



# ProAire ZMVM 2021-2030

Programa de Gestión para Mejorar la  
Calidad del Aire de la ZMVM

**Taller de Diagnóstico sobre el Conocimiento  
Actual de las Bases Científicas para la Calidad del  
Aire y su Gestión en la Región de la Megalópolis.**

---

Abril, 2022

# Calidad del aire en la ZMVM (días con incumplimiento)

CONTAMINANTE	ESTANDAR	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
DÍAS DEL AÑO		365	366	365	365	365	366	365
Ozono 1 hora	95	212	212	225	210	204	208	200
Ozono 8 horas	70	197	202	224	204	198	209	205
PM10 24 horas	75	132	144	171	145	138	81	104
PM2.5 24 horas	45	44	44	67	33	33	16	15
NO2 1 hora	210	0	0	0	0	0	0	0
SO2 24 horas	110	0	0	0	0	0	0	0
CO 8 horas	11	0	0	0	0	0	0	0

Incumplimientos a los estándares nacionales vigentes en 2021

CONTAMINANTE	ESTANDAR	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
DÍAS DEL AÑO		365	366	365	365	365	366	365
Ozono 1 hora	90	230	217	248	250	237	235	219
Ozono 8 horas	51	297	300	314	313	327	313	305
PM10 24 horas	50	280	257	271	264	248	198	216
PM2.5 24 horas	25	265	233	240	245	227	190	188
NO2 1 hora	106	18	20	20	12	3	1	6
SO2 24 horas	40	5	7	9	8	1	0	3
SO2 1 hora	75	52	67	87	68	63	45	25
CO 8 horas	9	0	0	0	0	0	0	0
CO 1 hora	26	0	0	0	0	0	0	0

Incumplimientos a los estándares nacionales vigentes en 2022 y futuros para 2025

CONTAMINANTE	ESTANDAR	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Ozono 1 hora	95 a 90	18	5	23	40	33	27	19
Ozono 8 horas	70 a 51	100	98	90	109	129	104	100
PM10 24 horas	75 a 50	148	113	100	119	110	117	112
PM2.5 24 horas	45 a 25	221	189	173	212	194	174	173
NO2 1 hora	210 a 106	18	20	20	12	3	1	6
SO2 24 horas	110 a 40	5	7	9	8	1	0	3
SO2 1 hora	NA a 75	52	67	87	68	63	45	25
CO 8 horas	11 a 9	0	0	0	0	0	0	0
CO 1 hora	NA a 26	0	0	0	0	0	0	0

Diferencias en incumplimientos

# Impacto en salud

- Los estudios muestran un **mayor número de muertes asociadas a las PM2.5** que al ozono (INSP & SEDEMA, 2020, Trejo-González et al., 2019, INECC-INSP, 2017).
- Alcanzar los umbrales normados en 2021, permitiría **evitar más de 6500 muertes anuales**, en su mayoría asociadas a la contaminación por PM2.5. Se estiman beneficios económicos por evitar estas muertes hasta de **130 mil millones de pesos** (precios de 2018).
- Bajo un escenario de cumplimiento de las **GCA de la OMS-2005**, los beneficios ascienden a **8 mil muertes evitables**.

**Tabla 6.** Beneficios en salud y económicos bajo distintos escenarios de gestión de la calidad del aire en la ZMVM

Estudio	Año	Supuestos de evaluación		Escenario de gestión	Muertes evitables	Beneficios	
						VSL 1	VSL 2
INSP & SEDEMA, 2020	Promedio 2016-2018	O <sub>3</sub>	≥ 30 años	Promedio feb-jul (máx. diarios 1 h) <95 ppb	3	\$6	\$1
				*Promedio feb-jul (máx. diarios 1 h) <75 ppb	139	\$301	\$58
	PM <sub>2.5</sub>	≥ 25 años	Promedio anual <12 µg/m <sup>3</sup>	3536	\$7660	\$1471	
			*Promedio anual <10 µg/m <sup>3</sup>	4218	\$9137	\$1755	
Trejo-González et al. (2019)	2013	PM <sub>2.5</sub>	≥ 15 años	Promedio anual <12 µg/m <sup>3</sup>	6864	\$14 869	\$2856
				*Promedio anual <10 µg/m <sup>3</sup>	7869	\$17 046	\$3274
	2015	PM <sub>2.5</sub>	≥ 15 años	Promedio anual <12 µg/m <sup>3</sup>	6687	\$14 486	\$2782
				*Promedio anual <10 µg/m <sup>3</sup>	7729	\$16 743	\$3216
INECC-INSP (2017)	2015	O <sub>3</sub>	≥ 30 años	Promedio anual (máx. diarios 8 h) <70 ppb	253	\$548	\$105
				*Promedio anual (máx. diarios 8 h) <50 ppb	1051	\$2277	\$437
	PM <sub>2.5</sub>	≥ 15 años	Promedio anual <12 µg/m <sup>3</sup>	6232	\$13 500	\$2593	
			*Promedio anual <10 µg/m <sup>3</sup>	7252	\$15 710	\$3018	

