



EFFECTOS EN LA SALUD POR LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN MÉXICO.

Dr. Horacio Riojas

MC. Pamela E. Zúñiga Bello
Instituto Nacional de Salud Pública

CONTENIDO

- Estado actual de conocimiento
 - Ozono función pulmonar
 - Mortalidad
 - Nuevos temas
- Evaluación de Impacto en salud
 - Métodos
 - Resultados
 - Comparaciones
- Vínculos con las normas, índice y contingencias
 - Normas y vacíos
 - Índice y niveles de riesgo
 - Contingencias

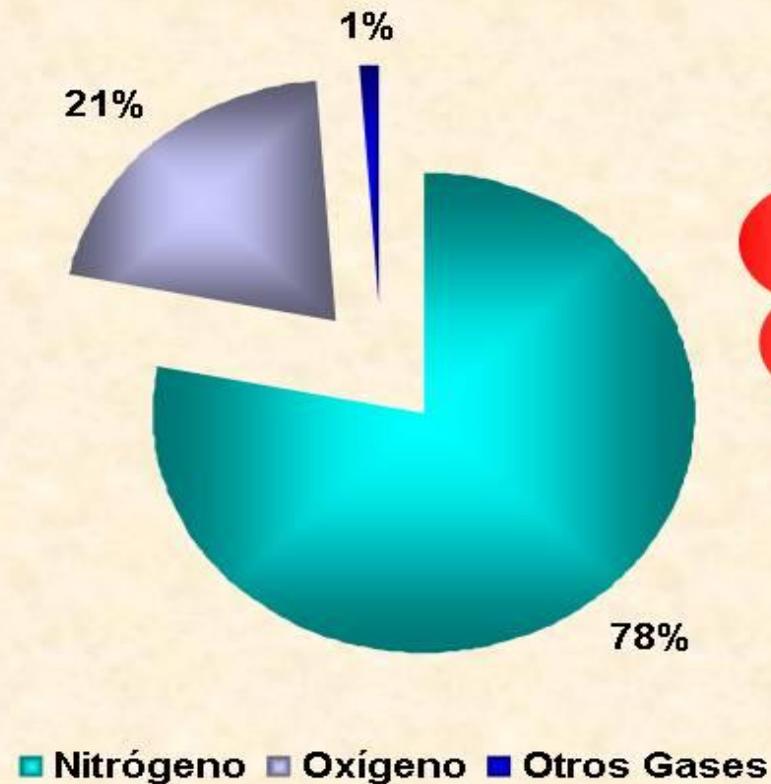
PROPÓSITO

- Brindar una visión general sobre los nuevos temas relacionados con los riesgos en salud derivados de la exposición a contaminantes atmosféricos

AIRE PURO

COMPOSICIÓN DEL AIRE (% EN VOLUMEN)	
N ₂	78,084
O ₂	20,946
Ar	0,934
CO ₂	0,037
Ne	0,001 84
He	0,000 52
CH ₄	0,000 15
Kr	0,000 10
H ₂	0,000 05
N ₂ O	0,000 02
CO	0,000 01
Xe	0,000 008
O ₃	0,000 002
NH ₃	0,000 000 6
NO ₂	0,000 000 1
NO	0,000 000 06
SO ₂	0,000 000 02

COMPOSICIÓN DE LA ATMÓSFERA



El Nitrógeno, el Oxígeno y el Argón son gases permanentes

Los otros gases son: Argón, Neón, Kriptón, Radón, Xenón, Helio, Hidrógeno, Óxido de Nitrógeno, Metano, Dióxido de Carbono, Ozono, Vapor de Agua y Dióxido de Azufre entre otros

0.9%

0.1%

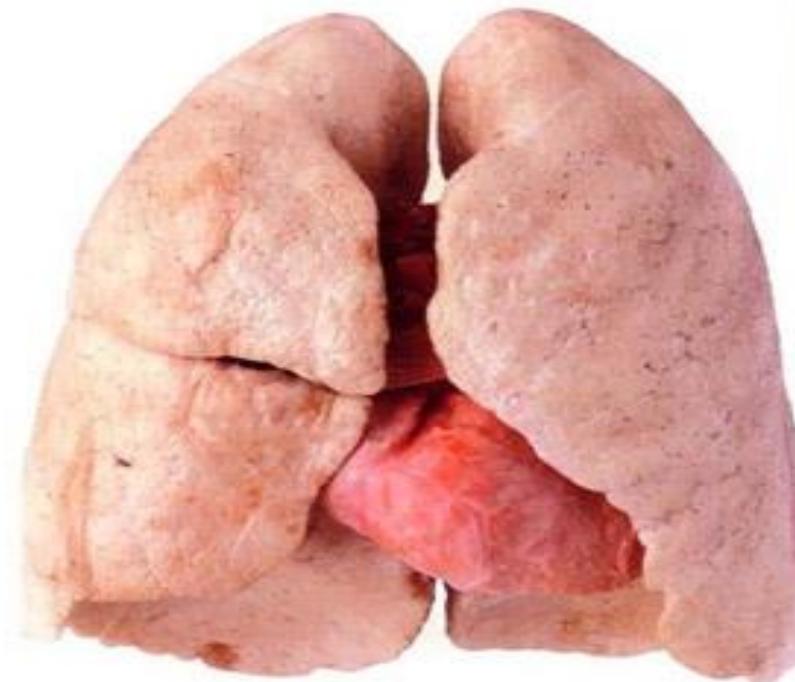
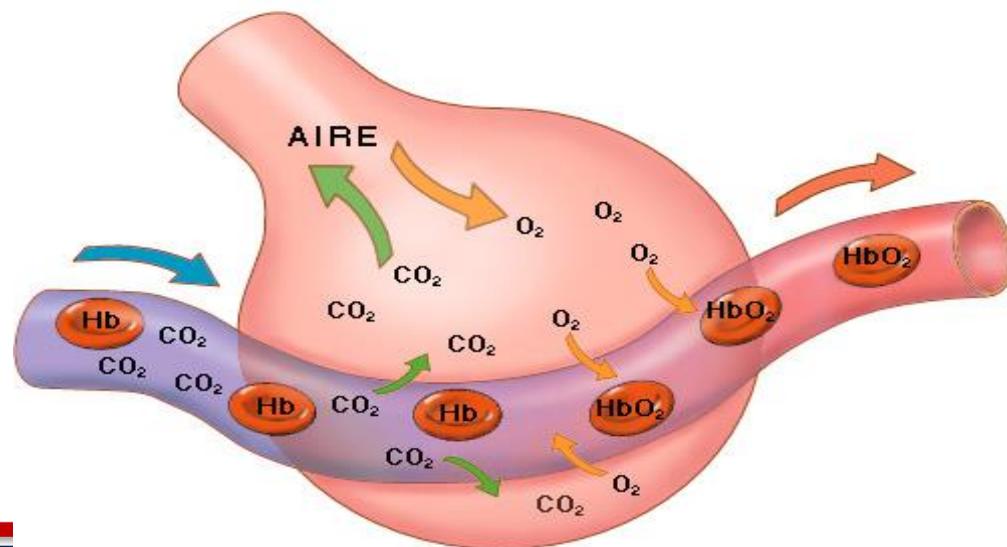
La atmósfera también tiene impurezas entre las que destacan: Ácido Nítrico, ácido Sulfúrico, polvo, hollín, esporas y sal

Componentes	Volumen %	Masa %
Nitrógeno	78,084	75,51
Oxígeno	20,946	23,15
Argón	0,934	1,28
Dióxido de carbono	0,033	0,046

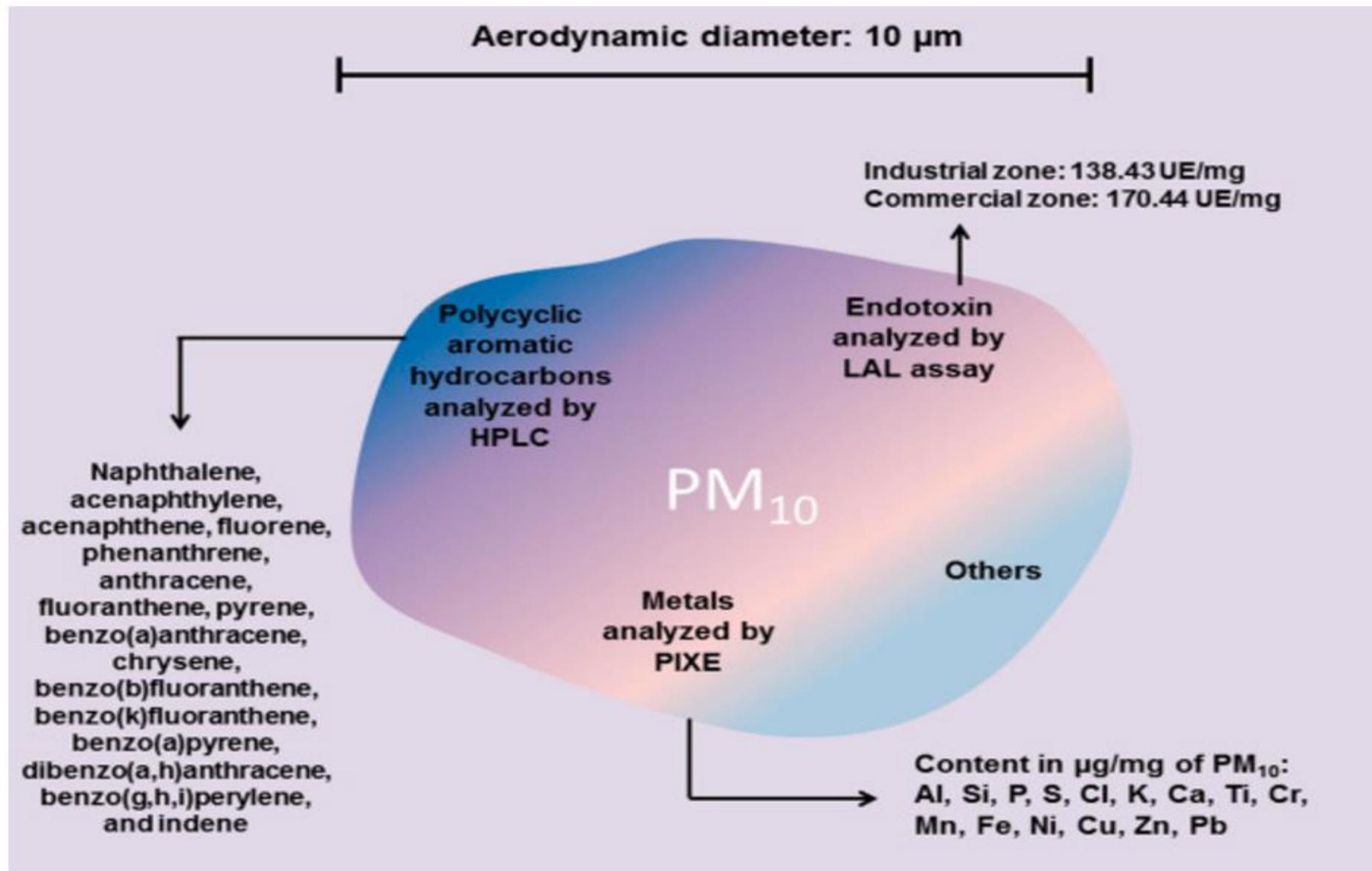
Composición mayoritaria del aire seco en los primeros 5 Km

ANATOMIA

- Los pulmones tienen alrededor de 500 millones de alvéolos, formando una superficie total de alrededor de 140 m² en adultos (aproximadamente la mitad de la superficie de una cancha de tenis)



ELEMENTOS PRESENTES EN UNA PARTICULA DE AIRE DE LA CDMX

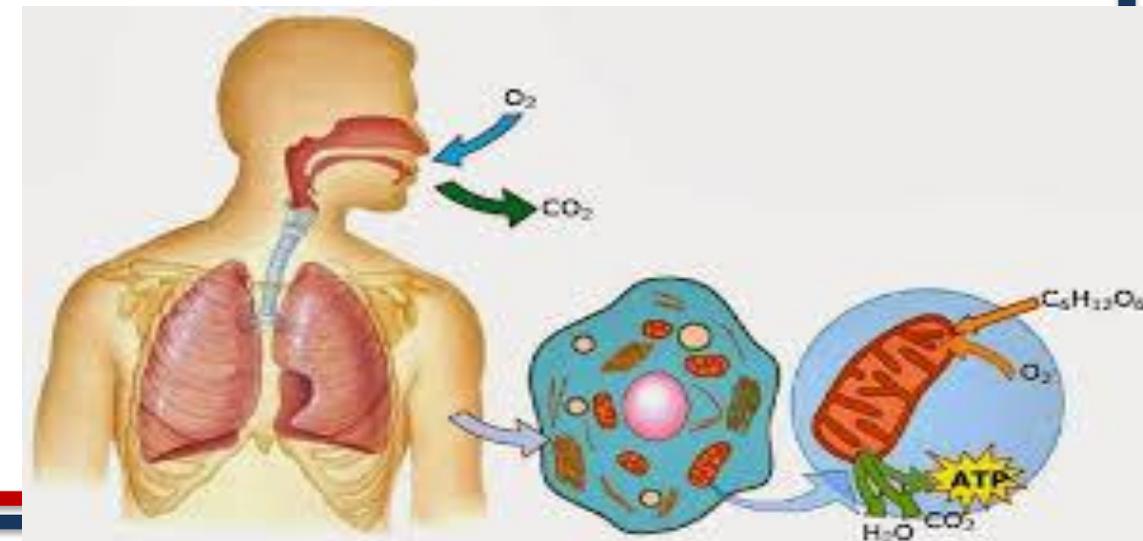


Sampling and composition of airborne particulate matter (PM₁₀) from two locations of Mexico City
Yolanda I. Chirinoa, Yesennia Sánchez-Pérez^b, Álvaro Román Osornio-Vargasc, Irma Rosasd, Claudia María García-Cuellar^b
Toxicology Letters, Volume 237, Issue 3, 17 September 2015, Pages 167-173

Fig. 2.
The composition of particulate matter with aerodynamic diameter of 10 µm (PM₁₀). PM₁₀ is a complex

RESPIRACIÓN

- El pulmón puede almacenar alrededor de 5 litros de aire en su interior (en los deportistas puede superar los 6 litros), pero solo 500 ml inspiramos y exhalamos durante la respiración.
- Un muy buen ejercicio para comprender la capacidad que tienen los pulmones humanos, consiste en tener en cuenta que respiramos alrededor de **15 veces por minuto**, se deduce que **tomamos 7,5 ml de aire en ese tiempo**.
- En ese orden de ideas, es posible plantear la realización de una cuenta en la que se calcule la cantidad de aire que ingresa en un año a los pulmones para conocer su ritmo de trabajo. **Por ejemplo, haciendo la cuenta obtenemos que respiramos 450 litros de aire en una hora, 10.800 litros en un día y 3.900.000 litros en un año**
- **NUESTRA DOSIS DE AIRE.....**



LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN LA AGENDA MUNDIAL



- En nuevas estimaciones , la Organización Mundial de la Salud (OMS) informa de que en 2012 unos **7 millones de personas** murieron –una de cada ocho del total de muertes en el mundo- como consecuencia de la exposición a la contaminación atmosférica intra y extramuros
- Esta conclusión duplica con creces las estimaciones anteriores y confirma que la contaminación atmosférica constituye en la actualidad, por sí sola, **el riesgo ambiental para la salud más importante del mundo.**
- Por su parte un nuevo análisis sistemático de todos los riesgos a la salud encontró que la contaminación por partículas finas es un problema de salud pública mayor; contribuyendo anualmente con más de **3.2 millones de muertes prematuras** en el mundo y alrededor de **76 millones de años de vida saludable perdidos**

Institute for Health, Metrics and Evaluation (IHME) 2012

De acuerdo con el estudio de Carga Global de Enfermedad 2013¹, la contaminación atmosférica por **partículas** es el principal factor de **riesgo ambiental** a la mortalidad en México

Todos los factores de riesgo (metabólico, comportamiento y ambiental/ocupacional)



¹ Fuente: Global Burden of Disease 2013 (IHME, 2015)

International Agency
Research on Cancer



World Health
Organization

La Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer de la MS anunció que clasificó la contaminación del aire como carcinógeno para los humanos (Lyon/Ginebra, 17 de octubre de 2013 , ARC)

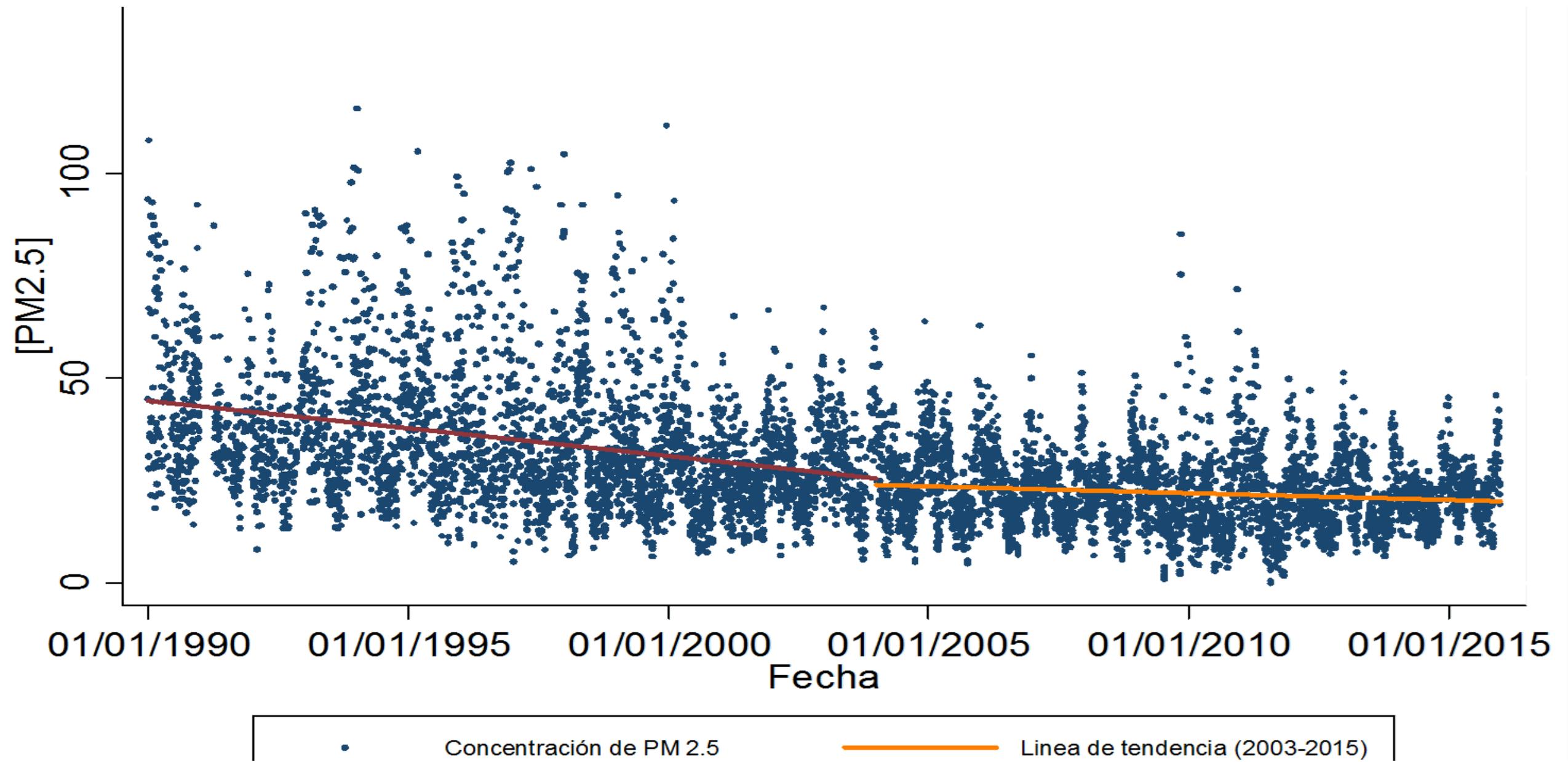
- La contaminación del aire causa cáncer de pulmón (Grupo 1).
 - En 2010 se produjeron 223 000 muertes por cáncer de pulmón en todo el mundo atribuibles a la contaminación.
- Se observa una asociación positiva con un mayor riesgo de cáncer de vejiga.



