inflamatorio de vías aéreas y la producción de quimiocinas, como consecuencia de la exposición a las mismas.

Por otro lado, es importante considerar algunas limitaciones al momento de interpretar nuestros resultados, en primer lugar, el diseño del estudio, ya que los estudios ecológicos no permiten hacer inferencias individuales, dado que la unidad de análisis es el conjunto de individuos (defunciones por Enfermedades Respiratorias en población por grupos de edad) y se puede presentar la falacia ecológica²⁴, principal factor que puede sesgar la interpretación de los resultados. En segundo lugar la probabilidad de un error de medición en la evaluación de la exposición, derivado de que se utilizó información proveniente de las estaciones fijas de monitoreo, lo que no permite evaluar con mayor certidumbre las posibles variaciones espaciales y temporales en la concentración de los contaminantes; y se asume que el nivel de exposición es similar para todos los participantes, independientemente de sus actividades y localización, sin embargo, de presentarse este error es poco probable que afecte los resultados encontrados, derivado de que es poco factible que la variabilidad en las concentraciones ambientales estén relacionadas con el registro diario de muertes por causas respiratorias. En tercer lugar, el sitio de defunción ya que no se tiene la certidumbre sobre el sitio exacto donde ocurrió el evento, lo que puede igualmente sesgar la asignación de la exposición. Sin embargo, los resultados encontrados, coinciden con los hallazgos reportados en otros estudios. En cuarto lugar, la posibilidad de un posible sesgo de confusión o modificación de efecto en las asociaciones encontradas por la falta de control de otras variables y/o la presencia de posibles interacciones, tal como el nivel socioeconómico que puede modificar la asociación, sin

embargo muchas de las zonas incluidas en el estudio comparten características socioeconómicas muy similares. Y por último la temperatura que pudiera confundir la asociación encontrada, derivado de que existe un claro incremento de las infecciones respiratorias en épocas frías, pero la posibilidad de este sesgo fue controlado ya que todos los modelos fueron ajustados por la temperatura máxima del día.

CONCLUSIONES:

En conclusión, nuestros resultados demuestran una asociación significativa entre la exposición a $PM_{2.5}$ y PM_{10} y los registros de mortalidad por causas respiratorias en una ciudad con altos problemas de contaminación atmosférica. Por tanto, los resultados obtenidos pueden ser utilizados en la discusión para la toma de decisiones relacionadas con la normatividad ambiental y permitir el establecimiento de actividades que permitan el fortalecimiento de estrategias de promoción de la salud y prevención de enfermedades para las personas mayores de 65 años y menores de un año principalmente. Sin embargo, es muy importante continuar con las investigaciones que apoyen los hallazgos y brinden mayor peso a la evidencia sobre los efectos negativos de la exposición a contaminantes atmosféricos sobre la salud.

REFERENCIAS:

- 1 Dirección General de Información en Salud (DGIS). Información 2000-2008: Principales causas de mortalidad general (en línea). México, D. F.: Secretaría de Salud, 2009; http://www.sinais.salud.gob.mx/descargas/xls/m_005.xls
- 2 Sistema de Monitoreo Atmosférico. Información técnica de contaminantes. México, D. F.: Secretaría del Medio Ambiente
- 3 Alfaro-Moreno E, Martinez L, Garcia-Cuellar C, et al. Biologic effects induced in vitro by PM10 from three different zones of Mexico City. *Environ Health Perspect* 2002; 110:715-720
- 4 Dockery DW, Pope CA, 3rd, Xu X, et al. An association between air pollution and mortality in six U.S. cities. *N Engl J Med* 1993; 329:1753-1759
- 5 Gouveia N, Fletcher T. Time series analysis of air pollution and mortality: effects by cause, age and socioeconomic status. *J Epidemiol Community Health* 2000; 54:750-755
- 6 Martins MC, Fatigati FL, Véspoli TC, et al. Influence of socioeconomic conditions on air pollution adverse health effects in elderly people: an analysis of six regions in São Paulo, Brazil. *J Epidemiol Community Health* 2004; 58:41-46
- 7 Ostro B, Sanchez JM, Aranda C, et al. Air pollution and mortality: results from a study of Santiago, Chile. *J Expo Anal Environ Epidemiol* 1996; 6:97-114
- 8 Pope 3rd CA, Burnett RT, Thun MJ, et al. Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. *JAMA* 2002; 287:1132-1141
- 9 Pope CA, 3rd, Thun MJ, Namboodiri MM, et al. Particulate air pollution as a predictor of mortality in a prospective study of U.S. adults. *Am J Respir Crit Care Med* 1995; 151:669-674
- 10 Romieu I, Samet JM, Smith KR, et al. Outdoor air pollution and acute respiratory infections among children in developing countries. *J Occup Environ Med* 2002; 44:640-649
- 11 Sanhueza P, Vargas C, Mellado P. Impact of air pollution by fine particulate matter (PM10) on daily mortality in Temuco, Chile. *Rev Med Chil* 2006; 134:754-761
- 12 Schwartz J, Dockery DW, Neas LM. Is daily mortality associated specifically with fine particles? *J Air Waste Manag Assoc* 1996; 46:927-939
- 13 Téllez-Rojo MM, Romieu I, Ruiz-Velasco S, et al. Daily respiratory mortality and PM10 pollution in Mexico City: importance of considering place of death. *Eur Respir J* 2000; 16:391-396
- 14 World Health Organization. Air quality guideline -Global update 2005 en línea: World Health Organization, Regional Office for Europe, 2005
- 15 Borja-Aburto VH, Loomis DP, Bangdiwala SI, et al. Ozone, suspended particulates, and daily mortality in Mexico City. *Am J Epidemiol* 1997; 145:258-268
- 16 Pan American Health Organization. An assessment of health effects of ambient air pollution in Latin America and the Caribbean. Washington, DC: PAHO, 2005
- 17 Research Directorate-General. The APHEA project (Air Pollution on Health: a European Approach): The European Commission, Programmes Environment and climate
- 18 Aga E, Samoli E, Touloumi G, et al. Short-term effects of ambient particles on mortality in the elderly: results from 28 cities in the APHEA2 project. *Eur Respir J Suppl* 2003; 40:28s-33s
- 19 Loomis DP, Borja-Aburto VH, Bangdiwala SI, et al. Ozone exposure and daily mortality in Mexico City: a time-series analysis. *Res Rep Health Eff Inst* 1996:1-37; discussion 39-45

- 20 *Secretaria del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal. Sistema de Monitoreo Atmosférico de la ciudad de México. Informe 2008 de Calidad del Aire en la Ciudad de México. México, D. F., 2009*
- 21 *Olivero R, Domínguez A, Malpica C. Principios bioéticos aplicados a las investigación epidemiológica. Acta Bioet 2008; 1*
- 22 *Secretaria de Salud. Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-1993. Salud Ambiental. Criterios para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto a partículas menores de 10 micras (PM 10). Valor permisible para la concentración de partículas menores de 10 micras (PM10) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población. México, D. F.: Secretaria de Salud, 1994*
- 23 *Secretaria de Salud. Norma Oficial Mexicana NOM-020-SSA1-1993. Salud Ambiental. Criterio para evaluar el valor límite permisible para la concentración de ozono (O3) de la calidad del aire ambiente. Criterio para evaluar la calidad del aire. México, D. F.: Secretaria de Salud, 2002*
- 24 *Borja-Aburto VH. Estudios ecologicos. Salud Publica Mex 2000; 42:533-538*
- 25 *Stata. Stata software: release 12.0. College Station (TX): Stata Corp., 2012*
- 26 *Katsouyanni K, Touloumi G, Samoli E, et al. Confounding and effect modification in the short-term effects of ambient particles on total mortality: results from 29 European cities within the APHEA2 project. Epidemiology 2001; 12:521-531*
- 27 *Stieb DM, Judek S, Burnett RT. Meta-analysis of time-series studies of air pollution and mortality: effects of gases and particles and the influence of cause of death, age, and season. J Air Waste Manag Assoc 2002; 52:470-484*
- 28 *Vichit-Vadakan N, Vajanapoom N, Ostro B. The Public Health and Air Pollution in Asia (PAPA) Project: estimating the mortality effects of particulate matter in Bangkok, Thailand. Environ Health Perspect 2008; 116:1179-1182*
- 29 *Secretaria de Salud. Norma Oficial Mexicana NOM-026-SSA1-1993. Salud Ambiental. Criterios para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al plomo (Pb). Valor normado para la concentración de plomo (pb) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población. México, D. F.: Secretaria de Salud, 1994*
- 30 *Holgate ST, Samet JM, JKoren HS, et al. Air pollutants: moderators of pulmonary host resistance against infection. Air pollution and health. San Diego, USA: Academic Press, 1999*
- 31 *Becker S, Soukup JM. Exposure to urban air particulates alters the macrophage-mediated inflammatory response to respiratory viral infection. J Toxicol Environ Health A 1999; 57:455-457.*

Tabla 1. Defunciones por causa respiratoria (CIE-10 J00 a J99) por grupos de edad y por zonas de la Ciudad de México, del 2004 a 2008.