**Nota:** Se indican con un asterisco los escenarios consistentes con las GCA de la OMS. El resto de los escenarios corresponden al cumplimiento de los límites establecidos en las NOM de salud ambiental. Se incluyen únicamente resultados de mortalidad por causas generales (clave CIE A00-R99). El impacto económico fue estimado a partir de las muertes evitables reportadas por cada estudio. Para la monetización de las muertes evitables, se eligieron dos VSL, dado el grado de incertidumbre que existe en su determinación: un valor primario (VSL1) igual a 2.166 millones de dólares y un valor secundario (VSL2) de 0.416 millones de dólares (precios de 2018). En la versión completa del ProAire se pueden revisar los criterios que se siguieron para la selección de los VSL empleados.

Fuente: Elaboración propia con base en los estudios citados (INSP & INECC, 2017; INSP & SEDEMA, 2020; Trejo-González et al., 2019)

# Penalización climática

Influencia que el cambio climático puede tener sobre la calidad del aire.

- Representa el impacto en los niveles de contaminación atmosférica como resultado del aumento en la *temperatura* media global, la modificación de los patrones de *precipitación* y la variación en los patrones de los *vientos*, independientemente de los cambios en las emisiones de contaminantes.
- Un aumento de **1°C** en la temperatura media provocaría un incremento de **2.9 ppb** en la concentración de O<sub>3</sub> y de **1.05 µg/m<sup>3</sup>** para PM<sub>2.5</sub> (Shi et al. 2019 para el sureste de USA).

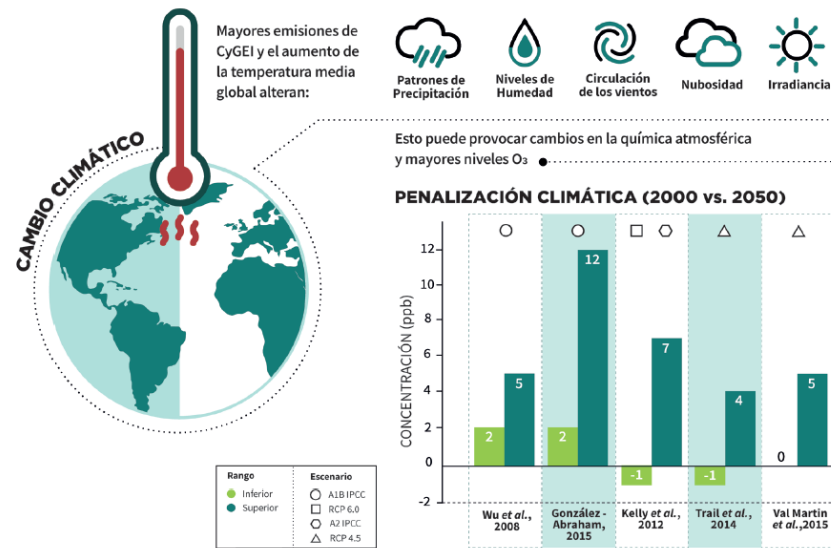


Figura 4.2 Penalización climática en la concentración de O<sub>3</sub>

Fuente: Elaboración propia a partir de información de González-Abraham et al. (2015); Kelly et al. (2012); Trail et al. (2014); Val Martin et al. (2015); Wu et al. (2008).

