

VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE EN LA SALUD

EL CASO DEL GRAN ÁREA METROPOLITANA DE COSTA RICA

31 de Marzo, 2017

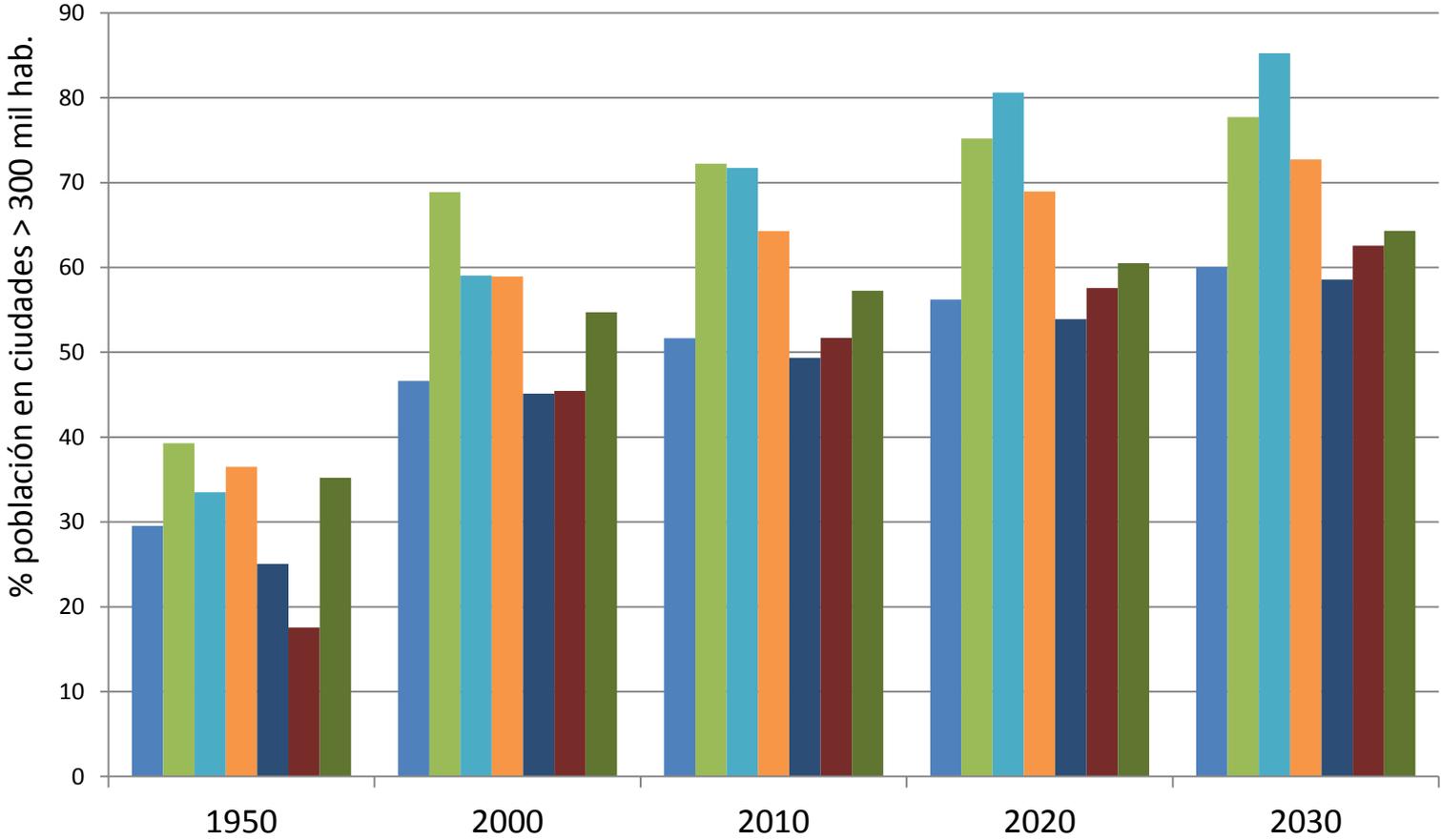
Ministerio de Ambiente y Energía

Costa Rica



Fuerte crecimiento de la población en áreas urbanas

% población que habita en ciudades de más de 300.000 hab.



Mundo América Central Costa Rica El Salvador Guatemala Honduras Nicaragua

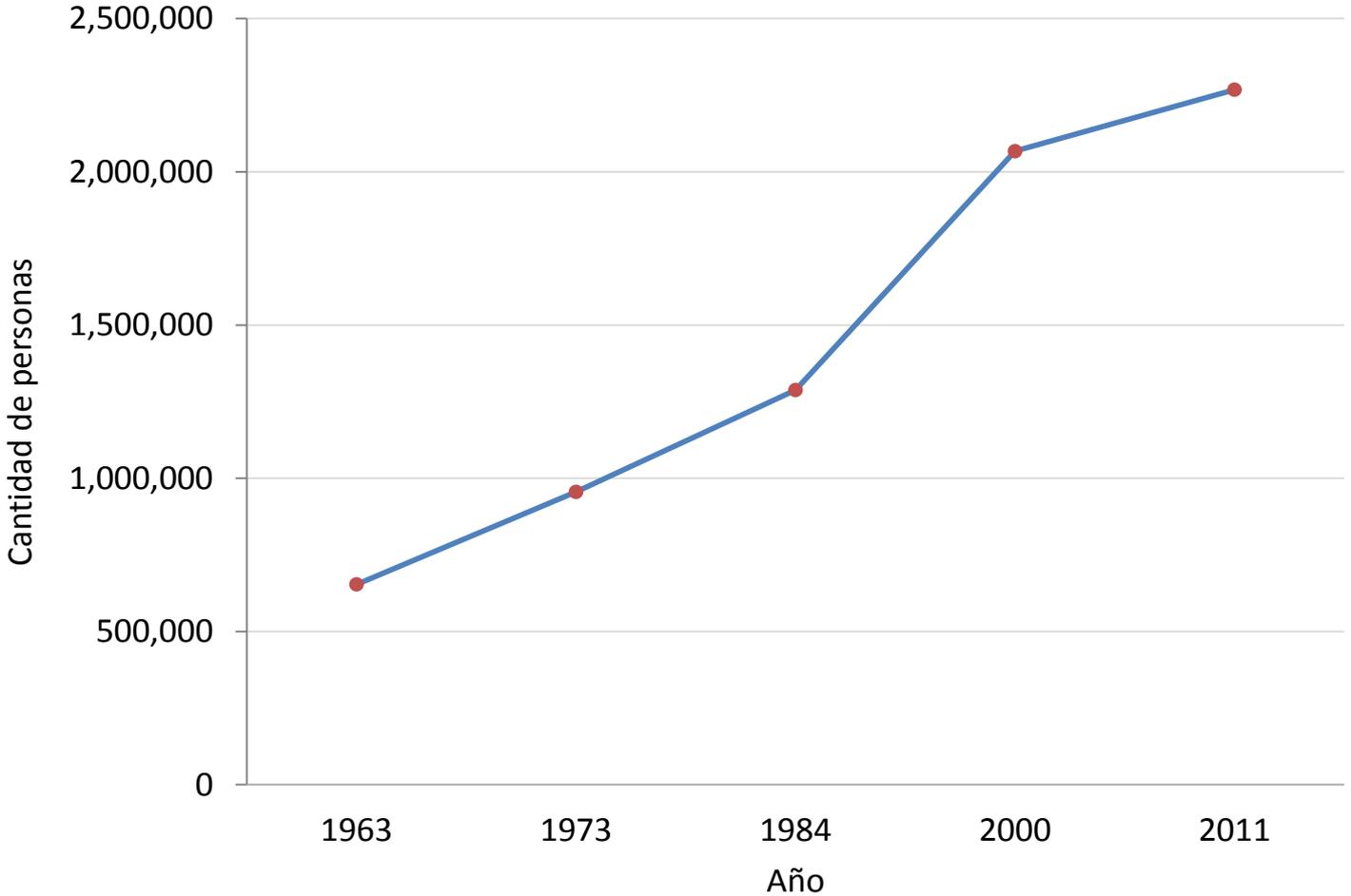


Fuente: UN (2014)