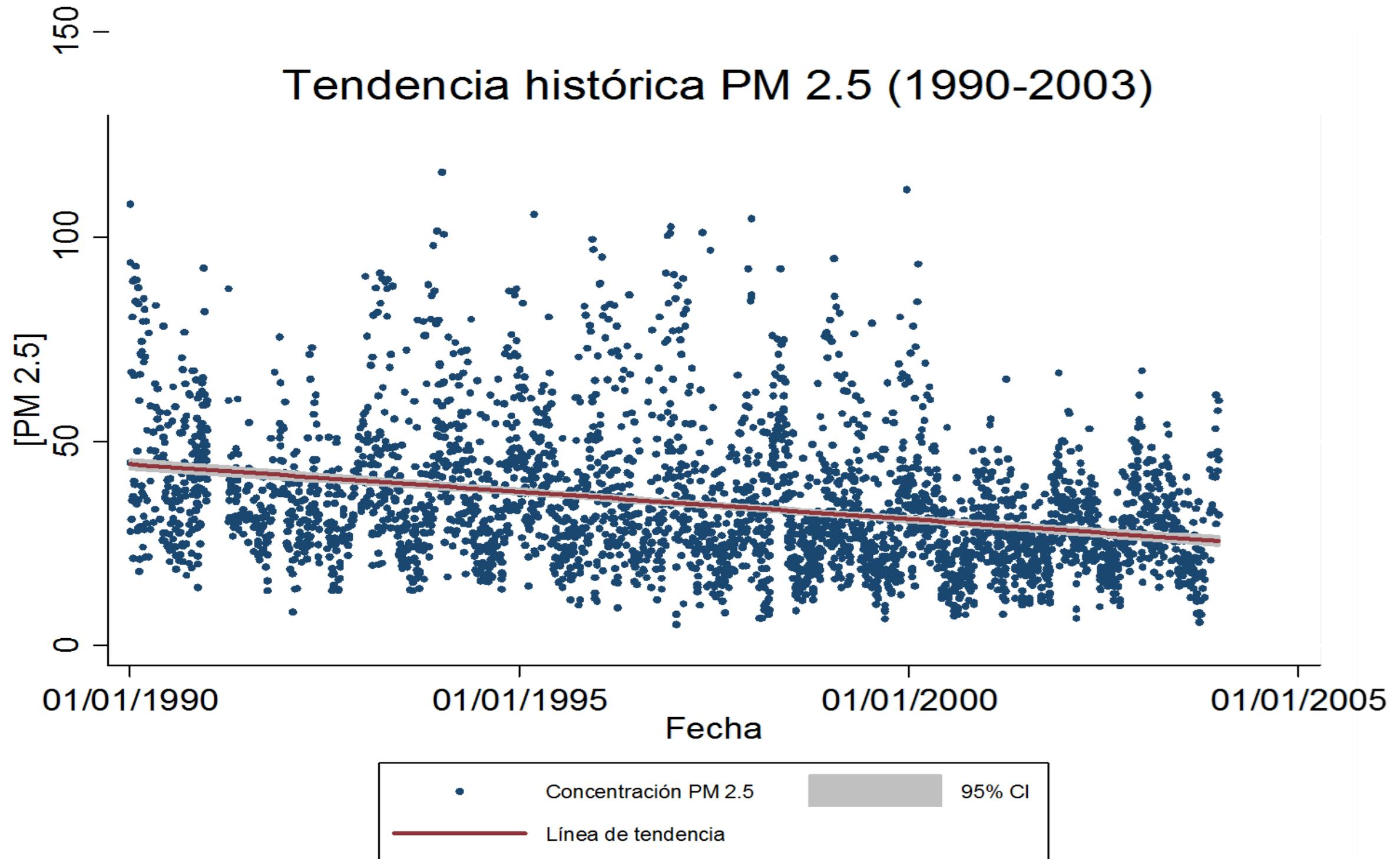
TENDENCIAS



TENDENCIAS HISTÓRICAS DE LOS CONTAMINANTES

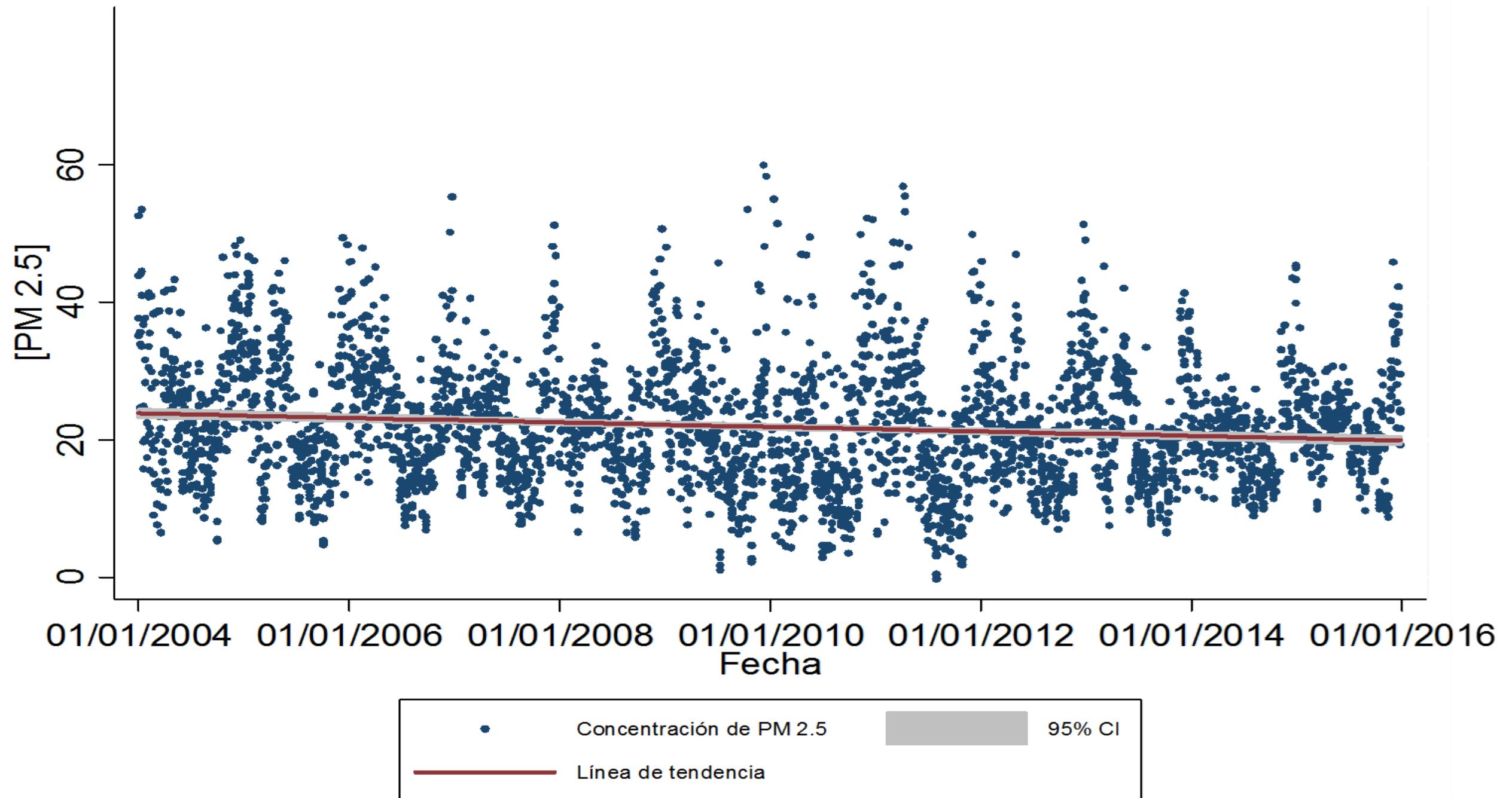


TENDENCIAS HISTÓRICAS DE LOS CONTAMINANTES

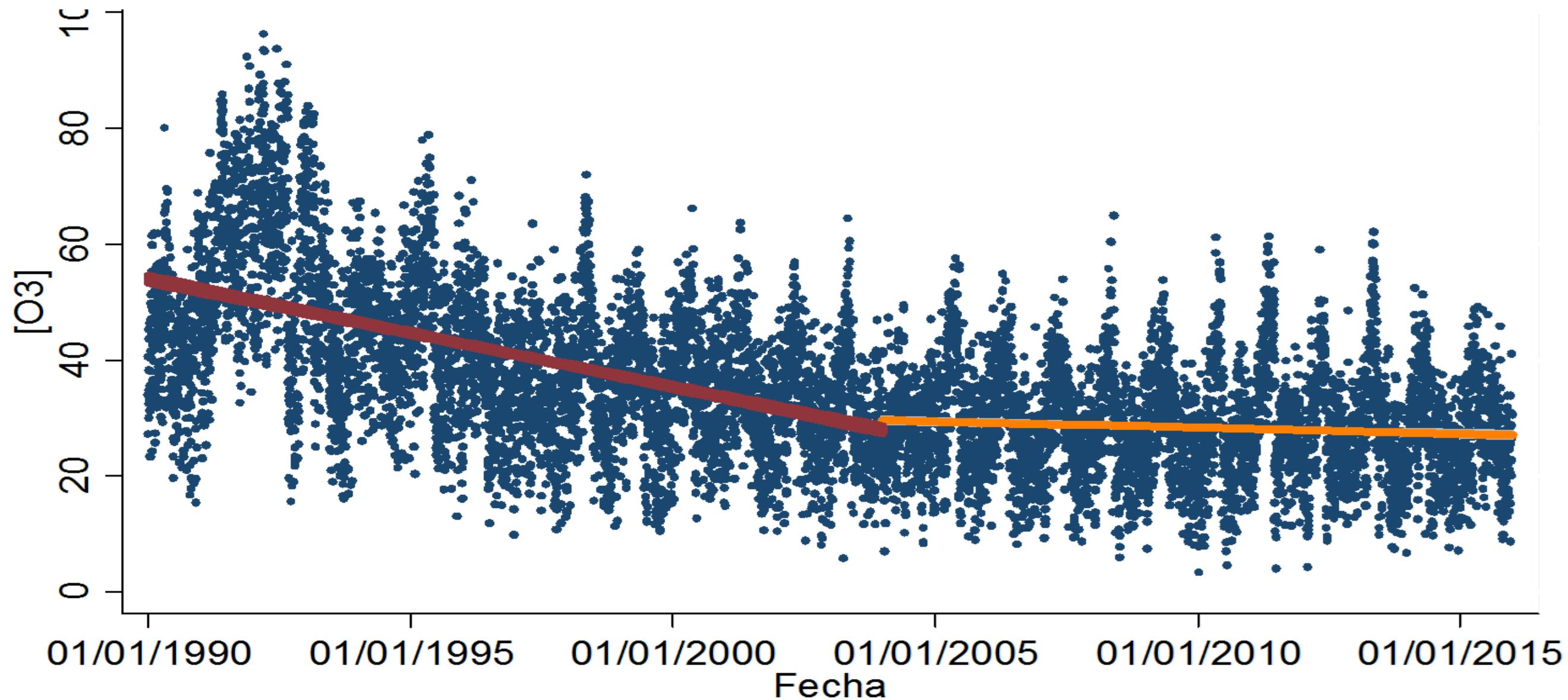


TENDENCIAS HISTÓRICAS DE LOS CONTAMINANTES

Tendencia histórica de PM 2.5 (2004-2015)



TENDENCIAS HISTÓRICAS DE LOS CONTAMINANTES



Concentración de O3

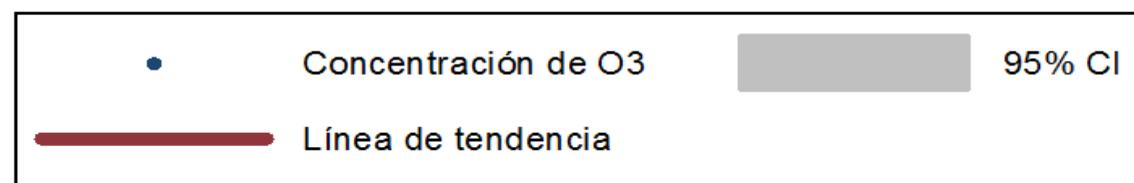
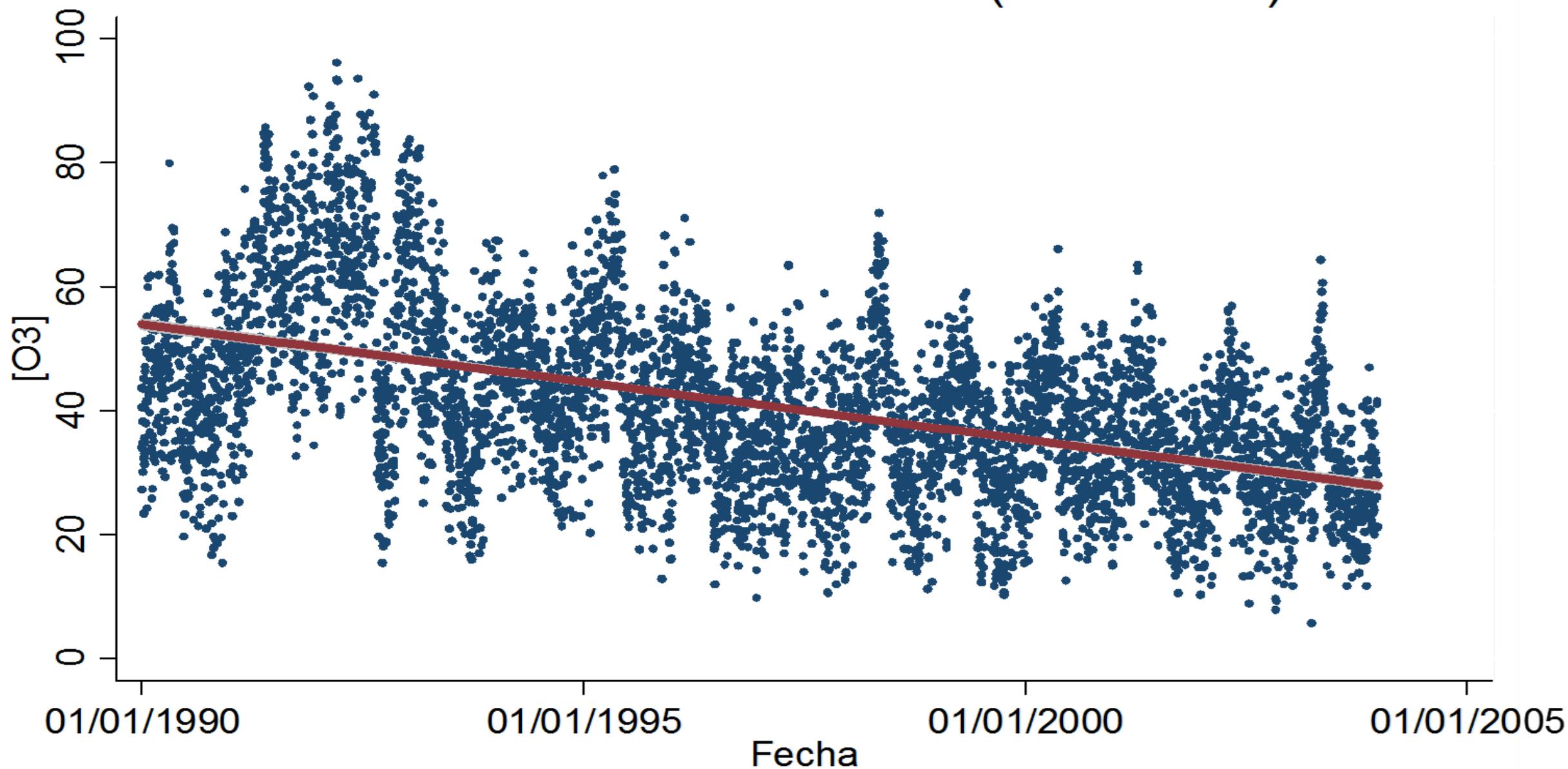


95% CI

Concentraciones de Ozono Ciudad de México Promedio diario

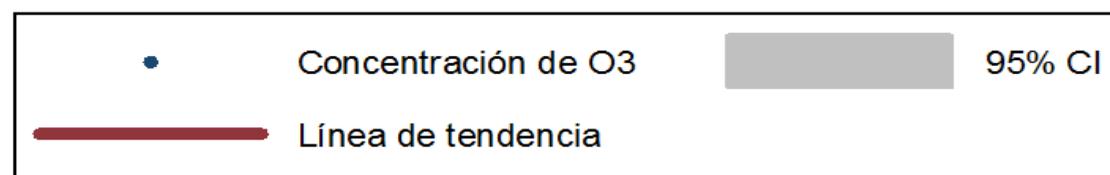
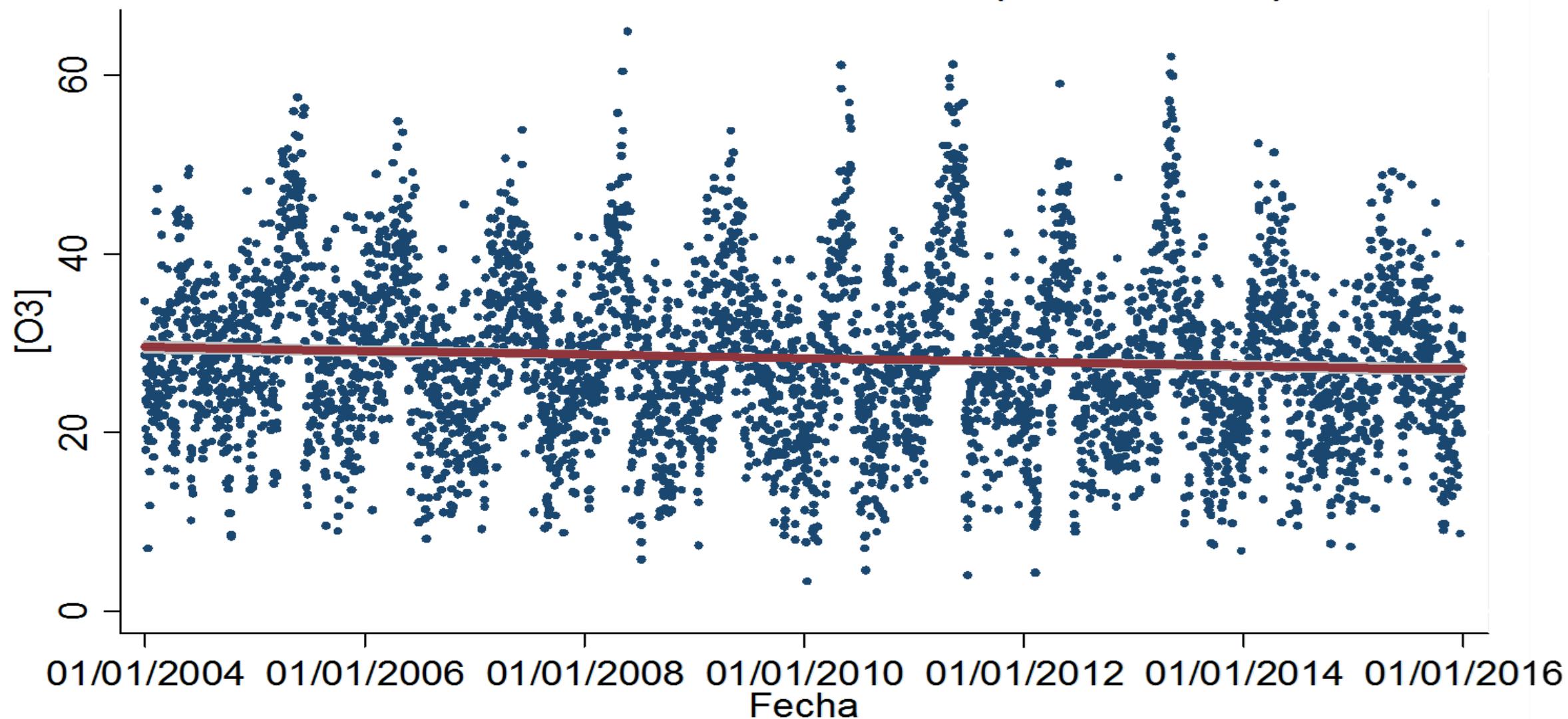
TENDENCIAS HISTÓRICAS DE LOS CONTAMINANTES

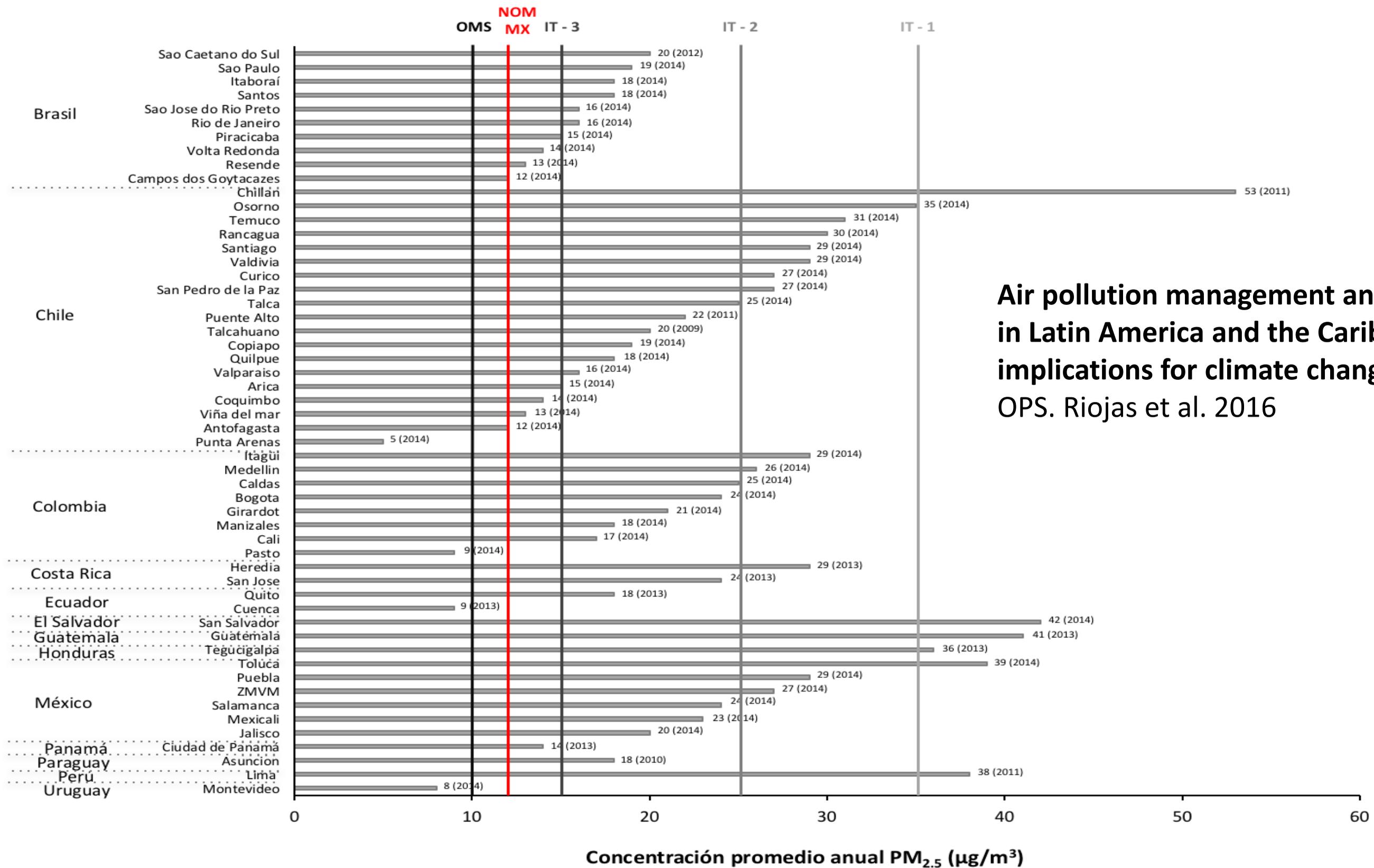
Tendencia histórica de O3 (1990-2003)



TENDENCIAS HISTÓRICAS DE LOS CONTAMINANTES

Tendencia histórica de O₃ (2004-2015)





Air pollution management and control in Latin America and the Caribbean and implications for climate change. Revista OPS. Riojas et al. 2016

ESTADO ACTUAL DE CONOCIMIENTO



EFFECTOS EN SALUD



El tamaño es importante para determinar el efecto que tienen las partículas en el sistema respiratorio.

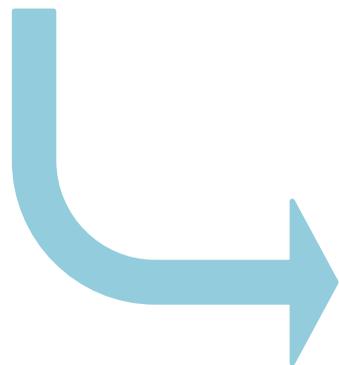
- Las partículas más pequeñas representan la amenaza más grande.