	Grupo de edad			Total (%)
	<1 año (%)	1 a 4 años (%)	65 y más (%)	
Zona Centro ¹⁷				(17.98)
Infecciosas	122 (81.88)	32 (76.19)	1,634 (35.71)	1,788 (37.51)
Crónicas	4 (2.68)	0 (0)	2,441 (53.34)	2,445 (51.29)
Otras	23 (15.44)	10 (23.81)	501 (10.95)	534 (11.2)
Subtotal	149	42	4,576	4,767
Zona Noreste [NE]				(29.19)
Infecciosas	687 (78.87)	112 (74.67)	1,923 (28.62)	2,722 (35.16)
Crónicas	41 (4.71)	7 (4.67)	3,943 (58.68)	3,991 (51.56)
Otras	143 (16.42)	31 (20.67)	854 (12.71)	1,028 (13.28)
Subtotal	871	150	6,720	7,741
Zona Noroeste [NO]				(20.62)
Infecciosas	405 (83.33)	77 (80.21)	1,356 (27.76)	1,838 (33.62)
Crónicas	13 (2.67)	4 (4.17)	2,942 (60.23)	2,959 (54.12)
Otras	68 (13.99)	15 (15.63)	587 (12.02)	670 (12.26)
Subtotal	486	96	4,885	5,467
Zona Sureste [SE]				(17.03)
Infecciosas	553 (80.85)	73 (70.19)	1,155 (30.97)	1,781 (39.43)
Crónicas	21 (3.07)	12 (11.54)	2,133 (57.2)	2,166 (47.95)
Otras	110 (16.08)	19 (18.27)	441 (11.83)	570 (12.62)
Subtotal	684	104	3,729	4,517
Zona Suroeste [SO]				(15.18)
Infecciosas	239 (80.47)	31 (75.61)	1,300 (35.25)	1,570 (39)
Crónicas	9 (3.03)	3 (7.32)	1,977 (53.61)	1,989 (49.4)
Otras	49 (16.5)	7 (17.07)	411 (11.14)	467 (11.6)
Subtotal	297	41	3,688	4,026
Todas las zonas				
Infecciosas	2,006 (80.66)	325 (75.06)	7,368 (31.22)	9,699 (36.58)
Crónicas	88 (3.54)	26 (6)	13,436 (56.94)	13,550 (51.1)
Otras	393 (15.8)	82 (18.94)	2,794 (11.84)	3,269 (12.33)
TOTAL	2,487 (9.38)	433 (1.63)	23,598 (88.99)	26,518

Tabla 2. Promedios diarios de contaminantes y variables meteorológicas* en el área metropolitana de la Ciudad de México, 2004 a 2008.

Variables	Promedio	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
PM2.5 µg/m3	27.07	11.089	4.57	133.88
PM10 µg/m3	51.25	19.92	9.41	159.20
Ozono (ppm)	0.028	0.008	0.005	0.06
Temperatura °C	16.22	2.40	6.26	23.99

Calculado a partir de: Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal. Sistema de Monitoreo Atmosférico (SIMAT). Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA). Bases de datos de 2004-2008): [http://www.calidadaire.df.gob.mx/calidadaire/productos/basesdedatos/bd_rama.php] [http://www.calidadaire.df.gob.mx/calidadaire/productos/basesdedatos/bd_redmet.php].

* Se consideran los días con criterio de suficiencia de información con el 75%.