Fuerte crecimiento de la población en áreas urbanas

Población de la GAM Costa Rica 1963-2011

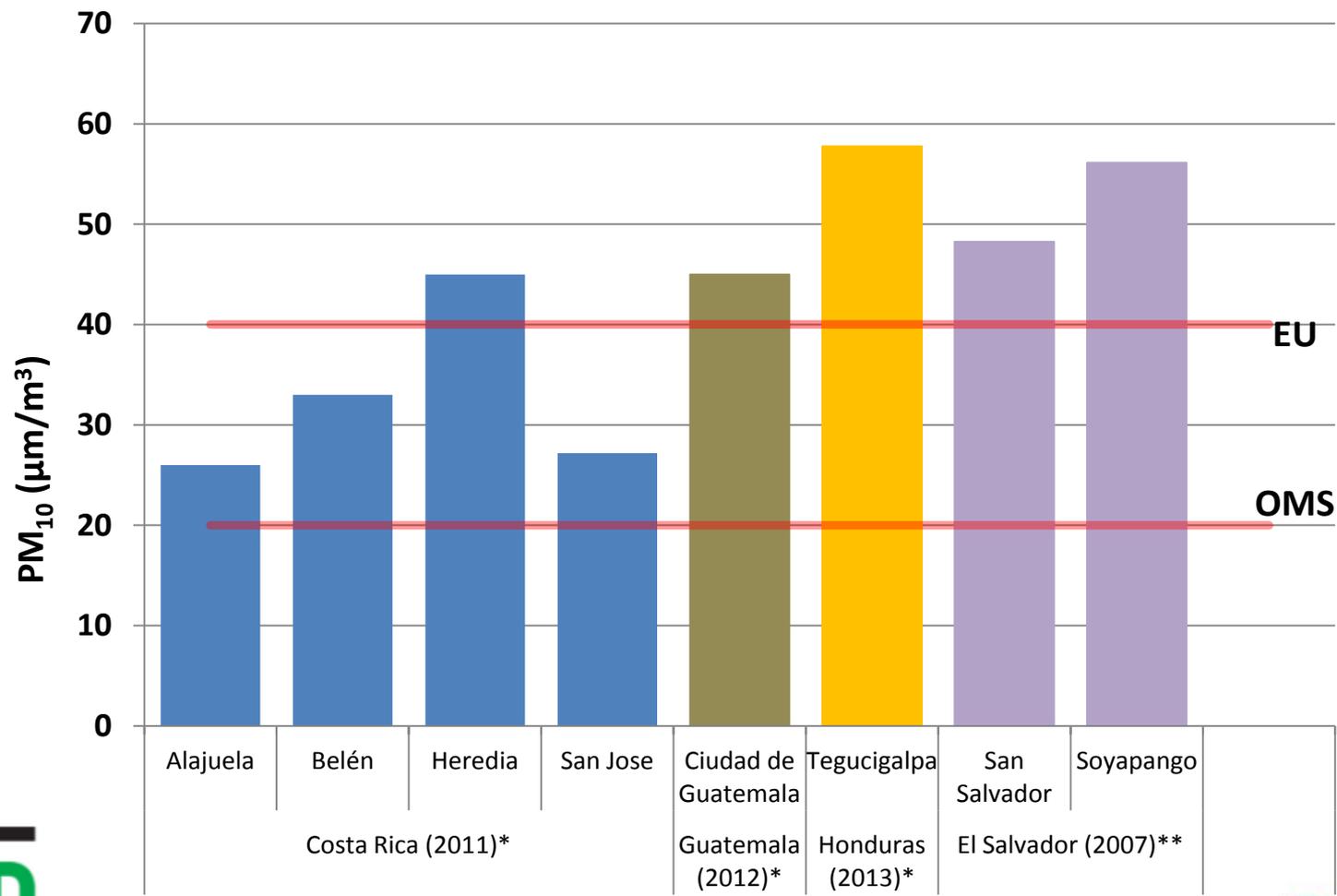


Fuente: INEC



Deterioro de la calidad del aire en zonas urbanas

Concentraciones de PM10 principales ciudades de Centroamérica

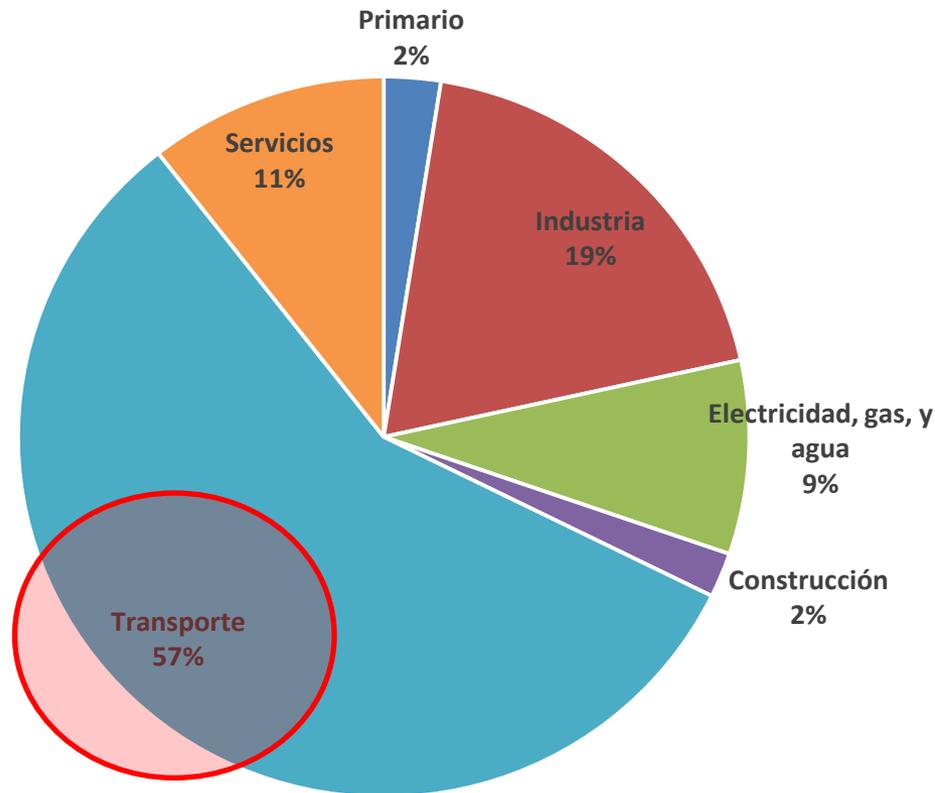


Fuente: *OMS (2014), **OMS (2011)



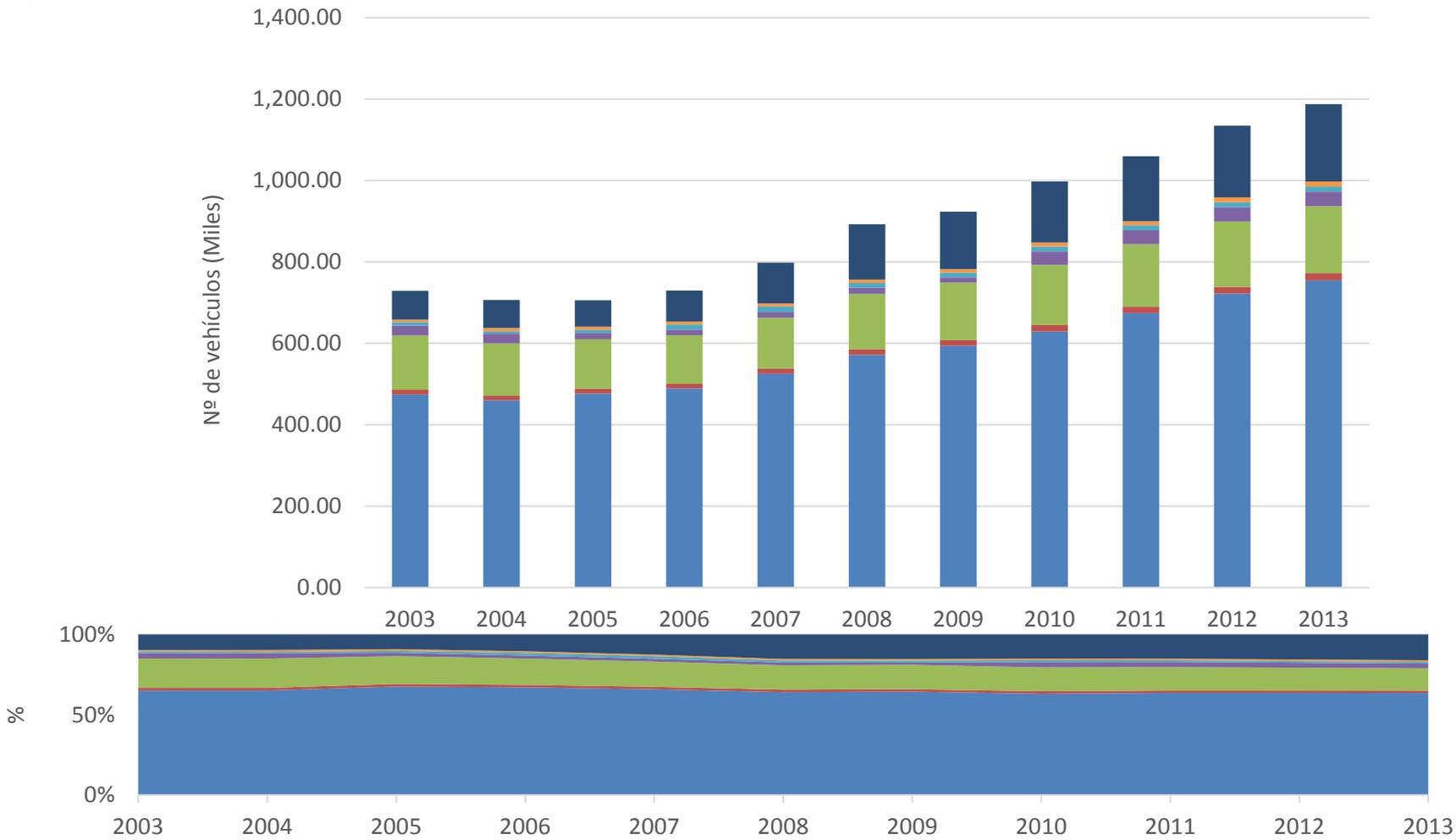
Fuentes de emisiones de contaminantes del aire