La composición de las partículas es también importante debido a que éstas suelen contener metales pesados, como plomo, cadmio, entre otros

PM₁₀, PM_{2.5}

- Reducción de la función pulmonar: frecuencia de enfermedades respiratorias
- Agravamiento del asma y bronquitis crónica
- Muerte prematura
- Silicosis y asbestosis (dependiendo de la composición)
- Catarro y exacerbación de asma
- Infecciones respiratorias
- Enfermedad pulmonar obstructiva crónica
- Exacerbación de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica

SO₂



EFFECTOS A LA SALUD DE LOS CONTAMINANTES TÓXICOS

Compuestos orgánicos volátiles (COVs)

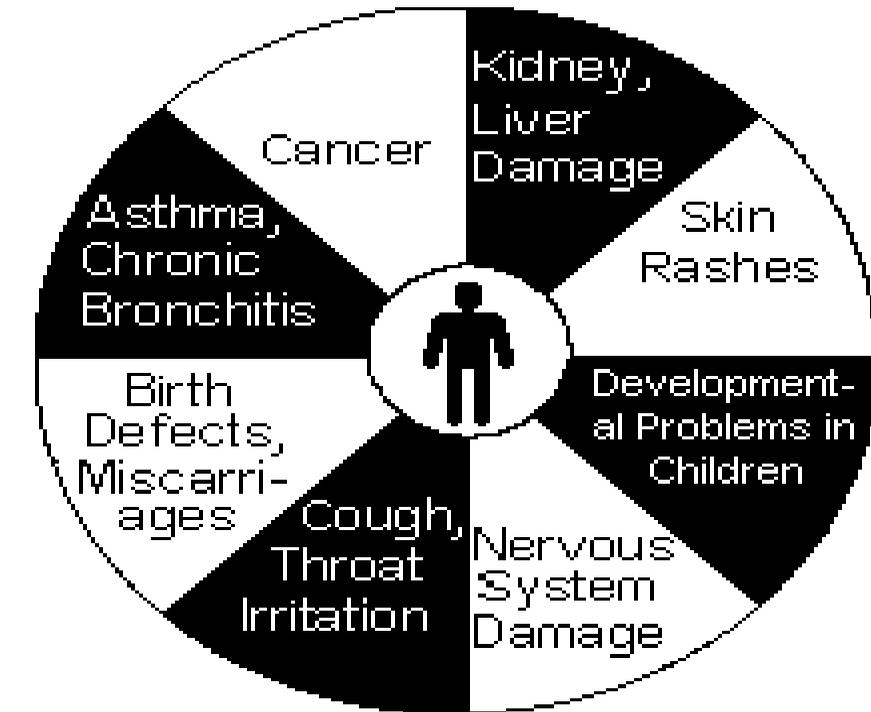
- Afección al sistema respiratorio
- Cáncer (daño genotóxico)
- Afecciones teratogénicas y mutagénicas

Benceno

- Cáncer (leucemia)
- Leucemia mieloide aguda (LMA)

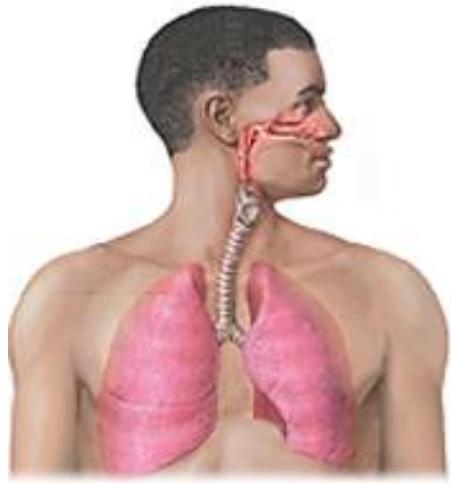
Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP)

- Efectos tóxicos sobre el sistema inmunológico
- Afección al ciclo reproductivo de hombres y mujeres
- Cáncer
- Desarrollo de arterosclerosis



OZONO Y FUNCIÓN PULMONAR

OZONO Y FUNCIÓN PULMONAR



Puede irritar el sistema respiratorio, provocando tos, irritación en la garganta y una sensación incomoda en el pecho.

Reducción de la función pulmonar haciendo más difícil la respiración, en personas que padecen asma puede provocar ataques.

Empeorar las enfermedades pulmonares crónicas como el enfisema y la bronquitis y reducir la capacidad del sistema inmunológico para defender al sistema respiratorio de infecciones, además *puede causar un daño permanente al pulmón.*

Concentración (ppm)	Tiempo de exposición	Efecto observado
0.08 - 0,15	1-3 horas	Tos y dolor de cabeza
0,12	1 - 3 horas	En individuos sanos, durante el ejercicio: Disminuye la Tasa Máxima de Flujo respiratorio y la Capacidad Vital Forzada. Incrementa la sensibilidad de las vías aéreas, lo cual podría significar un aumento en la respuesta a otros contaminantes.
0,12	2 - 5 horas	Disminución de la función pulmonar en niños y adultos, durante ejercicio fuerte
0,24	1 - 3 horas	En individuos sanos, durante el ejercicio: Incremento en la frecuencia respiratoria, disminución en la resistencia de las vías aéreas, disminución de la función pulmonar.

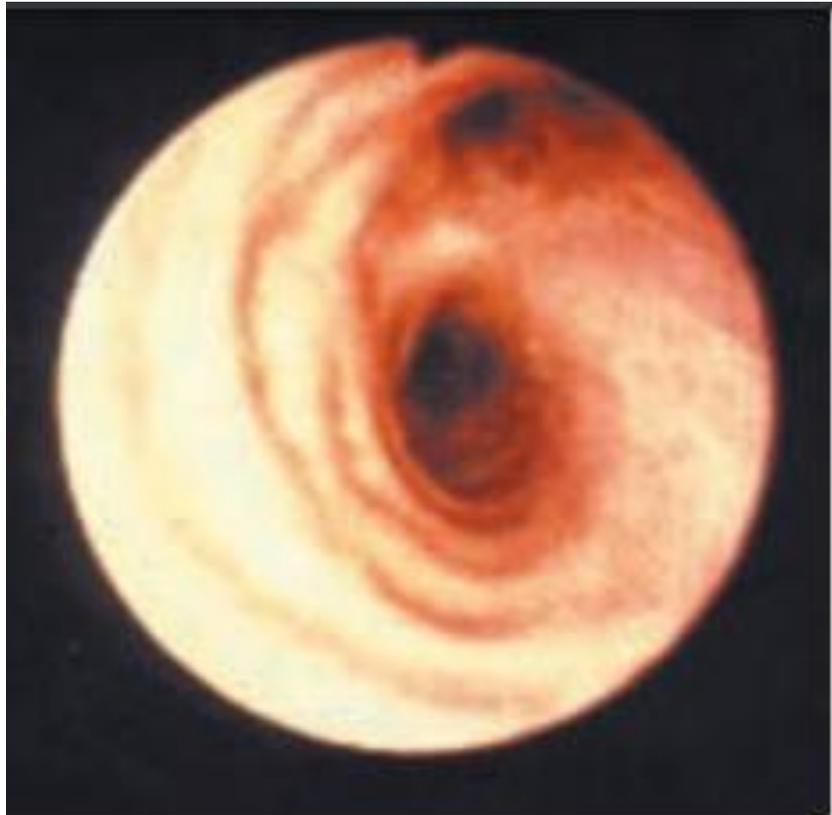
O₃



“El ozono puede reducir la función pulmonar. Cuando los científicos hablan de “función pulmonar”, se refieren al **volumen de aire que usted inhala cuando hace una aspiración profunda y la velocidad a la que es capaz de exhalarlo.** El ozono puede hacer más difícil el respirar profunda y vigorosamente.

Cuando esto sucede, usted puede notar que empieza a sentirse incómodo al respirar. **Si está haciendo ejercicio o trabajando al aire libre, usted puede notar que está respirando más rápidamente y menos profundamente de lo normal.**

La función pulmonar reducida puede ser un **problema en particular para los trabajadores al aire libre, los atletas competitivos, y otras personas que se ejercitan al aire libre”**

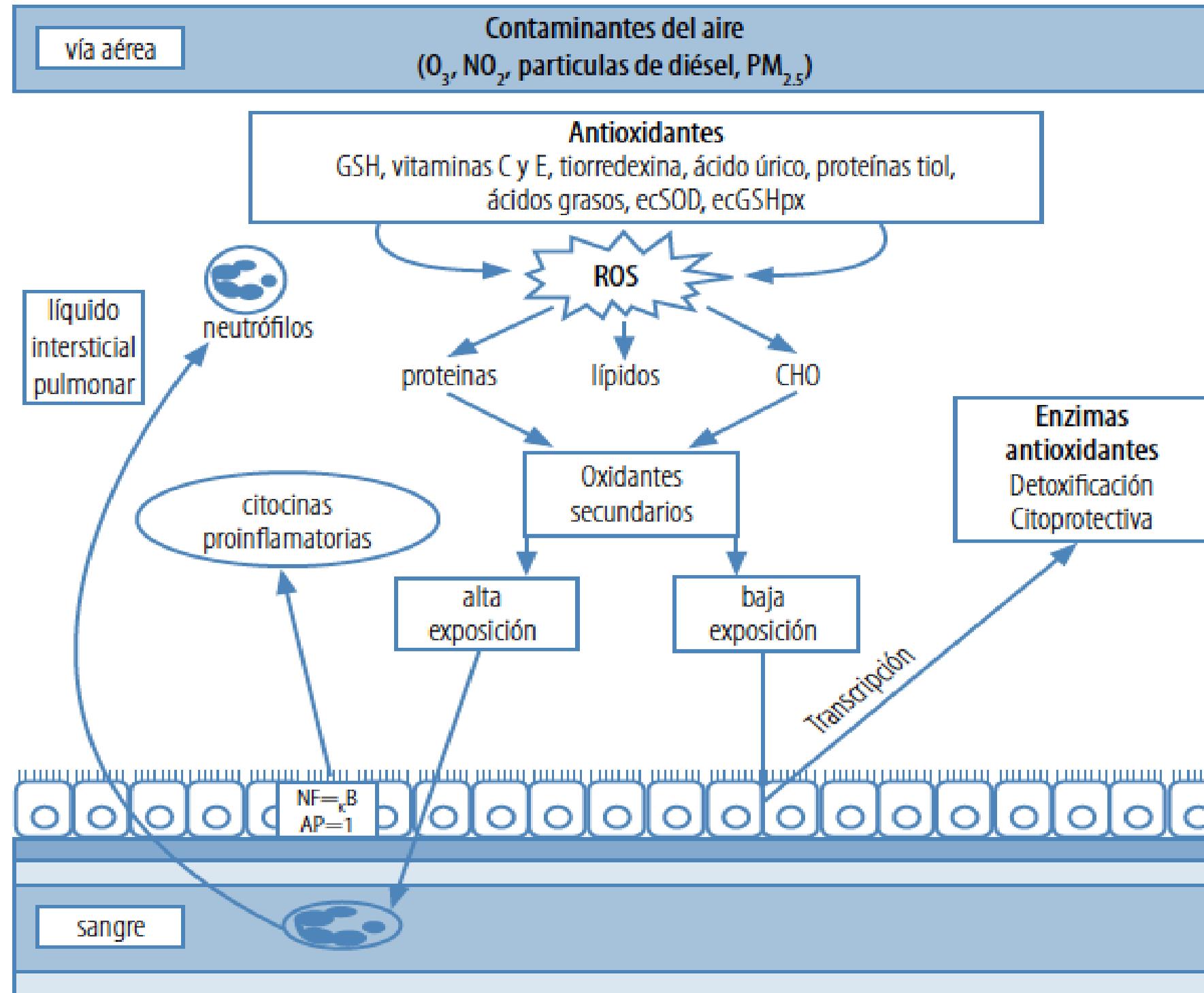


La imagen muestra una **vía respiratoria saludable (parte superior)** y una **vía inflamada (parte inferior)** en el pulmón.



El ozono puede inflamar el revestimiento del pulmón y episodios repetidos de inflamación pueden causar cambios permanentes en el pulmón

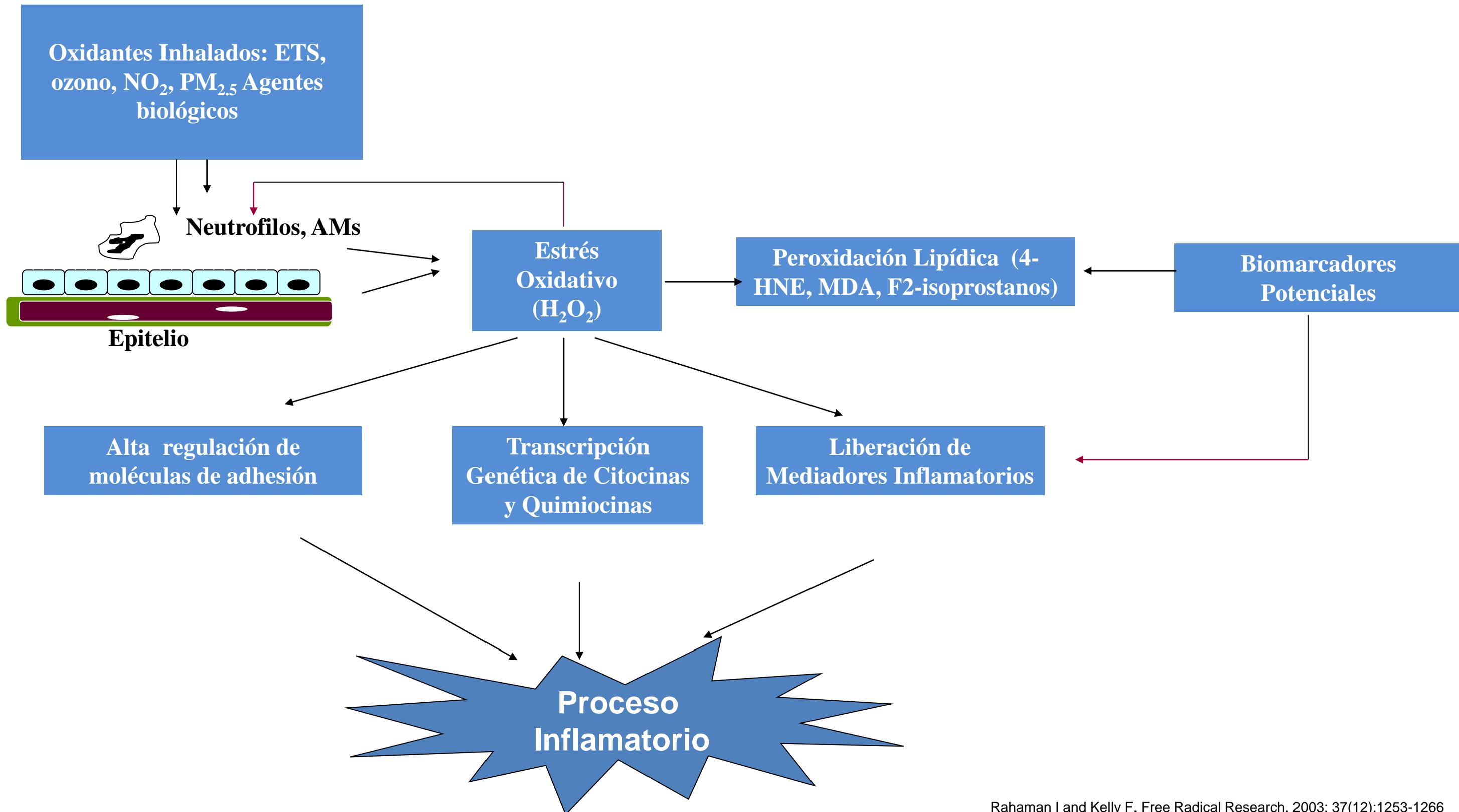
MECANISMO DE ESTRÉS OXIDATIVO



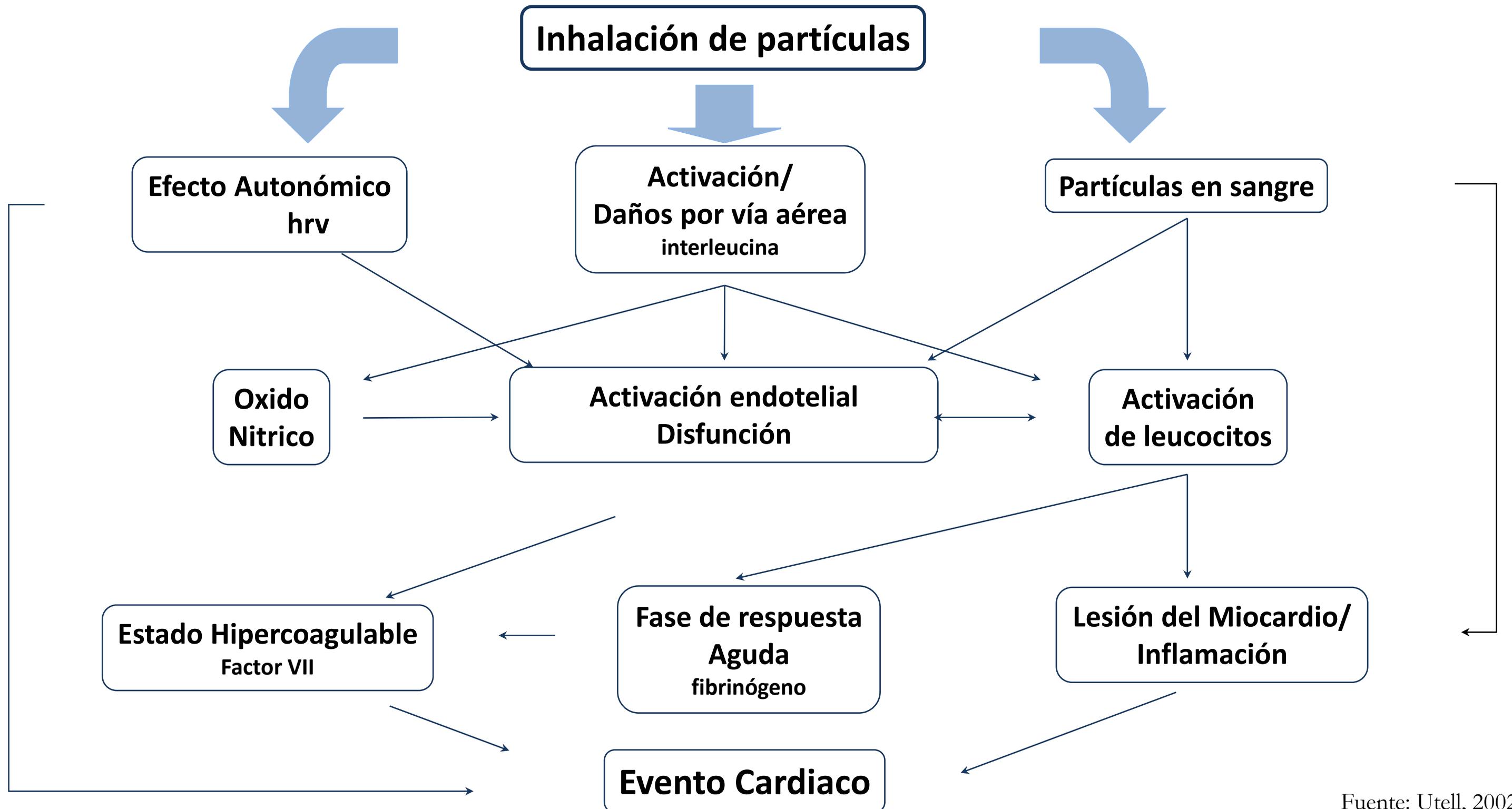
Muchos contaminantes son radicales libres (NO_x) o tienen capacidad para acarrearlos (ozono, partículas)

Fuente: Romieu, Castro-Giner et al., 2008)

ESTRÉS OXIDATIVO EN TEJIDO PULMONAR



POTENCIALES RUTAS FISIOPATOLÓGICAS DE LOS EFECTOS CARDIOVASCULARES POR INHALACIÓN DE PARTÍCULAS



Is daily exposure to ozone associated with respiratory morbidity and lung function in a representative sample of schoolchildren? Results from a panel study in Greece.

Samoli E¹, Dimakopoulou K¹, Evangelopoulos D¹, Rodopoulou S¹, Karakatsani A², Veneti L¹, Sionidou M³, Tsolakoglou I³, Krasanaki I¹, Grivas G⁴, Papakosta D³, Katsouyanni K^{1,5}.

Environ Res. 2016 Aug;149:145-50. doi: 10.1016/j.envres.2016.05.007. Epub 2016 May 18.

Schoolchildren's antioxidation genotypes are susceptible factors for reduced lung function and airway inflammation caused by air pollution.

Chen BY¹, Chen CH¹, Chuang YC¹, Kim H², Honda Y³, Chiang HC⁴, Guo YL⁵.

Inhal Toxicol. 2016 Jul;28(8):374-82. doi: 10.1080/08958378.2016.1185199.

Differential expression of pro-inflammatory and oxidative stress mediators induced by nitrogen dioxide and ozone in primary human bronchial epithelial cells.

Mirowsky JE^{1,2}, Dailey LA³, Devlin RB³.

Inhal Toxicol. 2016 Jun;28(7):313-23. doi: 10.3109/08958378.2016.1170910. Epub 2016 Apr 21.

Age-related differences in pulmonary effects of acute and subchronic episodic ozone exposures in Brown Norway rats.

Snow SJ¹, Gordon CJ², Bass VL^{1,3}, Schladweiler MC¹, Ledbetter AD¹, Jarema KA², Phillips PM², Johnstone AF², Kodavanti UP¹.

PLoS One. 2015 Nov 30;10(11):e0142565. doi: 10.1371/journal.pone.0142565. eCollection 2015.

Long-Term Exposure to Primary Traffic Pollutants and Lung Function in Children: Cross-Sectional Study and Meta-Analysis.

Barone-Adesi F¹, Dent JE¹, Dainak D², Beevers S², Anderson HR^{1,2}, Kelly FJ², Cook DG¹, Whincup PH¹.

