

## Beneficios en salud por la actualización regulatoria en materia de calidad del aire y salud en la región del SICA

### REPORTE – VERSIÓN BORRADOR

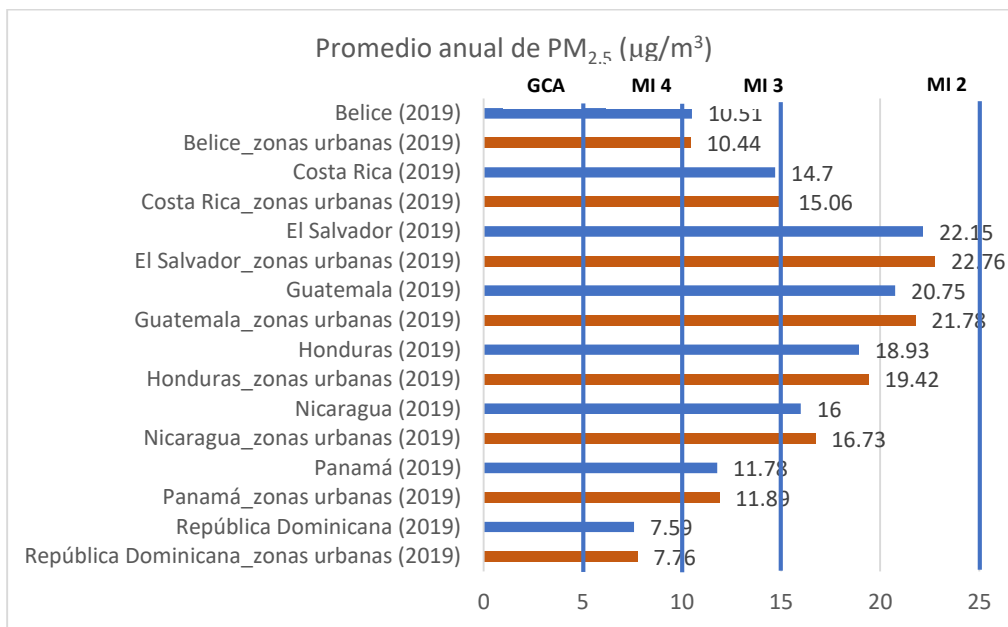
**Nota: elaborado en mayo de 2024 por el Clean Air Institute en el marco del proyecto “Avance en el logro de los objetivos de calidad del aire, clima y salud en la región Centroamericana” financiado por la Colación del Clima y Aire Limpio (CCAC).**

#### Antecedentes

En América Latina y el Caribe (ALC), casi la totalidad de las personas que viven en áreas urbanas se exponen a valores que superan las Guías de Calidad del Aire (GCA) 2021 de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y cada año se atribuyen más de 180,000 muertes prematuras a la contaminación del aire ambiente (WHO, 2022).

Específicamente para la región del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA), compuesto por Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá y República Dominicana, el promedio anual de PM<sub>2.5</sub> de los países, de las zonas urbanas y de las ciudades para los que se identificó información en el Portal de datos de contaminación del aire de la OMS (datos modelados para los países y zonas urbanas, y datos de monitoreo atmosférico -base de datos de calidad del aire- para las ciudades) (WHO, 2022), tienen valores superiores al recomendado en las GCA OMS (2021).

A nivel de país y del promedio para las zonas urbanas de cada país, solo República Dominicana cumple con la meta intermedia 4 (MI4) y Belice y Panamá con la meta intermedia 3 (MI3) de la OMS. A nivel de país, Costa Rica también cumple con la MI3, pero el promedio de sus zonas urbanas supera dicho valor (Figura 1). A nivel de ciudad, ninguna ciudad cumple con la MI4 y solo Ciudad de Guatemala y Ciudad de Panamá cumplen con la MI3. Sin embargo, un diagnóstico reciente de los sistemas de monitoreo de la región realizado por el *Clean Air Institute* (CAI), recomienda no emplear los datos a nivel de ciudad o emplearlos con cautela ya que presentan una incertidumbre importante.



**Figura 1.** Promedio anual de PM<sub>2.5</sub> (µg/m<sup>3</sup>) para los países (azul) y el promedio de las zonas urbanas (naranja oscuro) de los Estados Miembros del SICA. Fuente: elaboración propia con datos de WHO (2022).

GCA: Guía de calidad del aire MI: Meta intermedia

Los niveles de calidad del aire identificados y la ausencia de información confiable de concentración de contaminantes en las ciudades de la región SICA ponen en riesgo la salud de la población centroamericana y de República Dominicana.

La carga de mortalidad prematura atribuible a la contaminación del aire ambiente (exposición crónica a PM<sub>2.5</sub>) en el año 2019 estimada por la OMS fue de más de 16,000 muertes prematuras en la región SICA (WHO, 2022). Esta estimación incluye cinco causas de muerte que son: enfermedad isquémica del corazón, enfermedad vascular cerebral, enfermedad pulmonar obstructiva crónica y cáncer de pulmón, e infecciones respiratorias agudas bajas. En la Tabla y Figura 2 se observa el número y la tasa de muertes estandarizada por edad por cada 100,000 habitantes a nivel de país. En términos absolutos, los países con el mayor número de muertes fueron Guatemala, Honduras y República Dominicana. En términos relativos, los países con la mayor tasa y por encima del promedio de la región SICA fueron Honduras, Guatemala, Nicaragua y El Salvador, por otro lado, Costa Rica, Panamá, Belice y República Dominicana presentaron una tasa por debajo del promedio. Costa Rica, el país con la menor tasa es, por tanto, el país con el menor impacto relativo en su población, de acuerdo a las estimaciones de la OMS.