Emisiones de CO2 proveniente del uso de energía en Costa Rica 2011



Fuerte crecimiento parque automotor

Parque automotor en Costa Rica 2003 - 2013

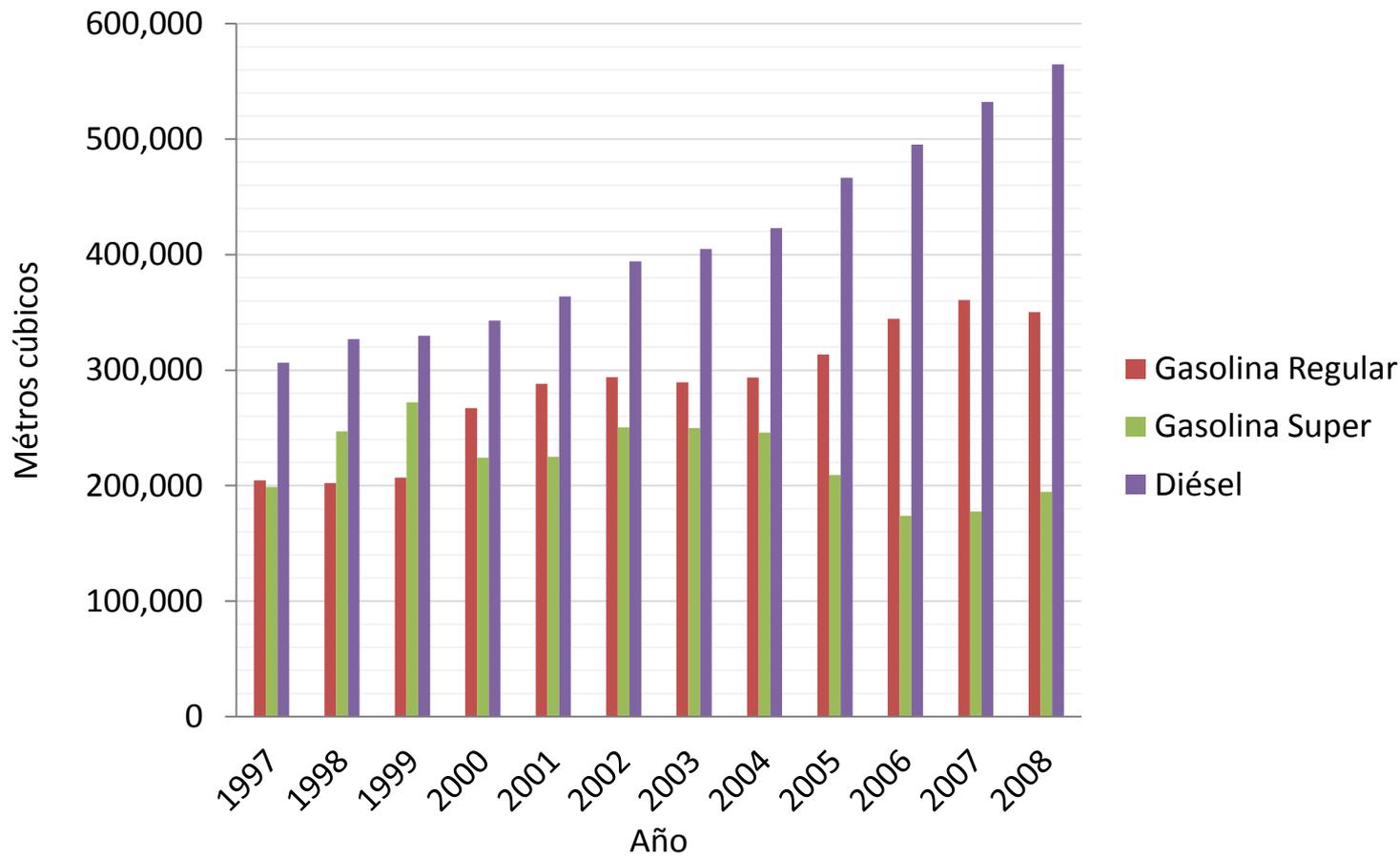


Fuente: Elaboración propia en base a MOPT (2013)



Fuerte crecimiento parque automotor

Consumo de combustibles derivados del petróleo en la GAM durante el periodo 1997-2008



Fuente: Departamento de Mercadeo de RECOPE



Objetivo

Valoración económica de los beneficios en **salud** para la población como consecuencia de la mejora en la calidad del aire en la Gran Área Metropolitana (**GAM**) en Costa Rica

- Mejorar calidad del aire (reducción de $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} promedio al año) respecto a diferentes estándares: OMS ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$), EU ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y CR ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$)
- Valoración es una medida del cambio en el **bienestar**
- Información **secundaria** (transferencia de beneficios)

Justificación

Por qué salud?

- Existen impactos de la contaminación de aire en distintas dimensiones (Ecosistemas, Agricultura y Patrimonio).
- Sin embargo los impactos en la salud son mas sensibles y relevantes para la sociedad.

Por qué la GAM?

- Región metropolitana más grande de Costa Rica, alberga el 54,7% de la población nacional (INEC 2011).
- Existen datos disponibles sobre monitoreo de la calidad del aire para ésta área.

Por qué 2011?

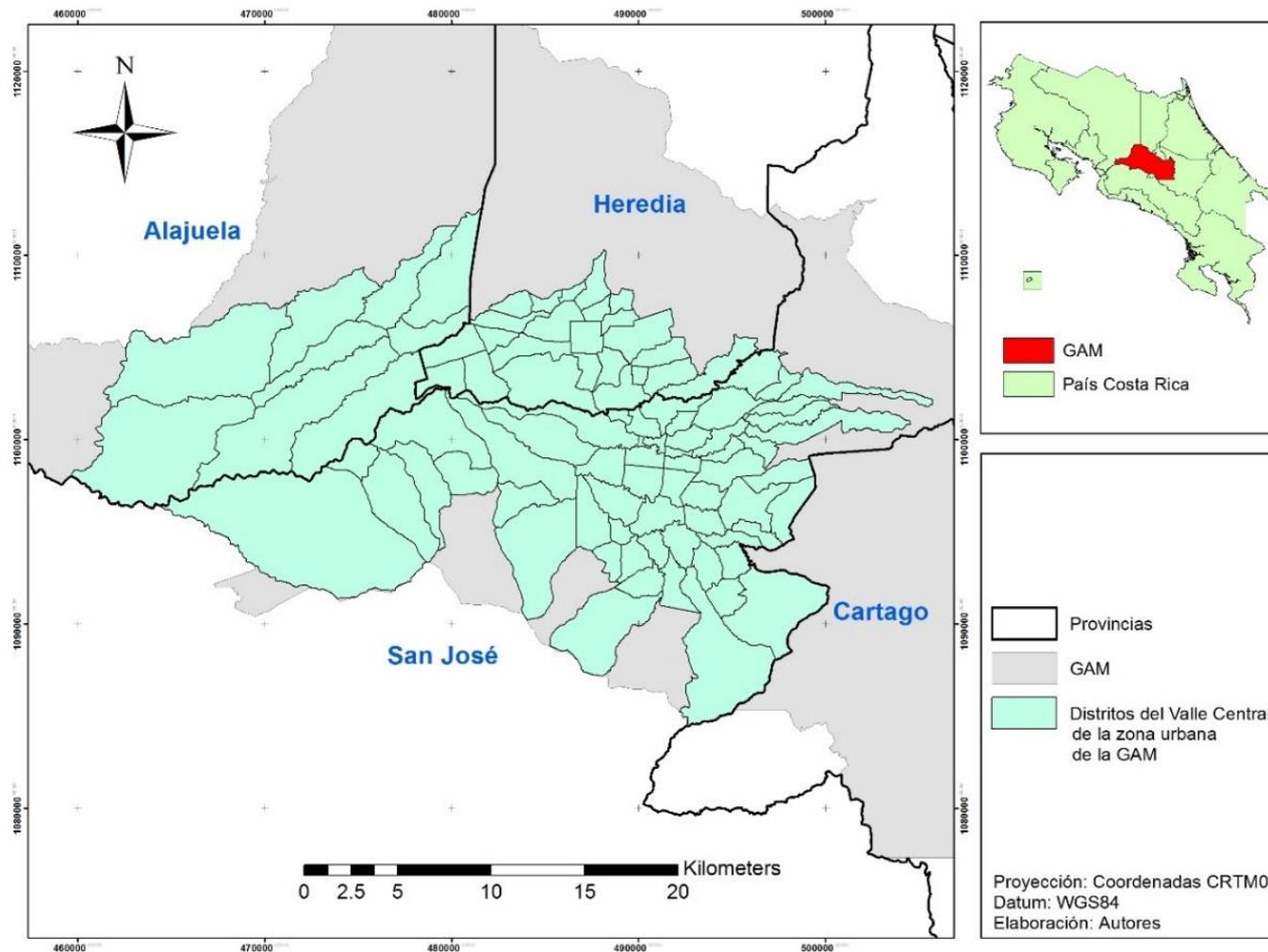
- Datos de población y vivienda provenientes del censo realizado en el 2011.

Por qué información secundaria?

- Límites presupuestarios y de tiempo para realizar estudios locales de valoración.