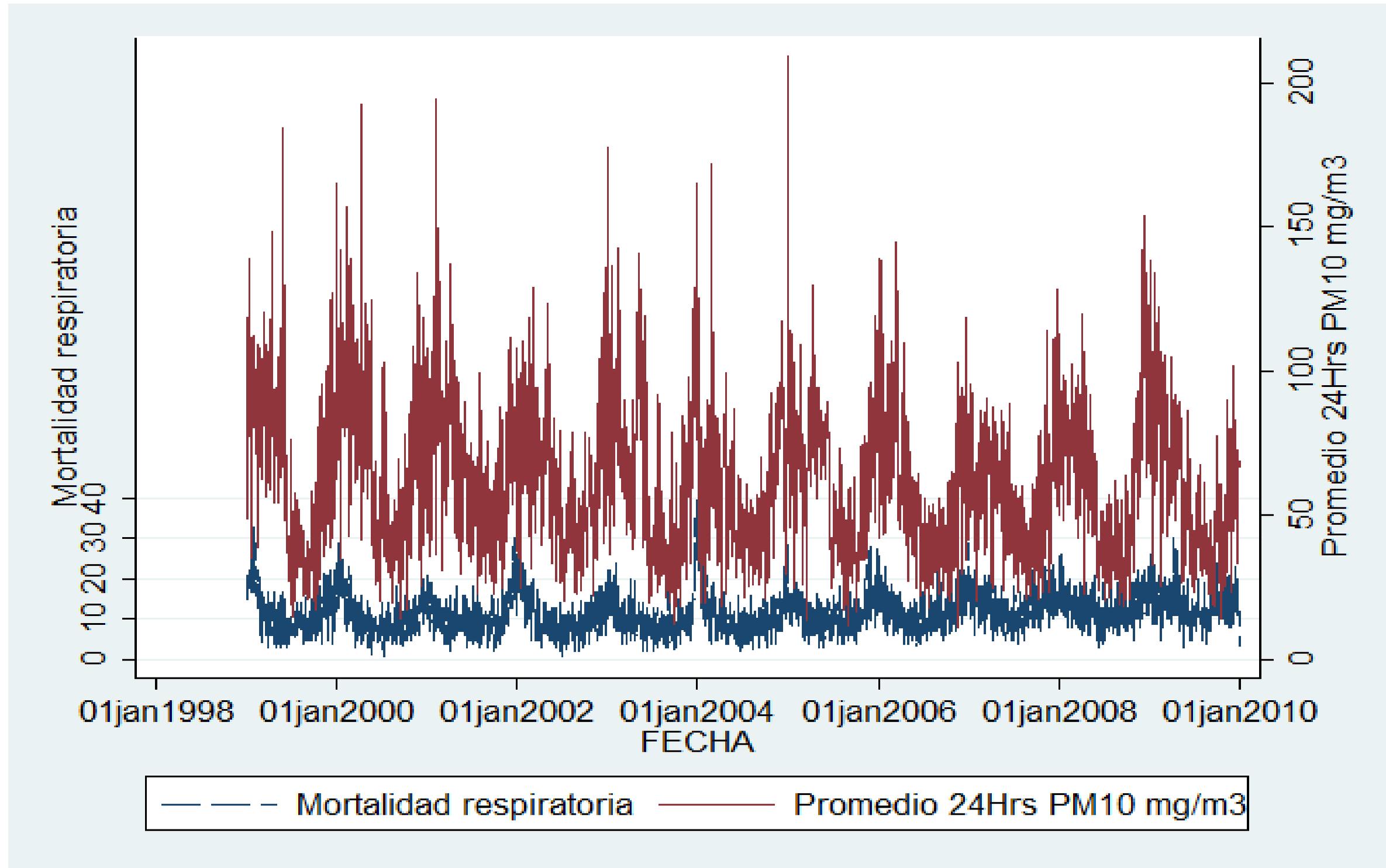


RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS EPIDEMIOLÓGICOS ANTERIORMENTE SEÑALADOS

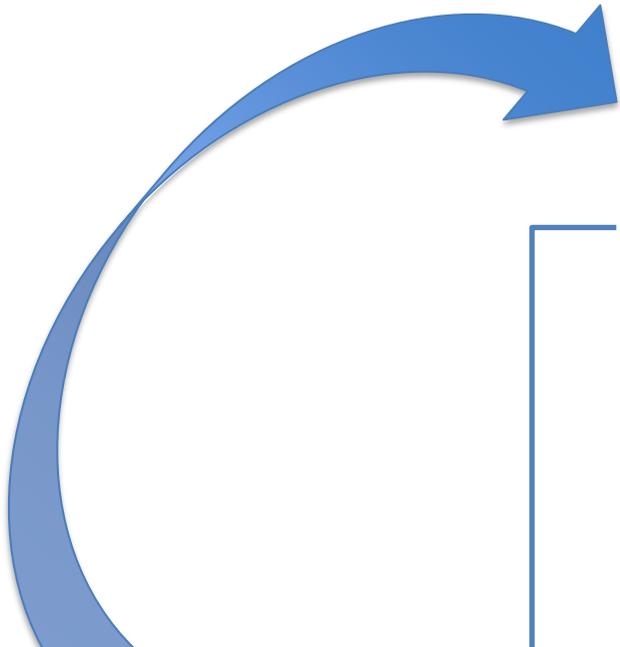
Estudio	Autor/año	Contaminante	Resultados
Is daily exposure to ozone associated with respiratory morbidity and lung function in a representative sample of schoolchildren? Results from a panel study in Greece.	Samoli E et al, 2016	Ozono	Un incremento de 10 ppb en la exposición a O ₃ se asoció con un aumento en la probabilidad de presentar cualquier síntoma ((OR: 1.19) 95% IC: 0.98, 1.44), en gran parte atribuido al aumento de las probabilidades de congestión de la nariz ((OR: 1.23) 95% CI: 1.00; 1.51). Los hallazgos indican que la exposición al O ₃ a corto plazo puede estar asociada con síntomas respiratorios que se extienden resultados reportados previamente para la población asmática
Schoolchildren's antioxidation genotypes are susceptible factors for reduced lung function and airway inflammation caused by air pollution.	Chen BY et al, 2016	Ozono y PM _{2.5}	Las PM_{2.5} muestran un incremento significativo en el GSTM1 nulo en niños en leucocitos (8.52%; IC 95%: 3.13 a 13.92%) y de neutrófilos (9.68%; IC 95%: 4.51 a 14.85%) en el lavado nasal. Mientras que los niveles de ozono fueron significativamente e inversamente asociados con el flujo espiratorio forzado al 25% de la capacidad vital forzada (FEF_{25%}) (-0.43L / s; IC 95%: -0.58, -0.28L / s)
Differential expression of pro-inflammatory and oxidative stress mediators induced by nitrogen dioxide and ozone in primary human bronchial epithelial cells	Mirowsky et al, 2016	Ozono y dióxido de nitrógeno	Los genes relacionados con el estrés oxidativo fueron altamente inducidos con dióxido de nitrógeno , mientras que la expresión de genes de función pro-inflamatorias y vasculares se encontró con posterioridad a la inducción de ozono . El dióxido de nitrógeno provocó la mayor respuesta en el HMOX1, mientras que el ozono suscito una gran respuesta inducida al IL-6, IL-8 y el PTGS2. Además, el ozono provocó una mayor respuesta 1 h después de la exposición, mientras que el dióxido de nitrógeno produjo una respuesta máxima después de 4 h

Estudio	Autor/año	Contaminante	Resultados
Age-related differences in pulmonary effects of acute and subchronic episodic ozone exposures in Brown Norway rats.	Snow SJ et al, 2016	Ozono	El ozono condujo a un incremento de la frecuencia respiratoria y el volumen por minuto en los animales de 1 y 4 meses. Los marcadores de la permeabilidad pulmonar se incrementaron en todos los grupos de edad. Las elevaciones de la actividad en el fluido del lavado broncoalveolar (bronchoalveolar lavage fluid-BALF), γ -glutamyl transferasa y la inflamación pulmonar después de una exposición aguda a ozono, solo se observaron en ratas de 1 y 4 meses. Estos datos demuestran que los animales adolescentes y adultos jóvenes son más susceptibles a los cambios en la ventilación pulmonar y la lesión/inflamación causados por la exposición aguda y episódica a Ozono.
Long-Term Exposure to Primary Traffic Pollutants and Lung Function in Children: Cross-Sectional Study and Meta-Analysis.	Barone-Adesi F, 2015	Dióxido de nitrógeno (NO ₂), óxido de nitrógeno (NO), óxidos de nitrógeno (Nox) y material particulado	Se observó que un incremento de 10mg/m ³ de dióxido de nitrógeno se asoció con un menor volumen espiratorio forzado (FEV ₁) de 8 mcg (IC 95%: -14 a -1 ml; p: 0.016). El efecto observado no fue modificado por un diagnóstico de asma informado. Sobre la base de estos resultados, se señala que un incremento de 10mg/m ³ en el nivel de dióxido de nitrógeno se traduciría en un 7% (IC95%: 4% a 12%) de aumento en la prevalencia de niños con función pulmonar anormal.
Effect of Personal Exposure to PM _{2.5} on Respiratory Health in a Mexican Panel of Patients with COPD.	Cortez-Lugo, 2015	Pm _{2.5} CDMX	La exposición a PM _{2.5} se asoció con una reducción flujo expiratorio en pacientes con Enfermedad Pulmonar Crónica

MORTALIDAD

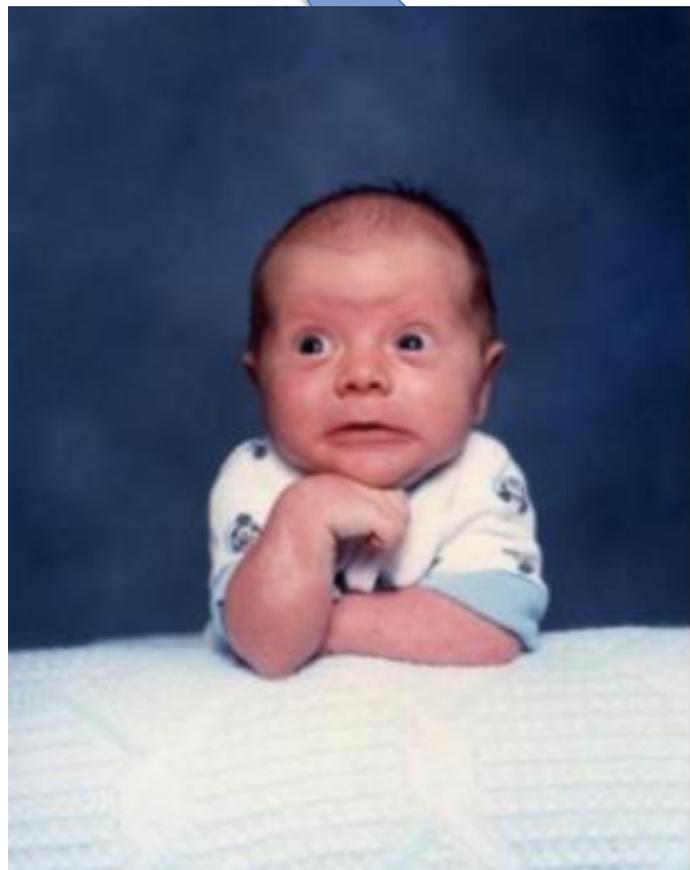


Efectos, modelación de la asociación entre contaminantes y efectos en salud
 La Mortalidad general se incrementa 0.8% por cada 10mcg/m³ de pm10



Reduction in fine particulate air pollution and mortality: Extended follow-up of the Harvard Six Cities study. Laden et al. 2006

- Reducción de PM 2.5
- Las concentraciones anuales de PM_{2.5} específicas por ciudad se midieron entre 1979 y 1988
- Resultados
 - ***Se encontró un aumento de la mortalidad global asociada con cada aumento 10mcg/ m³ de PM_{2.5} , con un RR de 1.16 (95% IC 1.07 - 1.26).***
 - ***La exposición a PM_{2.5} se asoció con el cáncer de pulmón (RR, 1.27; IC del 95%, 0.96-1.69) y muertes cardiovasculares (RR, 1.28; IC 95%, 1.13-1.44).***
 - ***La mejora de la mortalidad global se asoció con una disminución de PM_{2.5} de 10 mg/m³ entre los períodos de media (RR, 0.73; IC del 95%, 0.57 – 0.95).***



Long-term exposure to ambient ozone and mortality: a quantitative systematic review and meta-analysis of evidence from cohort studies. Atkinson RW et al, 2016

- Se analizaron 14 publicaciones de 8 cohortes que presentan los resultados para la asociación entre ozono y mortalidad por todas las causas y por causas específicas.
- 4 cohortes evaluaron las concentraciones de ozono medidos durante la estación cálida.
- El HR Resumen por causas cardiovasculares y respiratorias de la muerte derivados de 3 cohortes fueron de 1.01 (IC 95%: 1.00 a 1.02) y 1.03 (IC 95%: 1.01 a 1.05) por cada 10 ppb, respectivamente.



MORTALIDAD

REFERENCIA	EFECTO(S) EN SALUD	PRINCIPALES RESULTADOS
<p>O'Neill et al., 2008 Air pollution and mortality in Latin America: the role of education</p>	<p><u>Mortalidad:</u> Por todas las causas respiratorias Cardiovasculares</p>	<p>El incremento de 10 microg / m de PM10 durante el lag 1 se asoció con la mortalidad de adultos por causas no externas en la Ciudad de México en 0.39% (intervalo de confianza del 95% = 0.13% -0.65%).</p>
<p>Carbajal-Arroyo et al., 2011 Effect of PM(10) and O(3) on infant mortality among residents in the Mexico City Metropolitan Area: a case-crossover analysis, 1997-2005</p>	<p><u>Mortalidad:</u> Por todas las causas respiratorias</p>	<p>En menores de 1 año se reporta un incremento de 5.5% (IC: 1, 10%) rezago de 1 semana, en la mortalidad infantil por todas las causas por incremento en el rango intercuartil de 38.7 µg/m³ en la concentración de PM₁₀ y 9.8% (95% IC: 2, 18%) por causas respiratorias. Mayores efectos se reportan para niños del estrato socioeconómico bajo.</p>

REFERENCIA	EFECTO(S) EN SALUD	PRINCIPALES RESULTADOS
<p>Carbajal-Arroyo et al., 2011</p> <p>Effect of PM(10) and O(3) on infant mortality among residents in the Mexico City Metropolitan Area: a case-crossover analysis, 1997-2005</p>	<p><u>Mortalidad:</u> Por todas las causas y causas respiratorias</p>	<p>En <1 año se reporta un incremento de 5.5% (IC: 1, 10%) rezago de 1 semana, en la mortalidad infantil por todas las causas por incremento en el rango intercuartil de 38.7 µg/m³ en la concentración de PM₁₀ y 9.8% (95% IC: 2, 18%) por causas respiratorias. Efectos mayores se reportan para niños de estrato socioeconómico bajo.</p>
<p>Romieu, 2012</p> <p>Multicity study of air pollution and mortality in Latin America (the ESCALA study).</p>	<p><u>Mortalidad:</u> Causas específicas</p>	<p>Las concentraciones ambientales de PM10 se encontraron asociadas con un incremento en el riesgo de mortalidad en todas las ciudades. En la Ciudad de México y Santiago el porcentaje de incremento fue de 1.04 % (IC95% 0.87 a 1.17) y 0.48 (IC95% 0.35 to 0.61) respectivamente.</p> <p>Las PM10 se asociaron significativamente con un riesgo de mortalidad para causas específicas incluyendo Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica, enfermedades cardiopulmonares, respiratorias en infarto cerebral en la mayoría de las ciudades.</p> <p>Los resultados para ozono, también fueron significativos, aunque menores, en las ciudades con datos disponibles.</p>

REFERENCIA	EFECTO(S) EN SALUD	PRINCIPALES RESULTADOS
<p>Reyna et al., 2012</p> <p>Relative risk of death from exposure to air pollutants: a short-term (2003–2007) study in Mexicali, Baja California, México</p>	<p><u>Mortalidad:</u> Por todas las causas</p>	<p>Se reporta un incremento en la mortalidad por causas no externas de 2.8% (95% IC: 1.01 – 4.52) por incremento de 33.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ equivalente al rango intercuartílico de la concentración de $\text{PM}_{2.5}$ con un rezago de 5 días.</p>

Desde finales de los años 90's se han realizado estudios en la ciudad de México donde se comprueba la asociación entre los contaminantes y el incremento en la mortalidad

Esto es consistente con estudios realizados en otra partes del mundo

NUEVOS TEMAS

Air pollution and diabetes association: Modification by type 2 diabetes genetic risk score. Ece et al. 2016

- Se realizaron términos de interacción entre PM10 y diabetes
- La prevalencia de diabetes fue de 4.6% y la media de la exposición a PM10 fue 22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- Las probabilidades de **diabetes aumentó en un 8% (IC 95%: 2, 14%) por alelo de riesgo diabetes tipo 2 y un 35% (-8, 97%) por la exposición 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para PM10.**
- Se observó una ***interacción positiva entre PM10 y contar-GRS en la diabetes [ORinteraction = 1.10 (1.01, 1.20)]***, siendo las asociaciones más fuertes entre los participantes en el cuartil más alto de conteo-GRS [OR: 1,97 (1,00, 3,87)].
- Se observaron interacciones más fuertes con las variantes de la GRS implicados en la resistencia a la insulina [(ORinteraction = 1,22 (1,00, 1,50)] que con variantes relacionadas con la función de las células beta.



Spatial variations in the associations of term birth weight with ambient air pollution in Georgia, USA. Tu J. et al. 2016

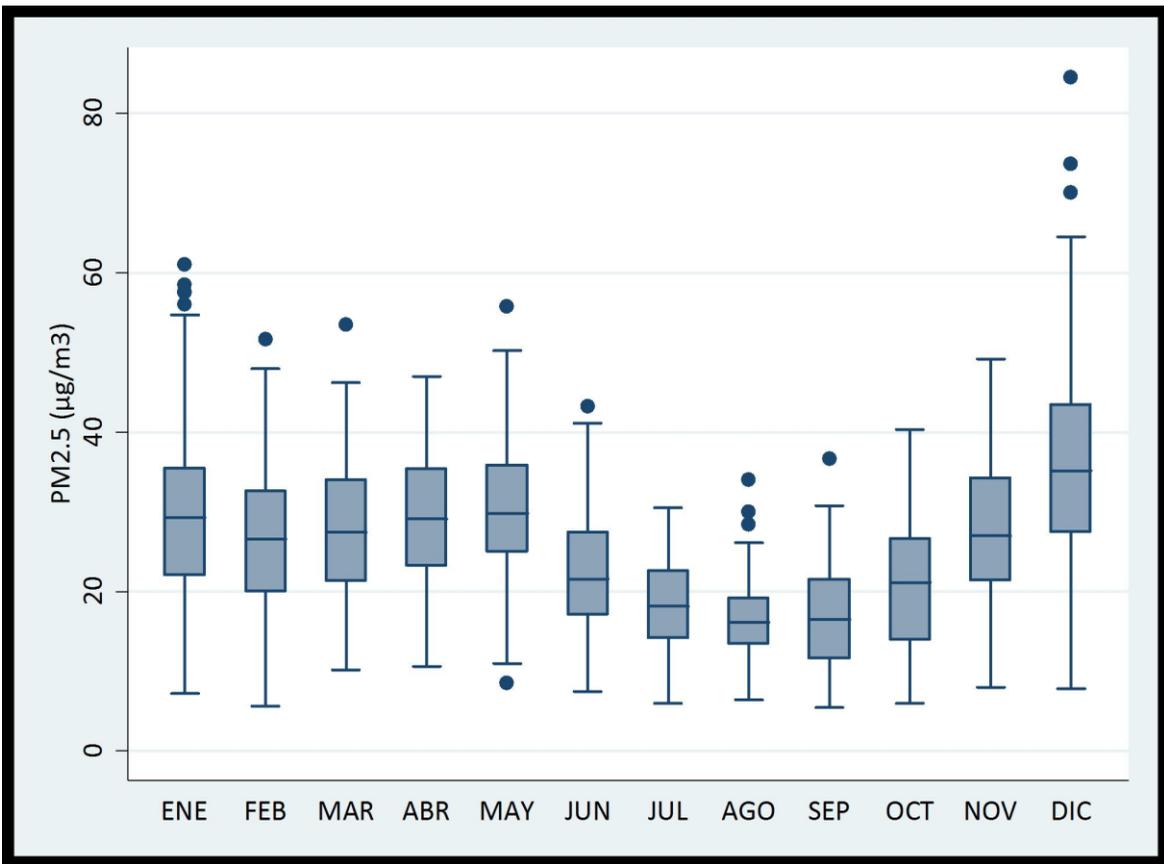
- Las concentraciones de ozono (O₃) y partículas finas (PM_{2.5}) presentaron asociación con el bajo peso al nacer.
- Las relaciones negativas significativas entre el peso al nacer y ozono indican que el ozono es un factor de riesgo significativo de bajo peso al nacer.
- Las PM_{2.5} también son un factor de riesgo significativo de bajo peso al nacer en las comunidades más urbanizadas.
- Estos hallazgos sugieren que las políticas ambientales y de salud deben ajustarse para abordar los diferentes efectos de los contaminantes del aire en los resultados del parto, en los diferentes tipos de comunidades.



Ambient air pollution and traffic exposures and congenital heart defects in the San Joaquin Valley of California. Padula AM et al. 2013

- Las **PM10 se asociaron con estenosis de la válvula pulmonar** OR ajustado = 2.6 (IC 95% 1.2, 5.7) y **defectos perimembranosos ventriculares septales** con OR = 2.1 (IC 95%: 1.1, 3.9).
- Las **PM2.5 se asociaron con la transposición de las grandes arterias** OR = 2.6 (IC 95%: 1.1, 6.5) e inversamente asociado con perimembranosos defectos del tabique ventricular OR= 0.5 (IC 95%: 0.2, 0.9).
- Los **defectos septales auriculares se asociaron inversamente con monóxido de carbono** OR = 0.4 (IC 95%: 0.2, 0.8) y PM2.5 OR= 0.5 (IC 95%: 0.3; 0.8).
- La **densidad del tráfico se asocia con defectos muscular ventricular septal** OR = 3.0 (IC 95%: 1.2, 7.8) y **defectos septales ventriculares perimembranosos** OR = 2.4 (IC 95%: 1.3, 4.6), e inversamente asociada con la transposición de la grandes arterias OR = 0.3 (IC del 95%: 0.1; 0.8)



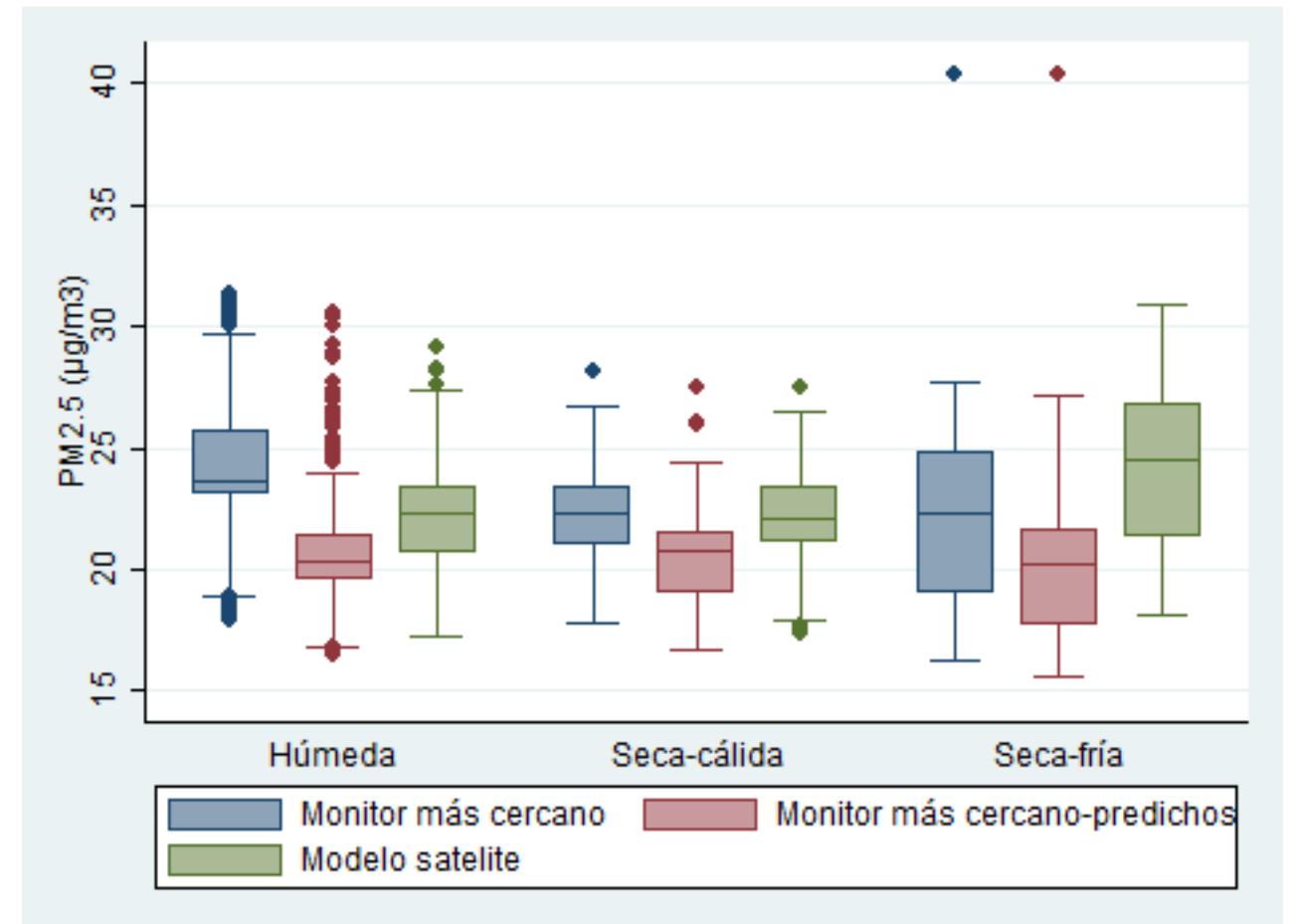


Concentraciones de pm2.5 por mes en CDMX

ESUDIO SOBRE EXPOSICIÓN A PM2.5 Y EFECTOS EN EL NEURODESARROLLO EN UNA COHORTE DE MUJERES DE LA CD. DE MEXICO

HURTADO-DIAZ

Exposición promedio a PM2.5 en mujeres embarazadas en la Ciudad de México



EVALUACIÓN DE IMPACTO EN SALUD





[Sci Total Environ.](#) 2016 Jun 4. pii: S0048-9697(16)31095-6. doi: 10.1016/j.scitotenv.2016.05.165. [Epub ahead of print]

Estimating adult mortality attributable to PM2.5 exposure in China with assimilated PM2.5 concentrations based on a ground monitoring network.