**Tabla 1.** Número y tasa de muertes\* atribuibles a la contaminación del aire ambiente en los países de la región SICA para el año 2019. Fuente: elaboración propia con datos de WHO (2022).

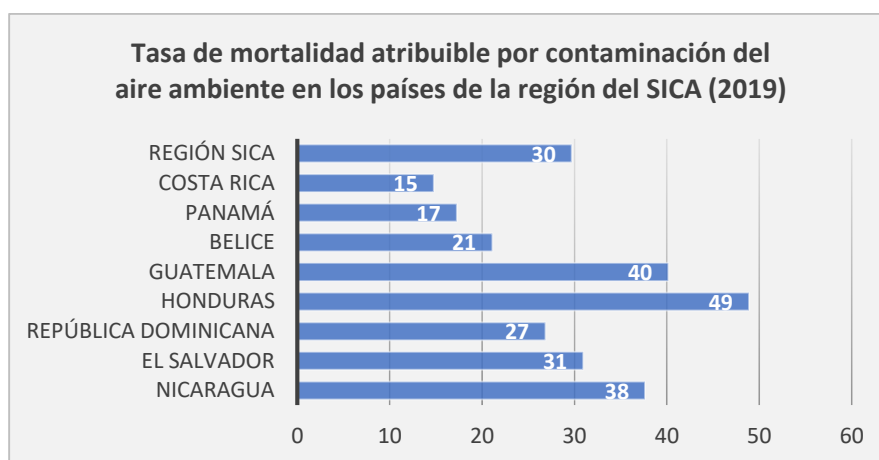
País	Número de muertes atribuibles (IC 95%)**	Tasa*** de mortalidad atribuible (IC 95%)**
Belice	55 [7-93]	21 [3-36]
Costa Rica	941 [670-1 227]	15 [11-19]
El Salvador	2,200 [1,508-2,850]	31 [21-40]
Guatemala	4,731 [3,429-6,058]	40 [29-51]
Honduras	3,018 [2,153-3,924]	49 [35-64]

Nicaragua	1,760 [1 173-2 271]	38 [25-49]
Panamá	816 [534-1 103]	17 [11-23]
República Dominicana	2,730 [772-4,250]	27 [8-42]
<b>Región SICA</b>	<b>16,251 [10,246-21,776]</b>	<b>30 [18-40]</b>

\*Considera la suma de las muertes por las cinco causas específicas.

\*\*IC 95%: Intervalo de confianza del 95%.

\*\*\*Tasa por 100,000 habitantes estandarizada por edad.



\*Tasa por 100,000 habitantes estandarizada por edad.

**Figura 2.** Tasa de mortalidad atribuible a la contaminación del aire ambiente en los países de la región SICA para el año 2019. Fuente: elaboración propia con datos de WHO (2022).

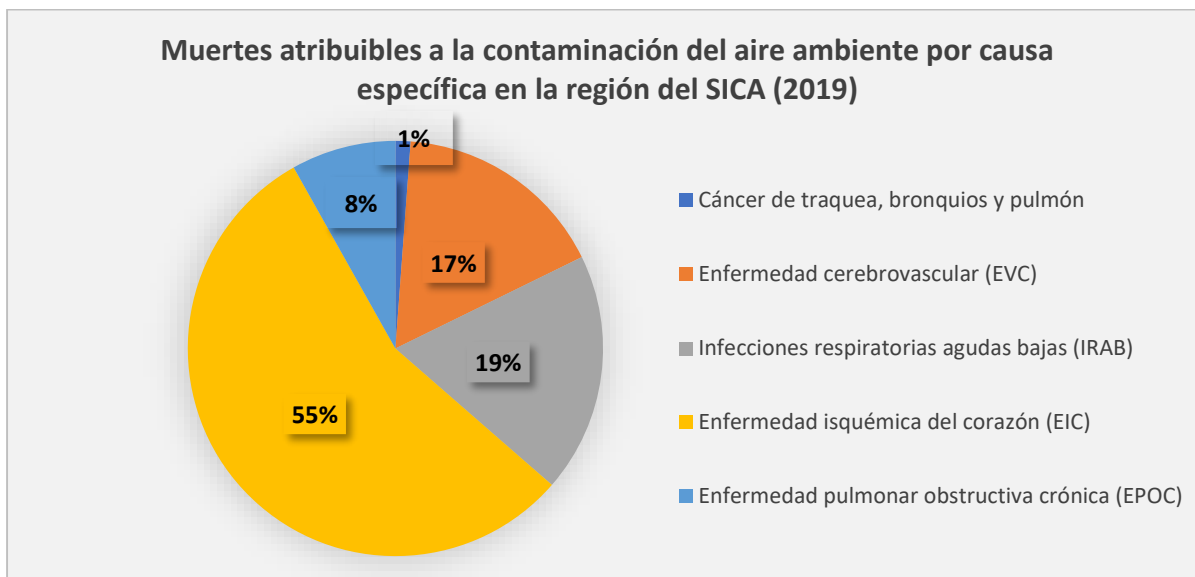
De las más de 16 mil muertes atribuibles a la contaminación del aire ambiente estimadas en la región del SICA por la OMS (2022), más del 70% de las muertes se asocian a enfermedades cardiovasculares (enfermedad isquémica del corazón y enfermedad vascular cerebral), y el resto a enfermedades respiratorias (infecciones respiratorias agudas bajas, enfermedad pulmonar obstructiva crónica y cáncer de pulmón) (Ver Tabla 2 y Figura 3).

