

“CONTAMINACIÓN ATMÓFERICA Y SALUD EN LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE MEXICO”

**FORO: Darle un respiro a la ciudad, como mejorar la calidad del
aire en la ZMVM**

Horacio Riojas Rodríguez
Dirección de Salud Ambiental
Instituto Nacional de Salud Pública
Centro Colaborador OPS/OMS

CONTENIDO

- ◆ **INTRODUCCIÓN**
- ◆ **PROBLEMAS ACTUALES DE SALUD AMBIENTAL EN MÉXICO**
- ◆ **TENDENCIAS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA**
- ◆ **REVISIÓN DE ESTUDIOS EPIDEMIOLÓGICOS RECIENTES**
- ◆ **BENEFICIOS EN SALUD ASOCIADOS A LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE**
- ◆ **COMENTARIOS FINALES**



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

CONTAMINACION DEL AIRE

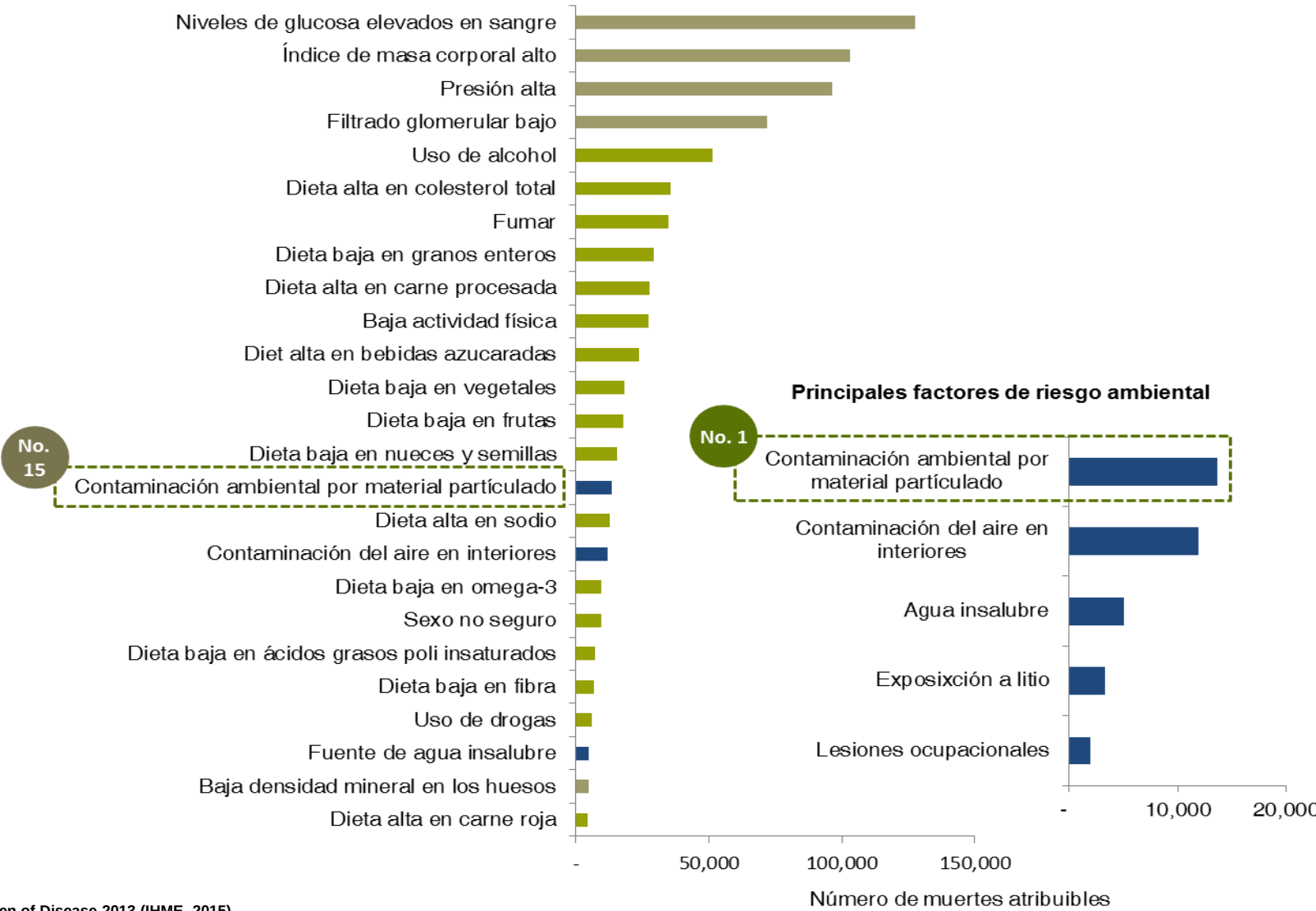
Asamblea Mundial de la Salud



- 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;**

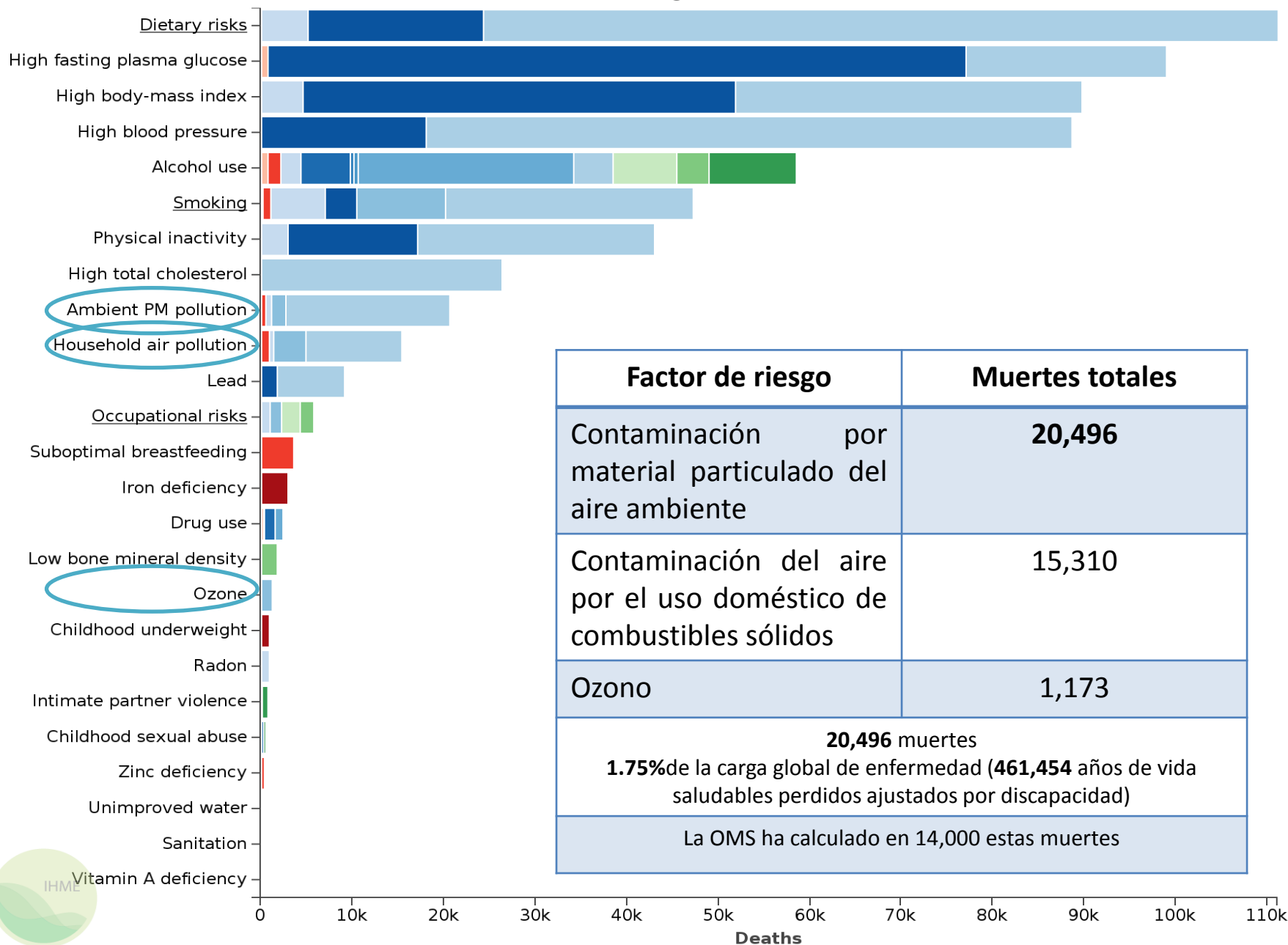
De acuerdo con el estudio de Carga Global de Enfermedad 2013¹, la contaminación atmosférica por **partículas** es el principal factor de **riesgo ambiental** a la mortalidad en México

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



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

Mexico, deaths
Both sexes, All ages, 2010

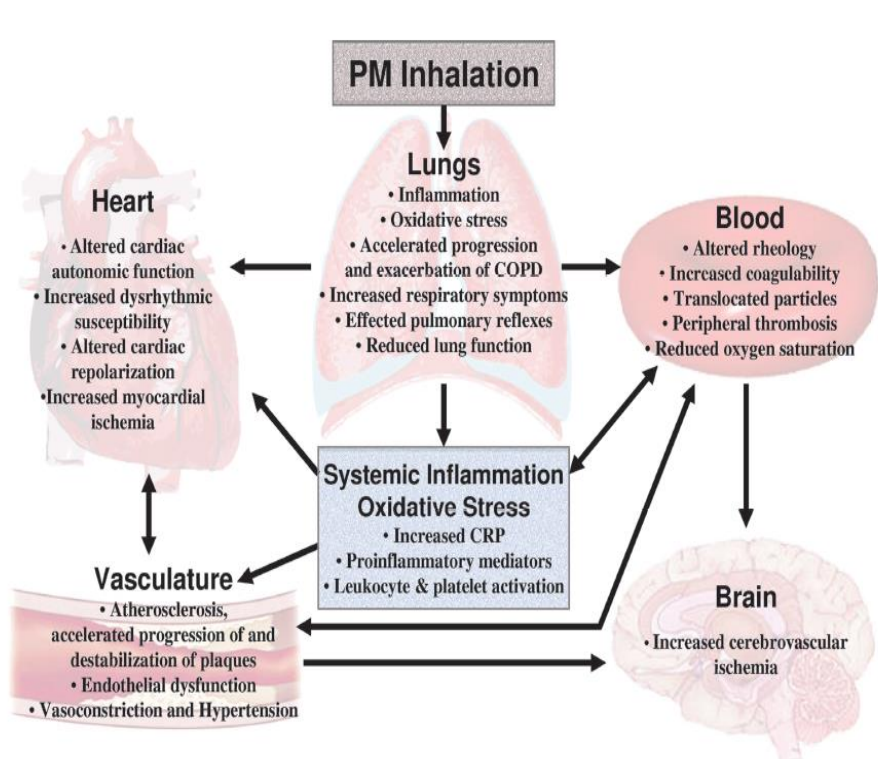


Factor de riesgo	Muertes totales
Contaminación por material particulado del aire ambiente	20,496
Contaminación del aire por el uso doméstico de combustibles sólidos	15,310
Ozono	1,173
20,496 muertes 1.75% de la carga global de enfermedad (461,454 años de vida saludables perdidos ajustados por discapacidad)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



¿QUÉ SE BUSCA COMUNICAR CON ESTE ANÁLISIS?

