

Programa de
gestión para mejorar la
CALIDAD DEL AIRE
de la Zona Metropolitana del Valle de México

2021-2030

Anexos

ANEXOS CAPÍTULO 1

A1.1 Características de los municipios de la Zona Metropolitana del Valle de México

Tabla A1.1 Características de los municipios de la Zona Metropolitana del Valle de México (año 2010)

| No. | Entidad | No. | Alcaldía / Municipio | Población total | Superficie (km ²) | Densidad Media Urbana (hab/ha) |
|-----|------------------|-----|-------------------------|-----------------|-------------------------------|--------------------------------|
| 9 | Ciudad de México | 2 | Azcapotzalco | 414 711 | 33.5 | 189.0 |
| 9 | Ciudad de México | 3 | Coyoacán | 620 416 | 53.9 | 194.4 |
| 9 | Ciudad de México | 4 | Cuajimalpa de Morelos | 186 391 | 71.5 | 89.5 |
| 9 | Ciudad de México | 5 | Gustavo A. Madero | 1 185 772 | 87.9 | 200.2 |
| 9 | Ciudad de México | 6 | Iztacalco | 384 326 | 23.1 | 210.4 |
| 9 | Ciudad de México | 7 | Iztapalapa | 1 815 786 | 113.2 | 215.4 |
| 9 | Ciudad de México | 8 | La Magdalena Contreras | 239 086 | 63.4 | 162.3 |
| 9 | Ciudad de México | 9 | Milpa Alta | 130 582 | 298.2 | 47.3 |
| 9 | Ciudad de México | 10 | Álvaro Obregón | 727 034 | 95.9 | 193.5 |
| 9 | Ciudad de México | 11 | Tláhuac | 360 265 | 85.9 | 135.8 |
| 9 | Ciudad de México | 12 | Tlalpan | 650 567 | 314.5 | 119.9 |
| 9 | Ciudad de México | 13 | Xochimilco | 415 007 | 114.1 | 93.8 |
| 9 | Ciudad de México | 14 | Benito Juárez | 385 439 | 26.7 | 157.1 |
| 9 | Ciudad de México | 15 | Cuauhtémoc | 531 831 | 32.5 | 215.6 |
| 9 | Ciudad de México | 16 | Miguel Hidalgo | 372 889 | 46.4 | 186.7 |
| 9 | Ciudad de México | 17 | Venustiano Carranza | 430 978 | 33.9 | 209.5 |
| 13 | Hidalgo | 69 | Tizayuca | 97 461 | 76.8 | 57.5 |
| 15 | México | 2 | Acolman | 136 558 | 86.9 | 78.8 |
| 15 | México | 9 | Amecameca | 48 421 | 176.4 | 45.9 |
| 15 | México | 10 | Apaxco | 27 521 | 75.7 | 40.3 |
| 15 | México | 11 | Atenco | 56 243 | 87.6 | 52.1 |
| 15 | México | 13 | Atizapán de Zaragoza | 489 937 | 92.9 | 130.8 |
| 15 | México | 15 | Atlautla | 27 663 | 167.7 | 37.7 |
| 15 | México | 16 | Axapusco | 25 559 | 286.5 | 23.6 |
| 15 | México | 17 | Ayapango | 8864 | 50.7 | 29.0 |
| 15 | México | 20 | Coacalco de Berriozábal | 278 064 | 35.0 | 161.2 |
| 15 | México | 22 | Cocotitlán | 12 142 | 14.8 | 52.3 |
| 15 | México | 23 | Coyotepec | 39 030 | 39.9 | 48.6 |
| 15 | México | 24 | Cuautitlán | 140 059 | 40.9 | 125.0 |
| 15 | México | 25 | Chalco | 310 130 | 225.2 | 96.5 |

Tabla A1.1 Características de los municipios de la Zona Metropolitana del Valle de México (año 2010) continuación

| No. | Entidad | No. | Alcaldía / Municipio | Población total | Superficie (km ²) | Densidad Media Urbana (hab/ha) |
|-----|---------|-----|-----------------------------|-----------------|-------------------------------|--------------------------------|
| 15 | México | 28 | Chiautla | 26 191 | 20.1 | 22.8 |
| 15 | México | 29 | Chicoloapan | 175 053 | 41.3 | 150.4 |
| 15 | México | 30 | Chiconcuac | 22 819 | 6.8 | 51.4 |
| 15 | México | 31 | Chimalhuacán | 614 453 | 54.4 | 159.1 |
| 15 | México | 33 | Ecatepec de Morelos | 1 656 107 | 156.2 | 164.6 |
| 15 | México | 34 | Ecatzingo | 9369 | 53.2 | 11.2 |
| 15 | México | 35 | Huehuetoca | 100 023 | 119.8 | 76.8 |
| 15 | México | 36 | Hueyoxtlá | 39 864 | 234.5 | 20.2 |
| 15 | México | 37 | Huixquilucan | 242 167 | 140.9 | 100.4 |
| 15 | México | 38 | Isidro Fabela | 10 308 | 79.7 | 17.6 |
| 15 | México | 39 | Ixtapaluca | 467 361 | 324 | 142.4 |
| 15 | México | 44 | Jaltenco | 26 328 | 4.7 | 157.7 |
| 15 | México | 46 | Jilotzingo | 17 970 | 116.5 | 20.8 |
| 15 | México | 50 | Juchitepec | 23 497 | 132.5 | 72.7 |
| 15 | México | 53 | Melchor Ocampo | 50 240 | 14.0 | 65.9 |
| 15 | México | 57 | Naucalpan de Juárez | 833 779 | 157.9 | 192.8 |
| 15 | México | 58 | Nezahualcóyotl | 1 110 565 | 63.3 | 226.8 |
| 15 | México | 59 | Nextlalpan | 31 691 | 54.7 | 31.5 |
| 15 | México | 60 | Nicolás Romero | 366 602 | 232.5 | 86.5 |
| 15 | México | 61 | Nopaltepec | 8895 | 82.6 | 15.8 |
| 15 | México | 65 | Otumba | 34 232 | 141.9 | 22.0 |
| 15 | México | 68 | Ozumba | 27 207 | 47.4 | 46.1 |
| 15 | México | 69 | Papalotla | 4147 | 3.2 | 19.4 |
| 15 | México | 70 | La Paz | 253 845 | 37.5 | 134.7 |
| 15 | México | 75 | San Martín de las Pirámides | 24 851 | 69.9 | 43.0 |
| 15 | México | 81 | Tecámac | 364 579 | 156.9 | 98.2 |
| 15 | México | 83 | Temamatla | 11 206 | 29.2 | 37.2 |
| 15 | México | 84 | Temascalapa | 35 987 | 164.6 | 21.7 |
| 15 | México | 89 | Tenango del Aire | 10 578 | 38.0 | 41.0 |
| 15 | México | 91 | Teoloyucan | 63 115 | 31.0 | 44.2 |
| 15 | México | 92 | Teotihuacán | 53 010 | 83.2 | 37.1 |
| 15 | México | 93 | Tepetlaoxtoc | 27 944 | 178.9 | 15.5 |
| 15 | México | 94 | Tepetlaxpa | 18 327 | 43.1 | 32.2 |
| 15 | México | 95 | Tepotztlán | 88 559 | 207.1 | 55.4 |
| 15 | México | 96 | Tequixquiac | 33 907 | 122.5 | 18.7 |
| 15 | México | 99 | Texcoco | 235 151 | 428.1 | 45.9 |
| 15 | México | 100 | Tezoyuca | 35 199 | 16.3 | 37.0 |

Tabla A1.1 Características de los municipios de la Zona Metropolitana del Valle de México (año 2010) *continuación*

| No. | Entidad | No. | Alcaldía / Municipio | Población total | Superficie (km²) | Densidad Media Urbana (hab/ha) |
|-----|---------|-----|-----------------------------|-----------------|------------------|--------------------------------|
| 15 | México | 103 | Tlalmanalco | 46 130 | 160.2 | 53.5 |
| 15 | México | 104 | Tlalnepantla de Baz | 664 225 | 80.4 | 155.4 |
| 15 | México | 108 | Tultepec | 131 567 | 26.8 | 110.2 |
| 15 | México | 109 | Tultitlán | 486 998 | 66.0 | 155.6 |
| 15 | México | 112 | Villa del Carbón | 44 881 | 303.4 | 21.6 |
| 15 | México | 120 | Zumpango | 159 647 | 223.6 | 45.0 |
| 15 | México | 121 | Cuautitlán Izcalli | 511 675 | 110.1 | 126.5 |
| 15 | México | 122 | Valle de Chalco Solidaridad | 357 645 | 46.7 | 158.7 |
| 15 | México | 125 | Tonanitla | 10 216 | 9.0 | 56.4 |

Fuente: Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2015 (CONAPO, SEDATU, & INEGI, 2018).