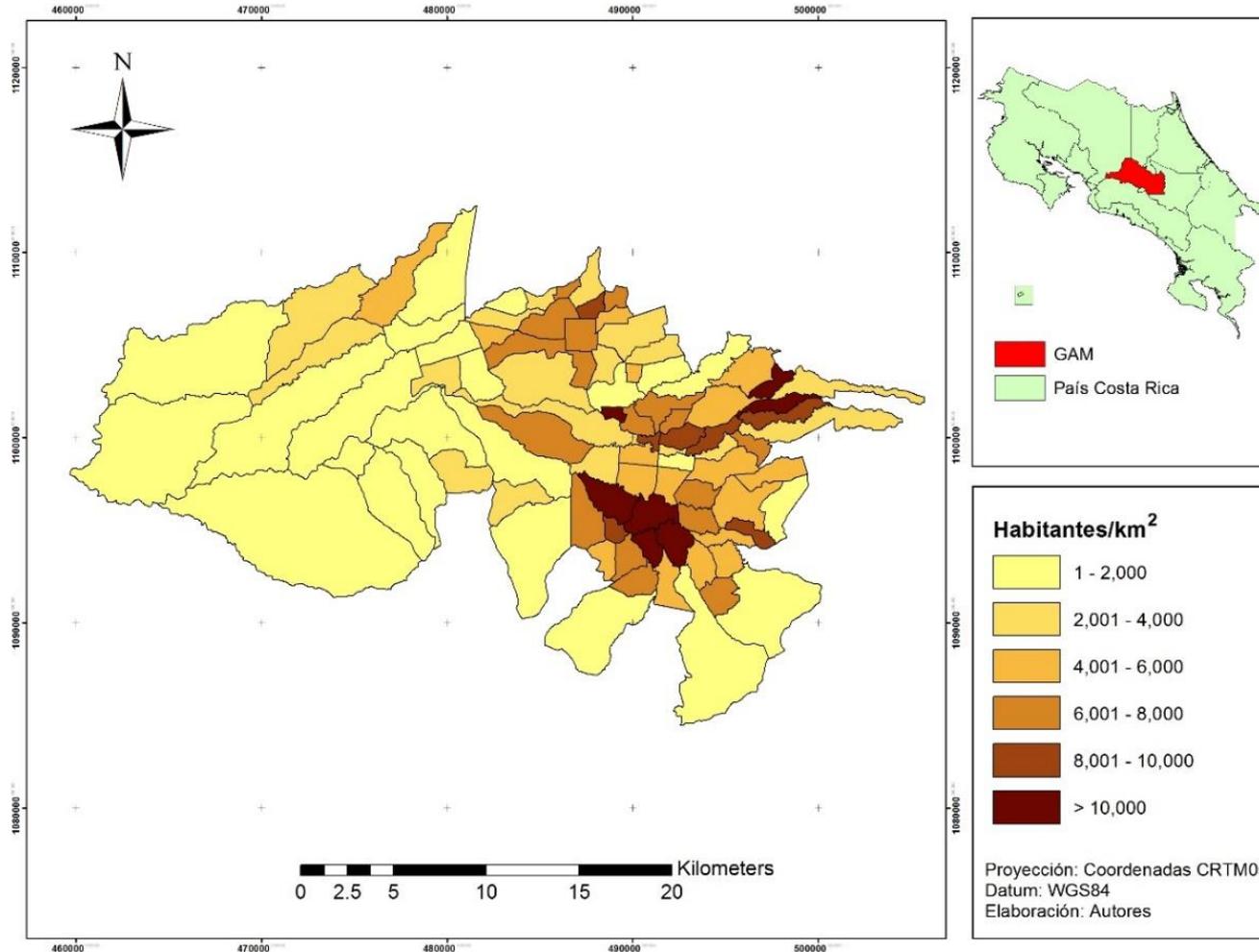
Área de estudio

Distritos del Valle Central de la zona urbana de la GAM



Área de estudio

Densidad poblacional del sitio de estudio

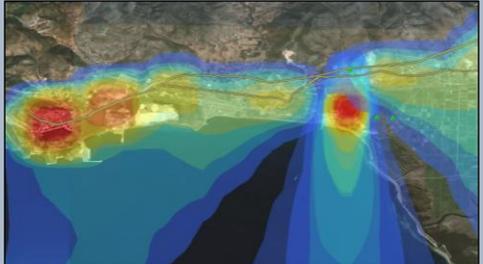


Metodología

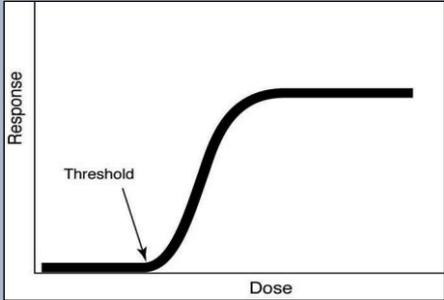
Identificar fuentes y cuantificar las emisiones contaminantes del aire



Calcular la dispersión de los contaminantes y la población expuesta



Aplicar funciones de exposición respuesta en la salud a partir de estudios epidemiológicos

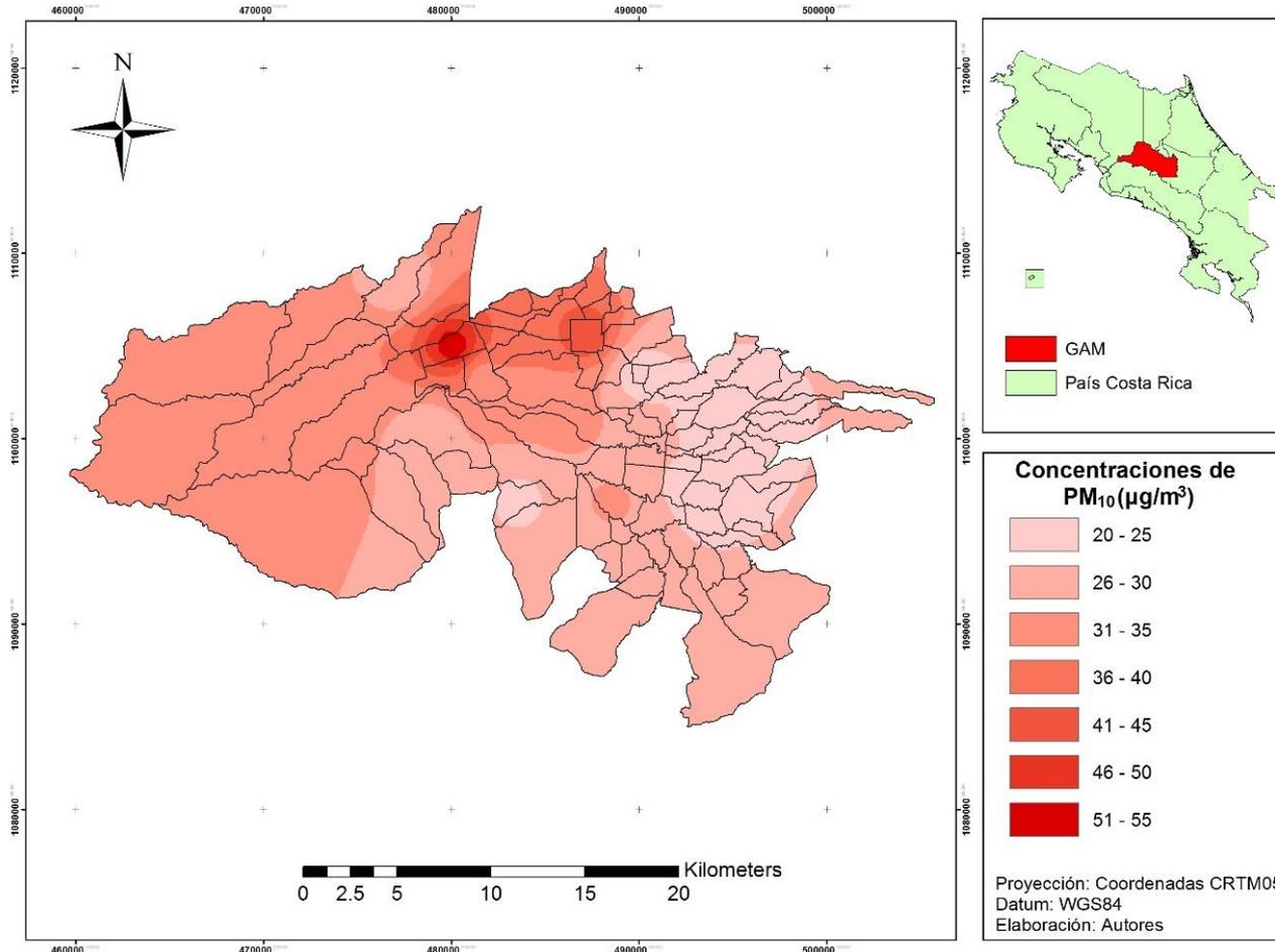


Valorar los beneficios por la mejora en la calidad del aire en la salud



Dispersión de PM₁₀

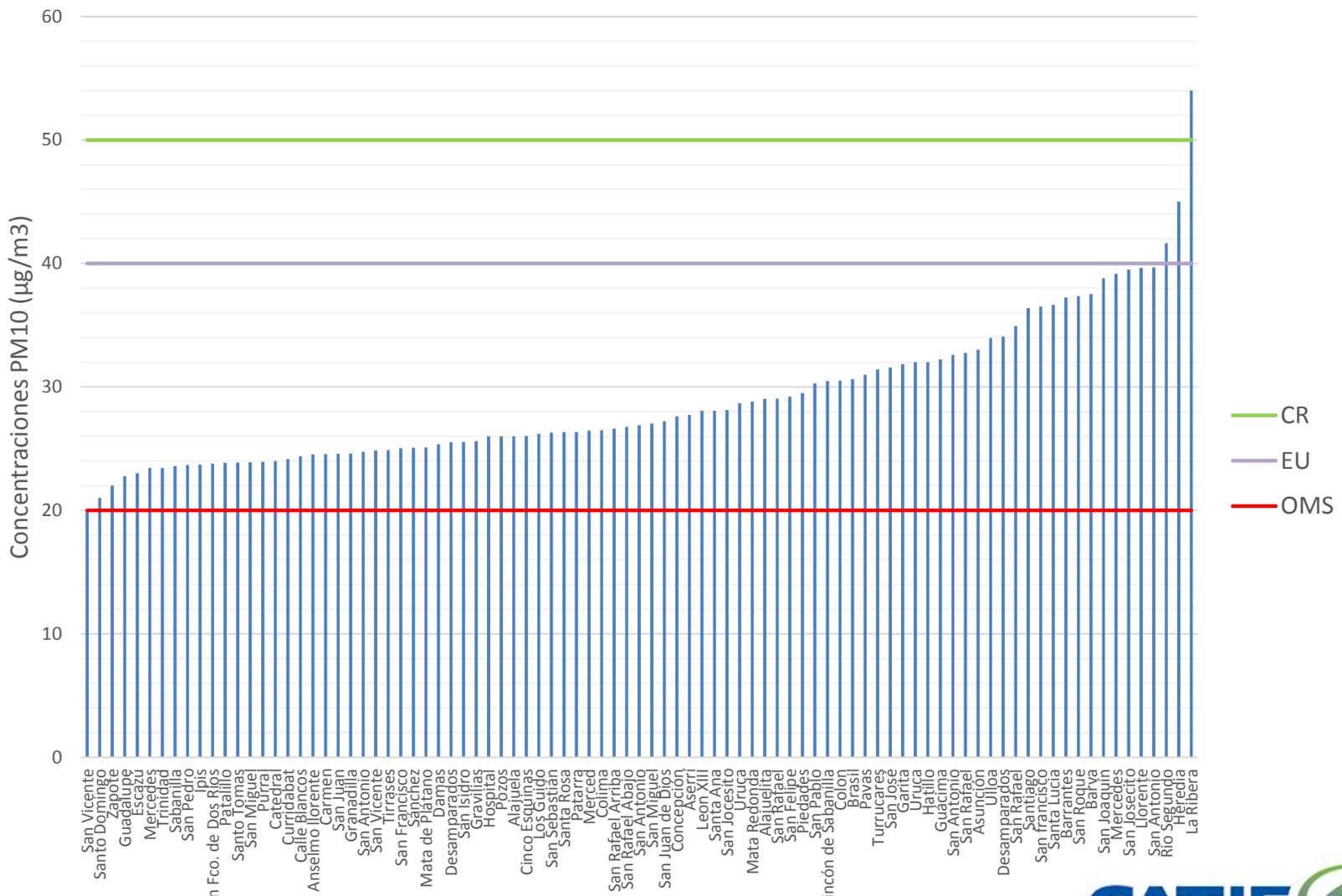
Modelación de concentración superficial de PM₁₀ - 2011



- Interpolación espacial versus modelo de dispersión
- Mediciones de calidad del aire se toman como dadas versus puntos de medición aleatorios.
- Exposición con base en ubicación del hogar vs modelo de exposición.