- Determinar los impactos evitables en **mortalidad prematura** al mejorar la calidad del aire en México



Fuente: Pope & Dockery (2006)



¹ Ciudades con información válida de monitoreo de calidad del aire

² Análisis Costo-Beneficio de la Clean Air Act, EPA (2011)

Tendencias de la contaminación atmosférica



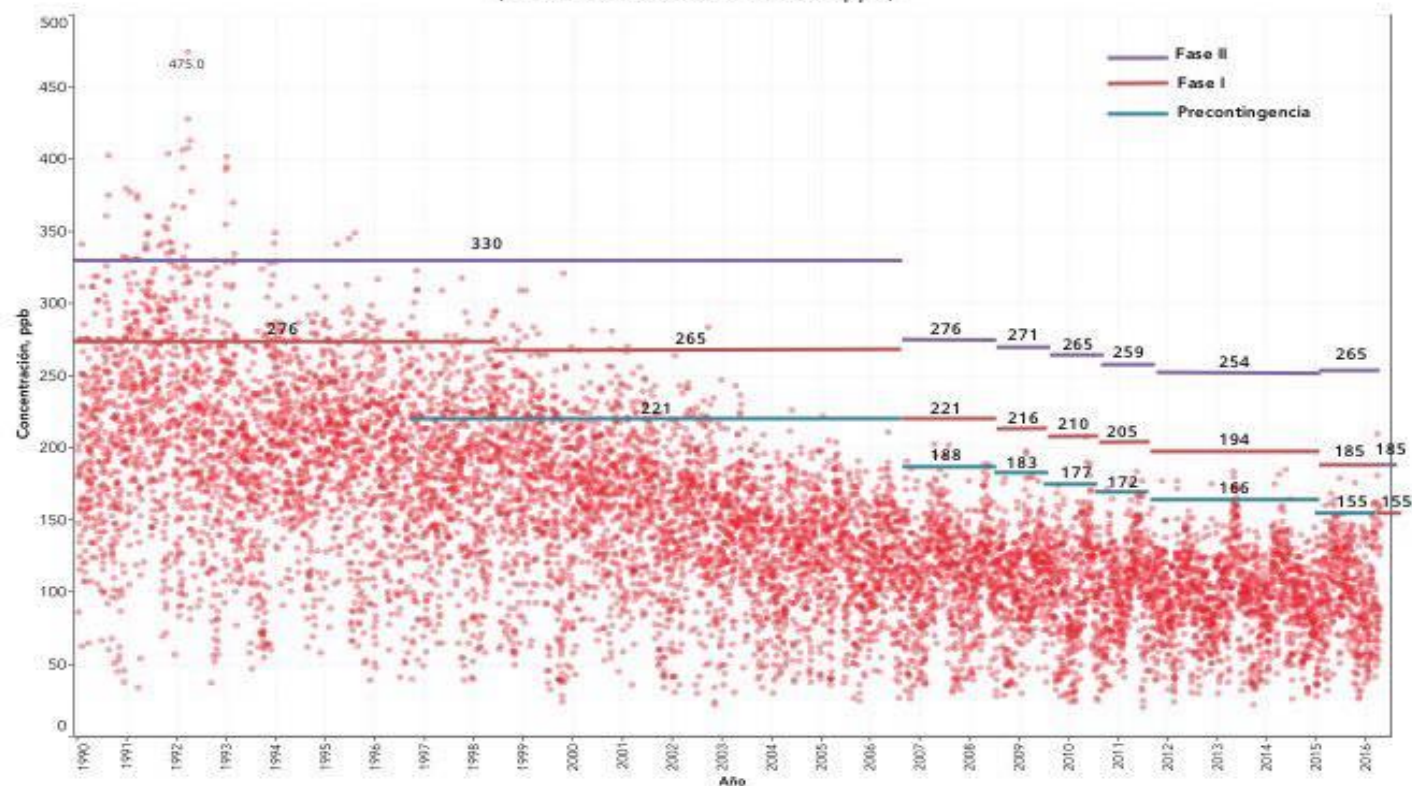
¿CÓMO HA EVOLUCIONADO LA EXPOSICIÓN A CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS EN MÉXICO?

- Exposición= población * concentraciones
- La población en ciudades mayores de 500 mil habitantes ha aumentado, tenemos 11 ciudades con más de un millón
- La ciudad de México no es siempre la más contaminada
- Las redes de monitoreo no operan todavía con total eficiencia
- En la ciudad de México las concentraciones de ozono han bajado
- Las partículas respirables siguen estando por arriba de la norma en el promedio anual



Las Fases del PCAA a lo largo del tiempo

(todas las unidades están en ppb)



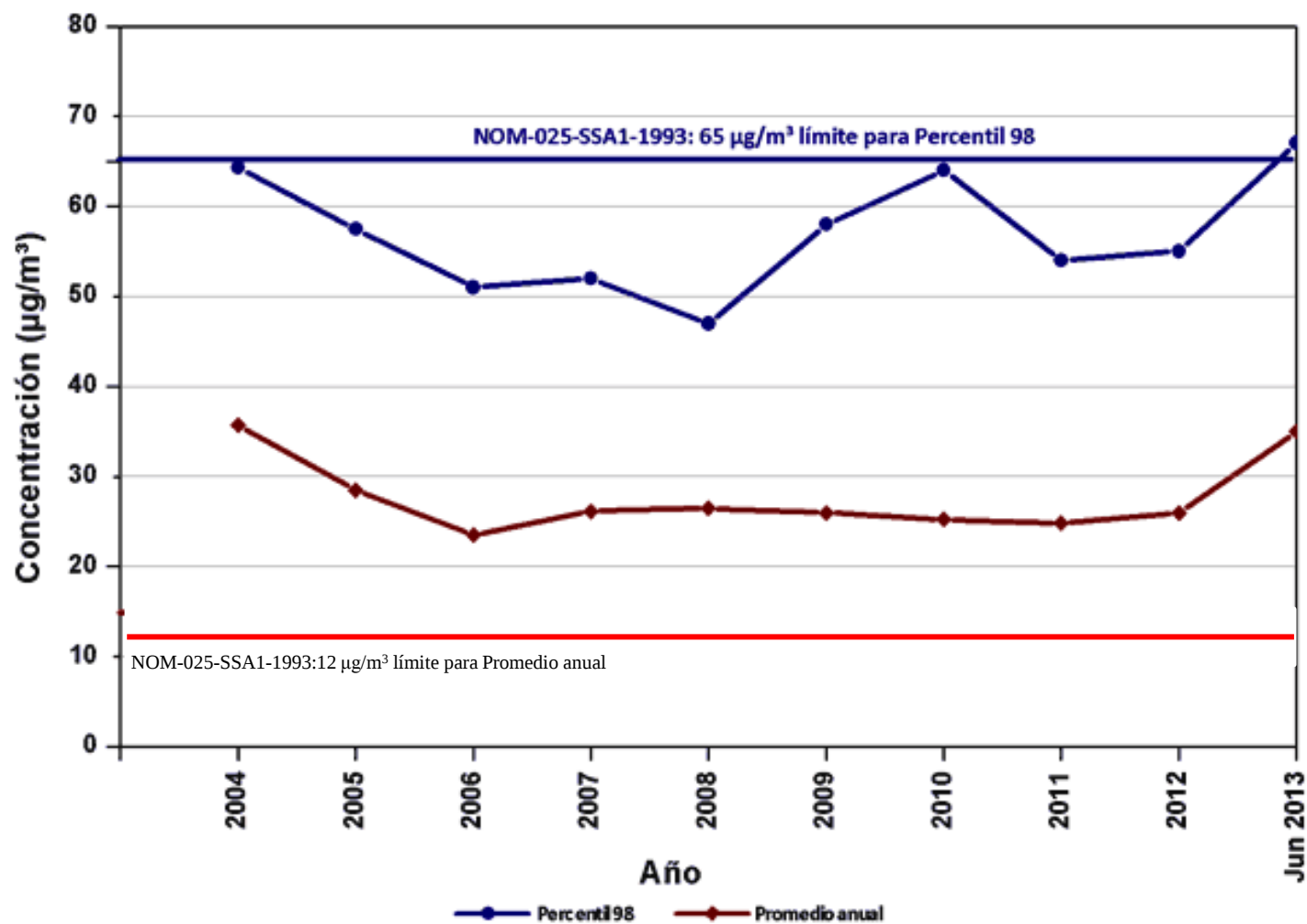
CDMX
 CIUDAD DE MÉXICO



TENDENCIA DE LAS CONCENTRACIONES DE PARTÍCULAS EN LA ZMVM

Fuente: Sistema de Monitoreo Atmosférico (SIMAT). Disponible en: calidadaire.df.gob.mx