[Liu J](#)¹, [Han Y](#)², [Tang X](#)³, [Zhu J](#)⁴, [Zhu T](#)⁵.

[Sci Rep.](#) 2016 May 19;6:25900. doi: 10.1038/srep25900.

The burden of COPD mortality due to ambient air pollution in Guangzhou, China.

[Li L](#)^{1,2}, [Yang J](#)^{1,3}, [Song YF](#)⁴, [Chen PY](#)¹, [Ou CQ](#)¹.

[Environ Health Perspect.](#) 2016 May 20. [Epub ahead of print]

Estimating Causal Effects of Local Air Pollution on Daily Deaths: Effect of Low Levels.

[Schwartz J](#)¹, [Bind MA](#)¹, [Koutrakis P](#)¹.

[Eur J Prev Cardiol.](#) 2016 May 18. pii: 2047487316651352. [Epub ahead of print]

Disease burden of ischaemic heart disease from short-term outdoor air pollution exposure in Tianjin, 2002-2006.

[Li G](#)¹, [Zeng Q](#)², [Pan X](#)³.

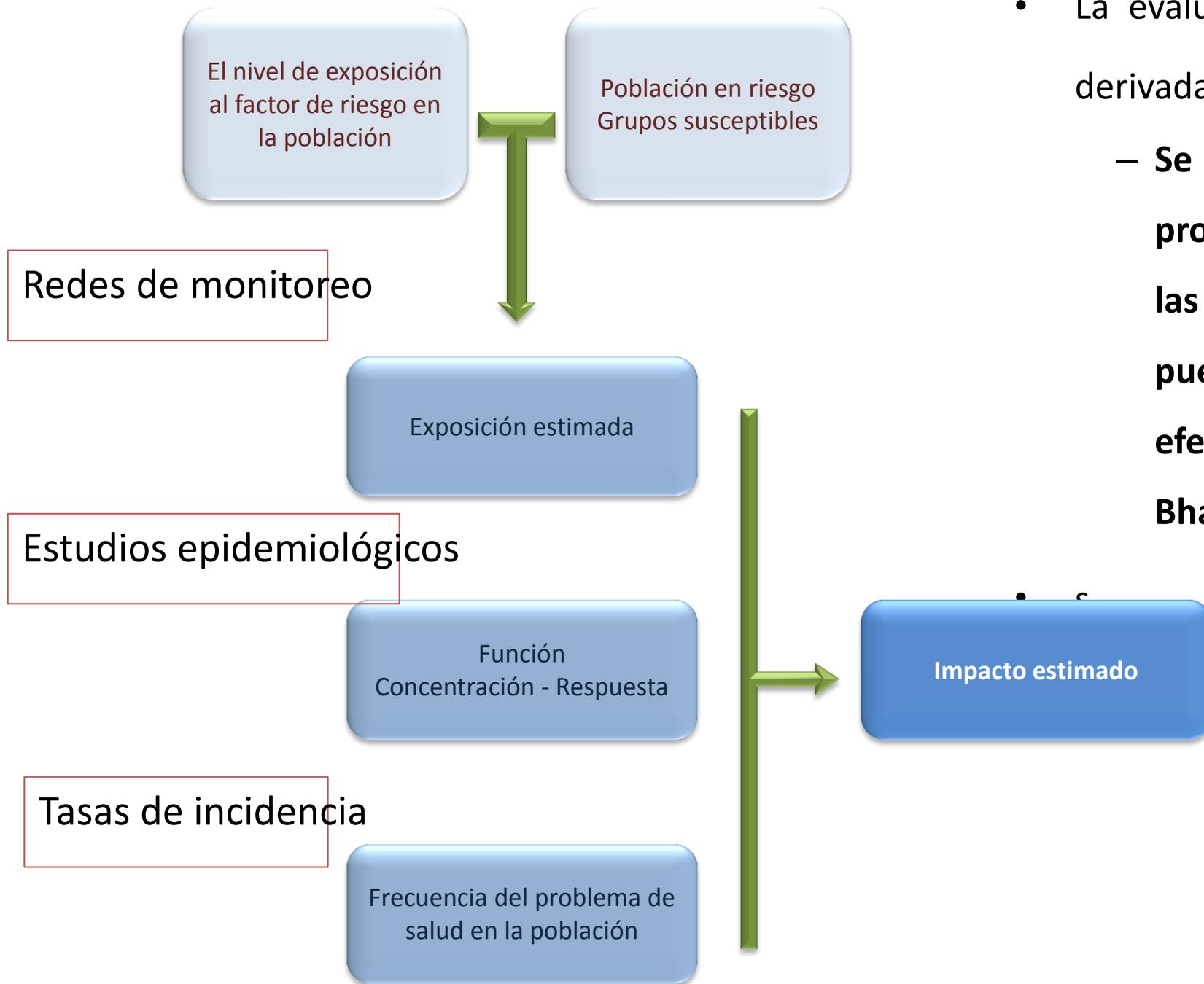
[Environ Health Perspect.](#) 2016 May 13. [Epub ahead of print]

The Impact of Individual Anthropogenic Emissions Sectors on the Global Burden of Human Mortality due to Ambient Air Pollution.

[Silva RA](#)¹, [Adelman Z](#)¹, [Fry MM](#)¹, [West JJ](#)¹.

EVALUACIÓN DE IMPACTO EN SALUD (EIS)

- La evaluación de impacto en salud es una metodología derivada del **enfoque de evaluación de riesgos**.
 - Se define como “una combinación de procedimientos, métodos y herramientas mediante las cuales, una política, un programa o un proyecto pueden ser juzgados respecto a sus potenciales efectos en la salud de la población” (Dannenberg, Bhatia et al. 2008).



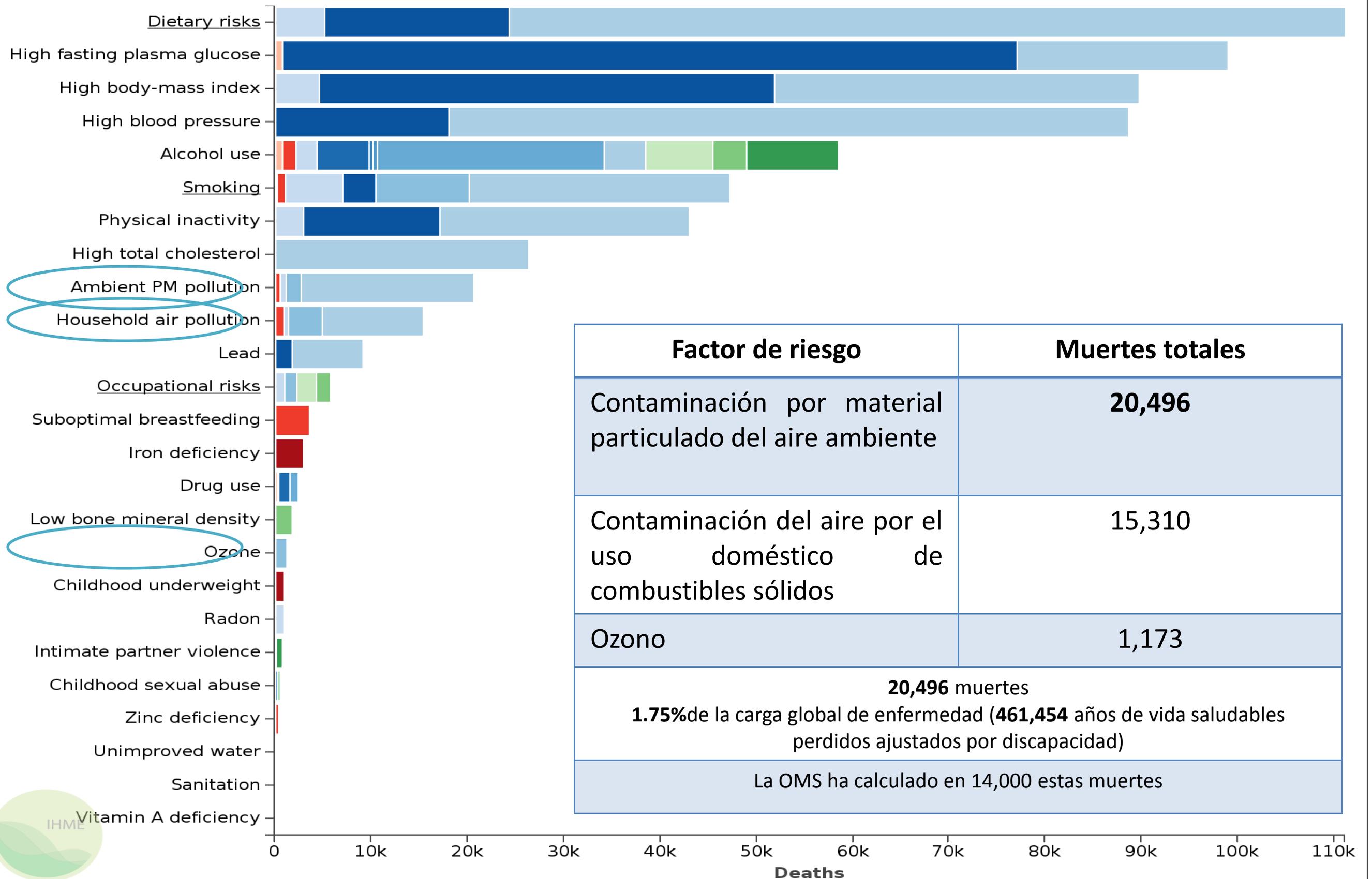
PREMATURE DEATHS ATTRIBUTABLE TO FINE PARTICULATE MATTER (PM_{2.5}), OZONE (O₃) AND NITROGEN DIOXIDE (NO₂) EXPOSURE IN 2012 IN 40 EUROPEAN COUNTRIES AND THE EU 28.

Country	PM _{2.5}	O ₃	NO ₂
Austria	6 100	320	660
Belgium	9 300	170	2 300
Bulgaria	14 100	500	700
Croatia	4 500	270	50
Cyprus	790	40	0
Czech Republic	10 400	380	290
Denmark	2 900	110	50
Estonia	620	30	0
Finland	1 900	60	0
France	43 400	1 500	7 700
Germany	59 500	2 100	10 400
Greece	11 100	780	1 300
Hungary	12 800	610	720

Country	PM _{2.5}	O ₃	NO ₂
Ireland	1 200	30	0
Italy	59 500	3 300	21 600
Latvia	1 800	60	90
Lithuania	2 300	80	0
Luxembourg	250	10	60
Malta	200	20	0
Netherlands	10 100	200	2 800
Poland	44 600	1 100	1 600
Portugal	5 400	320	470
Romania	25 500	720	1 500
Slovakia	5 700	250	60
Slovenia	1 700	100	30
Spain	25 500	1 800	5 900

Country	PM _{2.5}	O ₃	NO ₂
Sweden	3 700	160	10
United Kingdom	37 800	530	14 100
Albania	2 200	140	270
Andorra	60	4	0
Bosnia and Herzegovina	3 500	200	70
The former Yugoslav Republic of Macedonia	3 000	130	210
Iceland	100	2	0
Liechtenstein	20	1	3
Monaco	30	2	7
Montenegro	570	40	20
Norway	1 700	70	200
San Marino	30	2	0
Serbia ^(a)	13 400	550	1 100
Switzerland	4 300	240	950
Total ^(b)	432 000	17 000	75 000
EU-28 ^(b)	403 000	16 000	72 000

Mexico, deaths
Both sexes, All ages, 2010



Factor de riesgo	Muertes totales
Contaminación por material particulado del aire ambiente	20,496
Contaminación del aire por el uso doméstico de combustibles sólidos	15,310
Ozono	1,173
20,496 muertes	
1.75% de la carga global de enfermedad (461,454 años de vida saludables perdidos ajustados por discapacidad)	
La OMS ha calculado en 14,000 estas muertes	



EVALUACIÓN DE IMPACTO EN SALUD Y SU USO EN EL PROAIRE

Evaluación de **impacto**
en **salud** por exposición a **ozono**
y **material** particulado (**PM₁₀**)
en la Zona Metropolitana
del **Valle de México**

Horacio Riojas Rodríguez • Urinda Álamo Hernández • José Luis Texcalac Sangrador • Isabelle Romieu



Programa para mejorar la calidad del aire
de la Zona Metropolitana
del Valle de México
2011-2020



GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO



Riojas Rodríguez H; Alamo Urinda; Texcalac JL; Romieu I, Evaluación de impacto en salud por exposición a ozono y material particulado (PM10) en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. GDF, 2012

METODOLOGÍA



La metodología de EIS comprende cuatro pasos:

- 1) Selección de los escenarios de reducción,
- 2) Identificación de la población en riesgo y de los eventos en salud para el año basal 2005
- 3) Selección de las funciones de concentración-respuesta
- 4) Estimación del impacto en la salud

RESULTADOS



- Reducciones de PM_{10} a $20\mu\text{g}/\text{m}^3$ y de O_3 a 0.050ppm ($98\ \mu\text{g}/\text{m}^3$) evitarían, respectivamente, cerca de 2 300 y 400 muertes por año.
- El mayor impacto se observa en el grupo de más de 65 años y en la mortalidad por causas cardiopulmonares y cardiovasculares.

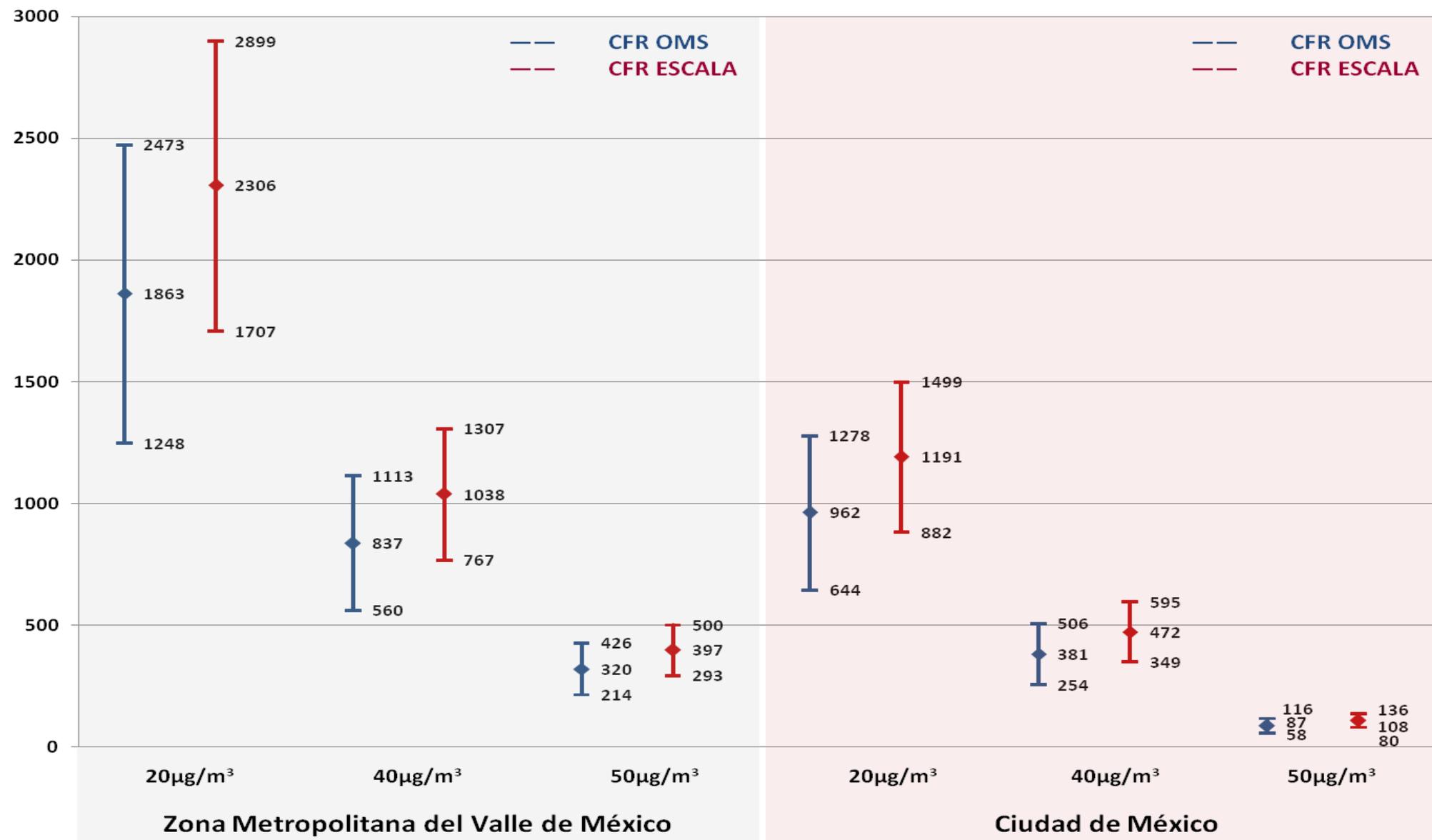
Es recomendable que los programas de gestión de calidad del aire incluyan la estimación de los beneficios en salud producto del manejo adecuado de las fuentes.

El componente de salud pública forma parte del desarrollo de estos programas desde una perspectiva ecosistémica.

Programa para mejorar la calidad del aire
de la Zona Metropolitana
del Valle de México
2011-2020

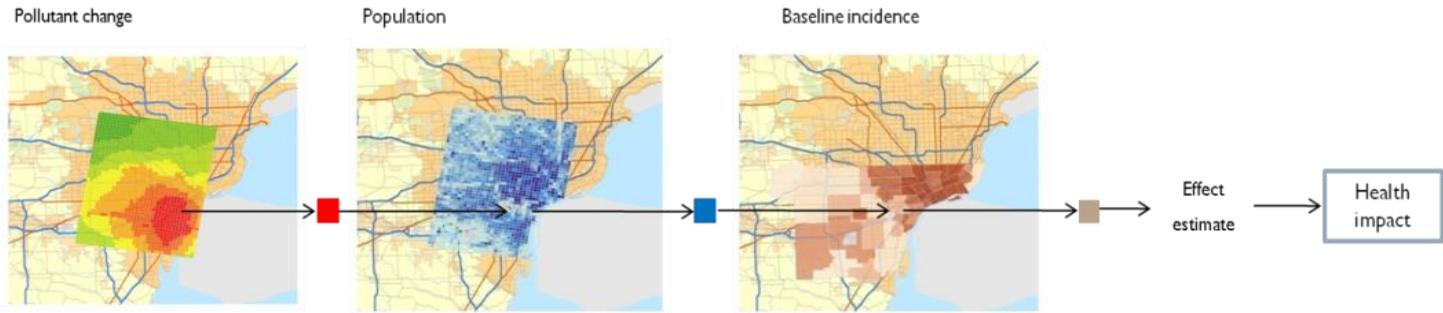


MUERTES EVITABLES POR AÑO EN LA ZMVM Y EN LA CIUDAD DE MÉXICO RELACIONADAS CON LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE



Health impact assessment of decreases
in PM₁₀ and ozone concentrations in the Mexico
City Metropolitan Area. A basis for a new air
quality management program

EVALUACIÓN DE IMPACTOS A LA SALUD Y VALORACIÓN ECONÓMICA 15 CIUDADES



Instituciones que utilizan la EIS



1 Identificación de impactos

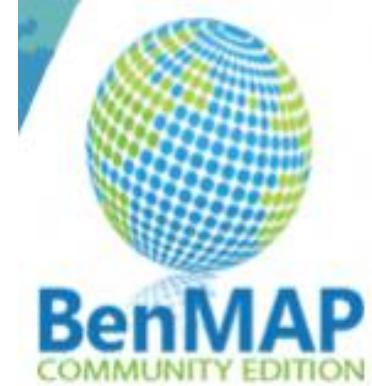
2 Evaluación de la exposición

3 Caracterización de impactos

4 Valoración económica

- PM_{10} , $PM_{2.5}$, O_3

- Mortalidad prematura



Uso del software BenMAP de la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de los Estados Unidos

DELIMITACIÓN DE ZONA DE ESTUDIO Y CONSIDERACIONES

- Sólo se incluye en el análisis a aquellas ciudades en las cuales existe monitoreo de calidad del aire con suficiencia de información de PM_{10} , $PM_{2.5}$ y O_3
- **Año base:** 2012
- **Población:** AGEB urbanos, adultos e infantes
- **Efecto:** Mortalidad a largo plazo (todas las causas y específicas)
- **Escala:** Agregado a nivel de ZM o municipio



Ciudad o Zona Metropolitana (ZM)	Evaluación de contaminantes		
	PM_{10}	$PM_{2.5}^*$	O_3
Ensenada	Si	Si*	--
Irapuato	Si	Si*	Si
Morelia	--	--	Si
Salamanca	Si	Si*	Si
ZM Celaya	Si	Si*	Si
ZM Chihuahua	Si	Si*	Si
ZM Guadalajara	Si	Si*	Si
ZM Juárez	Si	Si*	Si
ZM León	Si	Si*	Si
ZM Mexicali	Si	Si	--
ZM Monterrey	Si	Si	Si
ZM Puebla	Si	Si	Si
ZM Tijuana	Si	Si*	Si
ZM Toluca	Si	Si	Si
ZM Valle de México	Si	Si	Si
Total zona de estudio	14	14	13

* Estimación basada en proporciones $PM_{2.5}/PM_{10}$ a partir de la concentración de PM_{10}

ESCENARIOS DE MEJORA DE CALIDAD DEL AIRE

Contaminante	Métrica diaria	Escenarios de mejora de la calidad del aire [promedio anual]	
		A	B
		PM₁₀	Promedio de 24 h ^c
PM_{2.5}	Promedio de 24 h ^c	12 µg/m ³ [a]	10 µg/m ³ [b]
O₃	Máximo horario diario ^d	70 ppb	50 ppb

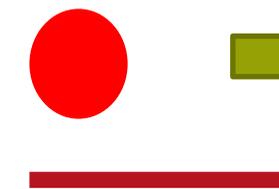
[a] NOM-025-SSA1-2014.