**Tabla 2.** Muertes atribuibles por contaminación del aire ambiente desagregados por causa específica de muerte en la región SICA para el año 2019. Fuente: elaboración propia con datos de WHO (2022).

Causa de Muerte	Número de muertes atribuibles (IC 95%)**	Tasa*** de mortalidad atribuible (IC 95%)**
Cáncer de tráquea, bronquios y pulmón	191 [81-354]	0.4 [0.2-0.8]
Enfermedad vascular cerebral (EVC)	2693 [1102-4574]	5 [2-9]
Infecciones respiratorias agudas bajas (IRAB)	3033 [1,491-4,779]	5 [2-8]
Enfermedad isquémica del corazón (EIC)	9010 [4,802-12,381]	17 [9-23]
Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC)	1324 [350-2,958]	3 [0.7-6]
<b>Región SICA</b>	<b>16,251 [7,826-25,046]</b>	<b>30 [14-47]</b>

\*\*IC 95%: Intervalo de confianza del 95%.

\*\*\*Tasa por 100,000 habitantes estandarizada por edad.



**Figura 3.** Muertes atribuibles por contaminación del aire ambiente desagregados por causa específica de muerte en la región SICA para el año 2019. Fuente: elaboración propia con datos de WHO (2022).

Esta estimación de impactos en salud está subestimada ya que no considera la mortalidad por otras causas ni las múltiples enfermedades o presencia de síntomas atribuibles a la contaminación del aire.

Por otro lado, se identificó la presencia de un límite máximo permisible de concentración o estándar de calidad del aire de exposición crónica a  $PM_{2.5}$  en la normativa nacional de cuatro de los ocho países de la región SICA (Costa Rica, El Salvador, Panamá y República Dominicana). El valor para todos corresponde a la MI3 de las GCA OMS ( $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), es decir tres veces el valor objetivo recomendado por la OMS ( $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). En el resto de los países no se identificaron estándares para este contaminante y métrica de exposición. El establecimiento y actualización del estándar de exposición crónica a  $PM_{2.5}$  en la normatividad de los países se ha señalado como un tema de especial preocupación en la política de calidad del aire a escala mundial, debido a la gran evidencia científica de sus impactos en salud y la gran cantidad de población expuesta a niveles por encima de las directrices de la OMS (UNEP, 2021).

Las Guías de Calidad del Aire de la OMS (GCA) que fueron recientemente actualizadas (2021), y que establecen los niveles de contaminantes del aire a partir de los cuales existe evidencia robusta de efectos a la salud, representan una gran oportunidad para los países para establecer objetivos de calidad del aire ambiciosos e implementar estrategias para reducir la contaminación del aire, proteger la salud y mitigar el cambio climático. En ausencia de estudios epidemiológicos a nivel local, las Guías son un marco de referencia para un proceso de actualización o creación de normas en cada país, que permite el establecimiento de valores para asegurar la protección de la salud de las personas. Reconociendo la dificultad de algunos países en alcanzar los valores recomendados como aquellos de menos afectación a la salud, la guía establece concentraciones de metas intermedias de referencia para alcanzar gradualmente los niveles recomendados (OMS, 2021).

Finalmente, la evaluación de impacto en salud (EIS), que es la forma con la que comúnmente se le conoce a una evaluación de riesgo en salud, consiste en la estimación de la magnitud de los efectos adversos a la salud (mortalidad y/o morbilidad) que pueden resultar de la exposición a un peligro en particular y que,

en este caso, nos referimos a la contaminación del aire (OMS, 2016). Asimismo, esta herramienta permite cuantificar los beneficios en salud de escenarios de mejoras en la calidad del aire.

En este sentido, la EIS es un instrumento fundamental en la gestión de la calidad del aire y la salud pública al apoyar la actualización de la regulación -son el punto de partida para desarrollar o actualizar los estándares de calidad del aire de un país-; la definición de metas en calidad del aire y salud en una ciudad o región; el diseño, implementación y evaluación de políticas y medidas que buscan mejorar la calidad del aire y proteger la salud de la población en las ciudades; la toma de decisiones; así como la sensibilización de los distintos actores, incluyendo la población general.

## Objetivo

El objetivo del presente estudio es llevar a cabo una evaluación de impacto en salud para cuantificar los beneficios de distintos escenarios de mejora de la calidad del aire que permita definir el valor del estándar nacional de calidad del aire a ser incluido en la Guía de legislación de calidad del aire, clima y salud para la región del SICA, y que se buscará los países adopten e integren en su normatividad a la brevedad. Asimismo, los resultados del estudio permitirán impulsar los procesos de desarrollo y actualización de la regulación en cada país.

## Metodología, pregunta de política pública e insumos de información

Se llevó a cabo una evaluación del impacto en salud de la contaminación del aire, metodología recomendada por la OMS (revisar OMS 2016, para mayores detalles de la metodología), empleando el *software AirQ+* de la OMS versión 2.2 en español, herramienta que facilita el cálculo de las estimaciones.

La pregunta de política pública específica a responder con este estudio fue la siguiente: *¿Cuántas muertes prematuras por exposición crónica a PM<sub>2.5</sub> se podrían evitar anualmente en los Estados Miembros de la región del SICA al establecer o actualizar sus estándares de calidad del aire al valor de las GCA de la OMS y sus metas intermedias, y alcanzar dichas concentraciones en el aire ambiente de los países?*

Los insumos de información requeridos para llevar a cabo la estimación incluyen la función concentración-respuesta (FCR), que cuantifica la probabilidad de ocurrencia de un impacto en salud en función de un cambio en la concentración de un contaminante y que se obtiene a partir de estudios epidemiológicos, idealmente a partir de estudios locales o, en su defecto, de meta-análisis. Asimismo, se requieren datos de calidad del aire, de salud y de población para el área de estudio (países de la región SICA) y para el año más reciente de datos que no haya sido afectado por la pandemia de COVID-19. Estos se detallan más adelante.