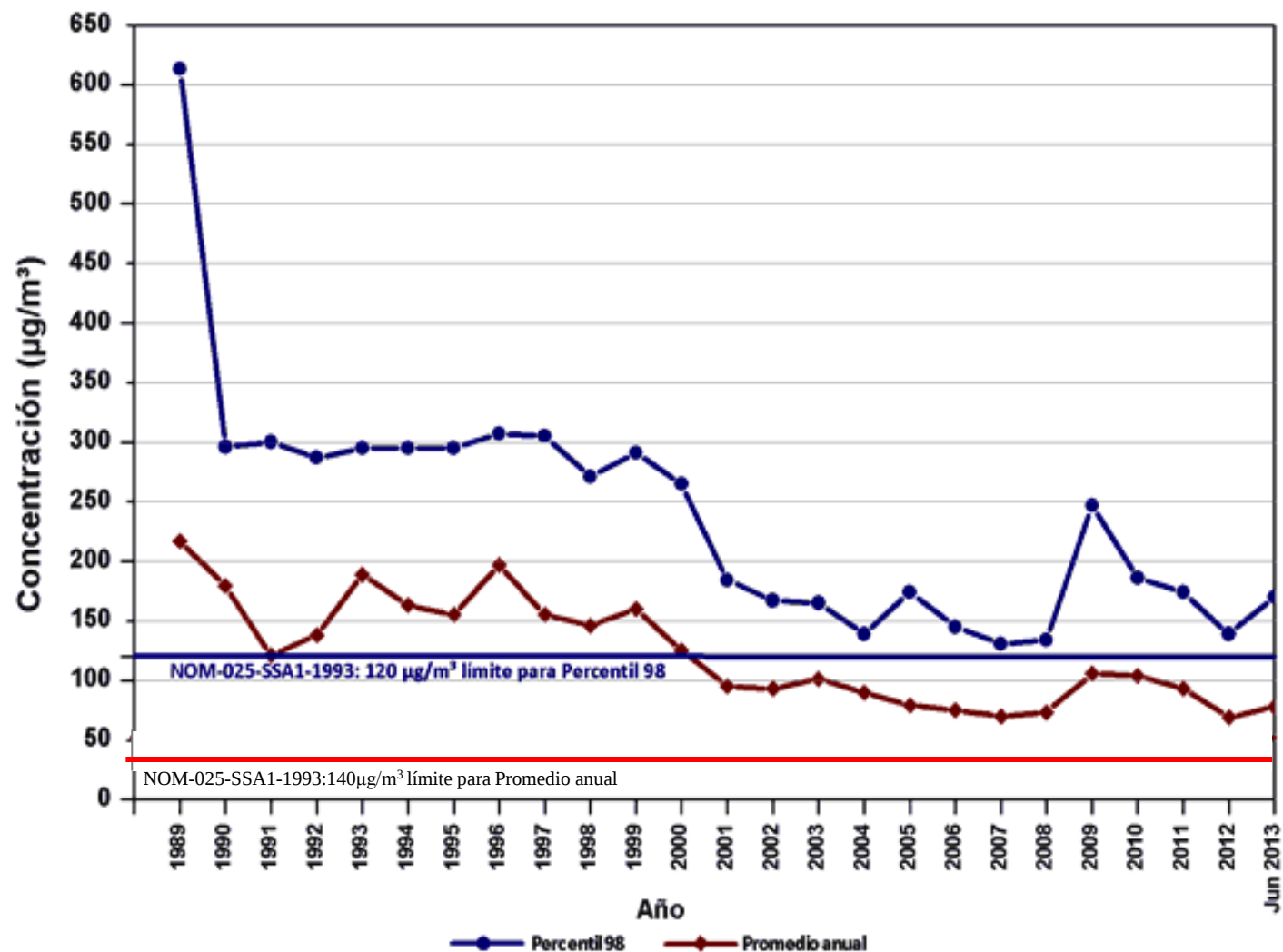
PM_{2.5}



TENDENCIA DE LAS CONCENTRACIONES DE PARTÍCULAS EN LA ZMVM

Fuente: Sistema de Monitoreo Atmosférico (SIMAT). Disponible en: calidadaire.df.gob.mx

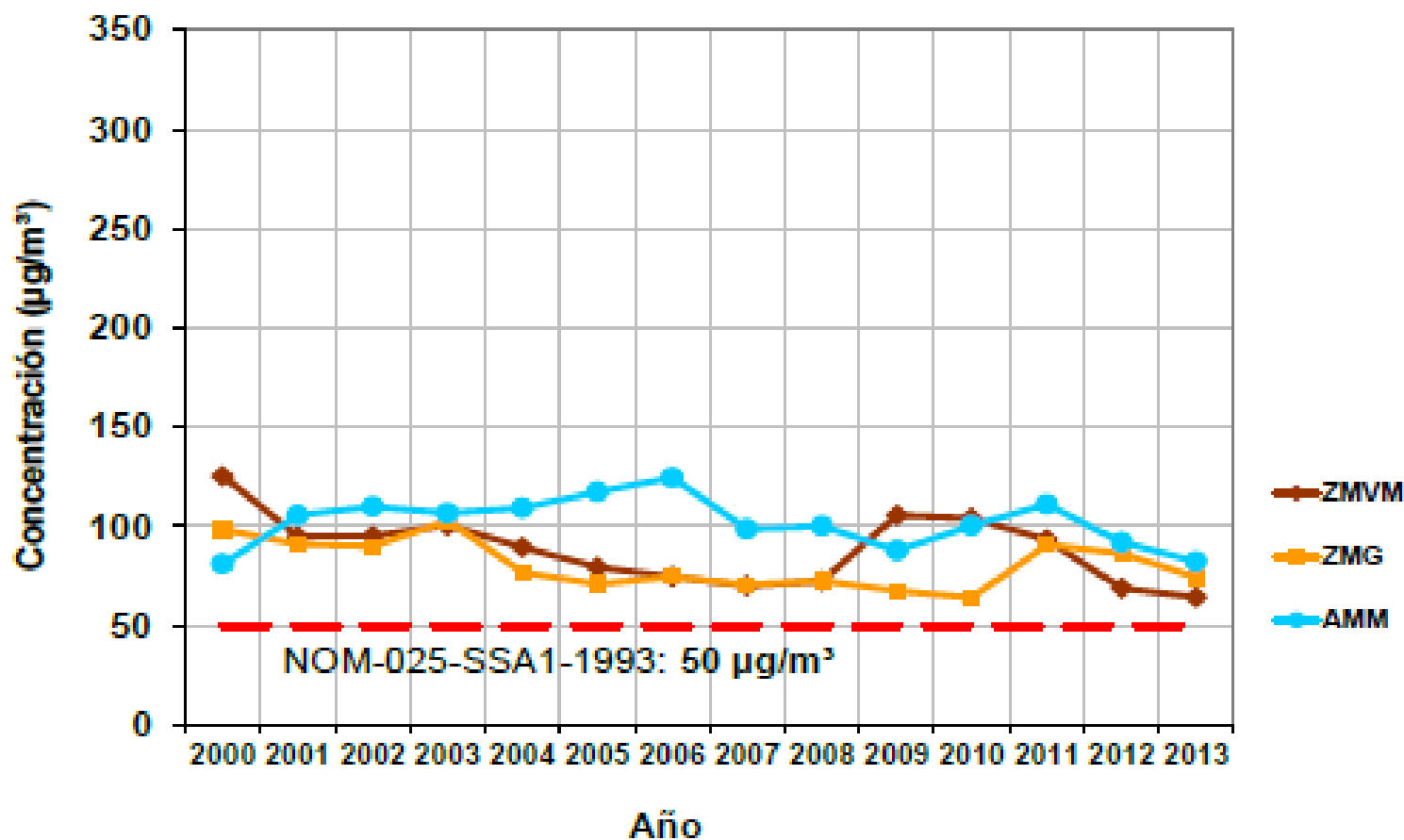
PM₁₀



CUMPLIMIENTO DE LA NOM-025-SSA1-1993 DE PM₁₀ EN 2013



PROMEDIO ANUAL DE LOS PROMEDIOS DE 24 HORAS DE LAS PM_{10} , REGISTRADO EN LAS ZM DEL GRUPO 1



CUMPLIMIENTO DE LA NOM-025-SSA1-1993 DE $PM_{2.5}$ EN 2013



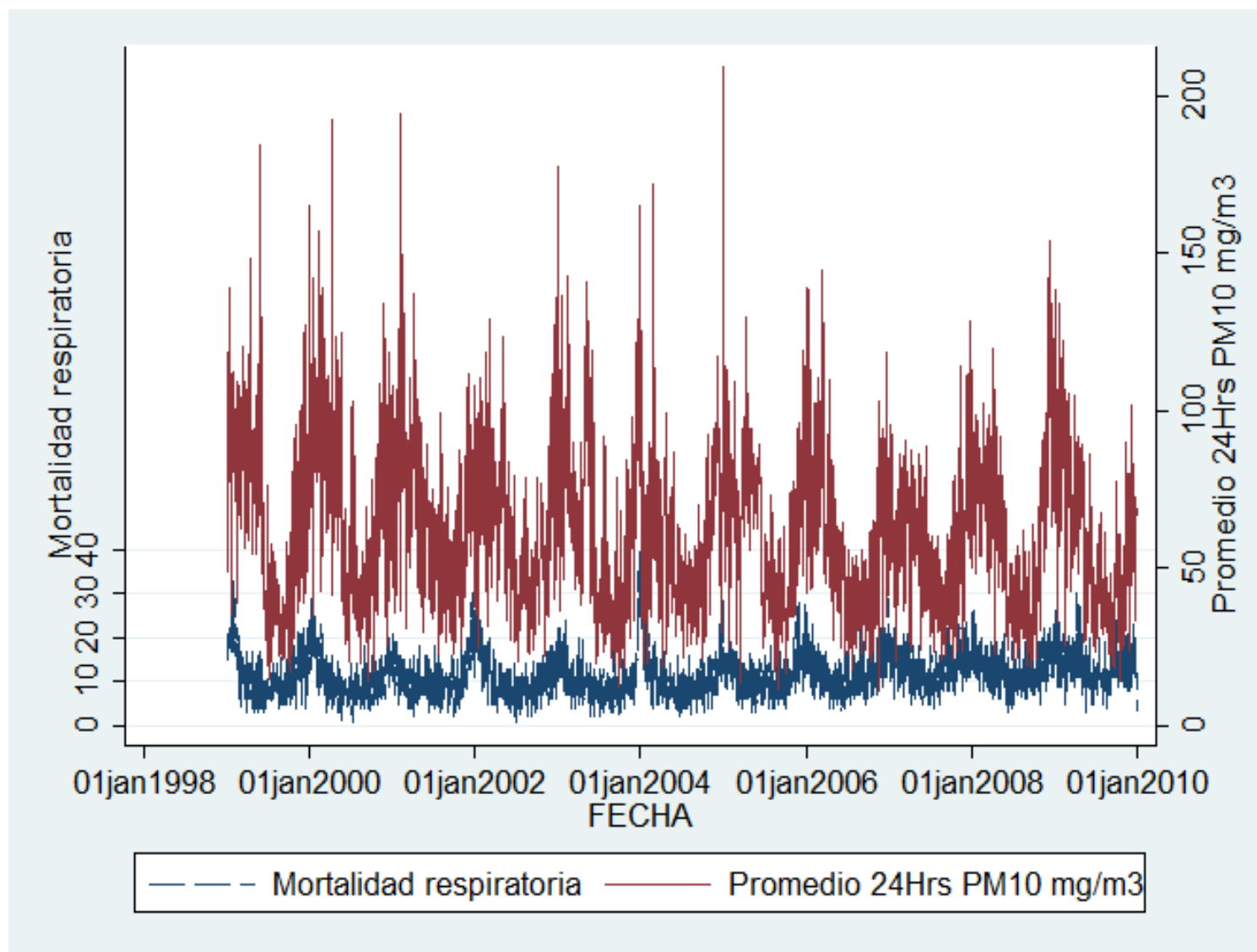
CUMPLIMIENTO DE LA NOM-025-SSA1-1993 DE OZONO EN 2013



Estudios epidemiológicos

Efectos a la salud por la
contaminación del aire en
México





Efectos, modelación de la asociación entre contaminantes y efectos en salud

MORTALIDAD

REFERENCIA	EFFECTO(S) EN SALUD	PRINCIPALES RESULTADOS
O'Neill et al., 2008 Air pollution and mortality in Latin America: the role of education	<u>Mortalidad:</u> Por todas las causas respiratorias Cardiovasculares	El incremento de 10 microg / m de PM ₁₀ 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%).
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	<u>Mortalidad:</u> Por todas las causas respiratorias	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/m ³ en la concentración de PM ₁₀ y 9.8% (95% IC: 2, 18%) por causas respiratorias. Mayores efectos se reportan para niños del estrato socioeconómico bajo.

REFERENCIA	EFFECTO(S) EN SALUD	PRINCIPALES RESULTADOS
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	<u>Mortalidad:</u> Por todas las causas y causas respiratorias	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.
Romieu, 2012 Multicity study of air pollution and mortality in Latin America (the ESCALA study).	<u>Mortalidad:</u> Causas específicas	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. 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. Los resultados para ozono, también fueron significativos, aunque menores, en las ciudades con datos disponibles.