A1.2 Aspectos físicos de la Zona Metropolitana del Valle de México

A1.2.1 Hidrografía

Principales cuerpos de agua superficial en la Región Hidrológico-Administrativa XIII “Aguas del Valle de México”

Tabla A1.2 Principales cuerpos de agua superficial en la RHA XIII “Agua del Valle de México”

| ID | Cuenca | Principales corrientes | Principales lagos, lagunas y embalses |
|----------------------------------|--------------------------------|--|--|
| Subregión Valle de México | | | |
| 2665 | Xochimilco | Ríos San Gregorio, San Lucas, Santiago y San Buenaventura | Lagos de Xochimilco–Tláhuac–Mixquic |
| 2666 | Río de La Compañía | Ríos de La Compañía, San Francisco, San Rafael y Amecameca | - |
| 2667* | Tochac-Tecocomulco | Arroyos Atocha, Malayerba, Tepozán y Cuatlaco | Laguna de Tecocomulco |
| 2668 | Río de las Avenidas de Pachuca | Ríos de las Avenidas de Pachuca, Tizar y Calpulalpan | Presa el Manantial |
| 2669 | Texcoco | Ríos San Juan Teotihuacán, Papalotla, Xalapango, Coxacoaco, Texcoco, Chapingo, San Bernardino, Santa Mónica y Coatepec | Lago Nabor Carrillo y Lago Churubusco |
| 2670 | Ciudad de México | Ríos Magdalena, Becerra, Eslava, Tacubaya, Barranca del Muerto, Mixcoac, San Javier, Hondo y De los Remedios; Gran Canal del Desagüe y el Emisor Central | Laguna de Zumpango, Madín, Lago de San Juan Aragón, Lago de Chapultepec y Vaso de Cristo |
| 2671 | Río Cuautitlán | Río Cuautitlán y Tepotzotlán y Emisor del Poniente | La Concepción, Lago de Guadalupe, Iturbide, Encinillas, San Guillermo, El Rosario |

Tabla A1.2 Principales cuerpos de agua superficial en la RHA XIII “Agua del Valle de México” *continuación*

| ID | Cuenca | Principales corrientes | Principales lagos, lagunas y embalses |
|-----------------------|---------------|------------------------|---------------------------------------|
| Subregión Tula | | | |
| 2672 | Presa Raquena | Río Tepeji | Taxhimay, Presa Peña Alta y Raquena |
| 2673* | Presa Endhó | Río Tula Danxhó | Endhó |
| 2674 | Salado | Río El Salado | - |
| 2675* | Actopan | Río Chicavasco | El Durazno y Debodhe |
| 2676* | Alfajayucan | Río Alfajayucan | Rojo Gómez y Vicente Aguirre |
| 2677* | Tula | Río Tula | - |

* Se encuentran fuera del límite administrativo de la ZMVM o, en su defecto, cubren una porción de terreno que no es representativa cuando se compara con la extensión del resto de las cuencas (ver Figura A1.1).

Fuente: Estadísticas del Agua de la Región Hidrológico-Administrativa XIII (Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México, 2014).

Características principales de los acuíferos de la RHA XIII “Aguas del Valle de México”

Tabla A1.3 Características principales de los acuíferos de la RHA XIII “Aguas del Valle de México”

| Clave | Acuífero | R (hm³/año) | DNC (hm³/año) | VEAS (hm³/año) | DMA (hm³/año) | |
|----------------------------------|---|-------------|---------------|----------------|---------------|---------|
| | | | | | Positivo | Déficit |
| Subregión Valle de México | | | | | | |
| 0901 | Zona Metropolitana de la Ciudad de México | 512.8 | 0.0 | 1073.9 | 0.0 | -561.1 |
| 1319 | Tecocomulco | 27.8 | 0.5 | 1.3 | 26.0 | 0.0 |
| 1320 | Apan | 30.3 | 0.0 | 19.2 | 11.1 | 0.0 |
| 1506 | Chalco-Amecameca | 79.3 | 3.3 | 98.9 | 0.0 | -22.9 |
| 1507 | Texcoco | 145.1 | 10.4 | 246.6 | 0.0 | -111.9 |
| 1508 | Cuautitlán-Pachuca | 356.7 | 0.0 | 462.7 | 0.0 | -106.0 |
| 2902 | Soltepec | 57.0 | 16.2 | 16.6 | 24.2 | 0.0 |
| Subregión Tula | | | | | | |
| 1310 | Valle del Mezquital | 515.0 | 293.0 | 191.1 | 30.9 | 0.0 |
| 1312 | Ixmiquilpan | 150.1 | 124.6 | 4.2 | 21.3 | 0.0 |
| 1313 | Actopan-Santiago de Anaya | 208.1 | 90.0 | 34.5 | 83.6 | 0.0 |
| 1308 | El Astillero | 3.3 | 0.0 | 0.7 | 2.6 | 0.0 |
| 1309 | Chapantongo-Alfajayucan | 136.9 | 112.9 | 7.9 | 16.1 | 0.0 |
| 1311 | Ajacuba | 25.7 | 15.6 | 0.7 | 9.4 | 0.0 |
| 1316 | Tepeji del Río | 46.3 | 35.2 | 14.0 | 0.0 | -2.9 |

R: recarga total media anual; DNC: descarga natural comprometida; VEAS: volumen de extracción de aguas subterráneas; DMA: disponibilidad media anual de agua del subsuelo.

Fuente: Elaborado con información del Diario Oficial de la Federación (DOF, 2018).

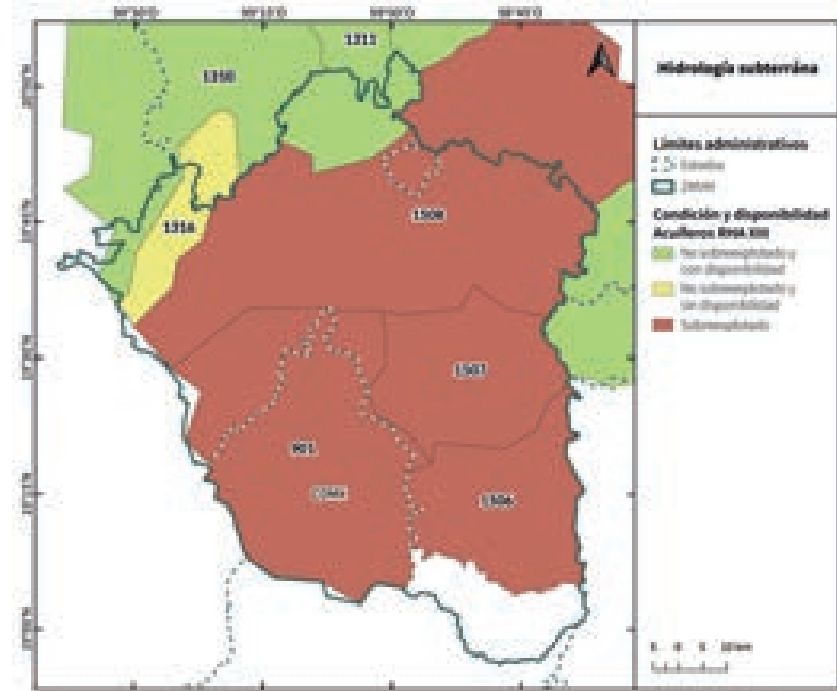


Figura A1.1 Hidrología subterránea de la Zona Metropolitana del Valle de México

Fuente: Elaborado con datos del Sistema Nacional de Información del Agua (CONAGUA, 2020).