Dispersión de PM₁₀

Concentración superficial de PM₁₀ por distrito - 2011



Fuente: elaboración propia en base a UNA (2011) (14 estaciones de muestreo)



Dispersión de PM₁₀

Concentración de la exposición ponderada por la población

Edad	Población (2011)	% del total de población	Concentración de la exposición PM ₁₀ µg/m ³ (Media ponderada en función de la población)
0-1	20.634	1,3	29,0
0-15	337.373	21,7	29,0
≥15	1.214.381	78,3	28,7
≥25	931.455	60,0	28,7
≥30	787.204	50,7	28,7
TODAS	1.551.788	100	28,8

$$\frac{\sum(Pob_{ij} * PM_{10j})}{Pob_{tot_i}}$$

Donde

Pob_{ij} = Población de la categoría con edad "i" del distrito "j"

PM_{10j} = Concentración promedio del PM₁₀ del distrito "j"

Pob_{tot_i} = Población total de la categoría con edad "i"

Efectos en la salud del deterioro calidad del aire

Variable objetivo		Edad	Población		Función Concentración-respuesta para PM ₁₀	
			Número de personas afectadas	Fuente	% atribuible por cada 10 µg/m ³	Fuente
Mortalidad						
Mortalidad Infantil (ICD10 A00-R99)		<1	240	INEC	4,8%	Lacasaña et al. 2005
Efectos corto plazo						
	Todas las causas (ICD10 A00-R99)	Todos	7.058	INEC	0,6%	OMS 2004
	Causas respiratorias (ICD10 J00-J99)	Todos	603	INEC	1,3%	OMS 2004
	Causas cardiovasculares (ICD10 I00-I52)	Todos	1.698	INEC	0,9%	OMS 2004
Efectos largo plazo						
	Todas las causas (ICD10 A00-R99)	≥30	6.631	INEC	4,3%	Künzli et al. 2000

Efectos en la salud del deterioro calidad del aire

Variable objetivo		Edad	Población		Función Concentración-respuesta para PM ₁₀	
			Prevalencia %	Fuente (OJO: externa)	% atribuible por cada 10 µg/m ³	Fuente
Morbilidad						
Bronquitis	Bronquitis crónica en adultos	≥25	0,71%	ASHMOG Estados Unidos	9,8%	Abbey et al., 1993
	Bronquitis aguda en niños	<15	12,2%	SCARPOL Suiza	30,6%	Conjunto de cálculos Künzli et al., 2000
Asma	Crisis asmáticas en adultos	≥15	Asmáticos: 8,1% Promedio de crisis/año: 1,4	ECHRS II Barcelona	3,9%	Conjunto de cálculos Künzli et al., 2000
	Crisis asmáticas en niños	<15	Asmáticos: 7,2% Promedio de crisis/año: 3	SARI Barcelona SCARPOL Suiza	4,1%	Conjunto de cálculos de Ward y Ayres, 2004

Fuente: Künzli & Pérez (2007)

Efectos en la salud del deterioro calidad del aire

Variable objetivo	Edad	Población		Función Concentración-respuesta para PM ₁₀	
		Número de ingresos	Fuente	% atribuible por cada 10 µg/m ³	Fuente
Uso de la asistencia sanitaria					
Ingresos hospitalarios por causas respiratorias (ICD9 460-519)	Todas	6.150	INEC	1,1%	APHEIS 2005
Ingresos hospitalarios por causas cardiovasculares (ICD9 390-429)	Todas	8.291	INEC	0,6%	Le Tertre et al. 2002

Fuente: Künzli & Pérez (2007)

Valoración económica de la mortalidad

1. Valor de una Vida Estadística (VSL)

- **Compensación entre riesgo de mortalidad y dinero.**
- **Suma de suficientes reducciones en el riesgo tal que una muerte prematura es evitada.**
- **VSL es la disposición a pagar para alcanzar esa cantidad de reducción en el riesgo.**
- **No existe para Costa Rica**

Valoración económica de la mortalidad

1. Transferencia de VSL para Costa Rica

Método 1: Naïve

$$VSL_{CR/cap} = VSL_{OECD/cap} \left(\frac{PIB_{CR/cap}}{PIB_{OECD/cap}} \right)^{\varepsilon}$$

Método 2: Meta-análisis (OECD 2012)

$$\ln VSL_{CR/cap} = 1,022(\ln PIB_{CR/cap}) - 0,445(\ln chrisk) + 0,0433$$

Valoración económica de la mortalidad

2. Cálculo del Valor de un año de vida (*VOLY*)

Pérdida en la esperanza de vida (EV)

$$VSL = VOLY \sum_{i=1}^N (1 + r_{dis})^{-i}$$

Individuo de referencia: Hombre 30-34 años , Esperanza de vida-49 años más,
Tasa de descuento 3%.

Años de vida ganados

$$YLG = N_i E_i$$

N es el número de muertes atribuibles por cada categoría de sexo i y E es la esperanza de vida en años para cada categoría de sexo i .

Valoración económica de la morbilidad

- i) la valoración basada en las preferencias individuales (disposición a pagar o compensación requerida)**
- ii) el costo de oportunidad asociado a la enfermedad (generalmente denominado costo-de-enfermedad, o medida daño-costo)**

DATOS NO EXISTEN PARA COSTA RICA. ENTONCES...

Valoración económica de la morbilidad

1) Valoración económica de un caso de bronquitis (ajustado para CR)

- DAP disminuir riesgo de contraer bronquitis crónica (Viscusi et al. 1991)
- Actualización de la DAP a precios constantes 2005
- Conversión de bronquitis crónica 'severa' a bronquitis crónica 'leve' con factor = 0,42 (Krupnick y Cropper 1992)
- Transferencia de la DAP en EEUU a un caso de bronquitis crónica en CR con el método naïve.

Valoración de todos los casos de bronquitis atribuibles =

No. Casos de bronquitis atribuibles * valor de 1 caso de bronquitis crónica en CR.

Valoración económica de la morbilidad

2) Valoración económica de un caso de asma (ajustado para CR)

- DAP para evitar un día con problemas respiratorios relacionados al asma en cinco países de Europa (Ready et al. 2004).
- Actualización de la DAP a precios constantes 2005.
- Transferencia de la DAP en Europa a un caso de crisis asmática en CR con el método naïve.

Valoración de todas las crisis asmáticas atribuibles =

No. Crisis asmáticas atribuibles * valor de 1 crisis asmática en CR.

Valoración económica de la morbilidad

3) Valoración económica de un ingreso hospitalario

3 componentes:

- **DAP de un individuo por evitar un ingreso hospitalario:** con base a Ready et al. (2004), DAP fue actualizado a precios 2005 y transferido a CR con el método Naïve.
- **Costo de hospitalización** por 3 días en Costa Rica (Banco Mundial 2012). DAP fue actualizado a 2011 a precios 2005.
- Valor de **tiempo** perdido debido al ingreso hospitalario (Banco Mundial 2012). DAP fue actualizado a precios 2005.

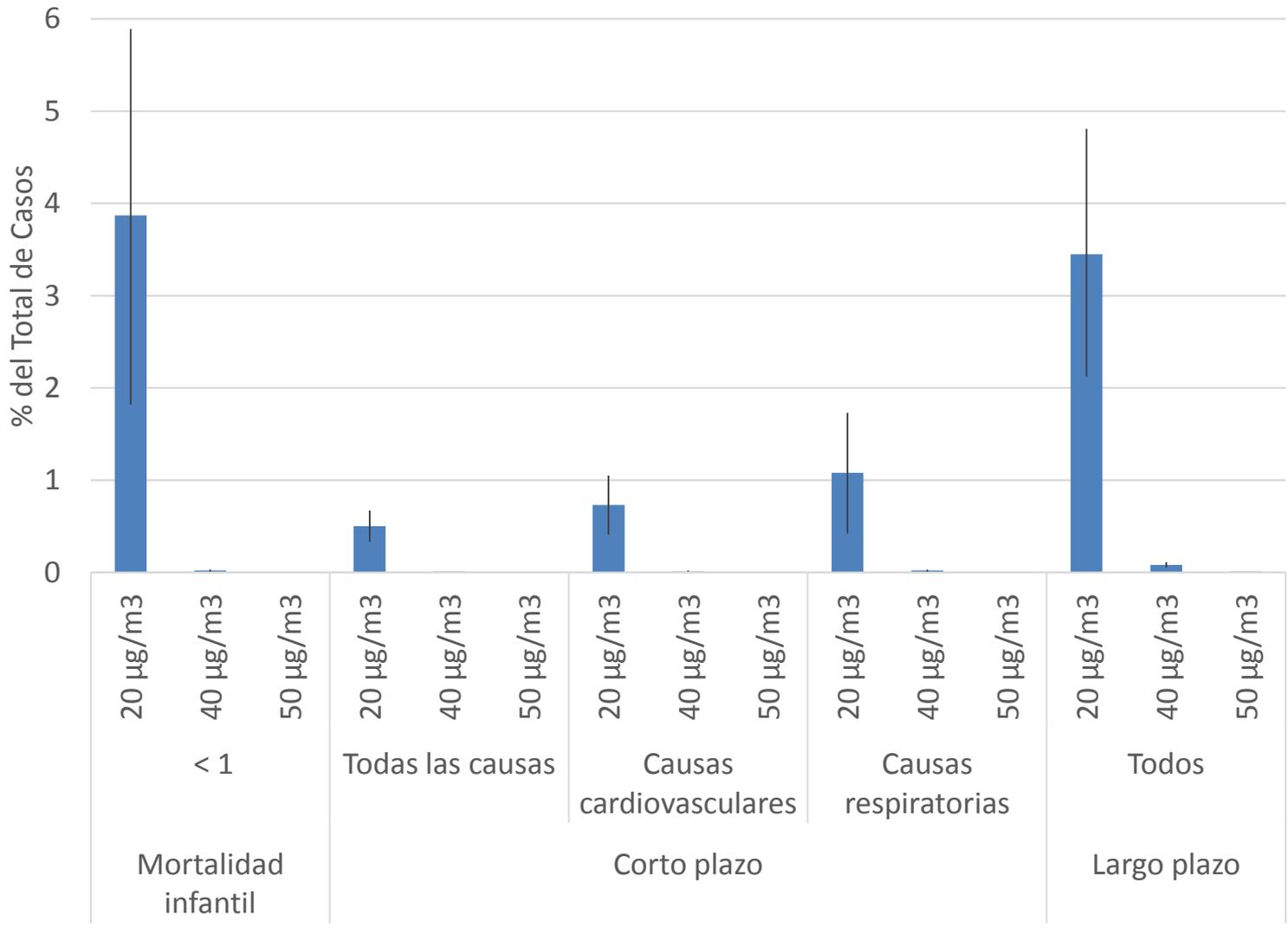
Valoración de todos los ingresos hospitalarios atribuibles=