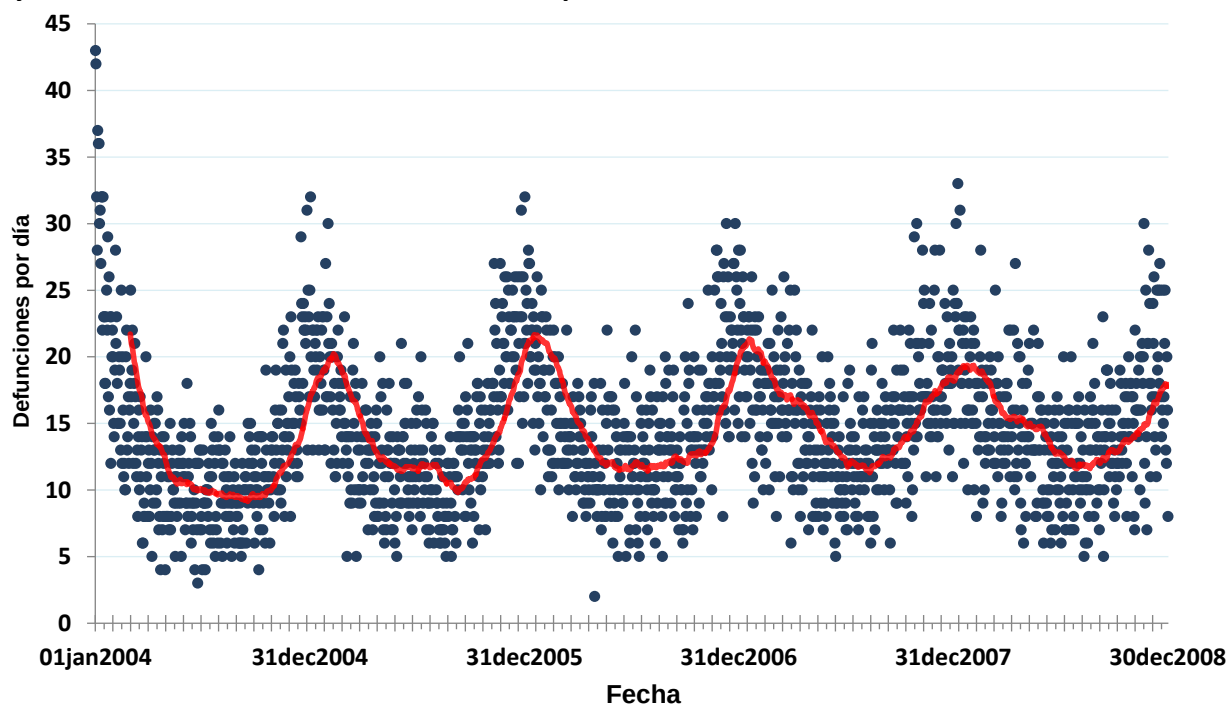
Tabla 3. Riesgos relativos para mortalidad por enfermedades respiratorias en relación con los niveles de PM_{2.5} Y PM₁₀ por grupo de edad y para todas las edades en la Ciudad de México para el periodo 2004-2008.

	<i>INFECCIOSAS</i>		<i>CRONICAS</i>		<i>OTRAS</i>	
<i>PM2.5 (ug/m3)</i>	<i>RR*</i>	<i>IC 95%</i>	<i>RR*</i>	<i>IC 95%</i>	<i>RR*</i>	<i>IC 95%</i>
< 1 año	1.20	1.16, 1.24	1.20	1.03, 1.39	1.14	1.04, 1.24
1 a 4 años	1.15	0.90, 1.15	1.09	0.73, 1.63	-	-
65 y más años	1.12	1.09, 1.15	1.11	1.09, 1.13	1.06	1.02, 1.10
<i>Todas los grupos de edades</i>	1.14	1.12, 1.16	1.11	1.09, 1.13	1.07	1.03, 1.11
<i>PM10 (ug/m3)</i>	<i>RR*</i>	<i>IC 95%</i>	<i>RR*</i>	<i>IC 95%</i>	<i>RR*</i>	<i>IC 95%</i>
< 1 año	1.13	1.11, 1.16	1.15	1.06, 1.26	1.07	1.01, 1.13
1 a 4 años	1.04	0.96, 1.12	1.19	0.93, 1.53	1.09	0.95, 1.24
65 y más años	1.09	1.07, 1.11	1.08	1.06, 1.09	1.05	1.02, 1.08
<i>Todas los grupos de edades</i>	1.10	1.09, 1.11	1.08	1.07, 1.09	1.05	1.03, 1.08

Nota: los riesgos relativos se estimaron para el promedio de 24 hrs para el mismo día, ajustados por temperatura del percentil 95 y por la concentración máxima de ozono de 24 horas.