A1.2.2 Uso de suelo y vegetación

Cambios en la cobertura de uso de suelo en la ZMVM

Tabla A1.4 Cambios de uso de suelo en la Zona Metropolitana del Valle de México (1985-2014)

| Tipo de uso de suelo y vegetación | Territorio (% respecto del total) | | | Cambio | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------|-----------------|--------|---------|
| | 1985 (serie I) | 2002 (serie III) | 2014 (serie VI) | | |
| Urbano construido | | 7.9% | 16.4% | 22.4% | +184.3% |
| Agricultura | | 47.2% | 45.6% | 39.8% | -15.5% |
| Pastizal cultivado | | <0.1% | <0.1% | 0.1% | +681.3% |
| Pastizal inducido | | 13.4% | 10.3% | 9.2% | -31.6% |
| Área sin vegetación | | 1.2% | 1.2% | 1.3% | +12.1% |
| Cuerpos de agua | | 0.3% | 0.4% | 0.7% | +147.1% |

Tabla A1.4 Cambios de uso de suelo en la Zona Metropolitana del Valle de México (1985-2014) *continuación*

| Tipo de uso de suelo y vegetación | Territorio (% respecto del total) | | | Cambio | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------|-----------------|--------|---------|
| | 1985 (serie I) | 2002 (serie III) | 2014 (serie VI) | | |
| Vegetación primaria | Bosque | 20.1% | 13.2% | 14.4% | -28.2% |
| | Matorral | 1.1% | 2.2% | 1.9% | +74.9% |
| | Pastizal | 2.1% | 1.4% | 1.3% | -32.4% |
| | Tular | <0.1% | <0.1% | <0.1% | -62.1% |
| | Pradera de alta montaña | 0.6% | 0.5% | 0.5% | -17.2% |
| Vegetación secundaria | Vegetación halófila | 0.1% | 0.3% | 0.0% | -69.1% |
| | Vegetación arbórea | 0.5% | 2.5% | 2.1% | +330.6% |
| | Vegetación arbustiva | 5.5% | 5.8% | 6.3% | +15.0% |

Fuente: Elaborado con datos de las cartas de uso de suelo (Series I, III y VI), escala 1:250 000 (INEGI, 2020a).

Tipos de vegetación en la ZMVM

En el territorio de la ZMVM es posible encontrar distintos tipos de vegetación. La cobertura vegetal en la ZMVM está conformada principalmente por tres tipos de bosque, un

tipo de matorral y vegetación secundaria. A continuación, se describen las características y extensión de los distintos tipos de vegetación en la zona de estudio.

Bosques

Los 1132.9 km² de bosque de la región se ubican principalmente en las zonas montañosas al este y suroeste. Aproximadamente la mitad corresponde a bosque de pino (48.2%), el cual comúnmente se establece sobre sustratos ígneos y suelos someros a alturas entre los 1200 y los 3200 m s.n.m., en climas templados y semifríos húmedos y subhúmedos. La vegetación que predomina son especies del género *Pinus*, con una altura promedio de 8 a 35 m.

Al bosque de pino le siguen en extensión los bosques de oyamel (23.8%) y de encino (17.8%), los cuales se ubican en las mismas zonas. La vegetación de los bosques de oyamel está conformada por árboles perennifolios que, en promedio, alcanzan los 30 m y que generalmente crecen sobre sustratos de rocas ígneas, entre los 2000

y 3600 m s.n.m. El bosque de encino suele encontrarse en climas templados, semifríos y subhúmedos, con una distribución similar al bosque de pino, pero a altitudes más bajas. La vegetación que domina en los bosques de encino son las especies del género *Quercus*; la altura de los árboles varía entre 4 y 30 m.

En la ZMVM también es posible encontrar bosque cultivado (9.9%), el cual se considera de tipo artificial, puesto que surge de programas de reforestación con especies de distintos géneros y fines productivos. Las especies que se cultivan dependen de la adaptabilidad de la zona, siendo las más comunes pino, eucalipto y cedro. Finalmente, una pequeña porción del territorio está cubierta por bosque de táscate (0.3%), conformado principalmente por juníferos.

Matorrales

Si bien en la ZMVM es posible encontrar tres tipos de matorrales, la mayoría corresponde a matorral crasi-caule (96.6%). Este se presenta como manchones fragmentados en la región norte y noreste de la región, en donde el clima se vuelve más seco. Corresponde a un

matorral xerófilo donde predominan especies arbustivas. El porcentaje restante corresponde a comunidades de matorral sarcocaula (1.8%) y desértico-rosetófilo (1.5%), los cuales también se componen por comunidades xerófilas.

Vegetación secundaria

La vegetación se clasifica como secundaria cuando el componente primario (sin alteración) es eliminado o modificado por diversos factores humanos o naturales. Durante el proceso, surge una comunidad vegetal que es diferente a la original en términos de estructura y composición florística. Aproximadamente 8.4% del territorio de la ZMVM corresponde a vegetación secundaria que ha reemplazado a la vegetación primaria, principalmente

de los bosques de pino, encino y oyamel. Dependiendo de las especies presentes y la altura de las mismas, la vegetación secundaria se clasifica como arbórea o arbustiva. En la ZMVM, la mayoría de la vegetación secundaria es del tipo arbustivo (76.0%), mientras que el resto es arbóreo (24.0%), y se localiza principalmente alrededor de los bosques, en los sistemas montañosos al este y suroeste de la región.

Pastizales

Los pastizales halófilos son comunidades de gramíneas y gramínoideas que, independiente del clima, se desarrollan sobre suelos salino-sódicos. En estos ecosistemas el suelo comúnmente tiene un drenaje deficiente, por lo que está sujeto a inundaciones prolongadas. La humedad, la alcalinidad y las sales del suelo fluctúan durante el año. Los pastizales tienden a ser bajos (crecen hasta 80 cm) y densos. Una práctica común es la quema periódica de estos ecosistemas con el fin de estimular retoños para alimentar al ganado. En la ZMVM las comunidades halófilas primarias representan únicamente el 12.3% de los pastizales. Aproximadamente

722.2 km², que corresponden al 87.1% de la cubierta total de pastizales, son inducidos. Esto quiere decir que las comunidades de gramíneas y gramínoideas aparecen tras el desmonte de cualquier otro tipo de vegetación; también es común que los pastizales inducidos se establezcan en áreas agrícolas abandonadas, o bien cuando se genera una sucesión ecológica como consecuencia de incendios frecuentes. Los pastizales inducidos en la ZMVM están localizados principalmente en zonas con lomeríos, alrededor de las zonas agrícolas. El 0.6% restante corresponde a pastizales cultivados.

Otros tipos de vegetación

Si bien los bosques, matorrales y pastizales son los tipos más comunes de vegetación en la ZMVM, también existen otras comunidades vegetales en zonas específicas de la región:

- Pradera de alta montaña: este tipo de vegetación, también denominada zacatonal o páramo de altura, se desarrolla generalmente por encima de

los 3500 m s.n.m. En la ZMVM se encuentra en las inmediaciones de los volcanes Popocatepetl e Iztaccíhuatl. Corresponde a comunidades de poca altura, con aspecto cespitoso, donde se distinguen tres asociaciones representativas: la de *Muhlenbergia quadridentata*, la del *Calamagrostis tolucensis* y *Festuca tolucensis*, y la de *Festuca livida* y *Arenaria bryoides*.

- Tular: corresponde a un único manchón de vegetación en el municipio de Atenco, Estado de México. Los tulares son comunidades de plantas acuáticas que se desarrollan en canales y remansos de ríos, que están constituidas básicamente por plantas de tule (*Typha spp.*) y tulillo (*Scirpus spp.*).
- Vegetación halófila hidrófila: al igual que el tular, la vegetación del tipo halófila hidrófila forma un solo polígono en el municipio de Atenco. Corresponde a comunidades de especies herbáceas en un ambiente predominantemente salino.

A1.3 Aspectos socioeconómicos y demográficos de la Zona Metropolitana del Valle de México

A1.3.1 Crecimiento natural de la población: natalidad, mortalidad y fecundidad

Entender el crecimiento poblacional, las características sociodemográficas y la distribución geográfica de la población de la ZMVM es clave para estimar tendencias en la cantidad de emisiones generadas y posibles afectaciones en la salud pública. El desarrollo urbano ejerce una presión sobre los recursos naturales y el medio ambiente (SEMARNAT, 2016); por ejemplo, el crecimiento de la flota vehicular privada y pública, el aumento de las distancias y tiempos de traslado, el consumo de combustibles para fines industriales y los cambios de uso de suelo en zonas forestales son algunas de las actividades que inciden en la mala calidad del aire y que, de no implementarse medidas para prevenir y controlar la magnitud de las emisiones, contribuyen al deterioro ambiental.

En la Ciudad de México, la tasa bruta de natalidad en el año 2010 fue de 14.12 nacimientos por cada 1000 habitantes y, según proyecciones de CONAPO, se espera que al 2030 disminuya a 9.7. Lo mismo se proyecta para el Estado de México, en donde la tasa de natalidad en el 2010 fue de 19.09, valor que caerá a 12.98 para 2030; en tanto que para Hidalgo, donde la tasa en el 2010 fue de 20.25, se espera que al 2030 se reduzca a 14.57 (CONAPO, 2013a). De la misma forma, la tasa de mortalidad infantil, medida como el número de defunciones por cada 1000 bebés nacidos vivos, ha ido disminuyendo en las tres entidades y se espera que este comportamiento continúe hacia el 2030 (INEGI, 2017).