(DAP ingreso hospitalario + Costo hospitalización + Valor del tiempo perdido) * No. de ingresos al hospital atribuibles)

RESULTADOS

Resultados Mortalidad

Beneficios anuales en la salud expresados en porcentaje de muertes evitadas debido a la reducción de la contaminación atmosférica de la GAM



Resultados Mortalidad: Valoración enfoque VSL

Valor de una vida estadística (VSL) calculado con el método naïve

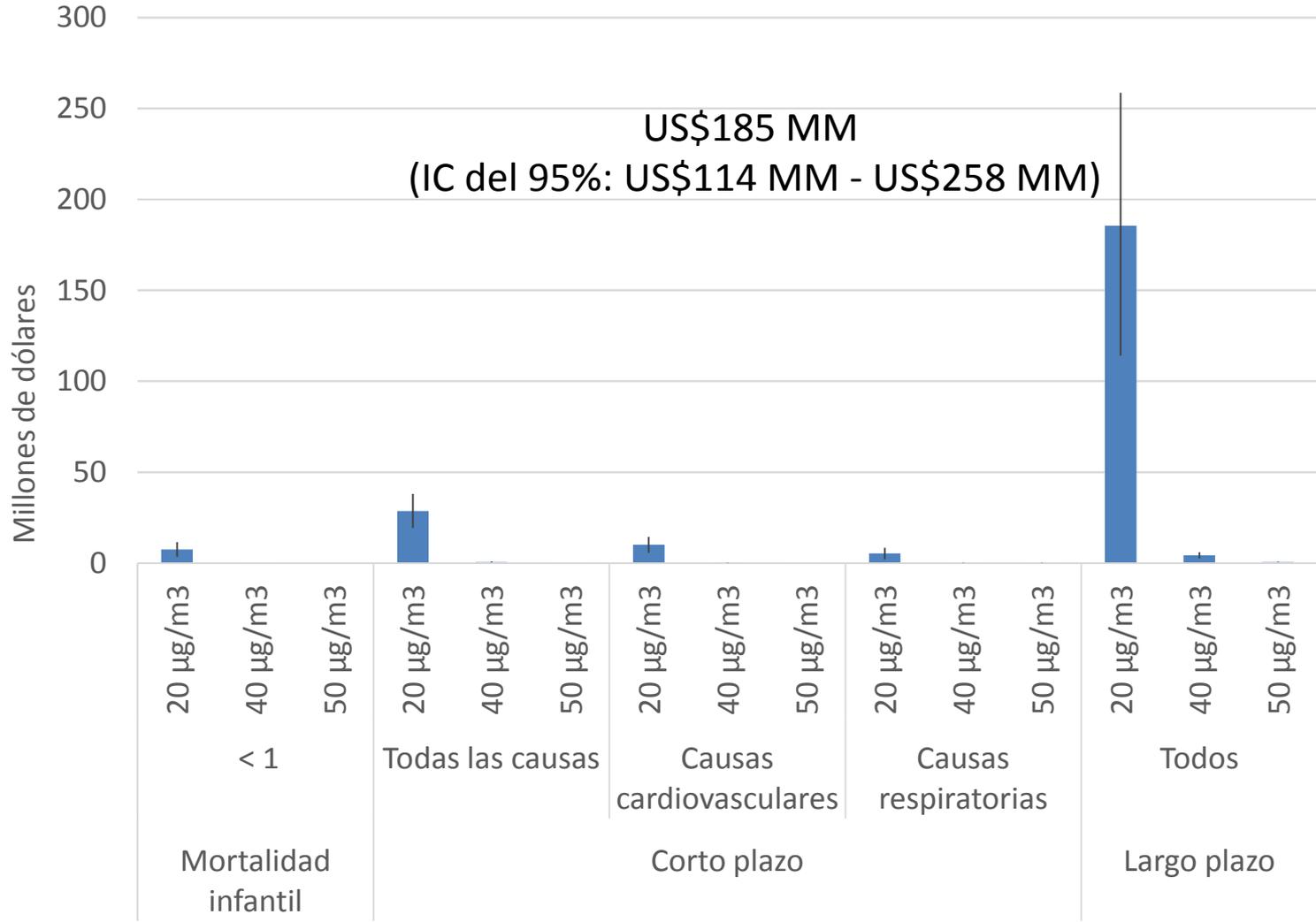
Elasticidad	1,5
VSL Costa Rica (US\$)	810.951,10
Ratio VSL/PIB _{CR}	84,3
Intervalo del VSL por cambios en elasticidad (US\$)	(1.445.505,2 - 454.956,2)

VSL calculado con el método de meta-análisis

Factor de riesgo	$9,00 \times 10^{-05}$
VSL Costa Rica (US\$)	776.592,80
Ratio	80,7
Intervalo del VSL por cambios en el factor de riesgo (US\$)	(1.008.764,1 - 31.593,45)

Resultados Mortalidad: Valoración enfoque VSL

Beneficios anuales monetizados por el número de muertes evitadas debido a la reducción de la contaminación (naïve)



NOTA: elasticidad de precios utilizada de 1,5

Resultados Mortalidad: Valoración enfoque VOLY

Valor monetario de un año de vida (VOLY)

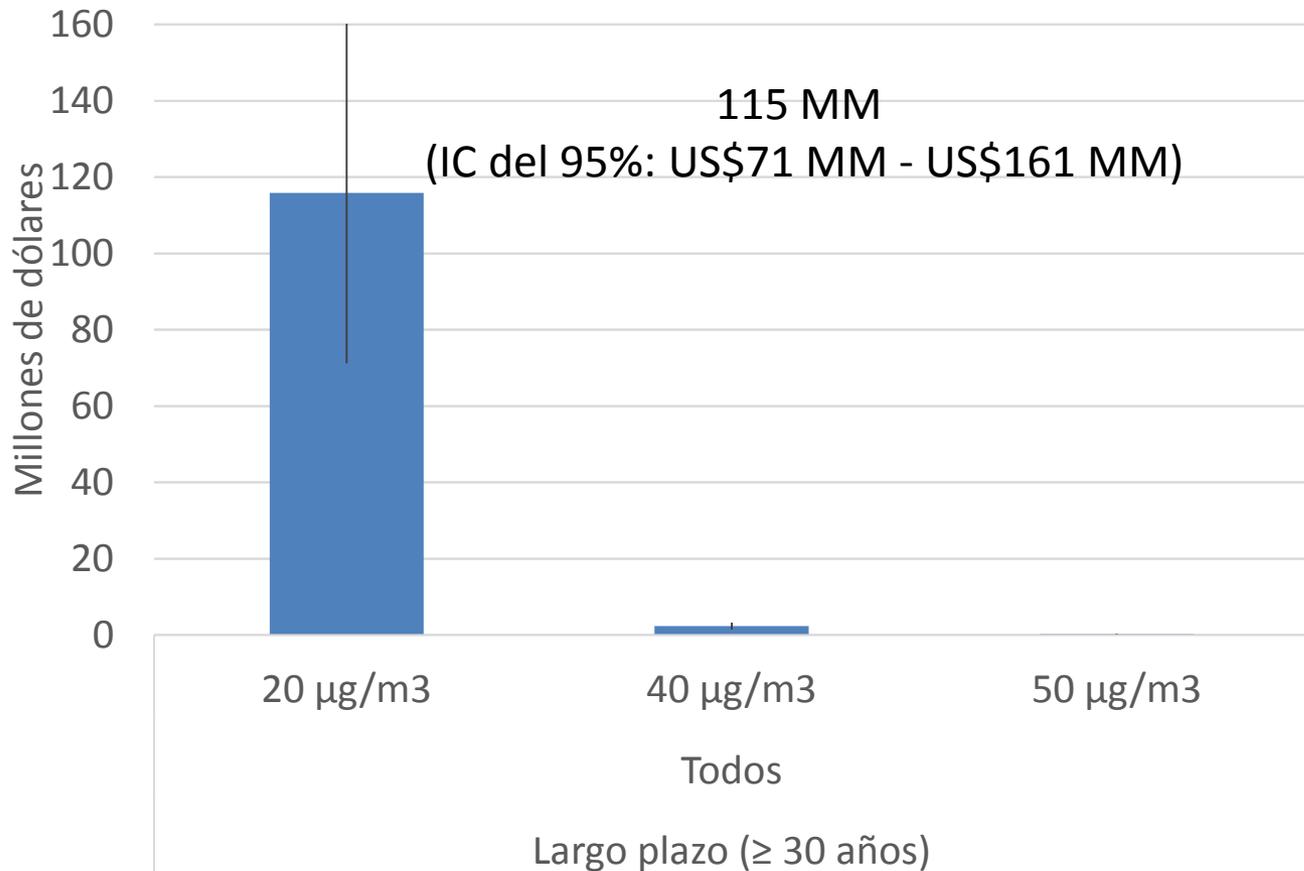
Método de cálculo de VSL	Elasticidad de Ingresos	VOLY (US\$)
Naïve	1,5 (1,25 - 1,75)	30.600,01 (40.853,96 - 22.919,71)
Meta-análisis	-	29.303,56