REFERENCIA	EFFECTO(S) EN SALUD	PRINCIPALES RESULTADOS
Reyna et al., 2012 Relative risk of death from exposure to air pollutants: a short-term (2003–2007) study in Mexicali, Baja California, México	<u>Mortalidad:</u> Por todas las causas	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 µg/m ³ equivalente al rango intercuartílico de la concentración de PM _{2.5} con un rezago de 5 días.

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 otras partes del mundo

MORBILIDAD

- En la ZMVM se ha medido el efecto de los contaminantes sobre
 - Síntomas respiratorios
 - Crisis asmáticas
 - Crecimiento pulmonar en niños
 - Efectos cardiovasculares en adultos mayores
 - Función pulmonar
- Están en estudio
 - Diabetes Mellitus
 - Efectos cognitivos en niños

REFERENCIA	EFFECTO(S) EN SALUD	PRINCIPALES RESULTADOS
Hernández-Cadena et al., 2007 Infant morbidity caused by respiratory diseases and its relation with the air pollution in Juarez City, Chihuahua, Mexico	<u>Morbilidad:</u> Enfermedades respiratorias	En menores de 15 años el aumento de infecciones respiratorias altas se asocia con 20 ppb de incremento de O ₃ en 2.96% (95% IC: 0.91 - 5.05). En niños de 5 años o menos, el incremento de 20 ppb O ₃ se asocia con 8.3% de incremento en consultas por afecciones de vías respiratorias superiores y 12.7% en consultas por infecciones de las vías respiratorias para el promedio móvil máximo de 8 horas.
Rojas-Martínez et al., 2007 Lung function growth in children with long-term exposure to air pollutants in Mexico City	<u>Morbilidad:</u> Función pulmonar	La exposición promedio de O ₃ de 11.3 ppb se relaciona con un déficit anual de 12 mL en niñas y 4 mL en niños para FEV ₁ .
Escamilla-Nuñez et al., 2008 Traffic-related air pollution and respiratory symptoms among asthmatic children, resident in Mexico City: the EVA cohort study	<u>Morbilidad:</u> Síntomas respiratorios	Efectos sobre síntomas respiratorios como sibilancias y tos y el uso de broncodilatador se han registrado por incremento en la concentración máxima de una hora O ₃ . En niños asmáticos se registra el incremento de 8.8% (95% IC: 2.4, 15.5%) en la incidencia de sibilancias con 17.4 µg/m³ de incremento de PM_{2.5}.

REFERENCIA	EFFECTO(S) EN SALUD	PRINCIPALES RESULTADOS
Barraza-Villarreal et al., 2008 Air pollution, airway inflammation, and lung function in a cohort study of Mexico City schoolchildren	<u>Morbilidad:</u> Función pulmonar Inflamación de las vías aéreas	Se reportan incrementos en biomarcadores de inflamación en vías respiratorias por exposición a O₃ cuando la concentración del promedio móvil de 8 horas de O₃ se incrementa. La exposición acumulada de 5 días a PM_{2.5} equivalente a 17.5 µg/m³, se asocia con -16 mL (95% IC: -31.0, -0.13 mL) en el FEV₁ y FVC de -23 mL (95% IC: -42, -5.21) en niños asmáticos y -29mL (95% IC: -52.8, -4.35) en no asmáticos, asociándose también con incrementos de marcadores de inflamación. Así mismo se registran incrementos en la fracción exhalada de Fe_{NO} e IL-8.
Riojas-Rodríguez et al., 2006 Personal PM2.5 and CO exposures and heart rate variability in subjects with known ischemic heart disease in Mexico City.	<u>Morbilidad:</u> <u>Variabilidad de la frecuencia cardíaca</u>	Existe un decremento significativo en la variabilidad de frecuencia cardíaca asociados con incrementos de 10 microgramos por metro cúbico de pm2.5

REFERENCIA	EFECTO(S) EN SALUD	PRINCIPALES RESULTADOS
Linares et al., 2010 Impact of air pollution on pulmonary function and respiratory symptoms in children. Longitudinal repeated-measures study	<u>Morbilidad:</u> Función pulmonar Síntomas respiratorios	En niños asmáticos los cambios en la función pulmonar evaluados mediante pruebas espirométricas, como cambios en el volumen espiratorio forzado en un segundo (FEV₁), capacidad vital forzada (FVC), flujo espiratorio forzado (FEF₂₅₋₇₅), y el flujo espiratorio pico (PEF), muestran disminuciones significativas después de semanas de seguimiento, asociados con exposición a O₃. La frecuencia de alteraciones de la función pulmonar de tipo obstructivo fueron mayores en estudiantes con mayor exposición al aire contaminado (10.4% vs. 5.3%; OR = 1.95, 95% CI 1.0-3.7).
Barraza-Villarreal et al., 2011 Elemental carbon exposure and lung function in school children from Mexico City	<u>Morbilidad:</u> Función pulmonar	El incremento de un rango intercuartil en el promedio de 24 hrs de carbono elemental (100.93 mm (-1)) se asoció con un impacto negativo significativo en el volumen espiratorio forzado en 1 s (FEV (1)) (-62.0 (95% CI -123.3- -1.2) ml) y el flujo espiratorio forzado en el 25-75% de la capacidad vital forzada (FVC) (FEF (25-75%)) (-111 (95% CI -228.3- -4.1) ml) entre los asmáticos los niños, lo que equivale al 3.3% y 5.5%, respectivamente; y en el FEV (-95,0 (95% CI -182.3- -8.5) ml) (1) y la FVC (-105,0 (95% CI -197.0- -13.7) ml) entre los niños no asmáticos.

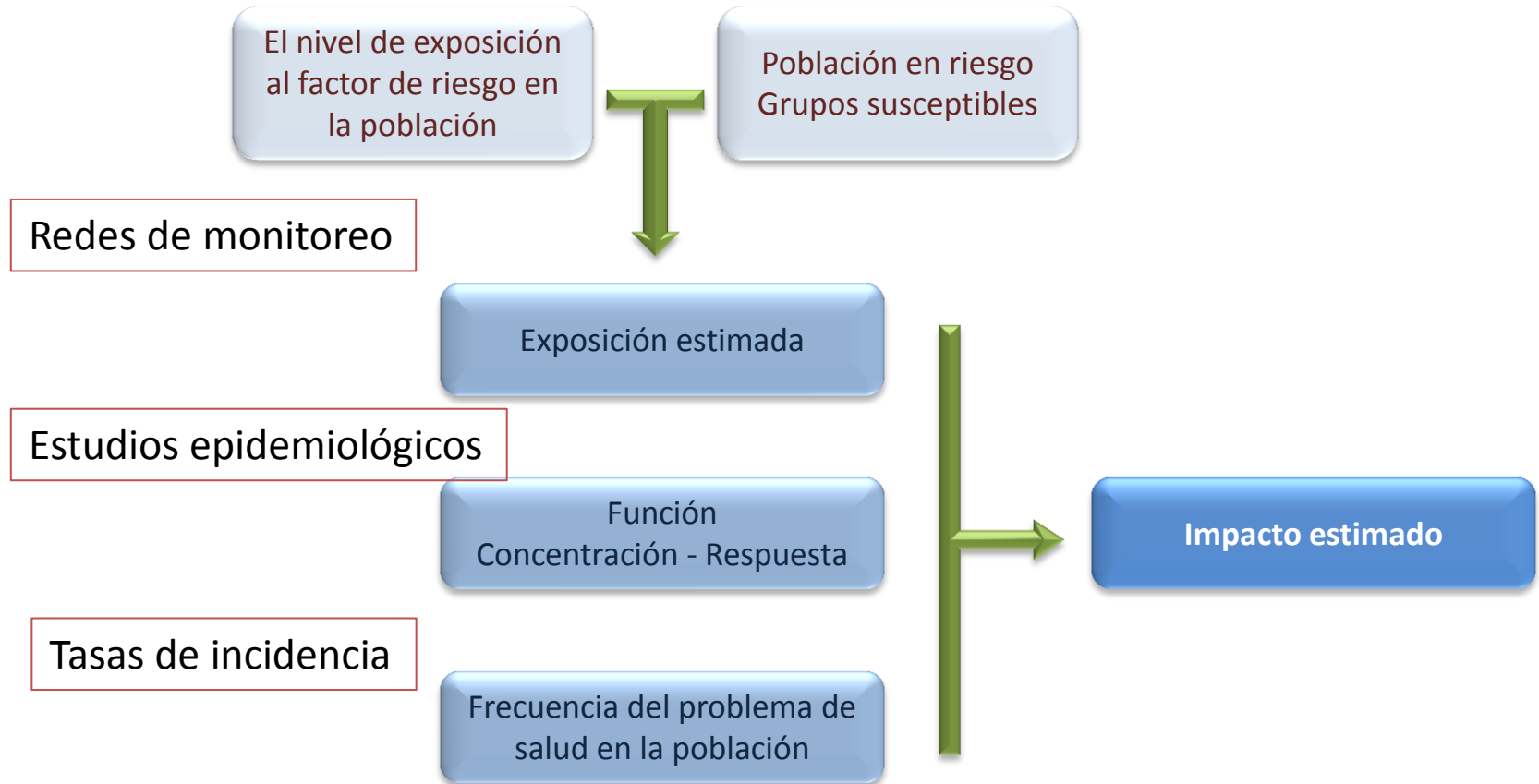
BENEFICIOS SOCIALES ASOCIADOS A LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE EN MÉXICO

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).
- Para obtener el riesgo atribuible a factores específicos de riesgo.
 - **La fracción atribuible** es la fracción de un problema de salud que puede ser atribuible a una exposición específica o a un cambio en la exposición.
 - Si se **conoce la carga total de un problema de salud en una población**, se pueden calcular los casos atribuibles a determinados problemas.