Uno de los factores por el que disminuye el número de nacimientos en el país es el uso de métodos anticoncep-

tivos de mujeres en edad fértil, el cual ha aumentado en los últimos años de acuerdo con la Encuesta Nacional de la Dinámica Demográfica (INEGI, 2014). La prevalencia de uso de métodos anticonceptivos modernos¹ en 1992 era de 68.6%, 64.1% y 51.2% en la Ciudad de México, el Estado de México e Hidalgo, respectivamente; para 2014, la prevalencia habría sobrepasado el 70% en las tres entidades.

Otro factor por considerar es la tasa global de fecundidad, la cual tiende a la baja en las tres entidades federativas que conforman la ZMVM. Esta tasa representa el número promedio de hijos que tendría una mujer a lo largo de su vida fértil. En 2010, este indicador era igual a 1.65 hijos para las mujeres de la Ciudad de México, mientras que Hidalgo y el Estado de México presentaban valores de 2.32 y 2.15, respectivamente. Para 2030 se espera que, en las tres entidades, la tasa global de fecundidad disminuya por debajo del umbral de 2.0 hijos por mujer (CONAPO, 2013a).

Contrario a la disminución de los nacimientos, la tasa bruta de mortalidad para las tres entidades tiende a aumentar, al igual que la esperanza de vida al nacimiento (CONAPO, 2013a). A consecuencia de una mayor esperanza de vida y la reducción en el número de nacimientos, se espera que el grupo de 65 y más años comience a tener mayor peso relativo en la ZMVM en los próximos veinte años, contrario a la cantidad de población en edad fértil. Este fenómeno es ocasionado por factores como los pro-

¹ Por método moderno se entiende cualquier anticonceptivo, con la excepción de los métodos tradicionales, tales como el ritmo, retiro y Billings.

gresos médicos, las mejoras en las condiciones de vida y las acciones de salud en la niñez dirigidas a reducir la mortalidad infantil (CONAPO, 2017).

La tasa de crecimiento natural toma en cuenta el número de nacimientos menos el número total de defunciones de una población en un periodo de tiempo específico. Los registros en los estados de Hidalgo,

México y la Ciudad de México indican que esta tasa ha disminuido, y se espera que continúe decreciendo en un futuro, según proyecciones de CONAPO. Se observa en la Figura A1.2 que la población continuará incrementando a un ritmo cada vez menor, y que para 2045 la tasa de crecimiento natural en la ZMVM llegará a ser negativa, dado que se tendrán un mayor número de defunciones que de nacimientos.

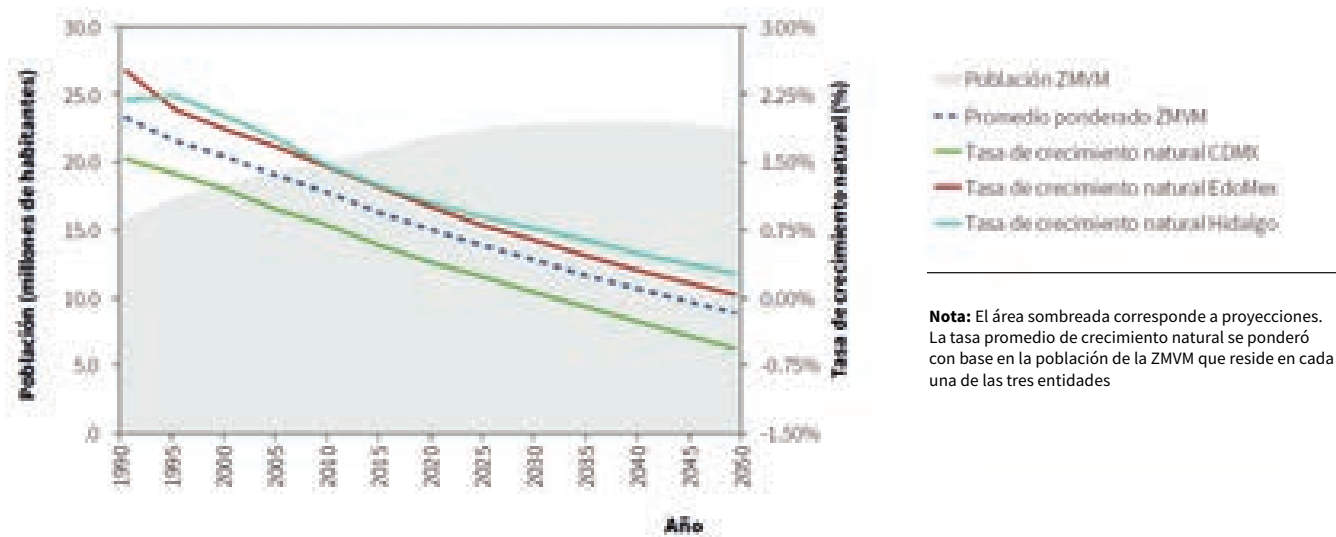


Figura A1.2 Tasa de crecimiento natural (TCN) de la Zona Metropolitana del Valle de México (1990–2050)

Fuente: *Indicadores demográficos de México, 1970 – 2050 (CONAPO, 2013a).*

A1.3.2 Distribución del número de viviendas por demarcación

La Tabla A1.5 muestra la distribución por tipo y clase del total de viviendas en la ZMVM por municipio. El tipo de vivienda predominante son las casas independientes, con 74.9% del total, seguidas de los departamentos en edificios. En la Ciudad de México hay una mayor proporción de departamentos en comparación con el Estado de México e Hidalgo; en específico, en las alcaldías de Cuauhtémoc, Benito Juárez y Miguel Hidalgo más de la mitad de las viviendas son departamentos en edificios; caso contrario son Xochimilco y La Magdalena Contreras, con 5.2%, y Milpa Alta, donde la cantidad de departamentos corresponde al 0.1%. Durante el ejercicio censal respectivo, había 631 780 viviendas particulares

deshabitadas. De este total, la mayoría se concentra en el Estado de México (63.9%), en específico en los municipios de Ecatepec de Morelos, Tecámac, Zumpango, Ixtapalapa y Huehuetoca. El 33.4% de las viviendas desocupadas pertenecen a la Ciudad de México, y se concentran en Iztapalapa, la Gustavo A. Madero y la alcaldía Cuauhtémoc. Respecto del número de habitantes por vivienda particular habitada, el promedio para toda la ZMVM es de 3.8 habitantes por vivienda. Sin embargo, este valor disminuye a 3.6 dentro de la Ciudad de México, mientras que en el Estado de México e Hidalgo se tiene un mayor número de ocupantes: 4.0 y 3.9 habitantes por vivienda, respectivamente.

Tabla A1.5 Viviendas habitadas por demarcación

| Demarcación | Total | Viviendas particulares | | | | | Viviendas colectivas |
|-------------------------|---------|------------------------|--------------------------|----------------------|-------|-----------------|----------------------|
| | | Casa independiente | Departamento en edificio | Vivienda en vecindad | Otros | No especificado | |
| Azcapotzalco | 117 264 | 59 557 | 42 671 | 10 523 | 317 | 4169 | 27 |
| Coyoacán | 180 946 | 111 531 | 54 603 | 6168 | 357 | 8203 | 84 |
| Cuajimalpa de Morelos | 47 897 | 38 041 | 6934 | 1065 | 44 | 1806 | 7 |
| Gustavo A. Madero | 320 756 | 222 856 | 68 510 | 21 213 | 777 | 7307 | 93 |
| Iztacalco | 104 406 | 64 589 | 27 444 | 8365 | 260 | 3734 | 14 |
| Iztapalapa | 460 747 | 340 394 | 87 245 | 22 640 | 641 | 9771 | 56 |
| La Magdalena Contreras | 63 267 | 56 702 | 3298 | 2450 | 50 | 755 | 12 |
| Milpa Alta | 31 820 | 31 074 | 23 | 265 | 29 | 429 | |
| Álvaro Obregón | 197 926 | 148 486 | 35 300 | 9349 | 398 | 4340 | 53 |
| Tláhuac | 91 254 | 72 340 | 15 414 | 1712 | 113 | 1663 | 12 |
| Tlalpan | 176 086 | 135 449 | 25 459 | 7775 | 267 | 7033 | 103 |
| Xochimilco | 102 778 | 90 808 | 5348 | 4080 | 131 | 2383 | 28 |
| Benito Juárez | 141 203 | 30 763 | 96 184 | 2986 | 1684 | 9500 | 86 |
| Cuauhtémoc | 173 907 | 24 766 | 121 070 | 17 960 | 3196 | 6812 | 103 |
| Miguel Hidalgo | 120 186 | 32 013 | 66 071 | 12 716 | 673 | 8662 | 51 |
| Venustiano Carranza | 123 327 | 57 713 | 49 215 | 10 261 | 575 | 5553 | 10 |
| Tizayuca | 25 329 | 23 353 | 316 | 407 | 31 | 1220 | 2 |
| Acolman | 33 781 | 31 441 | 287 | 396 | 32 | 1606 | 19 |
| Amecameca | 11 366 | 11 072 | 28 | 90 | 10 | 160 | 6 |
| Apaxco | 6514 | 6454 | 5 | 8 | 2 | 45 | |
| Atenco | 12 483 | 12 060 | 11 | 62 | 9 | 341 | |
| Atizapán de Zaragoza | 129 313 | 109 054 | 11 252 | 6302 | 89 | 2603 | 13 |
| Atlautla | 6266 | 6147 | 9 | 6 | 2 | 100 | 2 |
| Axapusco | 6356 | 6294 | 1 | 4 | 3 | 52 | 2 |
| Ayapango | 2310 | 2282 | 0 | 0 | 4 | 24 | |
| Coacalco de Berriozábal | 75 062 | 52 132 | 20 339 | 766 | 59 | 1759 | 7 |
| Cocotitlán | 3056 | 3006 | 2 | 3 | 1 | 44 | |
| Coyotepec | 8497 | 7970 | 19 | 103 | 10 | 395 | |
| Cuautitlán | 36 891 | 32 748 | 2013 | 937 | 32 | 1156 | 5 |
| Chalco | 74 775 | 72 494 | 134 | 811 | 82 | 1240 | 14 |
| Chiautla | 5943 | 5757 | 26 | 66 | 4 | 89 | 1 |
| Chicoloapan | 44 666 | 43 265 | 169 | 558 | 33 | 634 | 7 |
| Chiconcuac | 4707 | 4451 | 26 | 69 | 11 | 149 | 1 |
| Chimalhuacán | 147 765 | 140 867 | 1769 | 2391 | 142 | 2592 | 4 |
| Ecatepec de Morelos | 419 118 | 365 639 | 24 789 | 17 903 | 431 | 10 325 | 31 |