Años de vida ganados para cada escenario

Efecto	Edad	Reducción de la concentración media anual hasta 20 µg/m3	Reducción de la concentración media anual hasta 40 µg/m3	Reducción de la concentración media anual hasta 50 µg/m3
		años de vida ganados	años de vida ganados	años de vida ganados
Total de muertes por todas las causas debido a exposición a largo plazo (se incluyen los efectos a corto plazo)	≥ 30	3.786,63 (2.327,52 - 5.280,59)	76,91 (47,28 - 107,26)	9,10 (5,59 - 12,69)

Resultados Mortalidad: Valoración enfoque VOLY

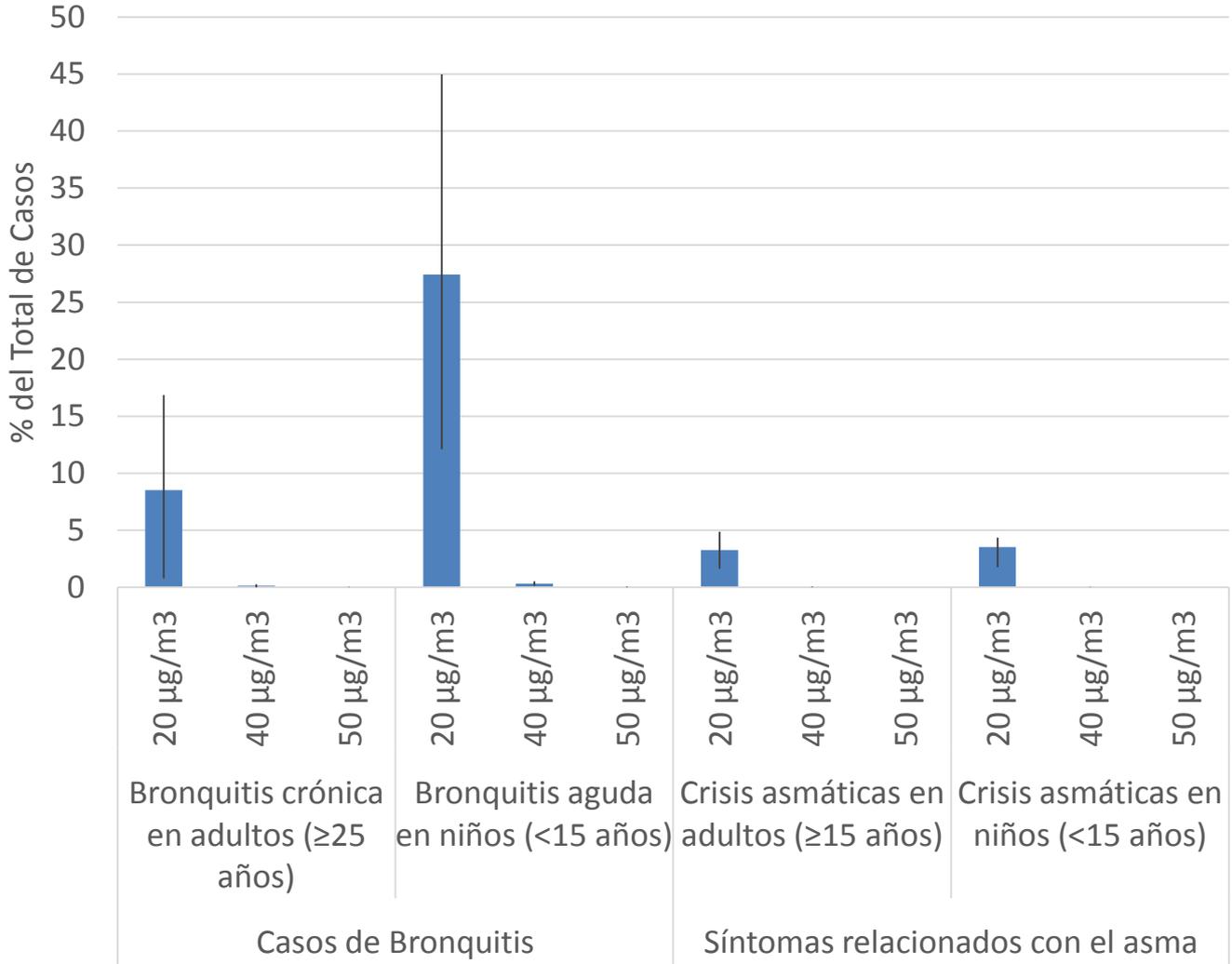
Beneficios anuales monetizados por la cantidad de años de vida ganados por la reducción de la contaminación del aire (naïve)



NOTA: elasticidad de precios utilizada de 1,5

Resultados Morbilidad: todas

Porcentajes de casos de enfermedades evitadas debido a la reducción de la contaminación



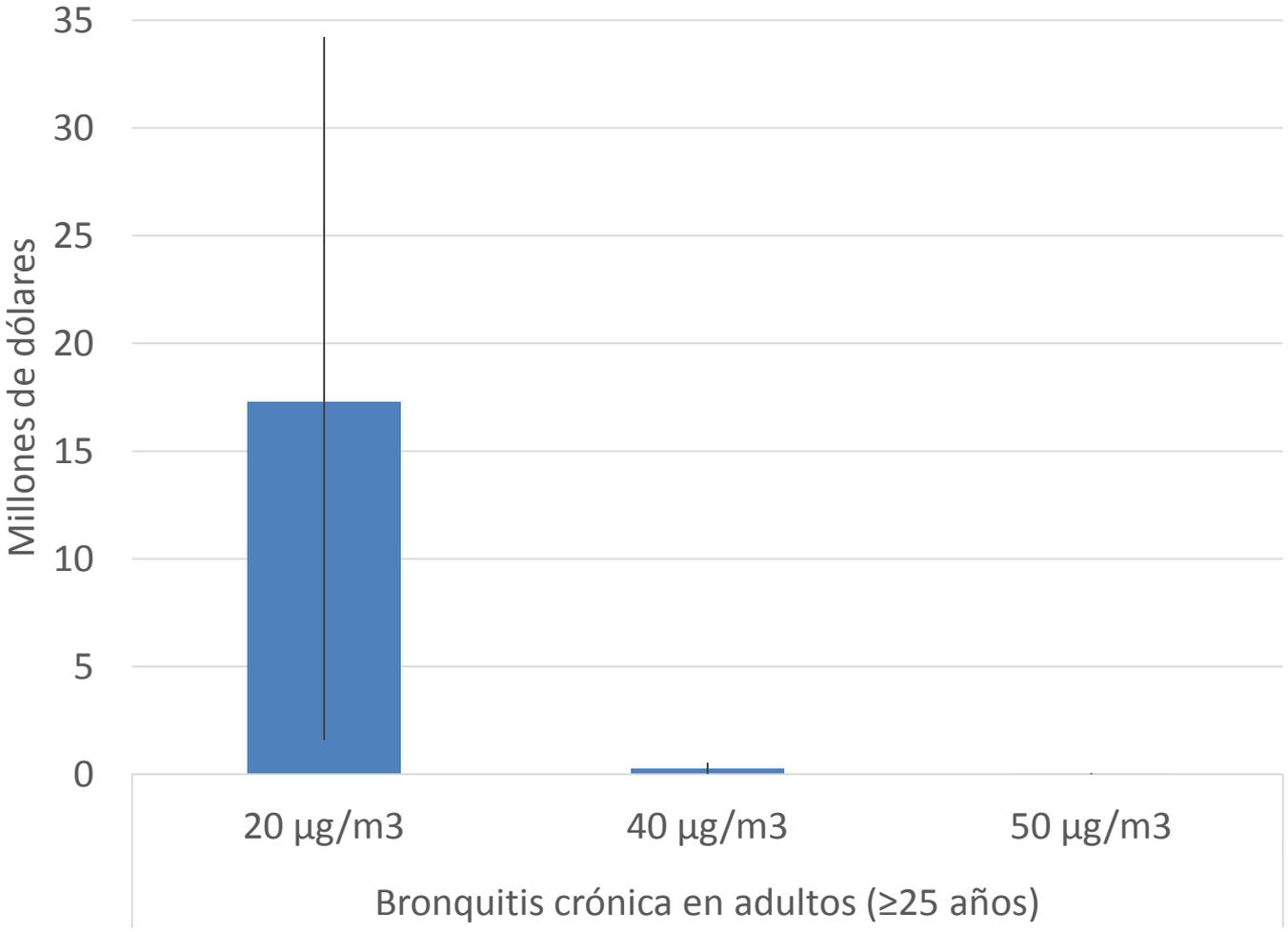
Resultados Morbilidad: Bronquitis crónica

Valor de **un** caso de bronquitis crónica en adultos en Costa Rica

Elasticidad	1,5
Valor de un caso de bronquitis crónica (US\$)	30.687,33
Intervalo del valor de un caso de bronquitis crónica por cambios en la elasticidad (US\$)	(65.789,14 - 14.314,10)