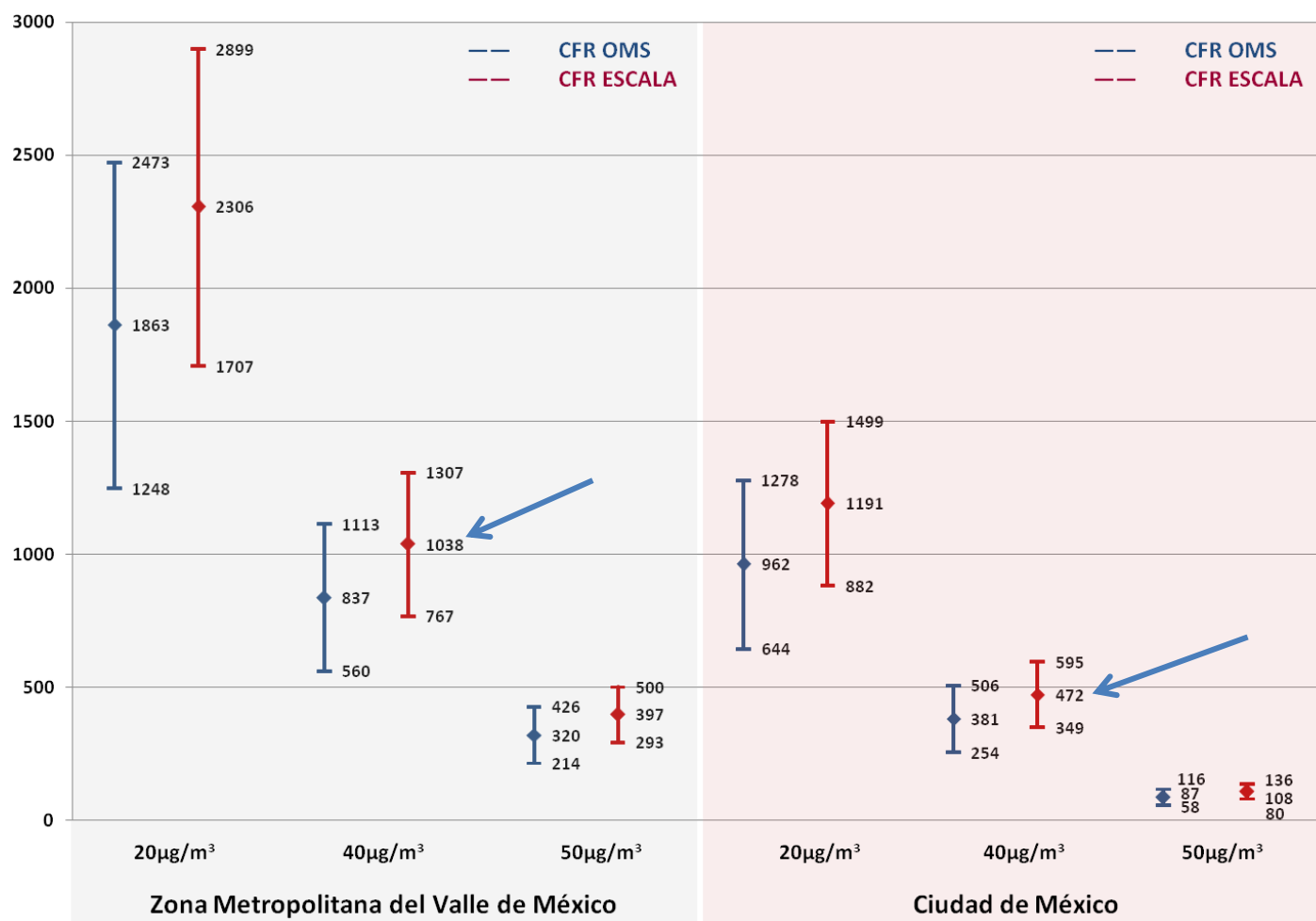


ESTIMACIÓN DE CASOS ATRIBUIBLES

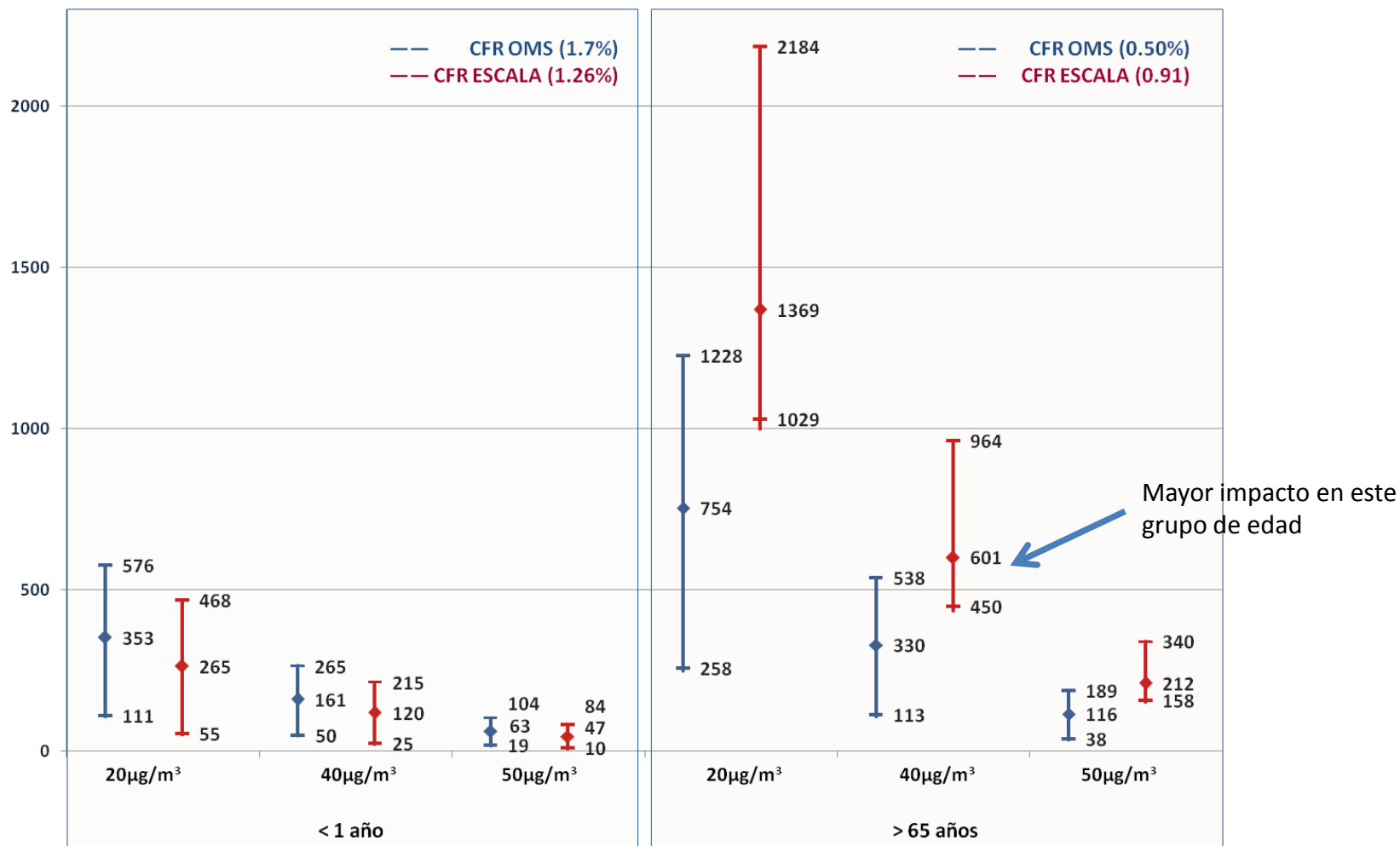


La evaluación del impacto en salud también depende de la definición del área de estudio, de la selección de las medidas de exposición, de la selección de los eventos en salud y de la selección de los niveles de referencia.

MUERTES EVITABLES POR AÑO EN LA ZMVMY EN LA CIUDAD DE MÉXICO

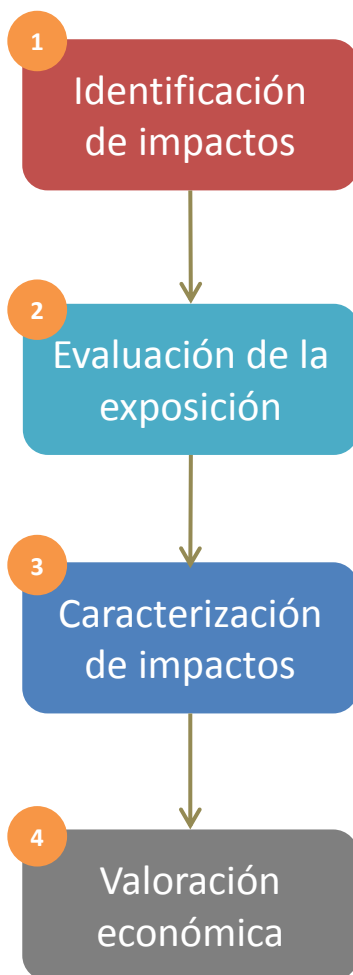


MUERTES EVITABLES POR AÑO EN LA ZMVM POR GRUPOS ESPECÍFICOS DE EDAD



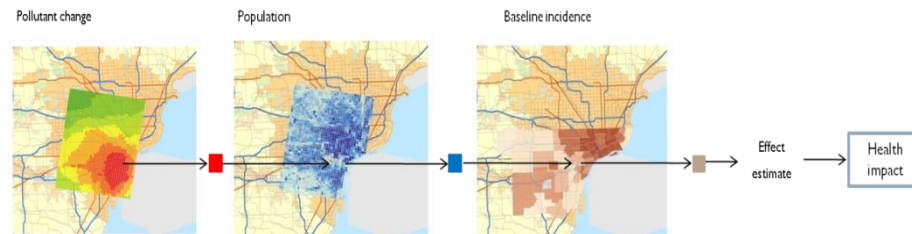
EVALUACIÓN DE IMPACTOS A LA SALUD Y VALORACIÓN ECONÓMICA

Instituciones
que utilizan la
EIS



- 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

Contamina nte	Métrica diaria	Escenarios de mejora de la calidad del aire	
		[promedio anual]	
		A	B
PM₁₀	Promedio de 24 h ^c	40 µg/m ³ [a]	20 µg/m ³ [b]
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

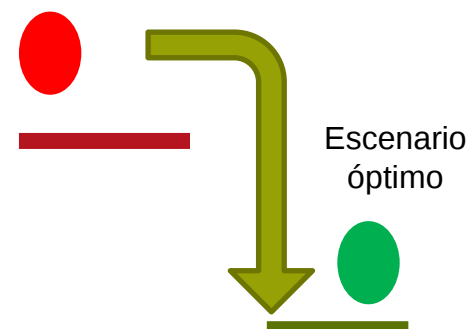
[a] NOM-025-SSA1-2014.

[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 horarios diarias. Validación por suficiencia de información horaria, diaria, trimestral y anual (75%).