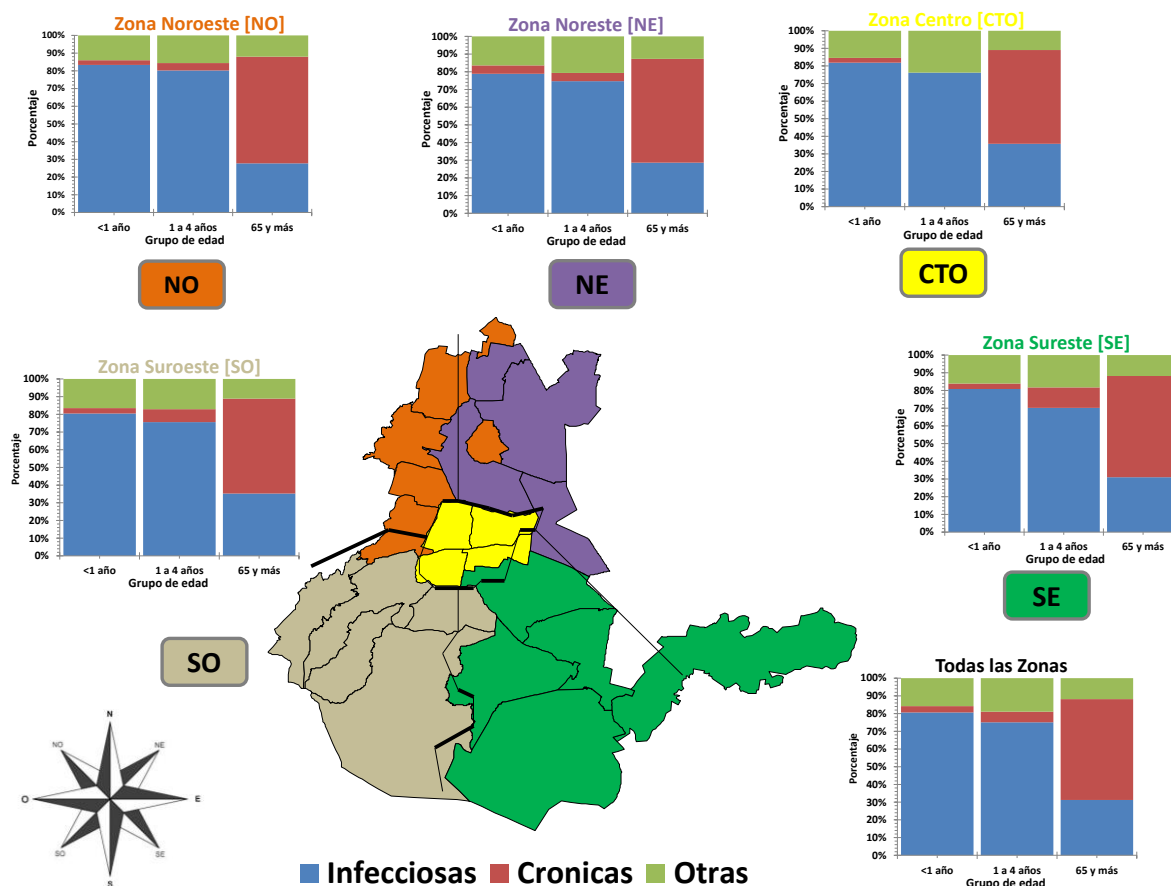
* RR: riesgo relativo estimado por cada incremento de 10 ug/m³, $RR = \exp(B \cdot 10 \text{ ug/m}^3)$

Figura 1. Defunciones registradas por enfermedades respiratorias en menores de 5 años y mayores de 65 años de edad, del área metropolitana de la Ciudad de México del año 2004 a 2008.