Resultados Morbilidad: Bronquitis crónica

Beneficios anuales por casos evitados por la reducción de la contaminación



NOTA: elasticidad de precios utilizada de 1,5

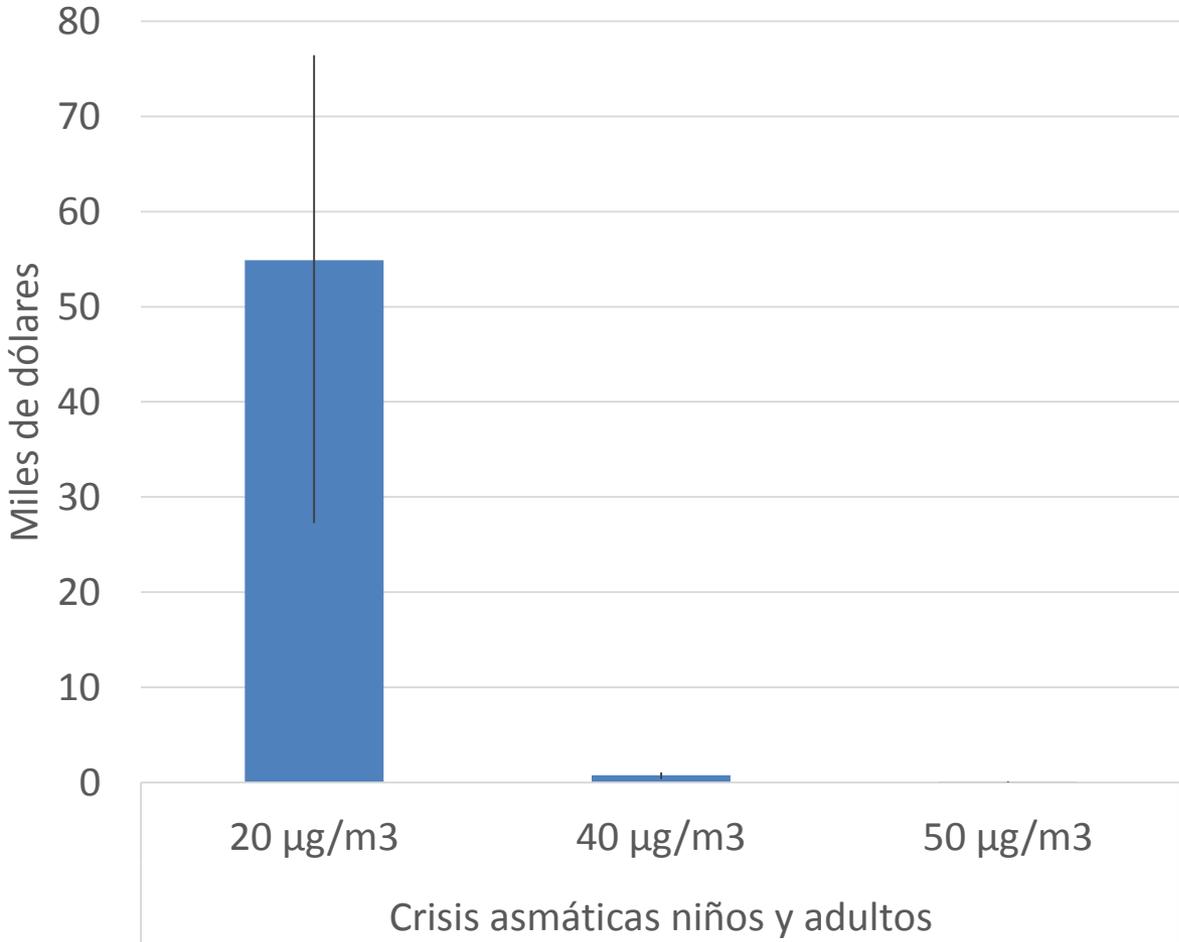
Resultados Morbilidad: crisis asmática

Valor de **un** caso de crisis asmática en adultos en Costa Rica

Elasticidad	1,5
Valor de una crisis asmática en Costa Rica (US\$)	7,75
Intervalo del valor de una crisis asmática por cambios en la elasticidad (US\$)	(14,17 - 4,24)

Resultados Morbilidad: crisis asmática

Beneficios anuales por casos evitados por la reducción de la contaminación



NOTA: elasticidad de precios utilizada de 1,5

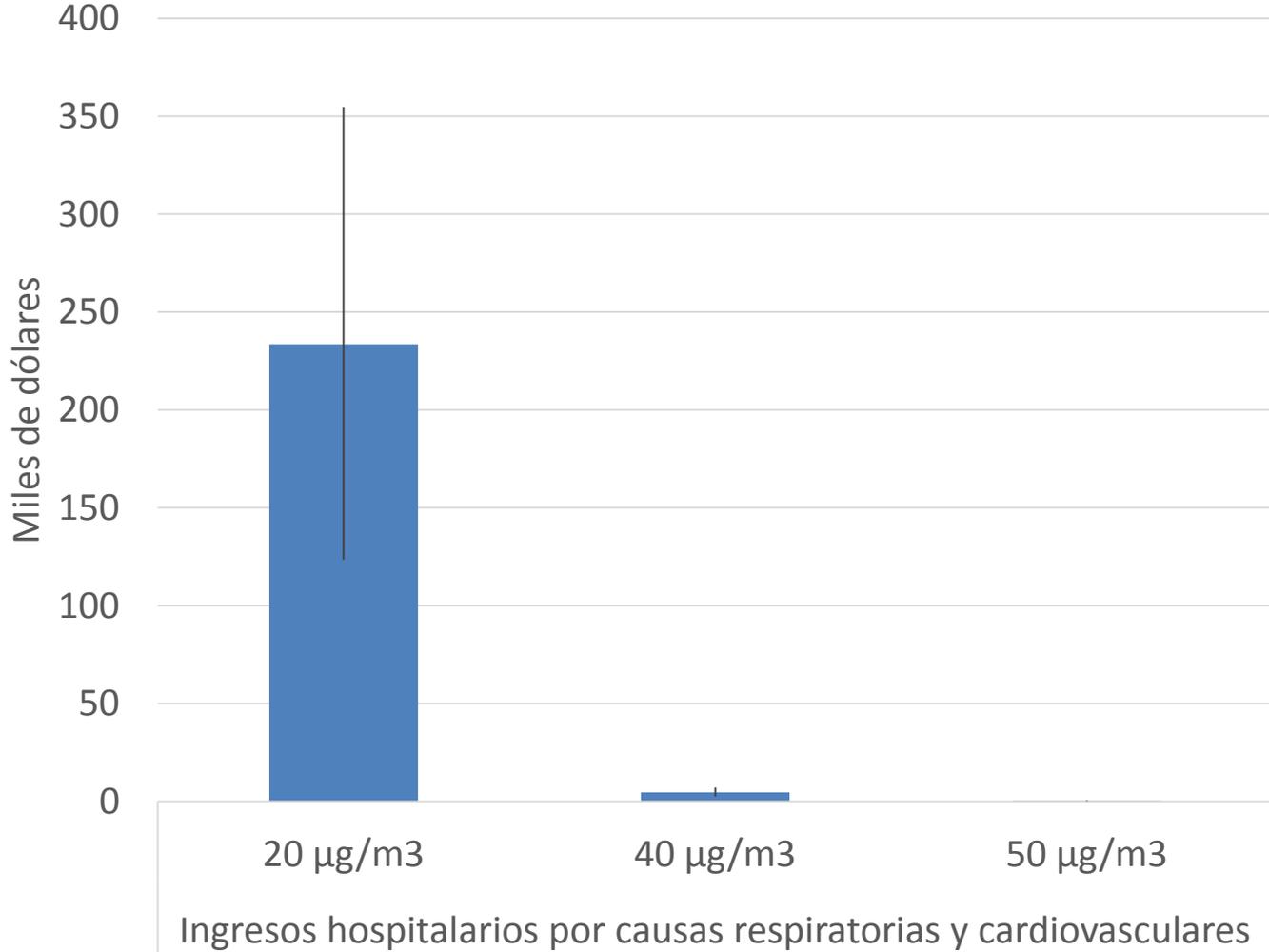
Resultados Morbilidad: Ingresos hospitalarios

Costo de **un** ingreso hospitalario en Costa Rica

Elasticidad	1,5
Costo de un ingreso hospitalario en Costa Rica (US\$)	2.267.36
Intervalo del costo de un ingreso hospitalario por cambios en la elasticidad (US\$)	(2.297.92 – 2.244.76)

Resultados Morbilidad: Ingresos hospitalarios

Beneficios anuales por casos evitados por la reducción de la contaminación



NOTA: elasticidad de precios utilizada de 1,5

Ingresos hospitalarios por causas respiratorias y cardiovasculares

Conclusiones

- i) Población de la GAM recibiría un considerable beneficio de una mejora en la calidad del aire hacia normativas más estrictas (normativa nacional casi que no es incumplida)**

- ii) Políticas ha de enfocarse principalmente al sector transporte y la recolección y recopilación de información**

Conclusiones

Matriz de políticas para algunos aspectos ambientales del transporte

Política	Combustible	Vehículo	Tráfico	Integrado
Regulación	Regulación calidad combustible	Regulación emisiones (nuevos o inspección)	Zonificación	Planificación urbana
Prohibición	Prohibición ciertos tipos de combustibles o componentes	Retiro, remoción o reparación de los vehículos más contaminantes	Restricción tráfico en ciertas zonas, horarios, y/o días	
Precio (impuesto)	Impuestos en combustibles (posiblemente diferenciados)	Impuestos o subsidios a vehículos	Tarifas transporte público	Precio a la circulación diferenciado por daño ambiental
Información	Etiquetado verde combustibles	Etiquetado verde vehículos	Etiquetado verde transporte público	
Depósito-devolución (o instrumentos de dos niveles)		Ej. Incentivar vehículos limpios a auto declararse, y que elijan de un menú de opciones de política		
Permisos de emisiones comercializables	Permisos transables			
Provisión pública			Estructura física (ej. Trenes)	

Fuente: Sterner y Coria (2012)

Algunos vacíos de información

- No existe un modelo de dispersión de contaminantes del área de estudio (al menos no al 2015).
- Falta de datos sobre “commuting”, ya que el estudio se realizó únicamente sobre personas que habitan en la GAM.
- No existen estudios nacionales ni regionales sobre DAP para reducir riesgos de muertes, contagio de enfermedades e ingresos hospitalarios.
- No hay estudios que determinen Funciones Concentración-Respuesta a nivel nacional o regional.
- Para estimar efectos mas amplios, el estudio puede extenderse a otras dimensiones: Agricultura, Ecosistemas y Patrimonio

VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE EN LA SALUD

EL CASO DEL GRAN ÁREA METROPOLITANA DE COSTA RICA

31 de Marzo, 2017

Ministerio de Ambiente y Energía

Costa Rica