Al ser PM<sub>2.5</sub> el contaminante prioritario a evaluar y mitigar debido a su gran impacto en salud y la gran cantidad de población expuesta, y ya que la información disponible más confiable de calidad del aire en la región es para este contaminante, la estimación de beneficios en salud se realizará para dicho contaminante. Asimismo, la evaluación se hará a nivel de país por la calidad y disponibilidad de los datos de calidad del aire y porque el presente análisis es principalmente para contribuir a la discusión respecto a los estándares de calidad del aire que aplicarán a nivel nacional. Asimismo, se realizará el análisis considerando mortalidad por causas naturales (no externas) y no solo a las cinco causas de muerte estimadas por el estudio de la Carga Global de la Enfermedad, para contar con un panorama más completo

del impacto en la salud de la población. Finalmente, se evaluarán distintos escenarios de acuerdo a las metas intermedias y al valor guía de la OMS.

### Insumos de información

Para este estudio se empleó la función concentración-respuesta (FCR) obtenida del estudio de Chen, J. & Hoek, G. (2020), así como datos de calidad del aire y de salud provenientes de la OMS (*Global Health Observatory*) y datos de población de la Organización de Naciones Unidas (*World Population Prospects*), para el año 2019 a nivel de país. Estos se detallan a continuación.

#### ***Función concentración-respuesta (FCR)***

El riesgo relativo utilizado para llevar a cabo la estimación, fue el obtenido del estudio de Chen, J. & Hoek, G. (2020) al ser uno de los meta-análisis más recientes, más robustos y que fue empleado para actualizar las GCA de la OMS para material particulado en 2021. En este estudio, el riesgo relativo para mortalidad por causas naturales (no externas) fue de 1.08 (1.06–1.09). Asimismo, se selecciona como población de estudio el grupo de edad de 30 años y más, al ser el grupo de edad que la herramienta AirQ+ v2.2 de la OMS recomienda para dicha FCR y que tiene que ver con las características de la población de los estudios incluidos en el meta-análisis. Los datos de salud y de población a utilizar deben considerar este mismo grupo de edad.

#### ***Datos de calidad del aire (evaluación de exposición)***

Se empleó la concentración promedio anual de PM<sub>2.5</sub> ponderada por población (PPP) para todo el país (Total = agregación de áreas urbanas -ciudades y pueblos- y áreas rurales), a partir de estimaciones de alta resolución (0.1° cuadrículas) obtenidas a través del modelo DIMAQ que integra datos de satélite, estimaciones de población, topografía y mediciones en superficie (Tabla 3).

*Fuente de información:* Global Health Observatory. <https://data.who.int/indicators/i/F810947>

**Tabla 3.** Concentración promedio anual de PM<sub>2.5</sub> ponderada por población (PPP), de los países de la región SICA para el año 2019.

	País	Concentración promedio anual de PM <sub>2.5</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) (IC95%)
1	Belice	10.51 [4.33-20.50]
2	Costa Rica	14.70 [12.73-17.14]
3	El Salvador	22.15 [14.49-31.82]
4	Guatemala	20.75 [16.18-26.65]
5	Honduras	18.93 [13.48-25.56]
6	Nicaragua	16.00 [10.98-21.96]
7	Panamá	11.78 [8.46-15.13]
8	República Dominicana	7.59 [4.67-11.52]
	<b>Región SICA promedio simple*</b>	15.3 [9.87-17.85]
	<b>Región SICA PPP países**</b>	17.2 [12.2-23.3]



\*Promedio anual para la región SICA calculado a partir del promedio simple del valor total (áreas urbanas y rurales) para cada país.

\*\*SICA PPP país: promedio ponderado por población. El promedio anual para la región SICA se calculó a partir del PPP del valor total para cada país.

En la Tabla se observa que los promedios anuales de PM<sub>2.5</sub> PPP más altos entre los países del SICA y que superan el promedio (PPP) de la región (17.2 µg/m<sup>3</sup>) que es más de tres veces el valor de la OMS, se encontraron en El Salvador, Guatemala y Honduras. Los promedios más bajos se identificaron en República Dominicana, Belice, Panamá, Costa Rica y Nicaragua. Solo República Dominicana cumplió con la MI-4 de la OMS; Belice, Panamá y Costa Rica con la MI-3; y Nicaragua, Honduras, Guatemala y El Salvador con la MI-2.

### **Datos de salud (mortalidad basal)**

Se obtuvo el número absoluto y la tasa de mortalidad para causas naturales (no externas) y para el grupo de edad de 30 años de edad y más, en armonía con la FCR seleccionada (Tabla 4).

*Fuente de información: Global Health Observatory. Mortalidad por causas específicas 2000-2019*  
<https://www.who.int/data/gho/data/themes/mortality-and-global-health-estimates/ghe-leading-causes-of-death>

**Tabla 4.** Número de muertes e incidencia por causas naturales no externas en adultos de 30 años de edad y más en los países de la región SICA en el año 2019.