Exposición
actual



Implementación de
medidas

Beneficios
a la Salud



Benefici
os
económi
cos



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</u> (1.04-1.08) <u>1.14</u> (1.07 – 1.22)	Hoek <i>et al.</i> , 2013 Lepeule <i>et al.</i> , 2012
	IHD (I20-I25)	≥ 30y	1.15 (1.11-1.2)	Krewski <i>et al.</i> , 2009
	CDV (I00-I99)	≥ 30y	1.14 (1.09-1.18) <u>1.12</u> (1.08-1.15)	Chen <i>et al.</i> , 2008 Pope <i>et al.</i> , 2004
	CDP (I10-I70, J00-J98)	≥ 30y	1.09 (1.06-1.12)	Krewski <i>et al.</i> , 2009
PM ₁₀	Todas las causas (A00-R99)	≥ 30y	1.043 (1.026-1.061)	Kunzli <i>et al.</i> , 2000
	Todas las causas (A00-R99)	≥ 1m, < 1y	1.04 (1.02-1.07)	Woodruff <i>et al.</i> , 1997
	Respiratorias (J00-J98)	≥ 1m, < 1y	1.162 (1.054-1.278)	Woodruff <i>et al.</i> , 2008
O ₃	Respiratorias (J00-J98)	≥ 30y	1.04 (1.013-1.067)	Jerrett <i>et al.</i> , 2009

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

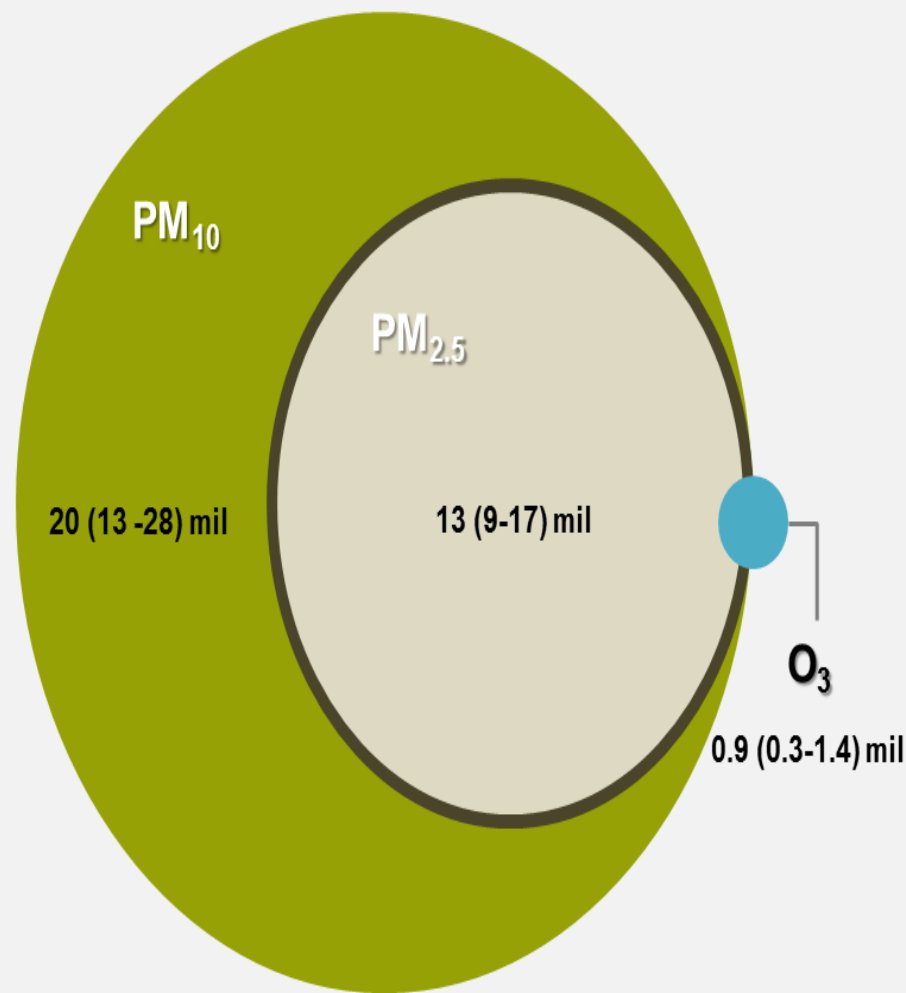
RESUMEN DE RESULTADOS DE LA MORTALIDAD EVITABLE

- 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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

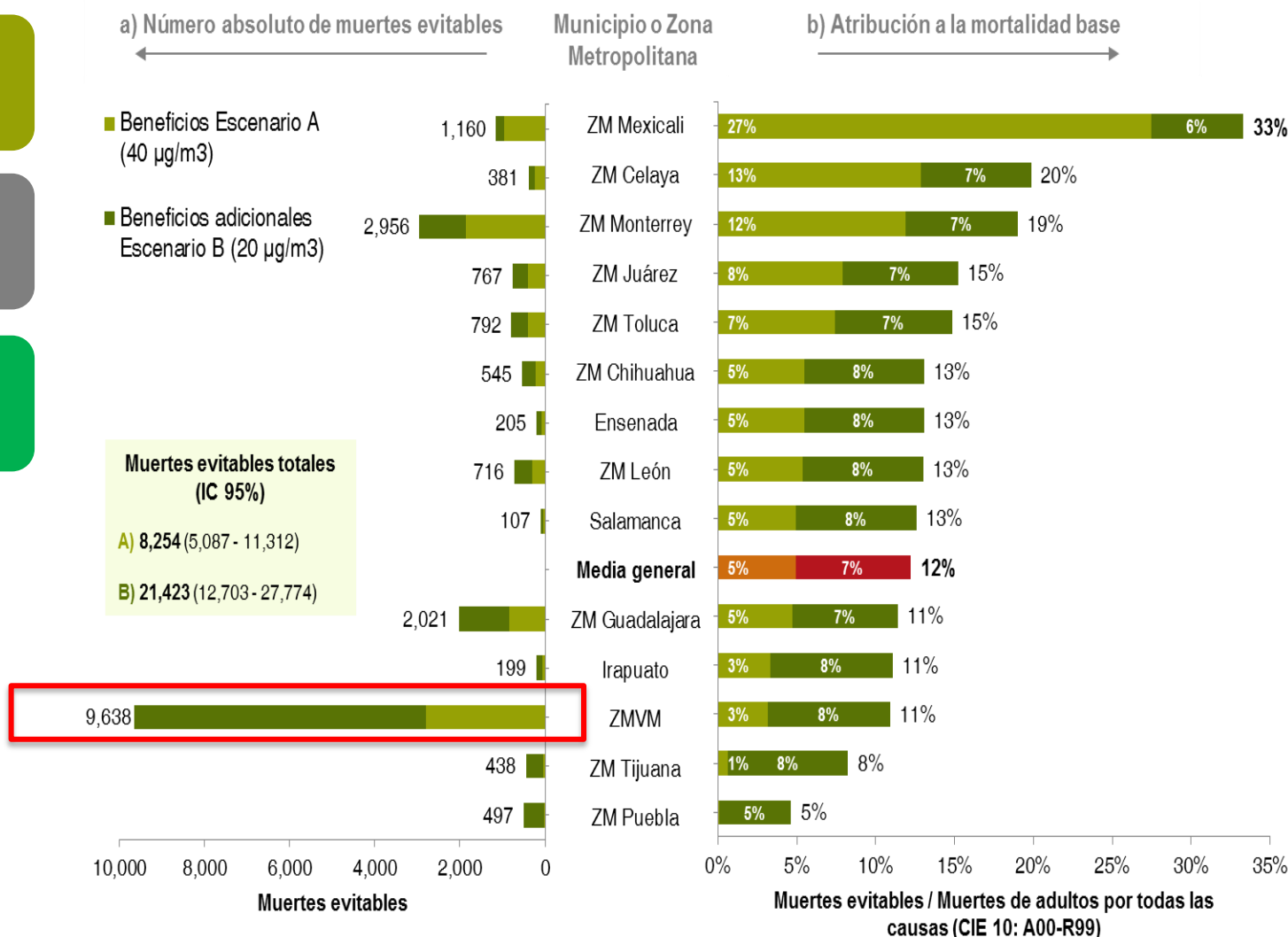
O₃: 50 ppb

BENEFICIOS A LA SALUD POR LA REDUCCIÓN DE PM₁₀

PM₁₀

Adultos

Todas las
causas



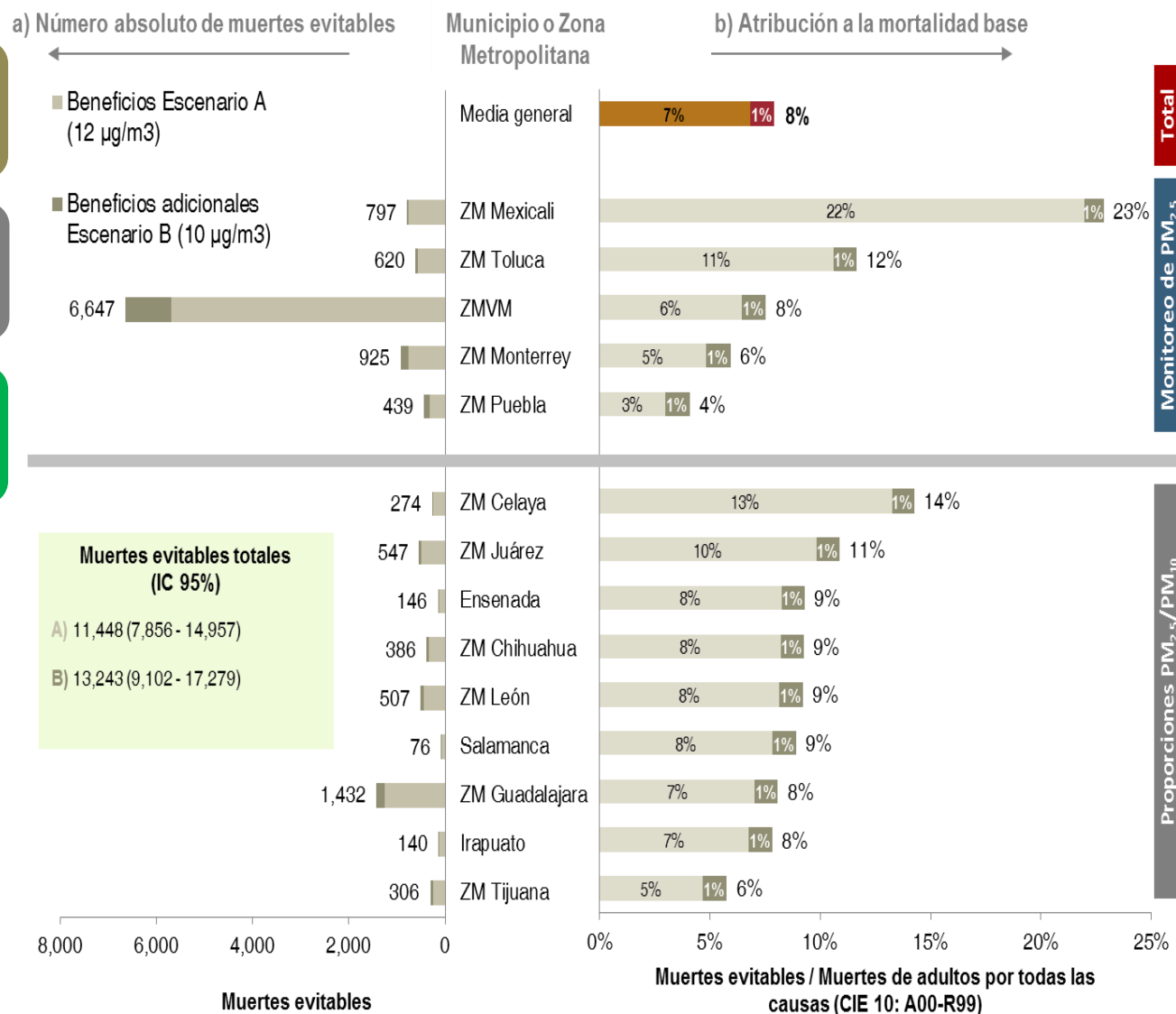
* Población urbana adulta (≥ 30 años de edad), RR: 1.043 (1.026-1.061) (Kunzli et al, 2010), todas las causas CIE 10: A00-R99

BENEFICIOS A LA SALUD POR LA REDUCCIÓN DE PM_{2.5}

PM_{2.5}

Adult
OS

Todas
las
causas



Se podría evitar alrededor del 7% de la mortalidad basal en estas ciudades, si se cumplieran los límites de las NOM.