Tabla A1.5 Viviendas habitadas por demarcación (continuación)

| Demarcación | Total | Viviendas particulares | | | | | Viviendas colectivas |
|-----------------------------|---------|------------------------|--------------------------|----------------------|-------|-----------------|----------------------|
| | | Casa independiente | Departamento en edificio | Vivienda en vecindad | Otros | No especificado | |
| Ecatzingo | 2073 | 2051 | 3 | | 1 | 18 | |
| Huehuetoca | 25 188 | 23 477 | 760 | 393 | 33 | 524 | 1 |
| Hueyoptla | 9094 | 8955 | 10 | 78 | 10 | 41 | |
| Huixquilucan | 62 409 | 47 881 | 8744 | 2618 | 45 | 3114 | 7 |
| Isidro Fabela | 2461 | 2442 | 3 | 2 | 0 | 13 | 1 |
| Ixtapaluca | 118 691 | 108 837 | 5878 | 2021 | 76 | 1875 | 4 |
| Jaltenco | 6448 | 4554 | 1685 | 38 | 5 | 166 | |
| Jilotzingo | 4273 | 4234 | 1 | 17 | 1 | 19 | 1 |
| Juchitepec | 5794 | 5740 | 3 | 8 | 3 | 39 | 1 |
| Melchor Ocampo | 11 308 | 10 866 | 83 | 109 | 12 | 238 | |
| Naucalpan de Juárez | 219 310 | 169 298 | 13 440 | 27 646 | 314 | 8588 | 24 |
| Nezahualcóyotl | 285 045 | 241 763 | 16 510 | 19 577 | 356 | 6821 | 18 |
| Nextlalpan | 7861 | 7624 | 13 | 59 | 13 | 152 | |
| Nicolás Romero | 91 357 | 86 552 | 1489 | 1849 | 83 | 1382 | 2 |
| Nopaltepec | 2289 | 2274 | | 1 | 0 | 14 | |
| Otumba | 7894 | 7637 | 68 | 17 | 7 | 161 | 4 |
| Ozumba | 6298 | 6055 | 35 | 59 | 7 | 140 | 2 |
| Papalotla | 962 | 942 | 8 | 5 | 1 | 6 | |
| La Paz | 62 492 | 56 118 | 3513 | 1907 | 83 | 867 | 4 |
| San Martín de las Pirámides | 6070 | 5911 | 8 | 67 | 7 | 77 | |
| Tecámac | 97 150 | 88 921 | 4413 | 1395 | 59 | 2359 | 3 |
| Temamatla | 2772 | 2284 | 289 | 153 | 2 | 44 | |
| Temascalapa | 8869 | 8675 | 10 | 29 | 4 | 150 | 1 |
| Tenango del Aire | 2595 | 2564 | 1 | 14 | 2 | 14 | |
| Teoloyucan | 14 632 | 14 173 | 55 | 148 | 20 | 235 | 1 |
| Teotihuacán | 12 936 | 11 857 | 219 | 260 | 12 | 587 | 1 |
| Tepetlaoxtoc | 6481 | 6096 | 14 | 273 | 17 | 81 | |
| Tepetlixpa | 4297 | 4256 | 4 | 3 | 2 | 32 | |
| Tepotztlán | 21 530 | 20 456 | 115 | 469 | 30 | 459 | 1 |
| Tequixquiac | 8252 | 8161 | 15 | 4 | 15 | 57 | |
| Texcoco | 56 481 | 50 388 | 3328 | 903 | 63 | 1745 | 54 |
| Tezoyuca | 8334 | 7987 | 10 | 99 | 12 | 226 | |
| Tlalmanalco | 11 498 | 11 179 | 7 | 79 | 3 | 229 | 1 |
| Tlalnepantla de Baz | 177 317 | 127 382 | 27 591 | 14 647 | 290 | 7388 | 19 |
| Tultepec | 33 090 | 29 120 | 2964 | 474 | 25 | 506 | 1 |

Tabla A1.5 Viviendas habitadas por demarcación (continuación)

| Demarcación | Total | Viviendas particulares | | | | | Viviendas colectivas |
|-----------------------------|---------|------------------------|--------------------------|----------------------|-------|-----------------|----------------------|
| | | Casa independiente | Departamento en edificio | Vivienda en vecindad | Otros | No especificado | |
| Tultitlán | 125 154 | 94 046 | 22 862 | 4442 | 105 | 3696 | 3 |
| Villa del Carbón | 10 271 | 10 182 | 1 | 14 | 4 | 69 | 1 |
| Zumpango | 37 647 | 35 521 | 962 | 420 | 30 | 712 | 2 |
| Cuautitlán Izcalli | 135 024 | 100 860 | 25 587 | 3568 | 83 | 4906 | 20 |
| Valle de Chalco Solidaridad | 89 563 | 85 014 | 750 | 2350 | 135 | 1303 | 11 |
| Tonanitla | 2415 | 2287 | 2 | 71 | 1 | | 54 |

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010 (INEGI, 2013).

A1.3.3 Actividades económicas primarias en la Zona Metropolitana del Valle de México

En 2018, el valor de producción total de la actividad agrícola fue de \$4.86 mil millones de pesos (corrientes nacionales). Durante ese año se sembraron un total de 363.3 km² para agricultura de riego y 1828.0 km² para agricultura de temporal. Los cultivos principales que se

cosecharon fueron el maíz y la cebada en grano, sumando más de la mitad de la superficie sembrada. En términos de producción económica, el maíz en grano sigue siendo el cultivo principal, seguido por los nopalitos y la tuna (ver Tabla A1.6).

Tabla A1.6 Cultivos principales en la Zona Metropolitana del Valle de México, por superficie sembrada y valor de producción

| Superficie sembrada | | | Valor de producción | | |
|---------------------|--------------------------|-------------|---------------------|------------------------|-------------|
| No. | Cultivo | % del total | No. | Cultivo | % del total |
| 1 | Maíz en grano | 35.59% | 1 | Maíz en grano | 19.41% |
| 2 | Cebada en grano | 17.78% | 2 | Nopalitos | 13.89% |
| 3 | Avena forrajera en verde | 11.26% | 3 | Tuna | 8.93% |
| 4 | Tuna | 7.29% | 4 | Tomate rojo (jitomate) | 6.51% |
| 5 | Maíz forrajero en verde | 5.97% | 5 | Cebada en grano | 6.31% |

Fuente: Datos abiertos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2018).

La Tabla A1.7 desagrega la superficie sembrada y la producción económica por entidad federativa. Si se compara la superficie sembrada con el valor de producción, Hidalgo tiene el retorno más bajo, ya que un 1.0% de superficie sembrada representa 0.23% del valor de producción. El Estado de México, aun cuando concentra la mayor superficie agrícola en la región, también tiene un retorno bajo:

1.0% de superficie sembrada representa 0.77% del valor producción. En cambio, en la Ciudad de México cada 1.0% de superficie sembrada representa el 3.92% del valor de producción. Esto indica que no necesariamente los cultivos más sembrados son los que aportan mayor valor, sino que dependerá del tipo de cultivo que se cosecha en cada entidad federativa y el precio unitario de los productos.