País	Número de muertes por causas naturales* en 30+	Tasa** de mortalidad por causas naturales* en 30+**
Belice	1,369	850
Costa Rica	20,222	723
El Salvador	30,604	1,111
Guatemala	65,333	1,067
Honduras	40,520	1,057
Nicaragua	26,350	975
Panamá	16,758	809
República Dominicana	54,640	1,096
SICA	255,797	1,006

\*\*Tasa por 100,000 habitantes.

En la Tabla se observa que los países con el mayor número de muertes para el grupo de edad de la población de estudio (30 años y más) fueron Guatemala, República Dominicana, Honduras y El Salvador; los países con la mayor tasa de mortalidad por causas naturales fueron El Salvador, República Dominicana, Guatemala y Honduras (Tabla 5), por encima del promedio de la región SICA. El país con la menor tasa fue Costa Rica, seguido de Belice, Nicaragua y Panamá.

### **Datos de población**

Se obtuvieron datos de población total y para el grupo de edad de 30 años a nivel de país, en armonía con la FCR seleccionada (Tabla 5).

*Fuente de los datos de población: UN World Population Prospects.*

<https://population.un.org/dataportal/data/indicators/49/locations/84,188,214,222,340,320,558,591/sta rt/2010/end/2024/table/pivotbylocation?df=2bc3848c-d54b-4fca-a637-015daf5cf243>

**Tabla 5.** Población total y población de 30 años de edad y más de los países de la región SICA para el año 2019.

País	Población total	Población 30+*
Belice	389,095	161,019
Costa Rica	5,084,532	2,795,896
El Salvador	6,280,217	2,754,531
Guatemala	17,106,338	6,121,581
Honduras	9,958,829	3,832,689
Nicaragua	6,663,924	2,701,277
Panamá	4,232,532	2,070,215
República Dominicana	10,881,883	4,986,945
SICA	60,597,350	25,424,152

En la Tabla se observa que la región SICA supera los 60 millones de habitantes. Los países con la mayor población y que superan los nueve millones de habitantes fueron Guatemala, República Dominicana y Honduras. Todos los países superan los cuatro millones de habitantes, excepto Belice, con menos de medio millón de habitantes.

### Escenarios de calidad del aire (punto de corte o valor contrafactual)

Se evaluaron diversos escenarios de calidad del aire a nivel de país que consideraron los siguientes puntos de corte o valores contrafactuales: la GCA de la OMS y sus metas intermedias 3 y 4 (Tabla 6). No se evaluaron las metas intermedias 1 y 2 ya que ningún país supera dichos valores y el resultado de la estimación de beneficios en salud para estos casos sería de cero.

**Tabla 6.** Puntos de corte de PM<sub>2.5</sub> (promedio anual) empleados para la estimación de beneficios en salud por mejoras en la calidad del aire en la región SICA.

Meta intermedia 1	Meta intermedia 2	Meta intermedia 3	Meta intermedia 4	GCA OMS
35 µg/m <sup>3</sup>	25 µg/m <sup>3</sup>	15 µg/m <sup>3</sup>	10 µg/m <sup>3</sup>	5 µg/m <sup>3</sup>
No se evalúa	No se evalúa	Sí se evalúa	Sí se evalúa	Sí se evalúa

## Resultados

En este estudio se evaluaron el número de muertes que se podrían evitar anualmente de alcanzar la GCA de la OMS y sus metas intermedias 4 y 3 (Tabla 7 y Figura 4) a nivel de país. Posteriormente se agregaron los valores a nivel de país para obtener el resultado para la región SICA.

**Tabla 7.** Muertes evitables de alcanzar la GCA, MI-4 y MI-3 de la OMS por país y para la región SICA (IC95%).

	GCA	MI-4	MI-3
Belice	57 (43-63)	5 (4 - 6)	0 (0 - 0)



	GCA	MI-4	MI-3
Costa Rica	1,455 (1,111 - 1,622)	718 (546 - 803)	0 (0 - 0)
El Salvador	3,784 (2,910 - 4,205)	2,732 (2,092 - 3,042)	1639 (1,249 - 1,829)
Guatemala	7,458 (5,729 - 8,292)	5,188 (3,967 - 5,781)	2,828 (2,153 - 3,158)
Honduras	4,119 (3,159 - 4,584)	2,691 (2,055 - 3,001)	1,207 (917 - 1,349)
Nicaragua	2,139 (1,636 - 2,383)	1,189 (905 - 1,328)	202 (153 - 226)
Panamá	852 (649 - 951)	228 (173 - 255)	0 (0 - 0)
República Dominicana	1,078 (818 - 1,206)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)
SICA	20,942 (16,055-23,306)	12,751 (9,742 - 14,216)	5,876 (4,472 - 6,562)

En la Tabla 7 y la Figura 4 se observa que los países con la mayor cantidad de muertes evitables por mejoras en la calidad del aire ambiente son Guatemala, Honduras, El Salvador y Nicaragua, superando las 3,500 muertes evitables cada año. Por otro lado, Costa Rica, República Dominicana, Panamá y Belice presentan menos de 1,500 muertes evitables cada año. En cuanto a escenarios de mejora de la calidad del aire, entre más estricto el valor a alcanzar, mayor la cantidad de muertes evitables y que para la región van de 20,900 de alcanzar la GCA, a 5,900 de alcanzar la MI-3.