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD Y DISCUSIÓN DE ASPECTOS CRÍTICOS



COMPARACIÓN CON OTRAS ESTIMACIONES DE IMPACTOS A LA SALUD

La estimación de la presente EIS está en rango de otros estudios similares (**Hay que observar las diferencias metodológicas de cada evaluación**)

ESTUDIO	CTTE.	ALCANCE	MUERTES ANUALES ESTIMADAS	OBSERVACIONES	REFERENCIA
CMM-INSP, 2015	PM10 PM2.5	14 ciudades (41 millones hab.)	20 mil 13 mil	Causas naturales de mortalidad, con respecto a límites de la OMS	(CMM-INSP, 2015)
GBD 2013	PM2.5	Nacional (~100 millones)	14 mil	Versión actualizada y mejorada (la anterior estimaba para México 20,500 en 2010). Se enfoca en causas específicas y sobre carga total de enfermedad. Usa imágenes satelitales de PM2.5 por lo que la exposición puede estar subestimada.	GBD 2013 (Forouzanfar et al, 2015)
INECC 2014	PM2.5	ZM de VM, Monterrey y Guadalajara (29 millones)	2 mil	Sólo estima las muertes prematuras por algunas causas cardiovasculares, EPOC y Cáncer de pulmón. Con respecto a límite de la OMS	(INECC, 2014)
INSP 2010	PM10	ZMVM (18 millones)	10 mil	Con respecto al lineamiento de la OMS de PM10 (20 µg/m3)	(Riojas-Rodriguez et al, 2014)
Cofepris 2010	PM10	139 mpios (42 millones)	5 mil	Por modificar los LMP anuales de 50 a 40 µg/m3. Es decir, esas muertes evitables solo corresponden a una reducción de 10 µg/m3.	(Cofepris, 2014)
(MIR de NOM-025)				(No se realizó para PM2.5)	
Reino Unido, 2015	PM2.5, NO2	Reino Unido (~60 millones)	40 mil	29 mil asociadas a PM, el resto a NO2.	(Royal Collage of Physicians, 2016)

Costos en salud (morbilidad y mortalidad evitable)



Costo en salud por el incumplimiento de la norma

Zona Metropolitana / Ciudad	Exposición PM ₁₀ (µg/m ³)	Población total	Escenario basal				Escenario 50 µg /m ³		
			Respiratorias agudas	Asma	Enfermedad Isquémica del Corazón	Enfermedad Cerebrovascular	Respiratorias agudas	Asma	Enfermedad Isquémica del Corazón
Celaya	46	602,045	81,255	617	218	193	-572	-9	-5
Chihuahua	46.3	852,533	191,633	4,988	737	690	-1,248	-69	-5
Guadalajara	64.3	4,434,878	662,012	12,720	3,630	1,849	16,403	659	276
Irapuato	54.6	526,800	70,496	382	73	37	567	6	2
León	57.8	1,609,504	187,115	1,759	494	157	2,543	50	21
Monterrey	100.4	4,106,054	899,914	13,674	3,026	1,301	76,160	2,336	737
Salamanca	53.7	259,289	69,934	312	142	116	453	4	3
Silao	48.6	172,604	38,444	142	15	7	-95	-1	0
Tijuana	67.3	1,751,430	181,829	2,809	385	174	5,436	175	35
Toluca	53.7	1,936,126	389,128	4,465	689	804	2,518	175	14
Valle de México	87	20,116,842	3,731,765	37,856	10,882	6,346	234,560	4,871	2,017
TOTAL			6,503,525	79,724	20,291	11,674	336,725	8,198	3,095

Norma Oficial Mexicana: 50 µg/m³ promedio anual
Recomendación: OMS 20 µg/m³

Costos en salud por contaminación atmosférica

Zona Metropolitana / Ciudad	Exposición PM ₁₀ (µg/m³)	Población total	Escenario basal				Escenario 35 µg /m3		
			Respiratorias agudas	Asma	Enfermedad Isquémica del Corazón	Enfermedad Cerebrovascular	Respiratorias agudas	Asma	Enfermedad Isquémica del Corazón
Celaya	46	602,045	81,255	617	218	193	1,553	25	13
Chihuahua	46.3	852,533	191,633	4,988	737	690	3,762	206	45
Guadalajara	64.3	4,434,878	662,012	12,720	3,630	1,849	33,172	33,172	544
Irapuato	54.6	526,800	70,496	382	73	37	2,383	27	8
León	57.8	1,609,504	187,115	1,759	494	157	7,337	143	59
Monterrey	100.4	4,106,054	899,914	13,674	3,026	1,301	97,557	2,951	920
Salamanca	53.7	259,289	69,934	312	142	116	2,257	21	14
Silao	48.6	172,604	38,444	142	15	7	906	7	1
Tijuana	67.3	1,751,430	181,829	2,809	385	174	10,018	318	63
Toluca	53.7	1,936,126	389,128	4,465	689	804	12,560	300	68
Valle de México	87	20,116,842	3,731,765	37,856	10,882	6,346	325,398	6,662	2,724
TOTAL			6,503,525	79,724	20,291	11,674	496,904	43,832	4,457

545,194 505 \$275,322,794
 178 \$97,044,470
 \$372,367,263

Recomendación OMS: 20 µg/m³ promedio anual

Cerca del 1% del PIB
Cerca del 20% del presupuesto del sector

ACTUALIZACIÓN DE LA NORMATIVIDAD VIGENTE



Para contextualizar

Normas y guías internacionales

Contaminante	Promedio del periodo	Unidades	México	OMS	UE	EPA US	EPA California
PM ₁₀	Anual 24 horas	<u>µg/m³</u>	50 120	20 50	40 50	--- 150	20 50
PM _{2.5}	Anual 24 horas	<u>µg/m³</u>	15 65	10 25	25 40	15 35	12 35
NO ₂	Anual	<u>µg/m³</u> <u>ppm</u>	---- ---	40 ---	40 ---	100 0.053	57 0.030
	1 hora	<u>µg/m³</u> <u>ppm</u>	395 0.21	200 ---	200 ---	--- ---	339 0.18
O ₃	8 horas	<u>µg/m³</u> <u>ppm</u>	157 0.08	100 0.05	120 0.06	147 0.075	137 0.07
	1 hora	<u>µg/m³</u> <u>ppm</u>	216 0.11	--- ---	--- ---	--- ---	180 0.09
CO	8 horas	<u>mg/m³</u> <u>ppm</u>	12.6 11	--- 10	10 9	10 9	10 9
	1 hora	<u>mg/m³</u> <u>ppm</u>	--- ---	30 ---	40 35	40 35	23 20
SO ₂	Anual	<u>µg/m³</u> <u>ppm</u>	79 0.03	--- ---	--- ---	80 0.030	--- ---
	24 horas	<u>µg/m³</u> <u>ppm</u>	341 0.13	20 0.007	125 0.047	365 0.14	105 0.04
Plomo	4 meses	<u>µg/m³</u>	---	---	---	1.5	---
	3 meses		1.5	---	---	---	---

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	75 µg/m ³ promedio de 24 horas 50 µg/m³ promedio de 24 horas
	50 µg/m ³ promedio anual	40 µg/m ³ promedio anual 35 µg/m³ promedio anual
PM _{2.5}	65 µg/m ³ promedio de 24 horas	45 µg/m³ promedio de 24 horas 30 µg/m ³ promedio de 24 horas
	15 µg/m ³ promedio anual	12 µg/m³ promedio anual 10 µg/m ³ promedio anual

NOM-025-SSA1-1993

ÍNDICE NACIONAL DE CALIDAD DEL AIRE



- 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.**

PROPUESTA PARA PM₁₀ Y PM_{2.5}

Calidad del aire	Nivel de Riesgo	Rango de PM ₁₀ (µg/m ³) Promedio móvil ponderado de 12 horas *	Rango de PM _{2.5} (µg/m ³) Promedio móvil ponderado de 12 horas *
Mala	Extremadamente alto	>=316	>=199
Mala	Muy alto	236-315	148-198
Mala	Alto para población general	156-235	97-147
Mala	Alto para población sensible	76-155	46-96
Regular	Aceptable	51-75	26-45
Buena	Bajo	<=50	<=25

*Método NowCast

PROPUESTA PARA OZONO

Calidad del aire	Nivel de Riesgo	Rango (ppm) Promedio de 1 hora	Rango (ppm) Promedio móvil de 8 horas
Mala	Extremadamente alto	≥ 0.216	≥ 0.137
Mala	Muy alto	0.176-0.215	0.115-0.136
Mala	Alto para población general	0.136-0.175	0.093-0.114
Mala	Alto para población sensible	0.096-0.135	0.071-0.092
Regular	Aceptable	0.052-0.095	0.052-0.070
Buena	Bajo	≤ 0.051	≤ 0.051

Se reportará el subíndice (promedio de una hora o promedio móvil de ocho horas) que represente la peor calidad del aire y el mayor riesgo.

LA PROPUESTA DE NORMA DEL NUEVO INDICE ESTA EN DISCUSIÓN Y DEBERÍA APROBARSE ESTE AÑO

CONCLUSIONES



COMENTARIOS FINALES

- 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

COMENTARIOS FINALES

- 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, gasolinas bajas en azufre, fabricación de motores.

NECESIDADES DE INVESTIGACION

- **Evaluación de los programas** de gestión de calidad del aire con dindicadres de salud.
- Efectos en el desarrollo y de largo plazo: **desarrollo cognitivo en los niños, diabetes, cáncer.**
- **Efectos reproductivos y cerebrovasculares**

GRACIAS

hriojas@insp.mx



Agradecemos la aportación al
Consejo Nacional
de Ciencia y Tecnología (Conacyt)
para la realización de este proyecto.



Centro Mario Molina para Estudios
Estratégicos Sobre Energía y Medio
Ambiente A.C.