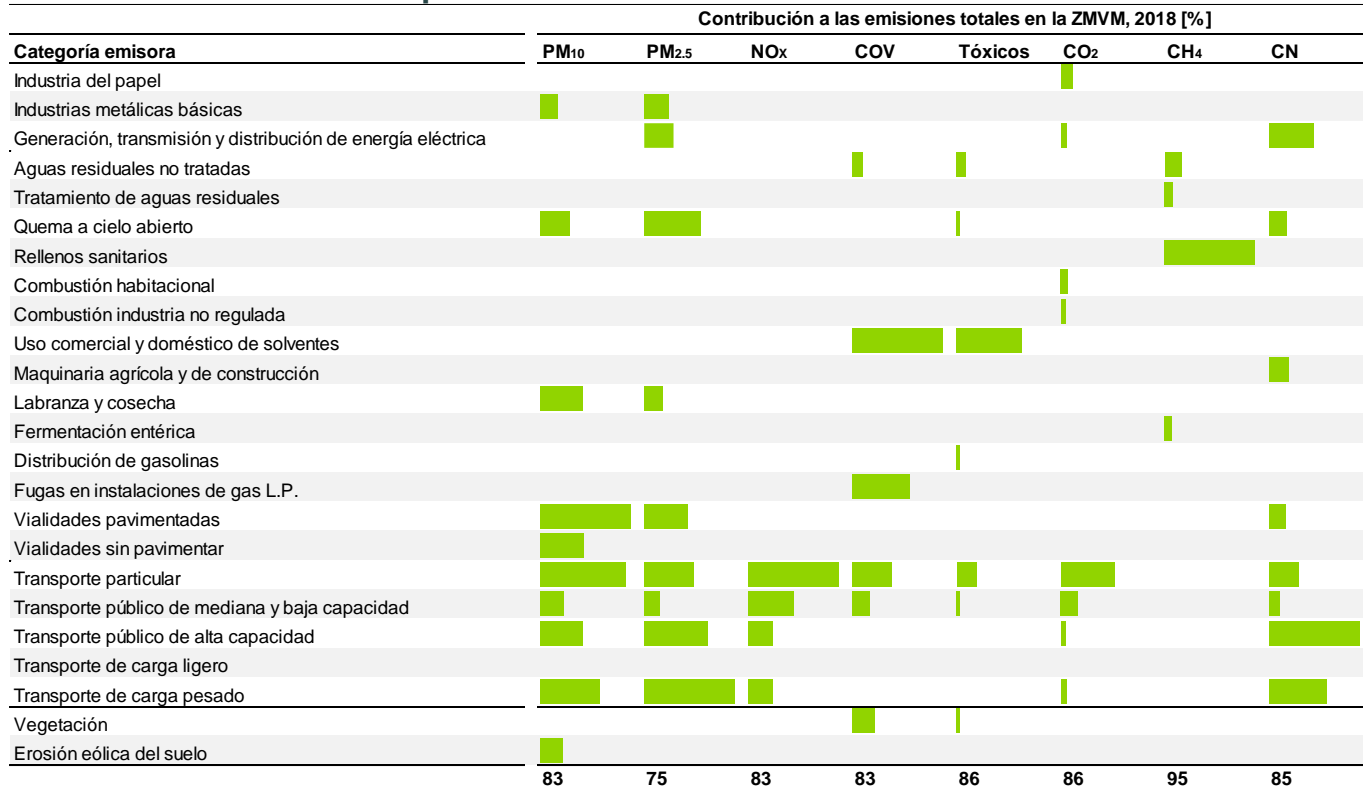
2 a 12 ppb de ozono atribuibles al cambio climático

# Emisiones de la ZMVM, 2018

## Sectores prioritarios



## Sectores que emiten más del 75% de cada contaminante

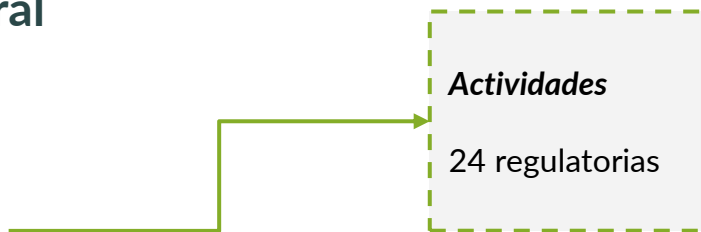


# Medidas y acciones

19	Medidas	<b>Medidas que reducen emisiones</b> → <b>14</b> medidas: sectores altamente contaminantes → <b>1</b> medida: corredor Tula-Vito-Aspasco  Incluye una <i>agenda regulatoria</i> que agrupa los cambios normativos (nuevas NOM, actualizaciones)	<b>Medidas complementarias</b> → 1 medida: salud y comunicación → 1 medida: seguimiento y vinculación institucional → 1 medida: monitoreo ambiental → 1 medida: agenda de investigación
40	Acciones		
126	Actividades		
		<b>28 acciones</b>	<b>12 acciones</b>