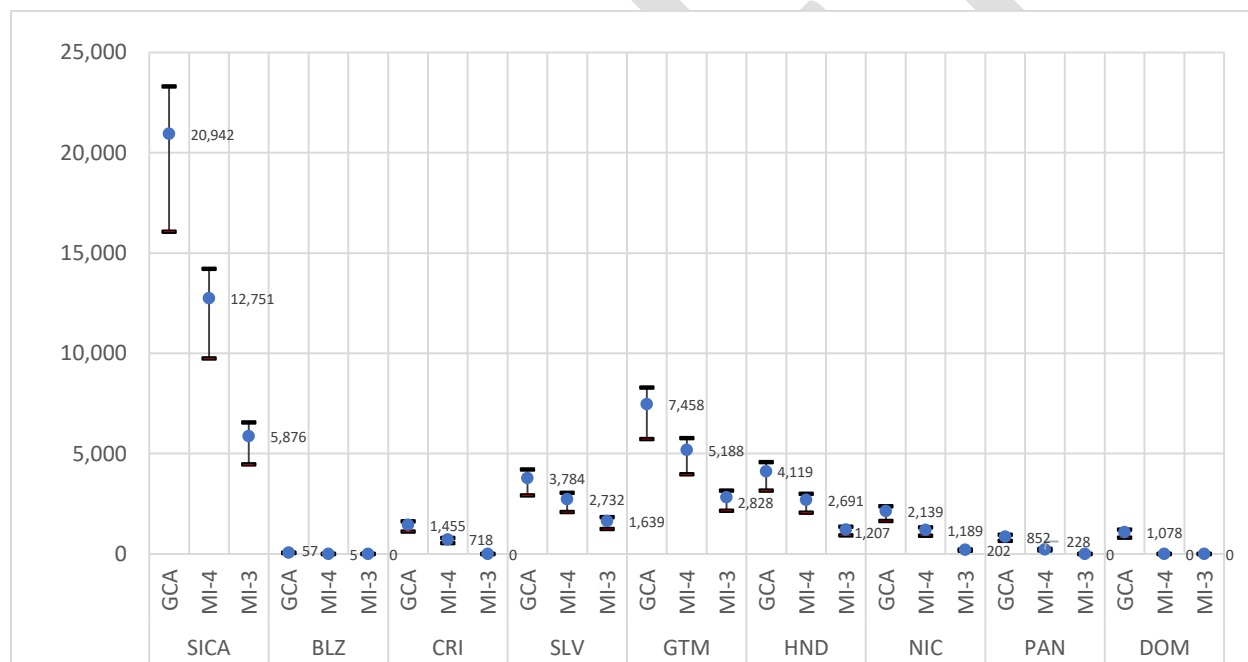


Figura 4. Muertes evitables de alcanzar la GCA, MI-4 y MI-3 de la OMS de la OMS por país y para la región SICA (IC95%).

Sin embargo, ya que los países cuentan con un tamaño de población y de muertes muy diversa, es importante complementar este análisis evaluando la tasa de mortalidad y la fracción de mortalidad evitable al mostrar la magnitud del problema en proporción a su población y a su estado de salud.

De la Tabla 8 se destaca que El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua son los países con la tasa y la fracción de mortalidad evitable más alta por mejoras en la calidad del aire. Asimismo, se observa que República Dominicana es el país con las tasas y las fracciones evitables más bajas. En Salvador, por ejemplo,

se estima que se podrían evitar alrededor del 12 % del total las muertes por causas naturales que ocurren en el país de alcanzar la GCA de la OMS; esto baja al 2% en el caso de República Dominicana.

**Tabla 8.** Tasa de mortalidad evitable de alcanzar la GCA, MI-4 y MI-3 de la OMS por país y para la región SICA (IC95%).

	GCA	MI-4	MI-3
<b>Belice</b>	35 (27 - 39)	3 (3 - 4)	0 (0 - 0)
<b>Costa Rica</b>	52 (40 - 58)	26 (20 - 29)	0 (0 - 0)
<b>El Salvador</b>	137 (106 - 153)	99 (76 - 110)	59 (45 - 66)
<b>Guatemala</b>	122 (94 - 135)	85 (65 - 94)	46 (35 - 52)
<b>Honduras</b>	107 (82 -120)	70 (54 - 78)	31 (24 - 35)
<b>Nicaragua</b>	79 (61 - 88)	44 (34 - 49)	7 (6 - 8)
<b>Panamá</b>	41 (31 - 46)	11 (8 - 12)	0 (0 - 0)
<b>República Dominicana</b>	22 (16 - 24)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)

**Tabla 9.** Fracción de mortalidad evitable de alcanzar la GCA, MI-4 y MI-3 de la OMS por país y para la región SICA (IC95%).

	GCA	MI-4	MI-3
<b>Belice</b>	4.2% (3.2 - 4.6)	0.4% (0.3 - 0.4)	0% (0 - 0)
<b>Costa Rica</b>	7.2% (5.5 - 8)	3.6% (2.7 - 4)	0% (0 - 0)
<b>El Salvador</b>	12.4% (9.5 - 13.7)	8.9% (6.8 - 9.9)	5.4% (4.1 - 6)
<b>Guatemala</b>	11.4% (8.8 - 12.7)	7.9% (6 - 8.9)	4.3% (3.3 - 4.8)
<b>Honduras</b>	10.2% (7.8 - 11.3)	6.6% (5 - 7.4)	3% (2.3 - 3.3)
<b>Nicaragua</b>	8.1% (6.2 - 9)	4.5% (3.4 - 5)	0.8% (0.6 - 0.9)
<b>Panamá</b>	5.1% (3.9 - 5.7)	1.4% (1 - 1.5)	0% (0 - 0)
<b>República Dominicana</b>	2% (1.5-2.2)	0% (0 - 0)	0% (0 - 0)
<b>SICA*</b>	8.2%	4.9%	2.2%

\*Calculado a partir de la suma del número de muertes estimadas en todos los países entre el número de muertes totales (255,797) para la región para cada escenario.