Paseo de los Laureles No 458 Int.
406
Col. Bosques de las Lomas
C.P. 05120
Ciudad de México
T: (+55) 9177.1670
F: (+55) 9177.1690
www.centromariomolina.org



Instituto Nacional
de Salud Pública

Instituto Nacional de Salud
Pública

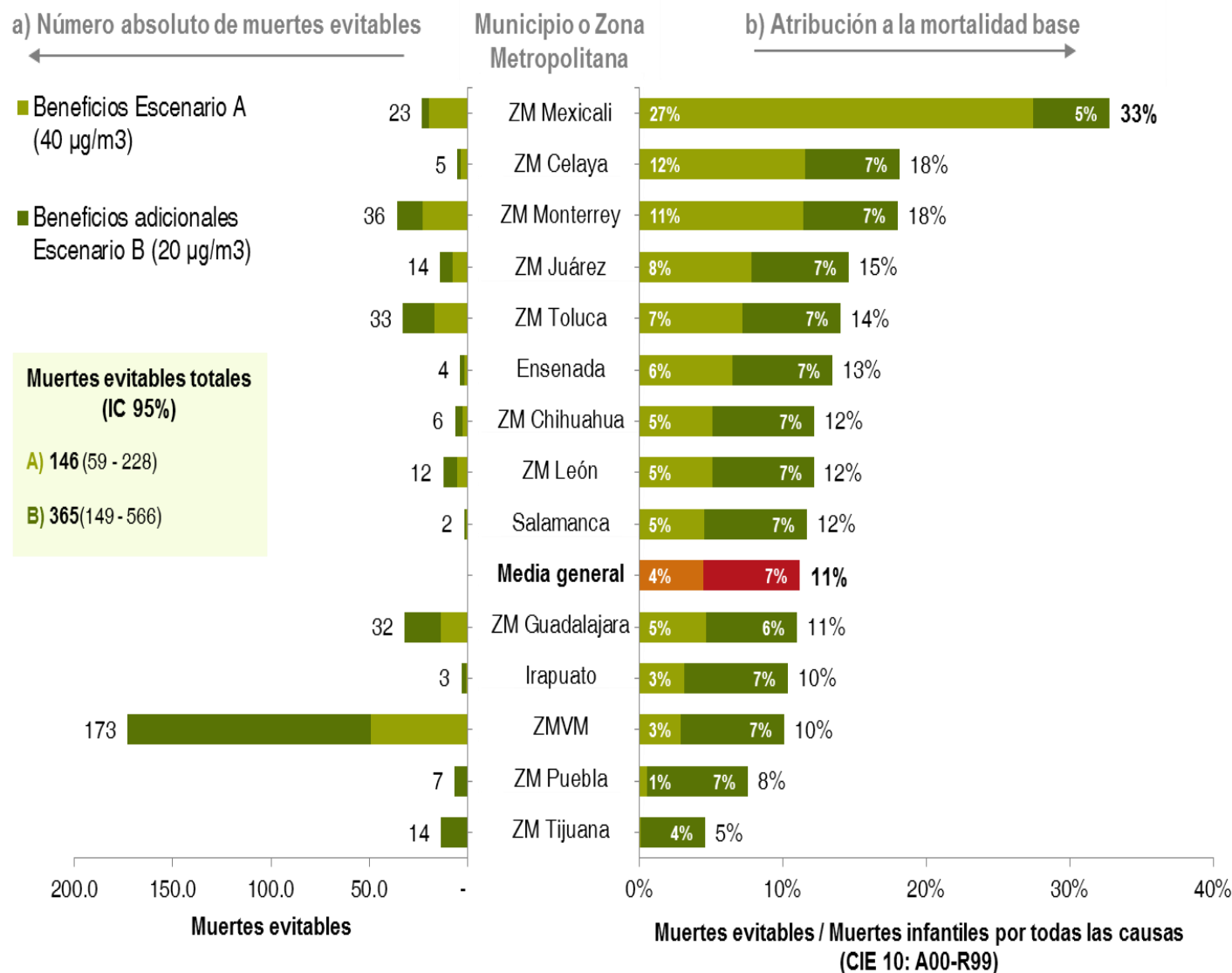
Universidad No. 655, Col. Santa
María Ahuacatitlán, entre
Cerrada los Pinos y Caminera.
C.P. 62100
Cuernavaca, Morelos
Tel: +52 (777) 329 30 00
www.insp.mx

BENEFICIOS A LA SALUD POR LA REDUCCIÓN DE PM₁₀

PM₁₀

Infantil

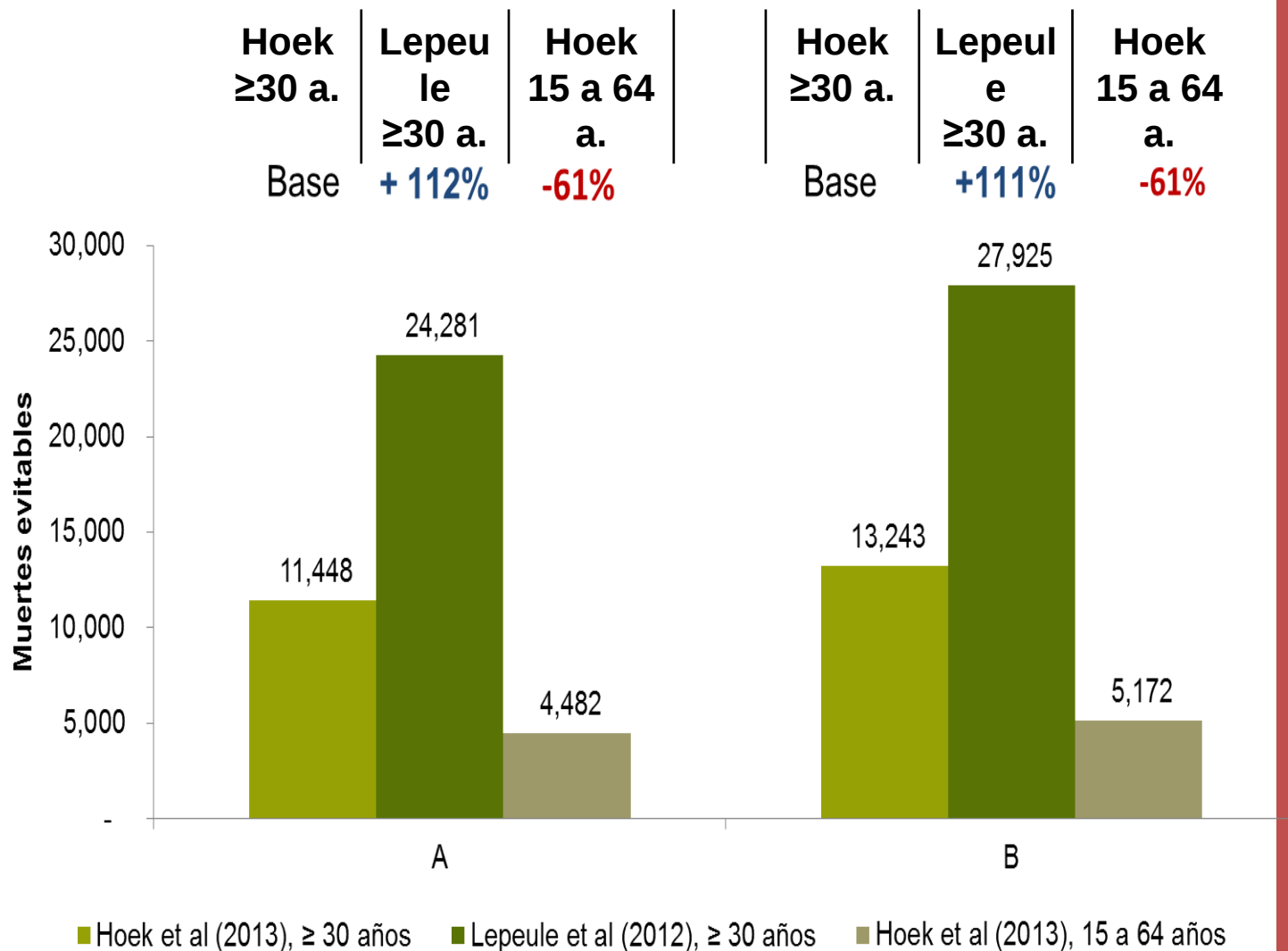
Todas
las
causas



* Población urbana infantil (≥ 1 mes, < 1 año), RR: 1.04 (1.02-1.07) (Woodruff et al., 1997), todas las causas CIE 10: A00-R99

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD FCR PM_{2.5} – TODAS LAS CAUSAS

La estimación base de impactos por PM_{2.5} es conservadora. Esta podría aumentar casi un 100% si se utiliza la FCR de Lepeule et al (2012) (usada por EPA en EU)

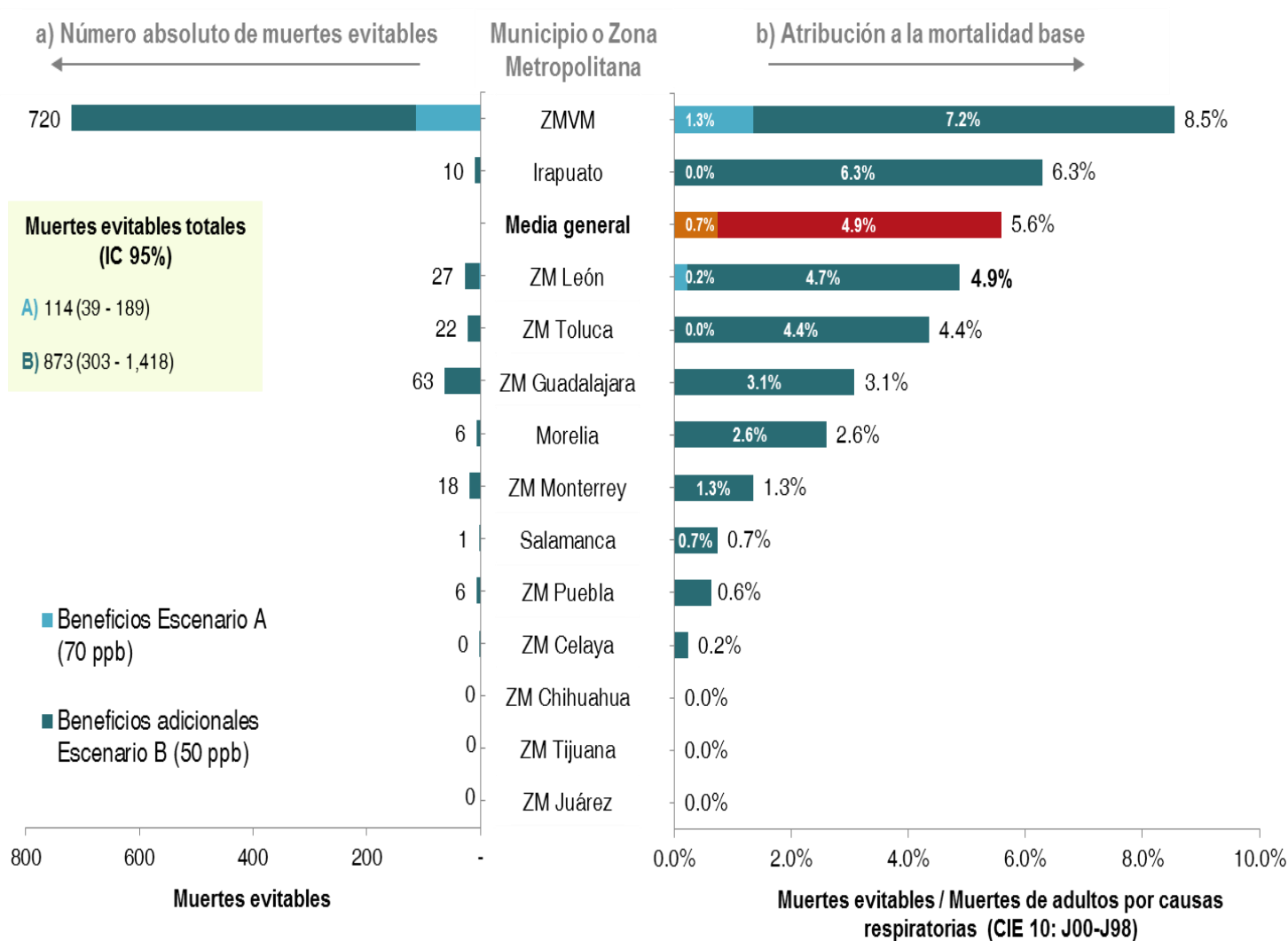


BENEFICIOS A LA SALUD POR LA REDUCCIÓN DE O₃

O₃

Adult
OS

Respirator
ias



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

Grupo 1