## Medidas con participación federal

13	Medidas
27	Acciones
59	Actividades



- SEMARNAT
- ASEA
- SENER
- CRE
- SCT
- COFEPRIS
- S. ENONOMÍA
- INSP
- INECC
- CFE
- PEMEX
- SADER
- CONAFOR

# Medidas

## 1. Transporte de carga\*

Fomentar tecnologías más limpias (normatividad, trampas de partículas, vehículos eléctricos) a través de incentivos, concesiones y regulaciones más estrictas.

Aplicar restricciones horarias. Modificar reglas de verificación, vigilancia y sanción.



## 2. Transporte particular\*

Evaluación/Actualización continua del PVVO, HNC. Impulsar electrificación de la flota e implementar ZBE.

Reducir la demanda de viajes (digitalización de trámites, planes de movilidad empresarial/gubernamental, trabajo remoto).

Estructura urbana sustentable (diseñar un sistema integral metropolitano de movilidad, ordenamiento del territorio, ajustar políticas de uso de suelo a nivel metropolitano).



## 3. Transporte público\*

Ampliar sistemas de transporte masivos y de alta capacidad.

Ampliar infraestructura ciclista (clicovías, biciestacionamientos).

Mejora tecnológica de sistemas (filtros de partículas, electromovilidad).



## 4. Sector doméstico\*

Normas para establecer LMP de contenido de COV en productos de *uso doméstico* y *cosmético*.

Eficiencia en el consumo energético y de agua (calentadores solares, eléctricos y regaderas de bajo flujo).

Verificación y reparación de fugas de GLP, campañas de sensibilización. Fomento del uso de gas natural.



# Medidas

## 5. Uso de gas LP comercial e industrial

Actualizar la normatividad para el almacenamiento y distribución de gas L.P.  
Acciones de eficiencia energética, calentamiento solar en edificios públicos y privados.



## 6. Vialidades

Incrementar el barrido húmedo de vialidades de mayor tránsito.  
Aumentar la superficie de pavimentación con recubrimientos sustentables y materiales reciclados.



## 7. Labranza y cosecha

Fomentar las buenas prácticas en la labranza y cosecha agrícola.  
Capacitación en agricultura de conservación y Restricción de quemas pecuarias.



## 8. Fuentes industriales altamente contaminantes

Actualización/creación del marco regulatorio para la reducción de COV, partículas y gases de combustión.  
Reducción de emisiones en la industria *siderúrgica*, *aluminera*, fabricación de *cemento* y *vidrio*.



## 9. Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica

Monitoreo continuo de emisiones (verificar cumplimiento de normas).  
Registro de plantas generadoras de energía eléctrica de emergencia (PGEEE) y lineamientos de operación.





# Medidas

## 10. Quema de basura

Reducción de sitios de quema a cielo abierto de basura. Mejorar logística, incrementar recolección.



## 11. Residuos sólidos\*

Establecer tratamientos alternativos de residuos. Instalar sistemas de aprovechamiento CH<sub>4</sub>. Campañas de sensibilización.



## 12. Aguas residuales

Incrementar y aprovechar la infraestructura para el tratamiento.  
Incentivos para incrementar el uso de agua tratada.  
Reducción del uso de agua potable.



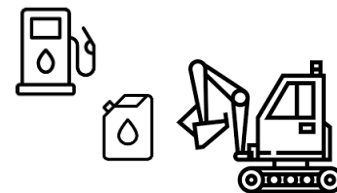
## 13. Fuentes naturales\*

Fortalecer las capacidades para el manejo del fuego (capacitación, coordinación, vigilancia, equipamiento).  
Proteger los suelos de la erosión eólica e incrementar áreas verdes (reforestación).