## Discusión

Los resultados muestran que cada año se podrían evitar al menos 20,000 de las muertes por contaminación del aire que ocurren en personas de 30 años y más en la región SICA de alcanzar los valores de las GCA de la OMS, lo que corresponde al 8.2% de las muertes totales de causas naturales para este grupo de edad (fracción atribuible). Esto se debe a que la concentración promedio anual de PM<sub>2.5</sub> en los países de la región es entre 1.5 y 4 veces el valor establecido en las GCA. De alcanzarse la MI-4 y la MI-3, se podrían evitar 12,751 (4.9%) y 5,876 (2.3%), respectivamente. La mayoría de estas muertes ocurren en personas con enfermedades previas y en adultos mayores.

A nivel de país, se observa que, de lograr mejoras en la calidad del aire, todos los países tendrían beneficios importantes en salud por lo que es urgente actuar. Los países que tendrían los mayores beneficios por la cantidad de muertes evitadas serían Guatemala, Honduras, El Salvador y Nicaragua.

Al evaluar los beneficios que traería alcanzar los niveles establecidos en la normatividad vigente en la región SICA -solo cuatro de los ocho países cuentan con estándar para  $PM_{2.5}$  que corresponden a la MI-3 y que es de  $15 \mu g/m^3$  (Costa Rica, El Salvador, Panamá y República Dominicana)-, se evitarían 1,639 muertes, todas ellas en República Dominicana, ya que la concentración PPP de  $PM_{2.5}$  en los otros tres países con estándar está por debajo de  $15 \mu g/m^3$ . Esto representa únicamente el 7.8% del total de las muertes que se podrían evitar en la región del SICA de alcanzar la GCA de la OMS.

En este sentido y tomando en cuenta las recientes actualizaciones de la regulación de calidad del aire que están ocurriendo en países y regiones del mundo, transitando a la MI-4 ( $10 \mu g/m^3$ ) en el caso de México y la Unión Europea (DOF, 2021; Council of the EU, 2024), y por debajo de ella ( $9 \mu g/m^3$ ) en el caso de Estados Unidos (US EPA, 2024), por la cada vez mayor evidencia científica de los impactos en salud por exposición a  $PM_{2.5}$  a concentraciones tan bajas como  $5 \mu g/m^3$ , y en línea con la reciente actualización de las GCA de la OMS, se propone que la Guía de legislación de calidad del aire, clima y salud para la región SICA incluya como estándar para exposición crónica a  $PM_{2.5}$  la MI-4. Se promoverá que dicho valor se integre en la legislación de todos los países a la brevedad, con una revisión cada cinco años para evaluar la pertinencia de transitar hacia el valor de la GCA OMS ( $5 \mu g/m^3$ ).

Alcanzar la MI-4 en la calidad del aire de los países, significaría evitar al menos 12,700 muertes prematuras en la región, además de evitar otros efectos en salud y sus consecuencias sociales y económicas para el individuo, los gobiernos y la sociedad. Aunque la MI-4 es un objetivo ambicioso, es importante resaltar que es dos veces el valor guía de la OMS y que, por tanto, de alcanzarse este nivel de  $PM_{2.5}$  en el aire ambiente, se estaría aceptando un riesgo importante en salud: alrededor de 8,000 muertes prematuras anuales.

La situación de los estándares de calidad del aire representa una importante oportunidad de mejora para la región SICA. Los estándares debidamente publicados como parte de una normativa o instrumento legal en un país, constituyen un elemento clave que soporta de manera formal y vinculante la gestión de la calidad del aire, por cuanto son la referencia cuantitativa de los valores o rangos de concentración de contaminantes que no deberían excederse en el aire, con la finalidad de prevenir impactos negativos en la salud de las personas y en el medio ambiente (UNEP, 2021). Sin una normativa al respecto, el país no tiene un objetivo cuantitativo legalmente establecido que permita diseñar e implementar estrategias claras de gestión, y evaluar su respectivo impacto.

Al mismo tiempo de establecer o actualizar los estándares de calidad del aire, será clave que los países y ciudades establezcan o actualicen las normas de límites de emisiones dirigidas a las fuentes principales (móviles, fijas, de área), fortalecer sus herramientas de gestión, e implementar medidas de control y reducción de emisiones para hacer realidad dicho valor de concentración de material particulado fino en sus ciudades. La sola actualización de concentraciones más estrictas no generará impactos positivos y significativos, sino que debe ir acompañada de todo un marco regulatorio y político de planeación, implementación y seguimiento (UNEP, 2021).

## Limitantes

Una de las limitantes principales que se pueden encontrar al momento de llevar a cabo EIS es la falta y la mala calidad de los datos, sobre todo de datos de calidad del aire. Ya que en general no se identificaron datos de calidad del aire oficiales confiables provenientes de las estaciones de monitoreo atmosférico de las ciudades y países de la región, el análisis se hizo a nivel de país empleando la concentración promedio anual de  $PM_{2.5}$  PPP para todo el país, a partir de estimaciones del modelo DIMAQ (Tabla 3). La incertidumbre de este modelo se incrementa si no existen o existen pocos datos a nivel de superficie para su calibración.

Emplear un solo valor de calidad del aire para todo un país no permite observar los gradientes espaciales en la concentración del contaminante que están presentes y, por tanto, los gradientes en impactos en salud. Es muy probable que las ciudades principales de la región, que cuentan con una alta densidad de población, tengan concentraciones mucho más altas que el promedio para el país y, por tanto, un mayor riesgo en salud. Asimismo, la población se expone a múltiples contaminantes de forma simultánea, por lo que evaluar un solo contaminante solo muestra una parte de los impactos.