[b] Lineamientos de la OMS (WHO, 2006).

[c] Promedio anual de las concentraciones medias de 24 horas diarias. Validación por suficiencia de información horaria, diaria, trimestral y anual (75%).

[d] Promedio anual de los máximos horarios diarios. Promedio anual de las concentraciones máximos horarias diarias. Validación por suficiencia de información horaria, diaria, trimestral y anual (75%).

Exposición actual



Escenario óptimo



Implementación de medidas

Beneficios a la Salud



Beneficios económicos



FUNCIONES CONCENTRACIÓN-RESPUESTA

FCR para estimación de mortalidad a largo plazo

LA MORTALIDAD AUMENTA 6% POR INCREMENTO DE 10 MICROGRAMOS POR METRO CUBICO

	Causa (CIE 10)	Grupos de edad	RR / OR * (IC 95%)	Referencia
PM_{2.5}	Todas las causas (A00-R99)	≥ 30y	<u>1.06 (1.04-1.08)</u> 1.14 (1.07 – 1.22)	Hoek et al., 2013 Lepeule et al., 2012
	IHD (I20-I25)	≥ 30y	1.15 (1.11-1.2)	Krewski et al., 2009
	CDV (I00-I99)	≥ 30y	1.14 (1.09-1.18) <u>1.12 (1.08-1.15)</u>	Chen et al., 2008 Pope et al., 2004
	CDP (I10-I70, J00-J98)	≥ 30y	1.09 (1.06-1.12)	Krewski et al., 2009
PM₁₀	Todas las causas (A00-R99)	≥ 30y	1.043 (1.026-1.061)	Kunzli et al., 2000
	Todas las causas (A00-R99)	≥ 1m, < 1y	1.04 (1.02-1.07)	Woodruff et al., 1997
	Respiratorias (J00-J98)	≥ 1m, < 1y	1.162 (1.054-1.278)	Woodruff et al., 2008
O₃	Respiratorias (J00-J98)	≥ 30y	1.04 (1.013-1.067)	Jerrett et al., 2009

* Por cada 10 unidades de cambio de la concentración del contaminante

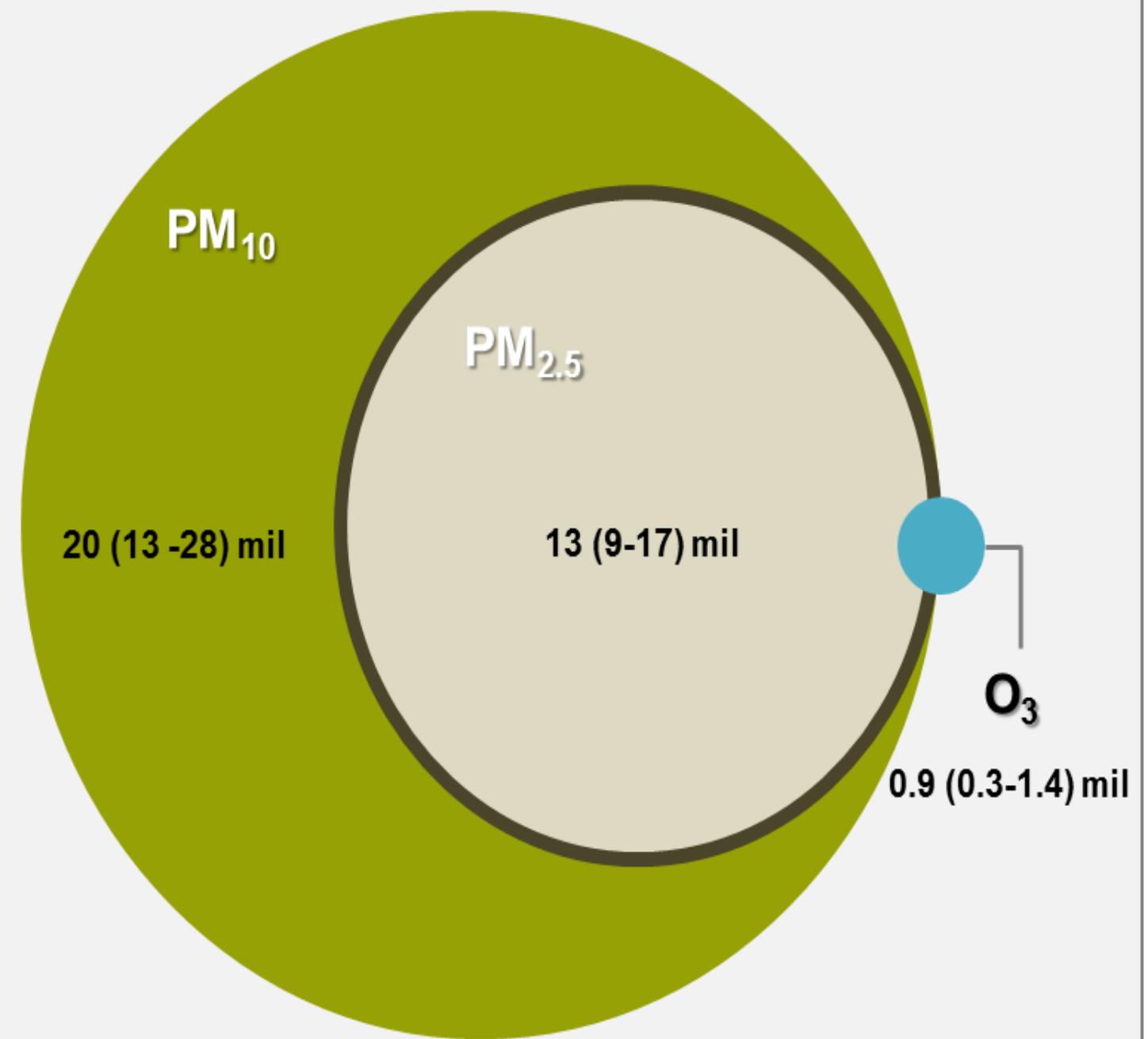
RESUMEN DE RESULTADOS DE LA MORTALIDAD EVITABLE

- Escenario B) OMS
- Adultos ≥ 30 años

Las **muertes prematuras** evitables por exposición a **partículas** son de, por lo menos, **13 mil casos** anuales, con respecto a la evaluación de **PM_{2.5}**. Pero pueden ascender hasta 20 mil, como lo indica la evaluación a través de **PM₁₀**. Las muertes prematuras asociadas a **O₃** son significativamente menores.

Beneficios potenciales a la salud por la mejora de la calidad del aire en México (año 2012)

Muertes evitables a largo plazo (IC 95%)



Escenarios de reducción de concentraciones (promedio anual)

PM₁₀: 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

PM_{2.5}: 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

O₃: 50 ppb

VÍNCULOS CON LAS NORMAS, ÍNDICE Y CONTINGENCIAS



Con base en la evidencia epidemiológica mas reciente y la Evaluación de Impacto en Salud, se ha propuesto la modificación de la Norma Oficial Mexicana que establece los límites máximos permisibles de partículas en el aire.

Parámetro	Máximo permisible actual (NOM)	Propuesta de máximo permisible
PM ₁₀	120 µg/m ³ promedio de 24 horas 50 µg/m ³ promedio anual	75 µg/m ³ promedio de 24 horas 50 µg/m³ promedio de 24 horas 40 µg/m ³ promedio anual 35 µg/m³ promedio anual
PM _{2.5}	65 µg/m ³ promedio de 24 horas 15 µg/m ³ promedio anual	45 µg/m³ promedio de 24 horas 30 µg/m ³ promedio de 24 horas 12 µg/m³ promedio anual 10 µg/m ³ promedio anual

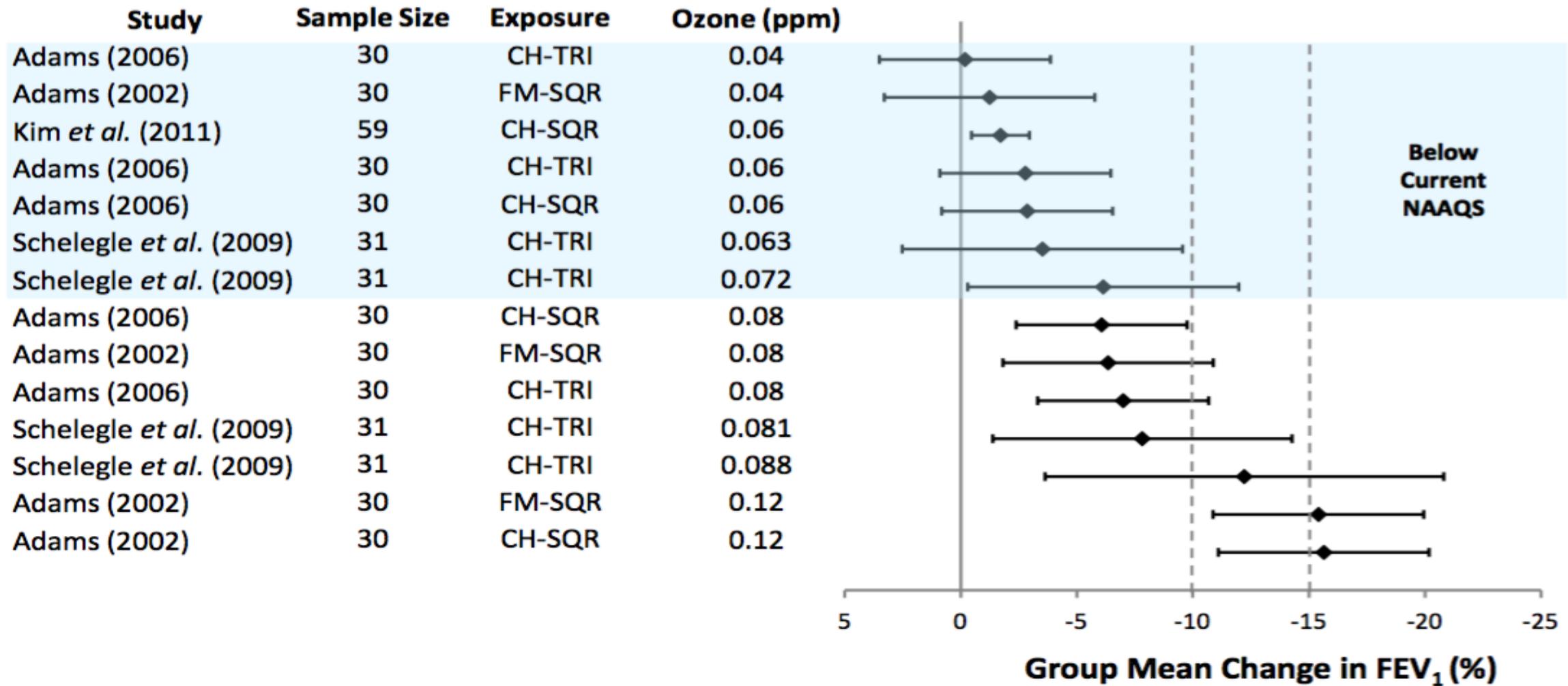
NOM-025-SSA1-1993

LAS CONTINGENCIAS

- Se decidió decretar las contingencias en 150 IMECAS
 - 155 ppb ozono (63% por arriba de la Norma)
 - 150 mcg/m³ pm₁₀ (100% por arriba de la norma)
 - Sin límite para pm_{2.5}
- En el rango de estas exposiciones, la relación dosis-respuesta es lineal, el algoritmo tiene que ser revisado
- Qué tanto estamos protegiendo entre el IMECA 100 y el 150
- Necesitamos un nuevo índice



Clinical Data at ambient [O₃]



Adapted from Goodman *et al.* (2014)

Por arriba de 0.075 ppm existe una disminución de la función pulmonar en adultos sanos

CONTAMINACION DEL AIRE. Asamblea Mundial de la Salud



Ginebra, 26 de mayo de 2015 (OPS/OMS)

- La resolución destaca el papel clave que **las autoridades nacionales de salud deben tener en sensibilizar sobre el potencial que abordar la polución del aire de manera efectiva tiene en salvar vidas y también en reducir los costos de la salud.**
- También subraya la necesidad de una cooperación estrecha entre distintos sectores y la integración de los problemas de salud en todas las políticas vinculadas a la contaminación del aire a nivel nacional, regional y local. Se insta a los Estados Miembros a **desarrollar sistemas de monitoreo de calidad del aire y registros de salud para mejorar la vigilancia de todas las enfermedades vinculadas a la contaminación del aire;**

CONCLUSIONES



- La contaminación del aire es el **factor de riesgo** ambiental más importante en términos de salud
- Las normas se han ajustado con base en el actual conocimiento científico para **la protección de la salud**
- La población y el sector salud, están pagando los **costos sociales** de la contaminación del aire, especialmente los más vulnerables
- Se requiere ampliar la **cobertura de monitoreo** en las ciudades, especialmente con respecto a $PM_{2.5}$, para garantizar la protección de la salud de la población.
- El IMECA actual debe **actualizarse**, convertirse en un índice nacional y actualizar los mensajes para la población (proyecto de norma)
- Debe actualizarse el Programa de Contingencia e incorporar a las $PM_{2.5}$
- Construir el sistema de vigilancia con unidades centinelas de salud en la ciudad
- Actualizar normas: Hidrocarburos (BTEX), bióxido de azufre
- Temas de investigación: enf. crónicas, neurodesarrollo, interacción gen-ambiente

*Muchas
Gracias!*

hriojas@insp.mx

NORMAS Y VACÍOS

Actualizar la norma de calidad de combustibles NOM 086 o la que está elaborando SENER (aún sin número)

Actualizar las normas que establecen los límites máximos permisibles de emisiones en vehículos nuevos (NOM 042 y 044), alineadas a las mejores prácticas internacionales.

Actualizar las normas de salud ambiental relativas a los contaminantes criterio: ozono, monóxido de carbono, dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y partículas suspendidas (NOM 020, 021, 022, 023 y 025).

Publicar la norma de concentración de benceno, tolueno, etilbenceno y xileno

Gestión vehicular:

- Desarrollo de sistemas de Transporte Público Integral de calidad.
- Disminución del uso del automóvil en zonas metropolitanas.
- Fomentar el crecimiento urbano compacto y el desarrollo orientado al transporte.

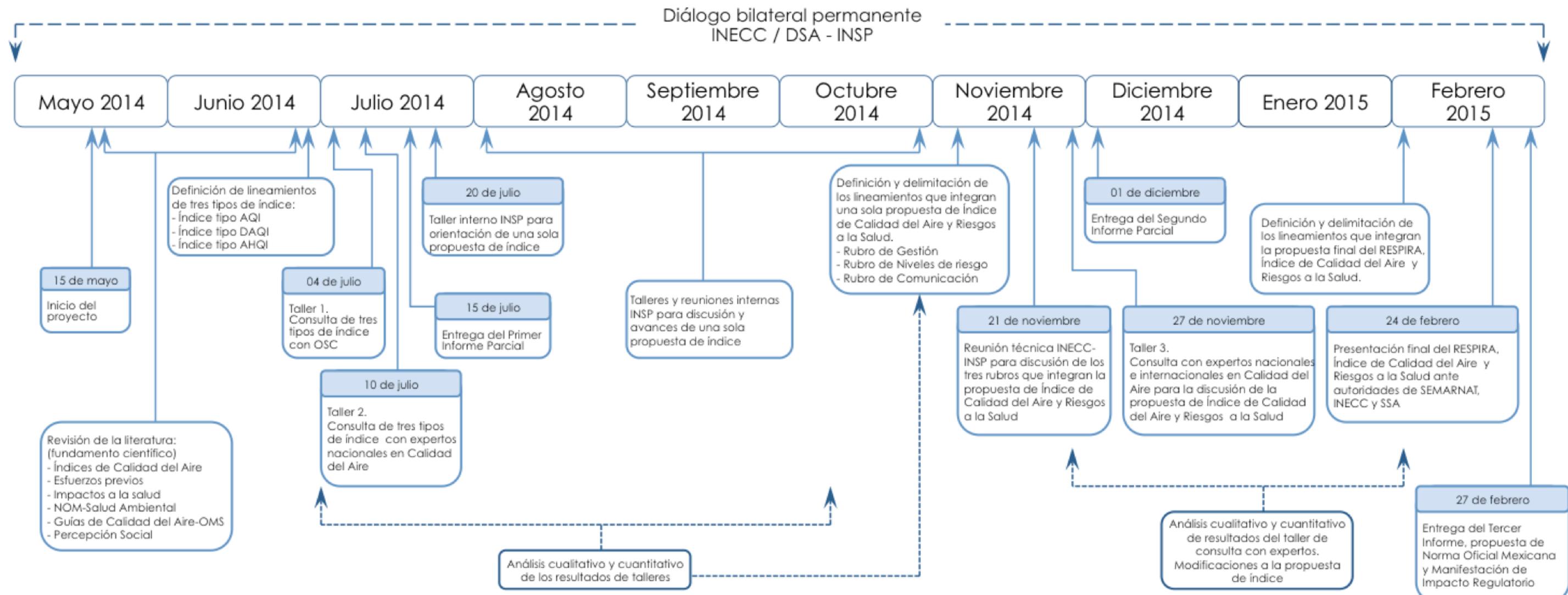
Fortalecer los programas de monitoreo atmosférico.

Fortalecer la investigación científica sobre la calidad de aire y sus impactos a la salud, los ecosistemas y la economía con un enfoque ecosistémico.

Desarrollar mecanismos de comunicación accesibles para generar percepción de riesgo y herramientas de prevención.

ÍNDICE NACIONAL DE CALIDAD DEL AIRE Y NIVELES DE RIESGO

Se deben establecer los lineamientos para la obtención y uso de un Índice Nacional de Calidad del Aire que permita **informar a la población de manera clara, oportuna y continua, sobre los niveles de contaminación atmosférica, los probables daños a la salud que ocasiona y las medidas de protección que puede tomar.**



REVISIÓN DE OTROS ÍNDICES

País/Ciudad/ Región	OMS	Cd. De México	EUA	Canadá	Reino Unido	China	Hong Kong
1. Fundamento							
Nombre	<u>AQGs</u>	IMECA	AQI	AQHI	DAQI	AQI	AQHI
Cobertura	Guía	Región	Nación	Nación	Región	Nación	Nación
Año actualización	2005	2006	2006	-----	2012	2012	2013
Evaluación	Nueva evidencia	Periódica	1990 - 5 años	-----	1998 - 2012	2012-2016	1987 - periódica
Enfoque de salud humana	Mortalidad Morbilidad	Efectos de corto plazo	Efectos de corto plazo	Mortalidad Sinergia Efectos de corto plazo	Efectos de corto plazo	-----	Hospitalizaciones Sinergia Preventivo / OMS 05
Enfoque ambiental	-----	-----	-----	-----	Efectos - vege- tación	Efectos - ecosiste- mas	-----
Enfoque social	-----	-----	-----	Opinión y <u>stakeholders</u>	Falta - compren- sión	Prevención en espacios públicos	Opinión y <u>stakeholders</u>
Enfoque económico	Desarrollo local	-----	-----	-----	-----	-----	-----
2. Evidencia							
Epidemiología	Mortalidad Morbilidad	Efectos de corto plazo	Efectos de corto plazo	Efecto de mezclas - Mortalidad	Preventivo / OMS 05	-----	Efecto de mezclas Admisión hospitalaria
Modelo	-----	Máximo Función lineal	Múltiple	Efectos múltiples independencia y <u>aditividad</u> .	Máximo	Múltiple	Efecto múltiple de contaminantes, independencia y <u>aditividad</u> . Aditivo generalizado
Indicador de series de tiempo	-----	-----	-----	Máximo diario 3 hrs móvil	-----	-----	Máximo diario 3 hrs móvil (2000-2005)
Contaminantes	NO ₂ , O ₃ , SO ₂ , PM ₁₀ y PM _{2.5}	NO ₂ , O ₃ , CO, SO ₂ , PM ₁₀ y PM _{2.5}	NO ₂ , O ₃ , CO, SO ₂ , PM ₁₀ y PM _{2.5}	NO ₂ , O ₃ , PM ₁₀ (ER)	NO ₂ , O ₃ , SO ₂ , PM ₁₀ y PM _{2.5}	NO ₂ , O ₃ , SO ₂ , PM ₁₀ y PM _{2.5}	NO ₂ , O ₃ , PM ₁₀ y SO ₂ (ER)

CONTINGENCIAS ¿QUÉ SIGNIFICA 150 IMECAS EN TÉRMINOS DE SALUD?



Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA): “Es una herramienta analítica desarrollada para informar sobre los niveles de contaminación de manera fácil y oportuna a la población, de tal forma que funcione como un indicador de las medidas precautorias que debe tomar la población ante una contingencia atmosférica”

Cuando el IMECA de cualquier contaminante criterio rebasa los 100 puntos, significa que sus niveles son perjudiciales para salud.

Correspondencia entre concentración de contaminante y valores IMECA							
IMECA	Calidad del Aire	PST	PM10	SO2	NO2	CO	O3
		(24hr) µg/m ³	(24hr) µg/m ³	(24hr) ppm	(1hr) ppm	(8hr) ppm	(1hr) ppm
0 -100	Satisfactoria	260	150	0.13	0.21	11	0.11
101 - 200	No satisfactoria	546	350	0.35	0.66	22	0.23
201 - 300	Mala	627	420	0.56	1.1	31	0.35
301 - 500	Muy Mala	1000	600	1.00	2.0	50	0.60

Fuente: SEMARNAP / INE / CENICA. **Primer informe sobre la calidad del aire en ciudades mexicanas 1996**, 1ª ed., México, INE, 1997.

EFFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA SOBRE LA SALUD

IMECA	Efectos sobre la salud	Medidas preventivas
0 a 100	No se presentan efectos negativos en la salud.	No es necesaria ninguna medida preventiva.
101 a 250	<ul style="list-style-type: none"> · Irritación de la conjuntiva o dolor de cabeza. · Se reactivan los síntomas de los enfermos del corazón o de los pulmones. · Niños, ancianos y fumadores presentan trastornos del aparato respiratorio y cardiovascular. 	<ul style="list-style-type: none"> · Se debe evitar caminar en la calle por tiempos largos. · No es recomendable realizar ejercicio físico al aire libre.
251 a 350	<ul style="list-style-type: none"> · Lactantes, ancianos y fumadores pueden presentar, además de las molestias anteriores, alteraciones inflamatorias en el sistema respiratorio. · El resto de la población puede presentar trastornos funcionales en el aparato respiratorio y cardiovascular. Se debe evitar caminar en la calle por tiempos largos. 	<ul style="list-style-type: none"> · No realizar ejercicio al aire libre. · No fumar. · Evitar cambios bruscos de temperatura. · Disminuir el contacto con enfermos de las vías respiratorias.
Más de 350	<ul style="list-style-type: none"> · Los enfermos crónicos de los pulmones o del corazón reactivan sus padecimientos de base. · La población en general pueden presentar alteraciones inflamatorias en su aparato respiratorio. 	<ul style="list-style-type: none"> · Ingestión de jugos de frutas. · Atención médica oportuna si se detecta alguna alteración. · Mantenerse atento a las recomendaciones que emita el Sistema de Salud.