Tabla A1.7 Superficie sembrada y valor de producción relativo en el sector agrícola, por entidad federativa de la Zona Metropolitana del Valle de México

| Entidad | Superficie sembrada | | | Valor de producción | | |
|------------------|---------------------|---|-----------------------------------|---------------------|--|-------------------------------|
| | Aportación | Cultivos principales | Municipios principales | Aportación | Cultivos principales | Municipios principales |
| Estado de México | 91.38% | Maíz y cebada en grano | Axapusco, Temascalapa y Hueyoptla | 70.45% | Maíz en grano, tuna, tomate rojo (jitomate), cebada en grano | Juchitepec, Texcoco, Axapusco |
| Ciudad de México | 7.46% | Avena forrajera en verde, maíz en grano y nopalitos | Milpa Alta, Tlalpan | 29.28% | Nopalitos, noche buena y papa | Milpa Alta y Xochimilco |
| Hidalgo | 1.16% | Cebada en grano | Tizayuca | 0.27% | Cebada en grano | Tizayuca |

Fuente: Datos abiertos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2018).

Además de la actividad agrícola, se tiene un componente pecuario que también se concentra principalmente en el Estado de México. El valor de producción total del sector pecuario en 2018 fue de \$10.28 mil millones de pesos, de los cuales 87.42% se produjeron por el Estado de México, 8.79% por Tizayuca, y 3.79% por la Ciudad de México. Si se desagregan los datos a nivel de municipio o alcaldía, Tizayuca es el principal centro de actividad

pecuaria en toda la ZMVM. En cuanto a las especies de ganado en la región, se tiene que la avicultura genera 45.2% del valor de producción, por lo que se considera la actividad principal; le siguen en importancia el ganado bovino (37.71%) y el ganado porcino (9.89%). Los datos de producción pecuaria por tipo de ganado y producto derivado se resumen en la Tabla A1.8.

Tabla A1.8 Principales productos ganaderos / pecuarios en la Zona Metropolitana del Valle de México

| Especie | Producto | Aporte al valor de producción en 2018 |
|--|---------------|---------------------------------------|
| Ave | Carne | 23.31% |
| | Ganado en pie | 21.89% |
| | Huevo-plato | 1.17% |
| Bovino | Leche | 21.48% |
| | Carne | 8.17% |
| | Ganado en pie | 8.06% |
| Porcino | Carne | 5.48% |
| | Ganado en pie | 4.41% |
| Otros. Incluye ganado ovino, caprino, guajolote y actividades de apicultura. | | 7.2% |

Fuente: Datos abiertos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2018).

A1.3.4 Actividades económicas secundarias en la Zona Metropolitana del Valle de México

Número de unidades por tipo de actividad económica

Tabla A1.9 Desglose de actividades económicas secundarias en la Zona Metropolitana del Valle de México

| Actividades secundarias | Número de establecimientos | | | |
|--|----------------------------|--------------|--------------|-------------|
| | CDMX | EdoMex | Hidalgo | Total |
| Minería (21) | 146 | 33.6% | 64.4% | 2.1% |
| Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, agua y suministro de gas por ductos al consumidor final (22) | 1002 | 44.8% | 54.5% | 0.7% |
| Construcción (23) | 3361 | 72.8% | 26.5% | 0.7% |
| Industrias manufactureras (31-33) | 73 201 | 45.8% | 53.5% | 0.7% |
| Industria alimentaria (311) | 29 426 | 40.1% | 59.2% | 0.6% |
| Industria de las bebidas y del tabaco (312) | 5633 | 39.5% | 59.9% | 0.6% |
| Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles, y fabricación de productos textiles, excepto prendas de vestir (313-314) | 1186 | 53.1% | 46.1% | 0.8% |
| Fabricación de prendas de vestir; Curtido y acabado de cuero y piel, y fabricación de productos de cuero, piel y materiales sucedáneos (315-316) | 3804 | 50.5% | 48.8% | 0.7% |
| Industria de la madera (321) | 2338 | 45.6% | 53.3% | 1.1% |
| Industrias del papel; Impresión e industrias conexas (322-323) | 6582 | 68.9% | 30.8% | 0.3% |
| Fabricación de productos derivados del petróleo y carbón; Industria química; Industria del plástico y del hule (324-326) | 3040 | 53.2% | 45.6% | 1.3% |
| Fabricación de productos a base de minerales no metálicos (327) | 1730 | 30.6% | 68.2% | 1.2% |
| Industrias metálicas básicas; Fabricación de productos metálicos (331-332) | 10 808 | 41.9% | 57% | 1.1% |
| Fabricación de maquinaria y equipo; Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos; y fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo de g (333-336) | 1467 | 58.4% | 40.3% | 1.2% |
| Fabricación de muebles, colchones y persianas (337) | 4748 | 48.8% | 50.6% | 0.6% |
| Otras industrias manufactureras (339) | 2439 | 59.8% | 39.7% | 0.5% |
| Total | 77 710 | 46.9% | 52.4% | 0.7% |

Fuente: Elaborado a partir del DENU 2018 (INEGI, 2018).

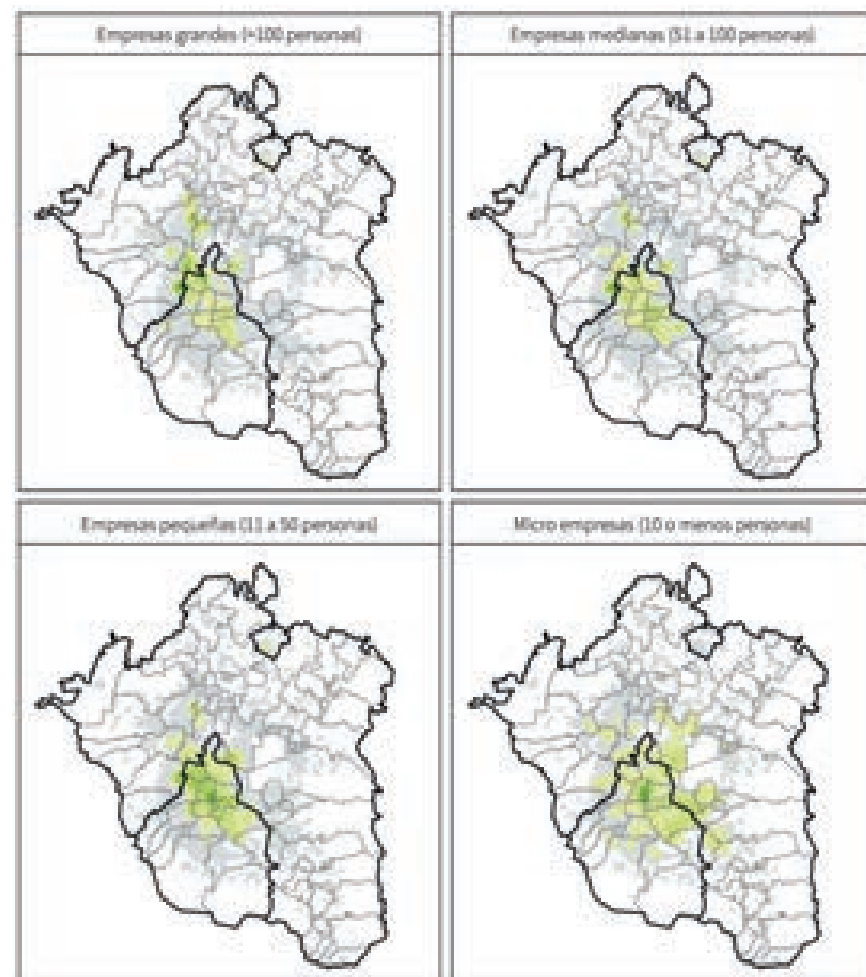
Número de unidades por tamaño de unidad económica

Tabla A1.10 Número de establecimientos industriales en la Zona Metropolitana del Valle de México por tamaño

| Tamaño del establecimiento | Minería (21) | Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica ... (22) | Construcción (23) | Industrias manufactureras (31-33) | Total |
|----------------------------|--------------|--|-------------------|-----------------------------------|---------------|
| Micro (<10 empleados) | 102 | 710 | 2297 | 66 386 | 69 495 |
| Pequeño (11-50 empleados) | 34 | 178 | 687 | 4540 | 5439 |
| Mediano (51-100 empleados) | 5 | 43 | 166 | 968 | 1182 |
| Grande (>100 empleados) | 5 | 71 | 211 | 1307 | 1594 |
| Total | 146 | 1002 | 3361 | 73 210 | 77 710 |

Fuente: Elaborado a partir del DENU 2018 (INEGI, 2018).