Respecto a la FCR, el meta-análisis de Chen, J., & Hoek, G. (2020), de donde se obtuvo, no incluye estudios realizados en América Latina, sin embargo, es el metaanálisis más reciente, fue empleado para actualizar las GCA OMS, y considera el rango de concentración del promedio anual de  $PM_{2.5}$  que presentan las ciudades de la región.

Por otro lado, para facilitar el cálculo de los impactos, se empleó la herramienta *AirQ+* de la OMS. Como todas las herramientas para llevar a cabo EIS, esta cuenta con simplificaciones en la metodología que contribuyen a la incertidumbre de los resultados (OMS, 2019).

Finalmente, las muertes prematuras son solo una parte de los impactos en salud derivados de la exposición a la contaminación del aire. La contaminación del aire, como se mencionó anteriormente, da lugar a alteraciones en todos los órganos y sistemas del cuerpo humano. Asimismo, esta estimación corresponde únicamente a la población del grupo de edad de 30 años y más.

La identificación de estas limitantes es de utilidad para identificar oportunidades de mejora de la misma. Por ejemplo, demuestra la apremiante necesidad de poner en marcha y fortalecer los sistemas de monitoreo atmosférico en las ciudades y países de la región. Esto permitirá reducir la incertidumbre del modelo DIMAQ y, al mismo tiempo, llevar a cabo una EIS robusta a nivel de ciudad.

## Conclusiones

El presente estudio permitió llevar a cabo una EIS para cuantificar los beneficios de distintos escenarios de mejora de la calidad del aire. A partir de los resultados se propone que la Guía de legislación de calidad del aire, clima y salud para la región SICA incluya como estándar para exposición crónica a  $PM_{2.5}$  la MI-4, y que dicho valor se adopte e integre a la brevedad en la legislación de todos los países. Alcanzar este valor en la calidad del aire de los países, significaría evitar al menos 12,700 muertes prematuras (4.6% de las muertes totales por causas naturales) en la región, además de evitar otros efectos en salud y sus consecuencias sociales y económicas para el individuo, el gobierno y la sociedad. Aunque la MI-4 es un objetivo ambicioso, es importante resaltar que es dos veces el valor guía de la OMS y que, por tanto, aunque se reduce de forma importante el riesgo en salud, no se elimina. Finalmente, se recomienda que los Estados Miembros empleen los resultados para agilizar los procesos de desarrollo y actualización regulatoria a nivel nacional.

Revisado y validado por XXX

Este proyecto fue posible gracias al apoyo de CCAC.

## Referencias

- Chen, J., & Hoek, G. (2020). Long-term exposure to PM and all-cause and cause-specific mortality: A systematic review and meta-analysis. *Environment International*, 105974. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105974>
- Council of the European Union (2024). Air quality: Council and Parliament strike deal to strengthen standards in the EU. Press release. <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2024/02/20/air-quality-council-and-parliament-strike-deal-to-strengthen-standards-in-the-eu/>
- Diario Oficial de la Federación (2021). NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-025-SSA1-2014, SALUD AMBIENTAL. VALORES LÍMITE PERMISIBLES PARA LA CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS SUSPENDIDAS PM10 Y PM2.5 EN EL AIRE AMBIENTE Y CRITERIOS PARA SU EVALUACIÓN. [https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5357042&fecha=20/08/2014&print=true](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5357042&fecha=20/08/2014&print=true)
- Organización Mundial de la Salud. (2021). *Directrices mundiales de la OMS sobre la calidad del aire: partículas en suspensión (PM<sub>2.5</sub> y PM<sub>10</sub>), ozono, dióxido de nitrógeno, dióxido de azufre y monóxido de carbono. Resumen ejecutivo.* <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/346062/9789240035461-spa.pdf> Versión original in extenso: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/345329/9789240034228-eng.pdf>
- Organización Mundial de la Salud. (2019). *AirQ+: software tool for health risk assessment of air pollution.* Bonn (Germany): WHO Regional Office for Europe. <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-qualityactivities/airq-software-tool-for-health-risk-assessment-of-air-pollution>
- Organización Mundial de la Salud. (2016). *Health risk assessment of air pollution.* Organización Mundial de la Salud. Disponible en: [https://www.euro.who.int/\\_data/assets/pdf\\_file/0006/298482/Health-risk-assessment-air-pollution-General-principles-en.pdf?ua=1](https://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0006/298482/Health-risk-assessment-air-pollution-General-principles-en.pdf?ua=1) Consultado: 07/01/22.
- United Nations Environment Programme. (2021b). *Regulating Air Quality: The first global assessment of air pollution legislation.* <https://www.unep.org/resources/report/regulating-air-quality-first-global-assessment-air-pollution-legislation>
- United States Environmental Protection Agency (2024). Effective Permitting Tools for Fine Particulate Matter under the Prevention of Significant Deterioration Permitting Program. <https://www.epa.gov/nsr/effective-permitting-tools-fine-particulate-matter-under-prevention-significant-deterioration#:~:text=On%20February%202024%20the%20U.S.%20Environmental%2>

[0Protection,standard%20to%209.0%20micrograms%20per%20cubic%20meter%20%28%C2%B5g%20Fm3%29](#)

World Health Organization. (2022). Air pollution data portal. The Global Health Observatory. <https://www.who.int/data/gho/data/themes/air-pollution>

DRAFT