Fuente: Instituto Nacional de Ecología, Semarnap / Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental / Agencia de Cooperación Internacional del Japón, **Segundo Informe Sobre la Calidad del Aire en Ciudades Mexicanas 1997**, 1ª ed., México, INE- Cenica- JICA, 1998.

ÍNDICE DE CALIDAD DEL AIRE

Categoría	Intervalo	Mensaje	Significado	Recomendaciones
BUENA	0-50	Sin riesgo	La calidad del aire es satisfactoria y existe poco o ningún riesgo para la salud.	Se puede realizar cualquier actividad al aire libre.
REGULAR	51-100	Aceptable	La calidad del aire es aceptable, sin embargo, en el caso de algunos contaminantes, las personas que son inusualmente sensibles, pueden presentar síntomas moderados.	Las personas que son extremadamente sensibles a la contaminación deben considerar limitar los esfuerzos prolongados al aire libre.
MALA	101-150	Dañina a la salud de los grupos sensibles	Quienes pertenecen a los grupos sensibles pueden experimentar efectos en la salud. El público en general usualmente no es afectado.	Los niños, adultos mayores, personas que realizan actividad física intensa o con enfermedades respiratorias y cardiovasculares, deben limitar los esfuerzos prolongados al aire libre.
MUY MALA	151-200	Dañina a la salud	Todos pueden experimentar efectos en la salud; quienes pertenecen a los grupos sensibles pueden experimentar efectos graves en la salud.	Los niños, adultos mayores, personas que realizan actividad física intensa o con enfermedades respiratorias y cardiovasculares, deben evitar el esfuerzo prolongado al aire libre. La población en general debe limitar el esfuerzo prolongado al aire libre.
EXTREMADAMENTE MALA	>200	Muy dañina a la salud	Representa una condición de emergencia. Toda la población tiene probabilidades de ser afectada.	La población en general debe suspender los esfuerzos al aire libre.

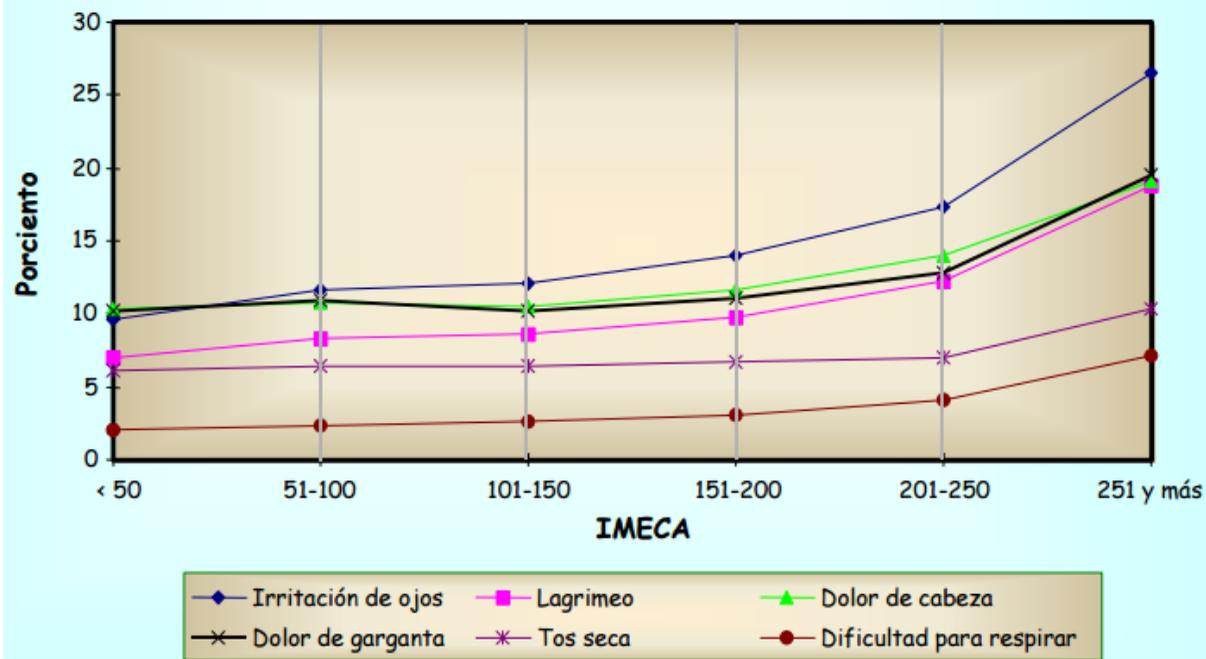


150 imecas de ozono equivalen a 155 ppbs ¿Que efectos podemos encontrar a esas concentraciones según los estudios?

OZONE HEALTH EFFECTS GUIDE			
Air Quality Index	Health Effects Statements	Air Quality Index (AQI) An AQI of 100 corresponds to EPA's air quality standard	Ozone Concentration (parts per million) 8-hour average unless noted
Good	No health effects are expected when air quality is in this range.	0 to 50	0.0 to 0.064
Moderate	Unusually sensitive individuals may experience respiratory symptoms.	51 to 100	0.065 to 0.084
Unhealthy for Sensitive Groups	Increasing likelihood of respiratory symptoms and breathing discomfort in active children and adults and people with respiratory disease, such as asthma.	101 to 150	0.085 to 0.104
Unhealthy	Greater likelihood of respiratory symptoms and breathing difficulty in active children and adults and people with respiratory disease, such as asthma; possible respiratory effects in general population.	151 to 200	0.105 to 0.124 [8-hr] or 0.165 to 0.204 [1-hr]
Very Unhealthy	Increasingly severe symptoms and impaired breathing likely in active children and adults and people with respiratory disease, such as asthma; increasing likelihood of respiratory effects in general population.	201 to 300	0.125 to 0.374 [8-hr] or 0.205 to 0.404 [1-hr]
Hazardous	Severe respiratory effects and impaired breathing likely in active children and adults and people with respiratory disease, such as asthma; increasingly severe respiratory effects in general population.	301 to 500	0.405 to 0.604 [1-hr]

Sensitive Groups: When the Ozone AQI exceeds 100 the sensitive groups most at risk are children and people with asthma.

Sintomatología presentada según el máximo de ozono por día Zona Metropolitana Ciudad de México 1996 - 1998



Fuente: <http://www.bvsde.paho.org/bvsci/e/fulltext/2encuent/mexico3.pdf>

CONCENTRACIÓN	EFEECTO EN SALUD
300ppb	En exposiciones controladas de laboratorio de 2 hrs y con ejercicio ligero , los pacientes con EPOC experimentan pequeñas disminuciones de la saturación de oxígeno en sangre arterial.
84-160 ppb	Un aumento en la concentración de ozono diaria máxima 1-hora de 84 a 160 ppb se asoció significativamente con el aumento de medicamentos no programados administrados por día. (Thurston et al, 1997)
160 - 360 µg/m ³	Una exposición a estas concentraciones durante un período de 1-8 horas reduce diversos parámetros de la función pulmonar. A 160 µg/m ³ Se espera una disminución en el decremento (transitoria) en el VEF1 (parámetro de función pulmonar) mayor al 10% del nivel normal, lo que podría ser de importancia para la salud.
120 ppb.	Un adulto joven promedio con una exposición de 2 hrs al aire libre y activo en deporte puede experimentar una pequeña disminución de la función pulmonar y los efectos de los síntomas, como la lesión pulmonar y la inflamación.
120 µg/m ³	La exposición al ozono 8 horas a dicha concentración puede inducir el 5% de decremento (transitoria) en el VEF1 (parámetro de función pulmonar) en una persona activa y sana. Mientras que en personas más sensible puede ser del 10%
110 ppb	Las visitas a la sala de emergencias por asma son más frecuentes en los días cuando las concentraciones de ozono son altas (generalmente por encima de 110 ppb en 1:30 hrs o 60 ppb como un promedio de 7 horas) en comparación con días bajos de ozono.
100 µg/m ³	Un aumento de la concentración de ozono promedio de 8 horas por 100 µg.m ⁻³ puede inducir un aumento del 25% en la exacerbación de los síntomas entre los adultos y los asmáticos que participan en actividades normales y aumento del 10% de los ingresos hospitalarios por enfermedades respiratorias.
60 a 90 ppb	Se han observado efectos del ozono sobre la mortalidad diaria , incluso cuando los días de estudio se limitan a aquellos con una concentración de 24 horas promedio de ozono por debajo de 60 ppb (aproximadamente equivalente a un promedio de 8 horas por debajo de 90 ppb).
60 a 70 ppb	Se observó el aumento de las visitas a urgencias por asma en los días siguientes cuando los promedios de 7 horas por encima de 60 ppb en comparación con aquellos con concentraciones bajas de ozono. (Wiesel et. Al., 1995).
50 µg/m ³	Anderson et al. (1996) reportaron un aumento del 3% en la mortalidad por cualquier causa asociada en Londres, durante la estación cálida. Una asociación similar se muestra en un estudio en Barcelona (Sunyer et al., 1996).

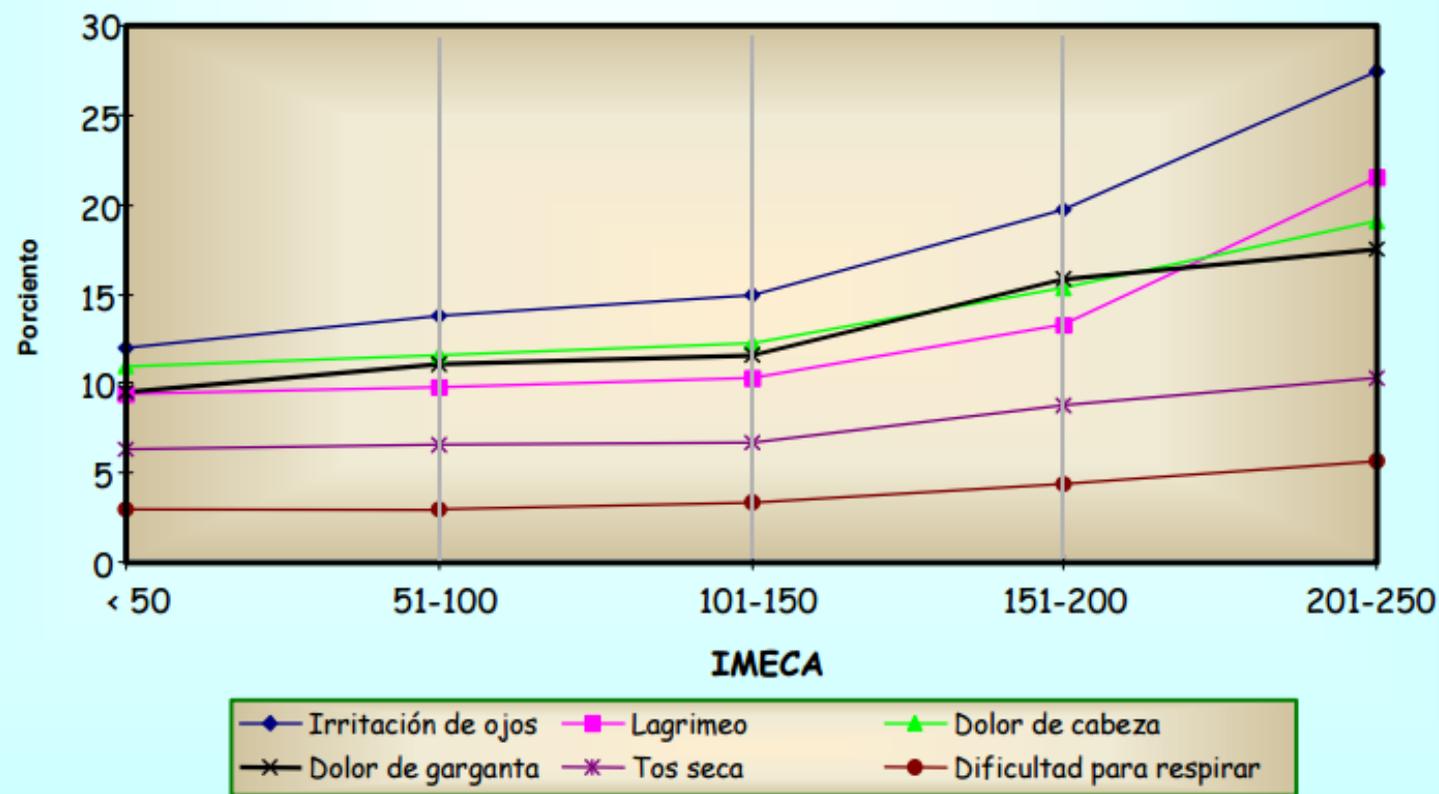
150 IMECAS de PM10 equivalen a 150 mcg/m³, ¿Que efectos se pueden encontrar a esas concentraciones?



PM10 HEALTH EFFECTS GUIDE			
Air Quality Index	Health Effects Statements	Air Quality Index (AQI) An AQI of 100 corresponds to EPA's air quality standard	PM10 Concentration (micrograms per cubic meter) 24-hour average unless noted
Good	No health effects are expected when air quality is in this range.	0 to 50	0 to 54
Moderate	No health effects are expected when air quality is in this range.	51 to 100	55 to 154
Unhealthy for Sensitive Groups	Increasing likelihood of respiratory symptoms and aggravation of lung disease, such as asthma.	101 to 150	155 to 254
Unhealthy	Increased respiratory symptoms and aggravation of lung disease, such as asthma; possible respiratory effects in general population.	151 to 200	255 to 354
Very Unhealthy	Significant increase in respiratory symptoms and aggravation of lung disease, such as asthma; increasing likelihood of respiratory effects in general population.	201 to 300	355 to 424
Hazardous	Serious risk of respiratory symptoms and aggravation of lung disease, such as asthma; respiratory effects likely in general population..	301 to 500	425 to 604

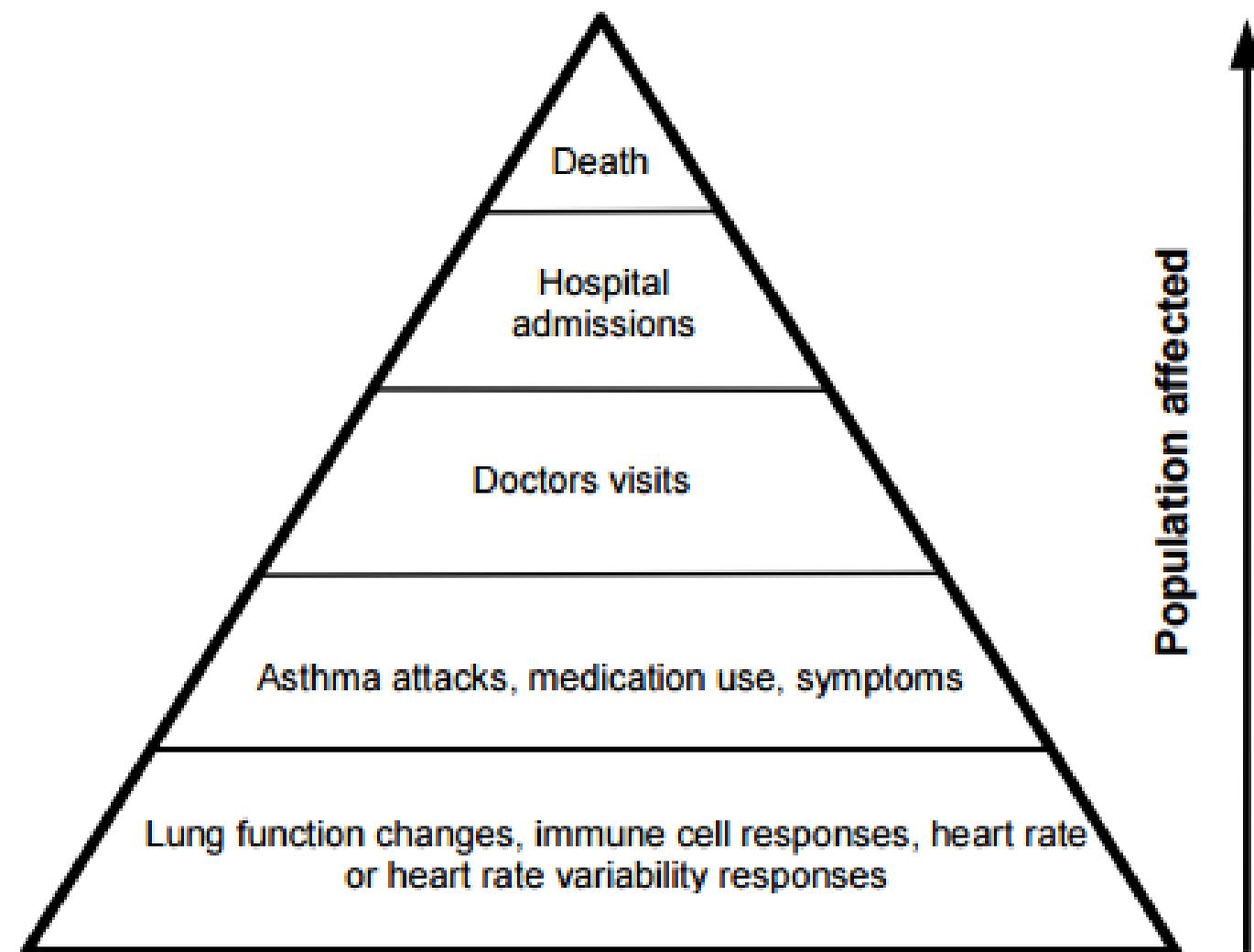
Sensitive Groups: When the PM10 AQI exceeds 100 the sensitive groups most at risk are people with respiratory disease.

Sintomatología presentada según el promedio de PM10 por día
Zona Metropolitana Ciudad de México
1996 - 1998



Fuente: <http://www.bvsde.paho.org/bvsci/e/fulltext/2encuent/mexico3.pdf>

Figure 2.1: Pyramid of the impacts of particle pollution



TENDENCIAS EN EL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO

Los estudios tienden a estudiar concentraciones mas bajas asociados a los efectos en salud



Autor	Contaminante	Efecto en salud	Concentración
Tsai,2010	PM10	Mortalidad	46.4 µg/m ³
Atkinson,2015	PM10	Mortalidad	10 µg/m ³
Tsai,2010	N02	Mortalidad	25.6 µg/m ³
Beleen,2014	N02	Mortalidad	10 µg/m ³
Raaschou-Nielsen,2013	PM2.5	Mortalidad	5 µg/m ³
Beleen,2014	PM2.5	Mortalidad	5 µg/m ³
Atkinson,2015	PM2.5	Mortalidad	8 µg/m ³
Yorifuji,2016	PM2.5	Mortalidad	10 µg/m ³
Cheng,2012	SO2	Mortalidad	10 µg/m ³
Atkinson,2015	SO2	Mortalidad	2.2 µg/m ³

TENDENCIAS EN LA GESTIÓN

Mayor esfuerzo y trabajo en modificación de normas



Recomendaciones de política pública para mejorar la calidad del aire en México.

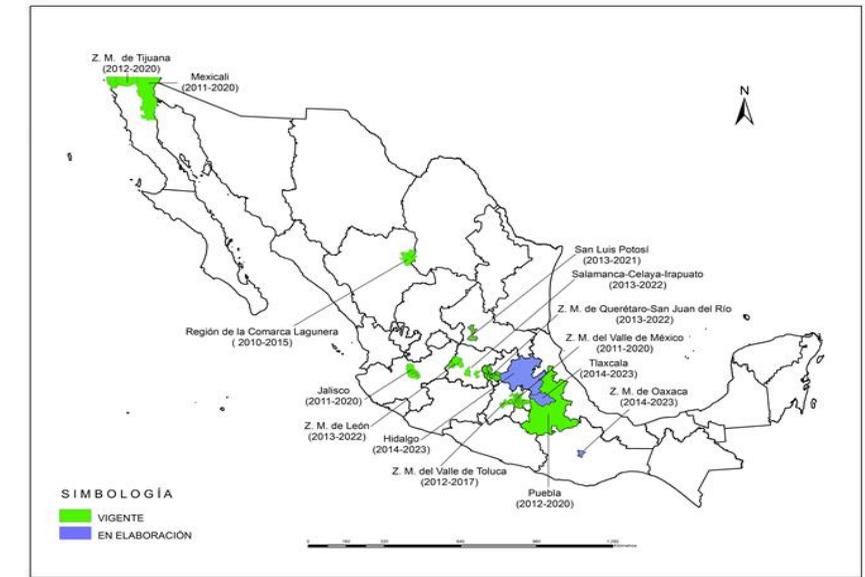


SEMARNAT G026

DIAGNÓSTICO DE LOS PROGRAMAS DE FOMENTO DE LA GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE Y VERIFICACIÓN VEHICULAR

PROGRAMAS DE GESTIÓN PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AIRE

MAPA DE UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE PROAIRE



Fuente: Elaborado por DGGCARETC-SEMARNAT, 2014

Hacia ciudades **SALUDABLES Y COMPETITIVAS**
moviéndose por un aire limpio

Guía de estrategias para la reducción del uso del auto en ciudades mexicanas

MÁS ALLÁ DEL AUTO >

Transporte Urbano y Salud

Módulo 5g

Transporte Sostenible:

Texto de Referencia para formuladores de políticas públicas de ciudades en desarrollo