Distribución espacial de las actividades secundarias



Nota: Las áreas de color verde oscuro representan una mayor concentración de establecimientos. La ausencia de color no indica que en la zona no hay establecimientos industriales.

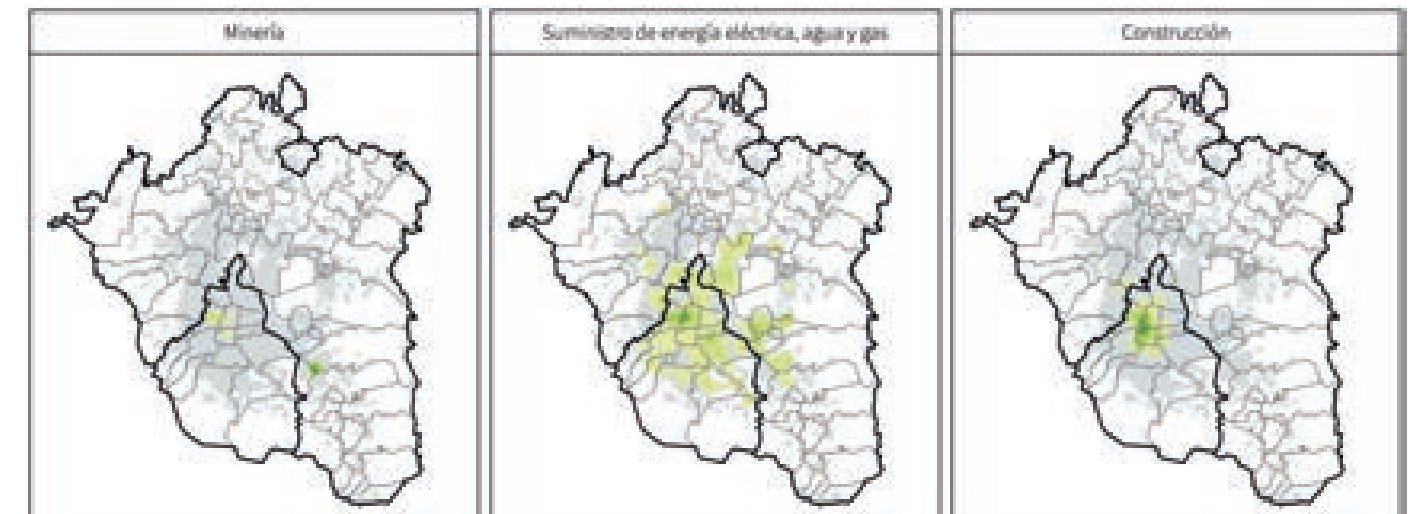
Figura A1.3 Concentración de la industria manufacturera en la Zona Metropolitana del Valle de México

Fuente: Elaborado a partir del DENU 2018 (INEGI, 2018)

También hay concentraciones significativas de actividad industrial en Cuautitlán Izcalli y Tultitlán, así como en las alcaldías de Azcapotzalco, Iztacalco e Iztapalapa en la Ciudad de México. La tendencia observada para las grandes empresas es muy similar para las empresas medianas, y en menor grado para las pequeñas. A medida que se reduce el tamaño de los establecimientos, comienzan a aparecer concentraciones importantes en las demarcaciones centrales de la ZMVM, como la alcaldía Cuauhtémoc, donde se tiene la mayor concentración de microempresas.

En cuanto a las actividades mineras, se destaca la de minerales no metálicos como arena y grava, así como

caliza y otras piedras dimensionadas (Servicio Geológico Mexicano, 2018); por ejemplo, en la Figura A1.4 se observa una concentración significativa de establecimientos en Ixtapaluca, Estado de México, por la presencia de plantas de triturado y cribado de arena y grava. En cuanto a la industria de la construcción, predominan establecimientos dedicados a la edificación tanto residencial como no residencial, y trabajos especializados para la construcción. Finalmente, los establecimientos para la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, agua y suministro de gas tienen una distribución más homogénea, derivada de la naturaleza de la actividad, que incluye, por ejemplo, la captación, transmisión y suministro de agua por entes públicos y privados.



Nota: Las áreas de color verde oscuro representan una mayor concentración de establecimientos. La ausencia de color no indica que en la zona no hay establecimientos industriales.

Figura A1.4 Mapas de concentración de la industria no manufacturera en la Zona Metropolitana del Valle de México

Fuente: Elaborado a partir del DENU 2018 (INEGI, 2018)

A1.3.5 Actividades económicas terciarias en la Zona Metropolitana del Valle de México

Número de unidades por tipo de actividad económica

Tabla A1.11 Desglose de actividades económicas terciarias en la Zona Metropolitana del Valle de México

| Actividades Terciarias | Número de establecimientos | | | |
|---|----------------------------|-------|--------|---------|
| | Total | CDMX | EdoMex | Hidalgo |
| Distribución de bienes (43, 46, 48-49) | 464 397 | 49.2% | 50.2% | 0.6% |
| Comercio al por mayor (43) | 29 014 | 60.4% | 39.1% | 0.5% |
| Comercio al por menor (46) | 430 622 | 48.2% | 51.2% | 0.6% |
| Transportes, correo y almacenamiento (48-49) | 4761 | 70.3% | 29.0% | 0.7% |
| Operaciones con información (51) | 3234 | 63.1% | 36.2% | 0.6% |
| Operaciones con activos (52-53) | 23 301 | 62.0% | 37.6% | 0.4% |
| Servicios financieros y de seguros (52) | 12 788 | 67.7% | 31.9% | 0.4% |
| Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles (53) | 10 513 | 55.1% | 44.4% | 0.4% |
| Servicios cuyo insumo principal es el conocimiento y la experiencia del personal (54-56,61-62) | 107 630 | 56.4% | 43.1% | 0.5% |
| Servicios profesionales, científicos y técnicos (54) | 21 752 | 69.3% | 30.3% | 0.4% |
| Corporativos (55) | 196 | 90.8% | 9.2% | 0.0% |
| Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación (56) | 22 070 | 49.8% | 49.6% | 0.7% |
| Servicios educativos (61) | 25 476 | 46.7% | 52.8% | 0.5% |
| Servicios de salud y de asistencia social (62) | 38 136 | 59.3% | 40.3% | 0.4% |
| Servicios relacionados con la recreación (71-72) | 112 913 | 53.5% | 45.9% | 0.6% |
| Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos (71) | 12 459 | 46.2% | 53.3% | 0.5% |
| Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas (72) | 100 454 | 54.4% | 45.0% | 0.6% |
| Servicios residuales ² (81) – Otros servicios excepto actividades gubernamentales | 132 323 | 48.7% | 50.7% | 0.6% |
| Gobierno (93) – Actividades legislativas, gubernamentales de impartición de justicia y de organismos internacionales y extraterritoriales | 8346 | 57.3% | 41.9% | 0.7% |
| Total | 852 144 | 51.1% | 48.3% | 0.6% |

Fuente: Elaborado a partir del DENUÉ 2018 (INEGI, 2018)

Distribución espacial de las actividades terciarias

En la Figura A1.5 se puede observar la concentración de las actividades económicas terciarias dentro de la ZMVM, categorizadas según la clasificación estándar del INEGI (INEGI, 2012); estas figuras son mapas de calor que representan las zonas de mayor acumulación de establecimientos individuales de comercios y servicios

en la metrópoli. En general, la mayor parte de las actividades económicas terciarias en la ZMVM se concentran en la Ciudad de México, así como en algunos municipios del Estado de México que colindan con la capital, particularmente en la región poniente.

² Por ser un sector residual de los servicios (con excepción de los del Gobierno), se sitúa al final del grupo de los que pueden ser prestados indistintamente por el sector público o por el privado. Algunos ejemplos de estos servicios son los que ofrecen los centros de verificación vehicular, salones y clínicas de belleza, panteones, estacionamientos, servicios domésticos, etcétera (INEGI, 2012).

La distribución de bienes, dividida en comercios al por mayor, comercios al por menor y transporte, correos y almacenamiento, se concentra principalmente en la ciudad central y la región metropolitana-oriente. Estas unidades económicas se dedican a la compra-venta (sin transformación) de bienes, materias primas y otros suministros. Se destaca que en la alcaldía Iztapalapa se ubica la Central de Abastos de la Ciudad de México, considerada por la Unión Mundial de Mercados Mayoristas como el centro de suministro de alimentos más grande del mundo; alrededor de 500 mil personas la visitan diariamente (FICEDA, s/f). También se registran grandes centros de actividad en las alcaldías Cuauhtémoc, Miguel Hidalgo, Benito Juárez y Álvaro Obregón, así como en los municipios de Naucalpan y Tlalnepantla. En estas zonas se ubican grandes plazas comerciales, así como zonas con densidades altas de establecimientos comerciales (por ejemplo, el Centro Histórico y Polanco). Los servicios de transporte, correos y almacenamiento muestran una concentración en la alcaldía Venustiano Carranza, en torno al Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, por la alta concentración de servicios aduanales y de distribución de bienes en la zona oriente de la capital.