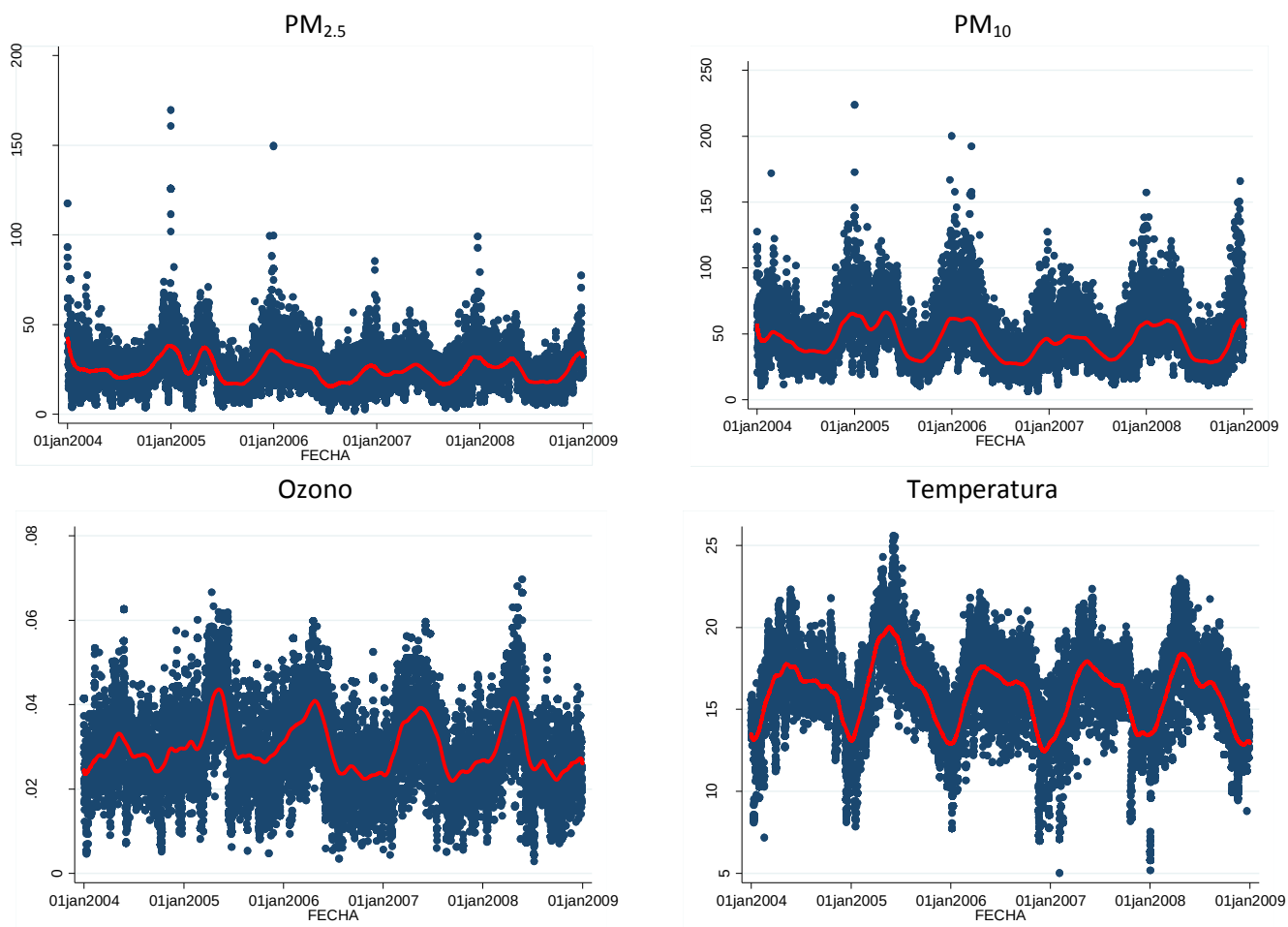
Generada a partir de: Secretaría de Salud. Dirección General de Información en Salud (DGIS). Sistema Nacional de Información en Salud (SINAIS). Bases de datos de defunciones generales 2004-2008 (México): [<http://sinais.salud.gob.mx/basesdedatos/index.html>].

Figura 2. Defunciones por enfermedades respiratorias categorizadas y por grupos de edad, por zonas del área metropolitana de la Ciudad de México del año 2004 a 2008.



Generada a partir de: Secretaría de Salud. Dirección General de Información en Salud (DGIS). Sistema Nacional de Información en Salud (SINAIS). Bases de datos de defunciones generales 2004-2008 (México): [<http://sinais.salud.gob.mx/basesdedatos/index.html>].

Figura 3. Valor diario promedio de PM_{2.5}, PM₁₀, Ozono y temperatura en el área metropolitana de la Ciudad de México del año 2004 a 2008.



Generada a partir de: Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal. Sistema de Monitoreo Atmosférico (SIMAT). Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA). Bases de datos de 2004-2008): [http://www.calidadaire.df.gob.mx/calidadaire/productos/basesdedatos/bd_rama.php] [http://www.calidadaire.df.gob.mx/calidadaire/productos/basesdedatos/bd_redmet.php].