## 14. Fuentes misceláneas\*

Regulación de LMP de COV en *pintura automotriz y recubrimientos industriales*.  
Monitoreo continuo y sistemas remotos de verificación de SRV en estaciones de servicio.  
Crear norma para maquinaria nueva, criterios para su registro e importación, lineamientos de obras.



# Agenda regulatoria

Busca atender rezagos en la normatividad; se vincula con las medidas de sectores contaminantes prioritarios y atiende a 9 temas que señalan cambios regulatorios.

<b>Transporte</b>	Actualizar las NOM referentes a vehículos: NOM-042, NOM-044, NOM-045, NOM-163-SEMARNAT.
<b>Combustibles</b>	Actualizar y vigilar la NOM-016-CRE-2016 de calidad de combustibles. Ampliar la cobertura y verificación de sistemas de recuperación de vapores (NOM-004-ASEA-2017).
<b>Motocicletas</b>	Desarrollar una NOM para emisiones de motocicletas nuevas.
<b>COV domésticos</b>	Publicar las NOM de contenido de COV en productos de uso doméstico y de cuidado personal, plaguicidas de uso doméstico, productos para el cuidado automotriz y recubrimientos arquitectónicos.
<b>Gas L.P. comercial e industrial</b>	Actualizar las NOM de plantas de distribución, estaciones de carburación y vehículos que transportan GLP, para la inclusión de válvulas de desconexión de bajas emisiones: NOM-001-SESH-2014, NOM-003-SEDG-2004 y NOM-007-SESH-2010.
<b>Industria</b>	Actualizar normatividad de emisiones industriales: NOM-040, NOM-043 y NOM-085-SEMARNAT y la NADF-021-AMBT (publicar su equivalente en EdoMex). Crear NOM nacional y homologar regulaciones locales para COV industriales (NADF-011-AMBT-2018 equivalente en EdoMex). Publicar NOM168 de generación de energía eléctrica y elaborar registro de PGEER.
<b>Calidad del aire y salud</b>	Actualizar las NOM de salud ambiental y métodos de medición, crear NOM para BTX en aire ambiente y actualizar NOM Índice Aire y Salud.
<b>Transporte fuera de ruta</b>	Crear norma para emisiones de maquinaria nueva y criterios para su registro e importación.
<b>Comercios y servicios</b>	Regulación de COV en pintura automotriz y recubrimientos industriales.

## Acciones más costo-efectivas para partículas y precursores de ozono:

- Reducción de viajes
- Mejora regulatoria

PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	Acción	NO <sub>x</sub>	Acción	COV	Acción
9.1		Reducción de las emisiones de contaminantes asociadas a la generación de electricidad.	9.1	Reducción de las emisiones de contaminantes asociadas a la generación de electricidad.	14.4	Monitoreo en estaciones de servicio.
1.1		Actualización de la normatividad aplicable a las unidades de carga.	1.1	Actualización de la normatividad aplicable a las unidades de carga.	4.1	Creación del marco regulatorio para la reducción de COV en productos de uso doméstico.
8.2		Reducción de la emisión de partículas en los sectores industriales de mayor contribución.	2.3	Administración de la demanda del transporte individual motorizado.	8.1	Marco regulatorio para la reducción de COV, partículas, tóxicos y gases de combustión.
8.1		Marco regulatorio para la reducción de COV, partículas, tóxicos y gases de combustión.	2.1	Actualización de la normatividad de emisiones vehiculares y de eficiencia energética, aplicable a unidades ligeras.	14.2	Limitación del contenido de COV en productos de limpieza y recubrimientos de superficies industriales.

## PROAIRE 2011-2030

Reducción de las concentraciones máximas de ozono.


Disminución del promedio anual de 24 horas de las concentraciones de PM<sub>2.5</sub>.