HACIA CIUDADES SALUDABLES Y COMPETITIVAS, MOVIÉNDOSE POR UN AIRE LIMPIO

METODOLOGÍA

PREOCUPACIONES
COMPARTIDAS



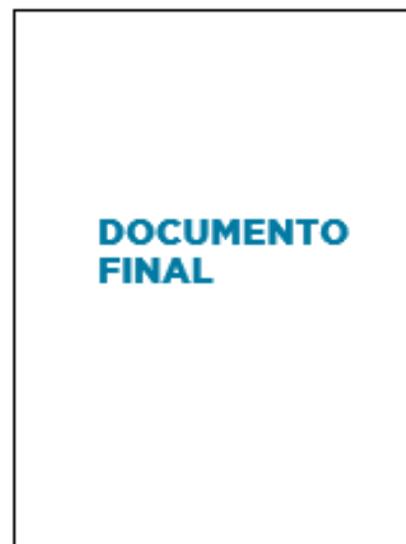
PROPUESTAS
ACORDADAS



DOCUMENTO
FINAL

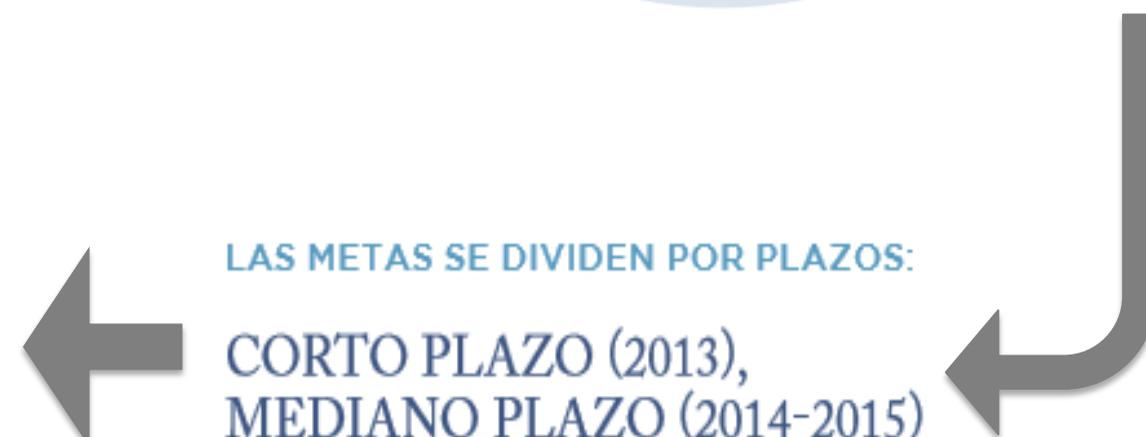


DATOS E
INDICADORES



PROPUESTAS

- Actualización de normas
- Gestión de automóviles



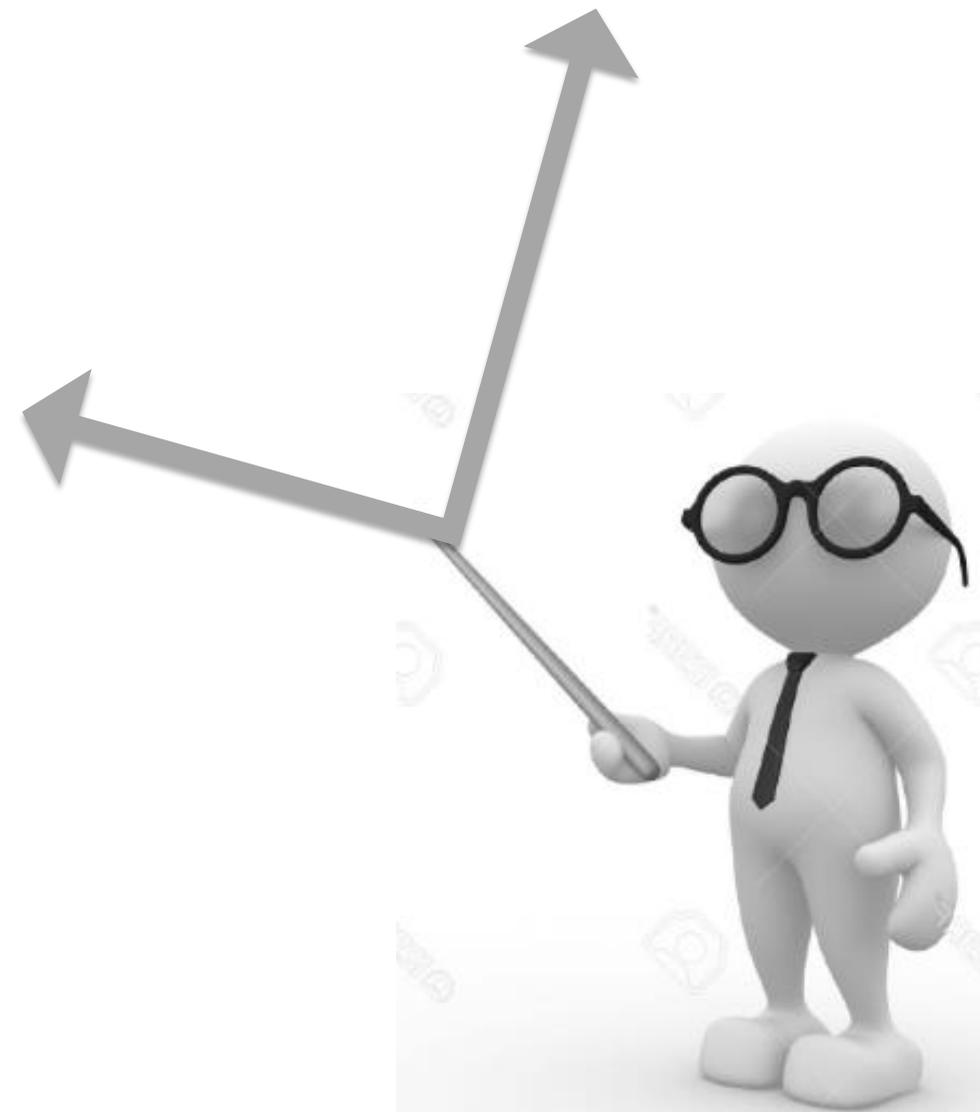
Grupo Convocante



Diálogo facilitado por



CENTRO DE COLABORACIÓN CÍVICA
PARTNERS FOR DEMOCRATIC CHANGE INTERNATIONAL



TENDENCIAS EN LAS PREOCUPACIONES DE LA SOCIEDAD CIVIL



Nuestras opiniones



Mejorar la calidad del aire en el Valle de México es urgente y un gran reto para la sociedad



● En tres años se homologarán, estima la Cofepris

Normas de calidad del aire en México, lejos de los parámetros de la OMS

La Jornada



EL UNIVERSAL

Predomina calidad del aire regular en el valle de México

● Hay un nivel máximo de 93 puntos de ozono

El medio ambiente como construcción social: reflexiones sobre la contaminación del aire en la Ciudad de México

José Luis Lezama

#cofcofCOFEPRIS

RESPIRAR NO DEBERÍA SER COSA DE HÉROES



HÁZLA DE TOS POR AIRE LIMPIO
www.hazladetos.org
Síguenos en: [social media icons]



PRIMER CONCURSO DE CARTEL

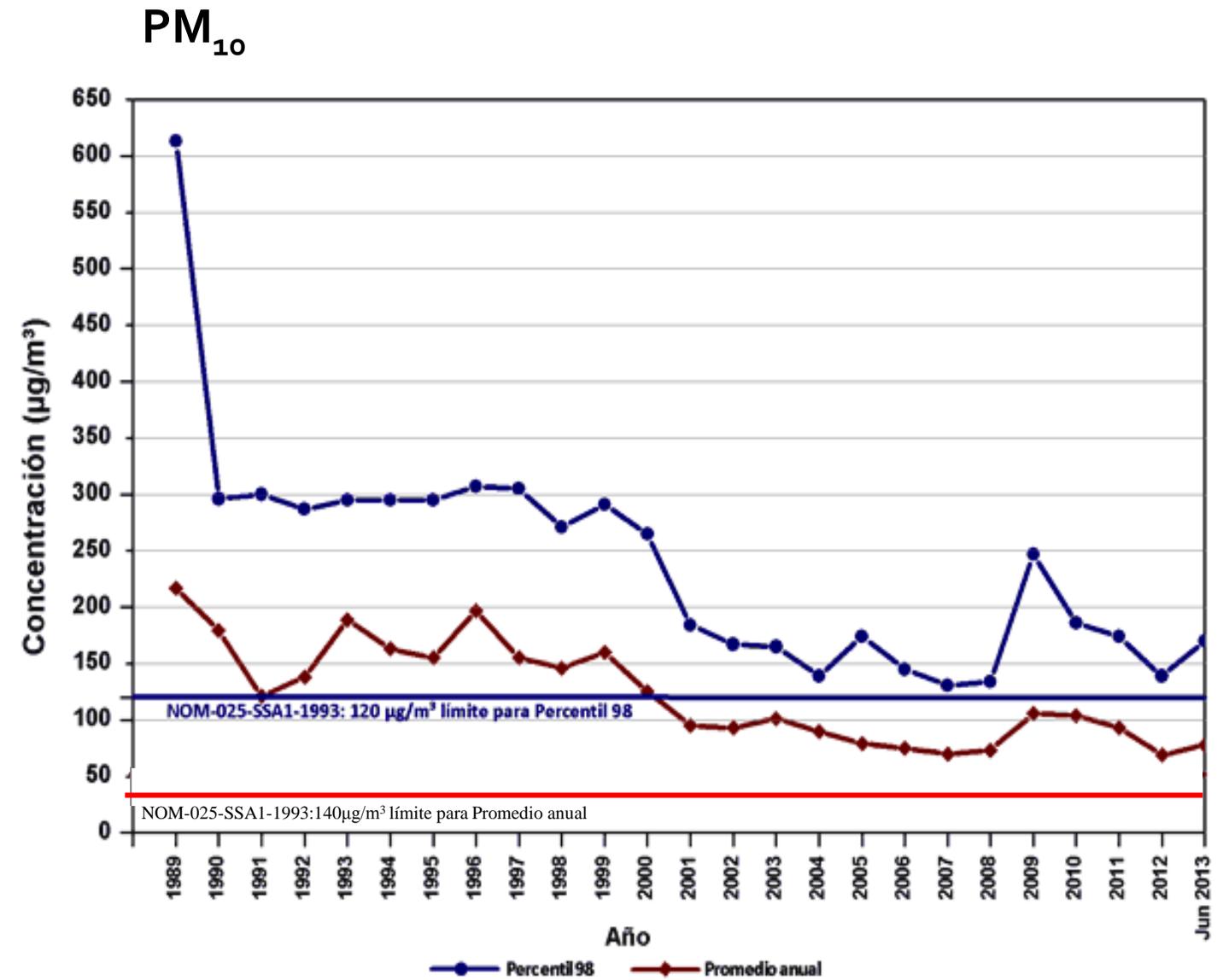
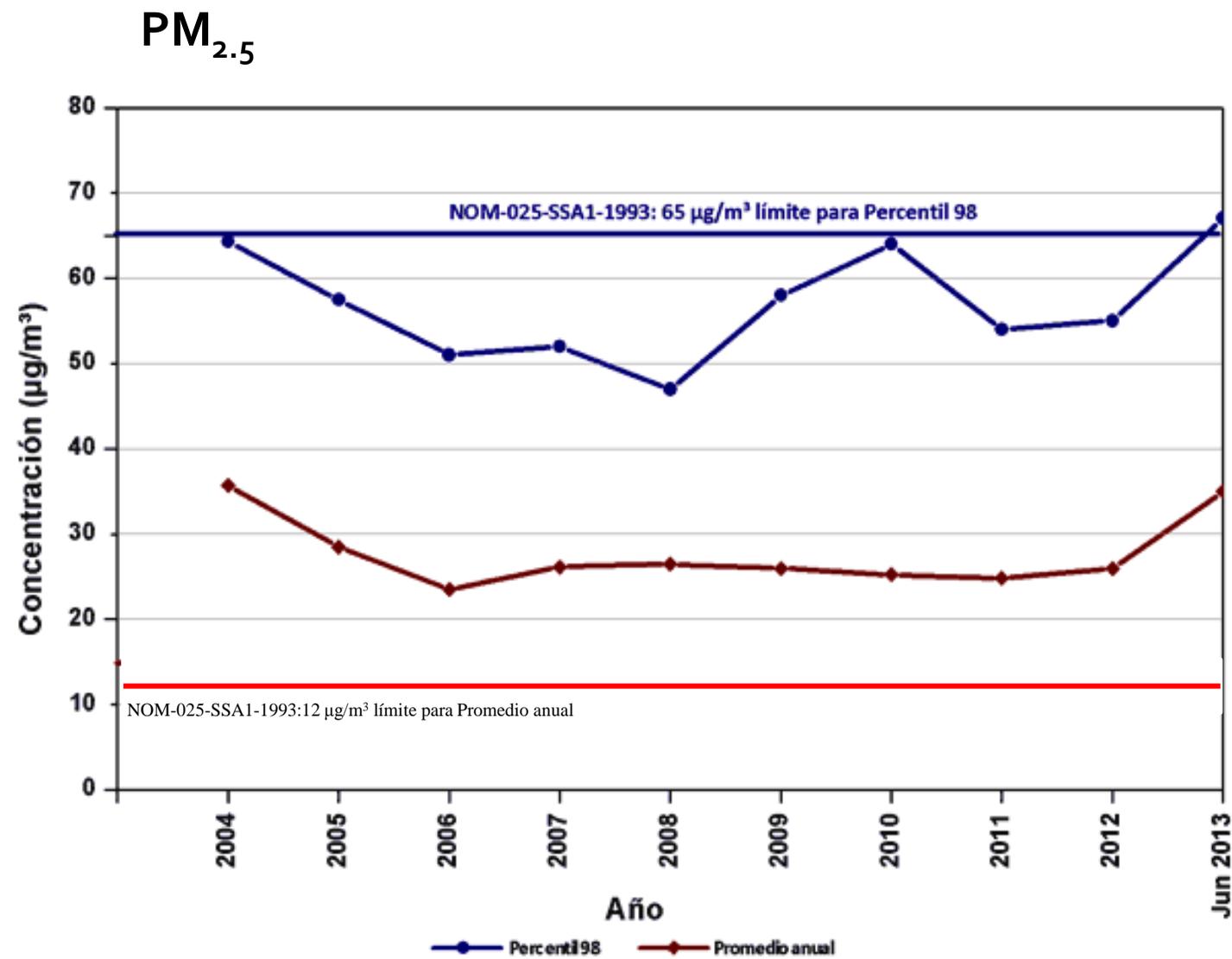
ME MUERO X RESPIRAR

DEL 15 DE AGOSTO AL 1 DE OCTUBRE DEL 2013



OTRAS CIUDADES: INFORME DEL INECC

ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE MÉXICO

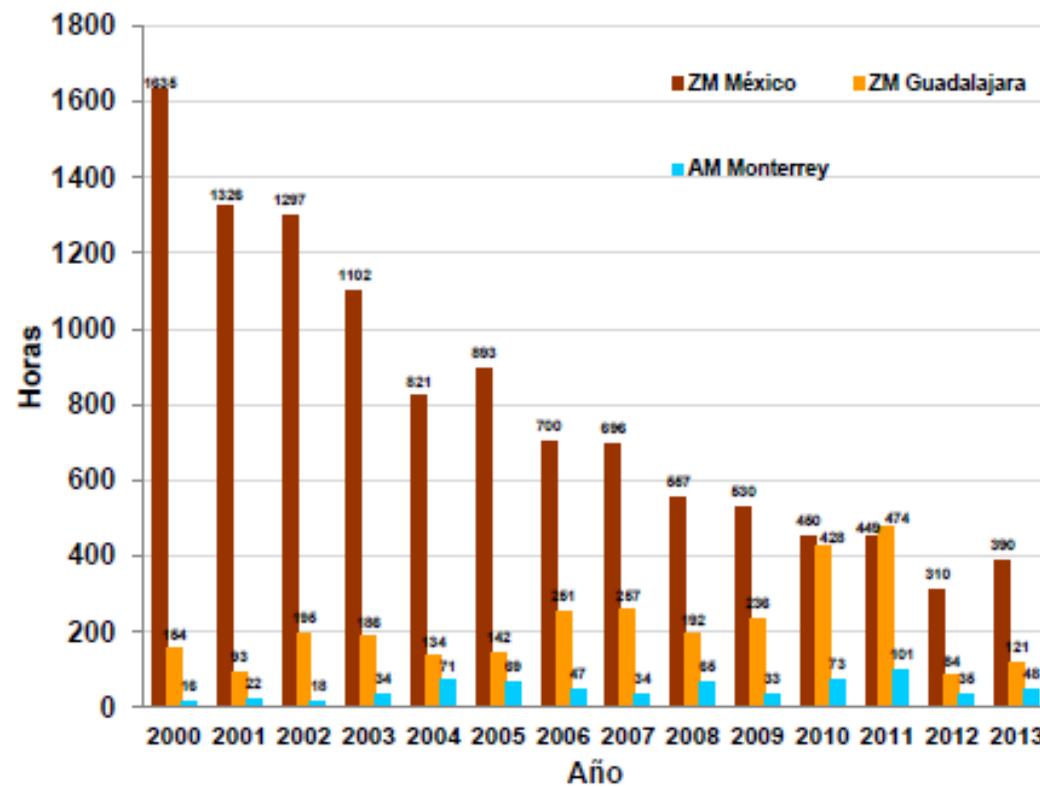


OZONO

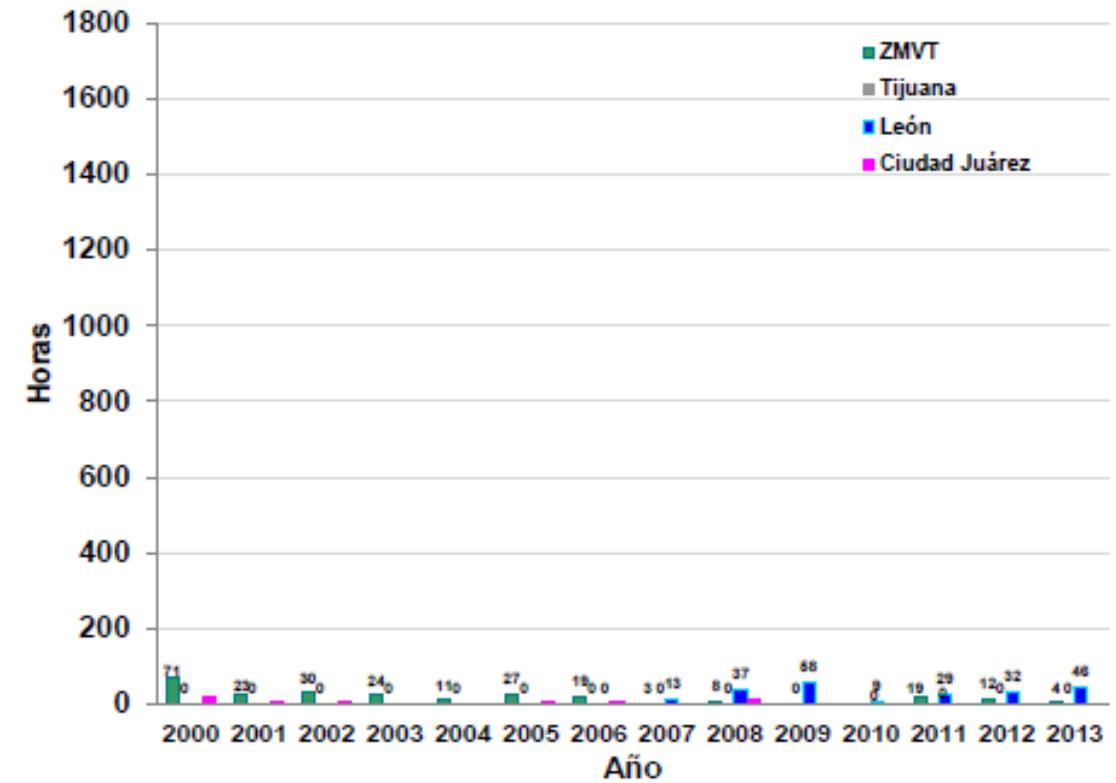
Figura 39. NÚMERO DE HORAS, POR AÑO, EN QUE DE REBASA EL LÍMITE DE 1 HORA DE OZONO, EN EL PERIODO 2000-2013

Grupo 1:
 ZMVM :Zona Metropolitana del Valle de México
 ZMG : Zona Metropolitana de Guadalajara
 AMM: Área Metropolitana de Monterrey

Grupo 1



Grupo 2



Grupo 2:
 ZMVT :Zona Metropolitana del Valle de Toluca
 Baja California
 Guanajuato
 Chihuahua

NÚMERO DE HORAS QUE SE REBASA EL LÍMITE DE 1 HORA DE OZONO POR SMCA, EN EL PERIODO 2000-2013

CONCLUSIONES



La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que en

2010

MURIERON

14,734

MEXICANOS por padecimientos asociados a las altas concentraciones de partículas en el aire.

Estudios de la OMS estiman que EN MÉXICO MURIERON

38 MIL PERSONAS

entre 2001 y 2005

por afecciones que se relacionan con la contaminación atmosférica, como cáncer de pulmón, enfermedades cardiopulmonares e infecciones respiratorias.

El Sistema Nacional de Información en Salud indica que LA MORTALIDAD POR ENFERMEDAD RESPIRATORIA ES LA **TERCERA CAUSA DE MUERTE EN NIÑOS Y NIÑAS DE 0 A 4 AÑOS**

En ese sector de la población ocurre además el 90% de las muertes por infección respiratoria aguda (IRA) y el 60% de la mortalidad por asma. Asimismo, del año 2000 al 2010 el porcentaje de nacimientos con bajo peso se incrementó de 5.9% a 8.9%.

Los límites para dichos contaminantes superan lo que recomienda la Organización Mundial de la Salud en

1,340%

PARA EL DIÓXIDO DE AZUFRE,

160%

PARA PARTÍCULAS MENORES DE 2.5 MICRAS (PM2.5),

140%

PARA PARTÍCULAS MENORES DE 10 MICRAS (PM10)

50%

PARA OZONO

LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA REPRESENTÓ LOS MAYORES COSTOS AMBIENTALES EN 2009,

según cifras de INEGI, al ubicarse en \$520 mil 300 millones de pesos (4.4% del Producto Interno Bruto).

Health impact assessment of a reduction in ambient PM(2.5) levels in Spain. Boldo E. et al. 2011

- Reducción de PM 2.5
- Modelo: US Environmental Protection Agency's Community Multiscale Air Quality
- Comparación de dos escenarios: 2004 vs 2011
- Resultados:
 - La mejora de la calidad del aire se definió como una **reducción media anual de 0,7 mg/ m³ en los niveles de PM 2.5**
 - Utilizando el análisis de la evaluación del impacto de la salud a largo plazo, estima que anualmente **podrían evitarse 1.720 muertes** (673-2760) **por todas las causas** (6 por cada 100.000 habitantes) **en el grupo de mayores de 30 años de edad y 1.450 muertes** (780 a 2108) **por todas las causas** (5 por 100.000 población) **en el grupo de 25 a 74 años de edad.**



Ambient air pollution and suicide in Tokyo, 2001-2011. Nq CF et al. 2016

- Durante el período de estudio hubo 29.939 muertes por suicidio.
- ***Se observó un incremento de rango intercuartílico (RIC) en la concentración de NO₂***
- El ***NO₂*** fue ***relacionado con un aumento de mortalidad por suicidio en personas < 30 años (porcentaje de cambio: 6.73%; IC del 95%: 0.69 a 13.12%).***
- Los incrementos en el RIC de ***PM_{2.5}*** y ***SO₂*** se asociaron con un ***10.,55% (IC del 95%: 2.05 a 19.75%)*** y ***11.47% (IC del 95%: 3.60 a 19.93%)*** aumento, respectivamente, en la mortalidad por suicidio entre las personas viudas



Autism spectrum disorder prevalence and associations with air concentrations of lead, mercury, and arsenic. Dickerson AS. 2016

- Las concentraciones de plomo en aire tuvieron significativamente mayor prevalencia de Espectro de autismo (razón de prevalencia (RP) = 1.36; IC 95%: 1.18, 1.57).
- En zonas con concentraciones de mercurio superiores al percentil 75 ($> 1.7 \text{ ng / m}^3$) y concentraciones de arsénico por debajo del percentil 75 ($\leq 0.13 \text{ ng / m}^3$) hubo una significativamente mayor prevalencia de Espectro de autismo (RR ajustado = 1.20; IC 95%: 1.03, 1.40)
- Los resultados sugieren una posible asociación entre las concentraciones de plomo en el ambiente y la prevalencia de Espectro de autismo