El PROAIRE, presenta un **mayor potencial para reducir partículas.**

**Entre 4800 y 6000 muertes prematuras evitables**

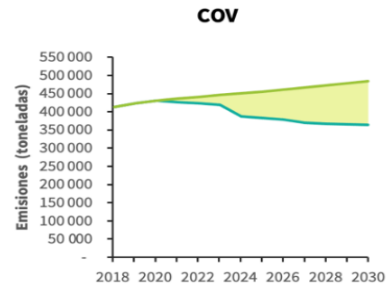
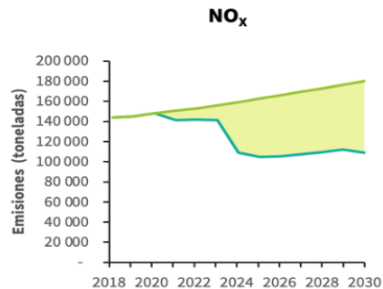
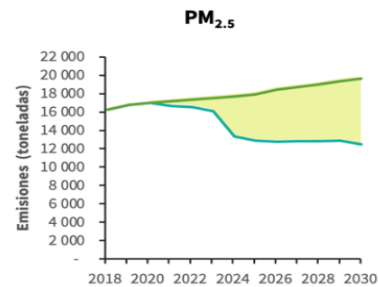
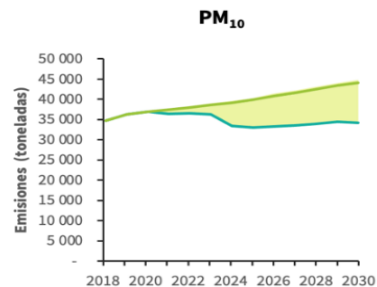
# Seguimiento - PROAIRE 2021-2030

- Elaboración de meta e indicadores.
- Reporte homologado (se les compartirá un hoja de seguimiento a entidades y SEMARNAT).
- Evaluación periódica que permita ajustar acciones o prioridades.

<b>Ejecución del programa</b>	<b>Generación de información</b>  <b>Responsable:</b> Instituciones ejecutoras del ProAire y actores involucrados <b>Temporalidad:</b> 2022, 2024, 2026, 2028	
<b>Seguimiento del programa</b>	<b>Registro y actualización de avances</b>  <b>Responsables:</b> Equipos de monitoreo de las entidades federativas y el Gobierno Federal (SEMARNAT) <b>Temporalidad:</b> 2022, 2024, 2026, 2028	<b>Reportes bienales de resultados</b>  <b>Responsables:</b> Equipos de monitoreo de las entidades federativas y el Gobierno Federal (SEMARNAT) <b>Temporalidad:</b> 2022, 2024, 2026, 2028
<b>Evaluación del programa</b>	<b>Evaluaciones periódicas</b>  <b>Responsable:</b> Equipos de monitoreo de las entidades federativas y el Gobierno Federal (SEMARNAT), Comité Núcleo y Comité Científico Asesor de la CAME <b>Temporalidad:</b> 2023, 2025, 2027, 2029	<b>Evaluación final</b>  <b>Responsable:</b> Equipos de monitoreo de las entidades federativas y el Gobierno Federal (SEMARNAT), Comité Núcleo y Comité Científico Asesor de la CAME y agencias externas <b>Temporalidad:</b> 2030

# Impactos en calidad del aire y salud - PROAIRE 2021-2030

Contaminante	Emisiones en 2030 (toneladas)		Reducción en emisiones	Contaminante	Emisiones en 2030 (toneladas)		Reducción en emisiones
	Escenario tendencial	Escenario de aplicación del ProAire			Escenario tendencial	Escenario de aplicación del ProAire	
<b>PM<sub>10</sub></b>	44 765	34 167	23.7%	Carbono negro	3377	2056	39.1%
<b>PM<sub>2.5</sub></b>	19 895	12 655	36.4%	Tóxicos	151 490	115 938	23.5%
<b>SO<sub>2</sub></b>	3655	2932	19.8%	<b>CO<sub>2</sub></b>	85 759 158	76 794 472	10.5%
<b>CO</b>	1 029 954	868 697	15.7%	<b>CH<sub>4</sub></b>	357 987	275 345	23.1%
<b>NO<sub>x</sub></b>	181 792	108 651	40.2%	<b>N<sub>2</sub>O</b>	3006	2816	6.3%
<b>COV</b>	486 555	361 243	25.8%	<b>CO<sub>2</sub>eq</b>	96 582 363	85 253 340	11.7%
<b>NH<sub>3</sub></b>	50 413	49 916	1.0%				



— Escenario tendencial    — Escenario ProAire    ■ Reducción en emisiones

- Se podrían evitar al menos seis mil muertes en el año 2030 (más de 4,800 muertes evitables por PM2.5.)
- Equivalente a un valor estimado de 13 mil millones de dólares en el año 2030, que representa el 2.3% del PIB de la ZMVM en el año 2018.