Los servicios se concentran, al igual que las actividades comerciales, en la zona centro de la Ciudad de México; sin embargo, también se aprecia una contribución importante de la zona poniente y sur de la capital, así como de algunos municipios del Estado de México, dependiendo del tipo de actividad económica. En las alcaldías Miguel Hidalgo, Cuauhtémoc y Benito Juárez se concentran mayoritariamente las unidades económicas que ofrecen servicios de operaciones con información y activos, aunque también hay una densidad apreciable en las alcaldías Álvaro Obregón y Cuajimalpa, así como en municipios conurbados del Estado de México. Estas actividades, particularmente los servicios financieros y de seguros, tienen un valor agregado alto (OCDE, 2015). Entre 2003 y 2016, este tipo de servicios fue la actividad que más crecimiento tuvo, pasando del 4.75% al 13.13% en aportación del PIB terciario de la Ciudad de México (Secretaría de Desarrollo Económico, 2019); a su vez, esto representa más del 45% del PIB nacional para la actividad respectiva (INEGI & Gobierno de la Ciudad de México, 2017).

Otros servicios cuyo insumo principal es el conocimiento y la experiencia del personal muestran el mismo patrón.

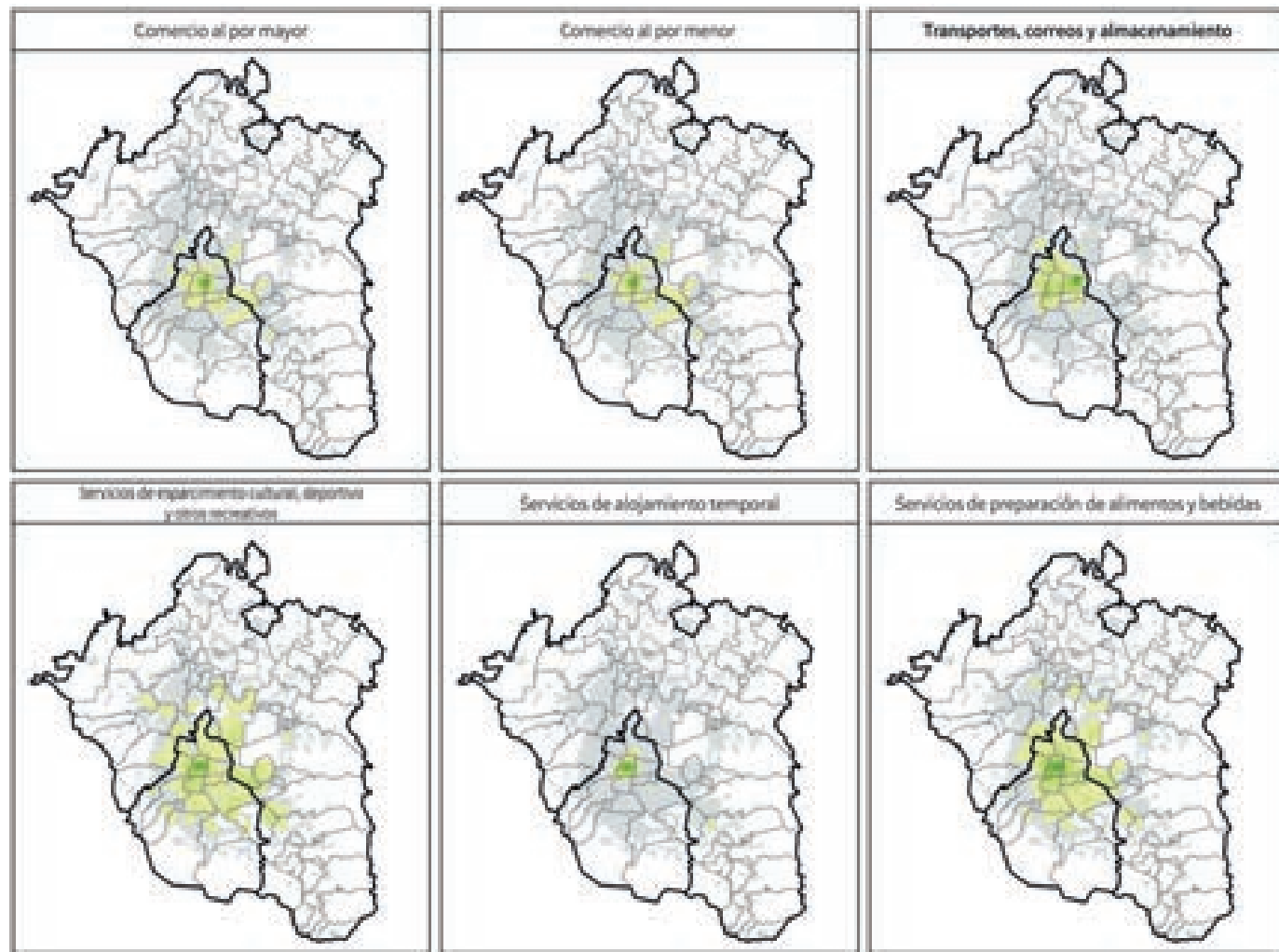
Para los corporativos se observan tres centros financieros: dos en las alcaldías Miguel Hidalgo y Cuauhtémoc, y otra concentración entre el límite que divide a las alcaldías Álvaro Obregón y Cuajimalpa. El primero y más importante se ubica sobre Paseo de la Reforma, a la altura de Chapultepec y enmarcada por las colonias Cuauhtémoc y Juárez; esta es considerada una de las zonas de negocios más importantes de América Latina. En segunda instancia, en Polanco-Lomas también se tiene una actividad corporativa importante. El tercer centro corporativo se ubica en Santa Fe, que actualmente es un punto de actividad económica plenamente consolidado y un nodo generador de empleo en la Ciudad de México; esta zona ha adquirido gran relevancia por ser anfitrión de los corporativos de empresas de carácter transnacional que demandan condiciones urbanas y arquitectónicas de primer nivel, lo cual ha hecho del sector servicios la actividad económica preponderante en la zona (SEDUVI, 2012). Finalmente, se destacan concentraciones menores más al sur de la Ciudad de México y en el municipio de Tlalnepantla.

Los sectores de educación y salud también comprenden actividades que requieren conocimientos y especialización por parte del personal. Estos se dirigen principalmente a las personas, ya que repercuten en el nivel educativo y la salud pública. La distribución de este tipo de servicios se muestra en la Figura A1.6.

El alojamiento temporal se concentra en la zona del Centro Histórico de la Ciudad de México y en otras colonias de la alcaldía Cuauhtémoc, como las colonias Juárez, Condesa, Hipódromo, Roma y Anzures, así como la colonia homónima. Esta zona forma el complejo cultural, de entretenimiento, hospedaje y turismo de negocios y vacacional más importante de la ZMVM. La derrama económica de la actividad turística en México superó los 4 mil 800 millones de dólares en 2018, con más de la mitad asociada al turismo internacional (Secretaría de Turismo, 2019). Las unidades económicas relacionadas a servicios de preparación de alimentos y bebidas se concentran en las alcaldías Cuauhtémoc, Miguel Hidalgo, Venustiano Carranza y Gustavo A. Madero de la Ciudad de México, coincidiendo con el patrón observado para los servicios de alojamiento. Sin embargo, también se presentan concentraciones significativas en municipios del Estado de México, en el centro-norte y oriente de la metrópoli.

Los servicios de esparcimiento incluyen unidades económicas que se dedican a los servicios artísticos, culturales y deportivos, así como los que ofrecen su difusión. Tan solo en la Ciudad de México hay más de 838 centros y atractivos con potencial turístico, incluyendo más de 170 museos y galerías (SECTUR & Gobierno del Distrito Federal, 2013). La figura muestra que este tipo de servicios tam-

bién se concentra en la zona central de ZMVM, aunque con una mayor dispersión que los servicios orientados al alojamiento y la preparación de bebidas y alimentos. En el mapa de calor respectivo la concentración de centros culturales y deportivos se esparce hacia zonas al oriente, norte y nororiente del Estado de México, como los municipios de Ecatepec, Nezahualcóyotl y Naucalpan de Juárez.



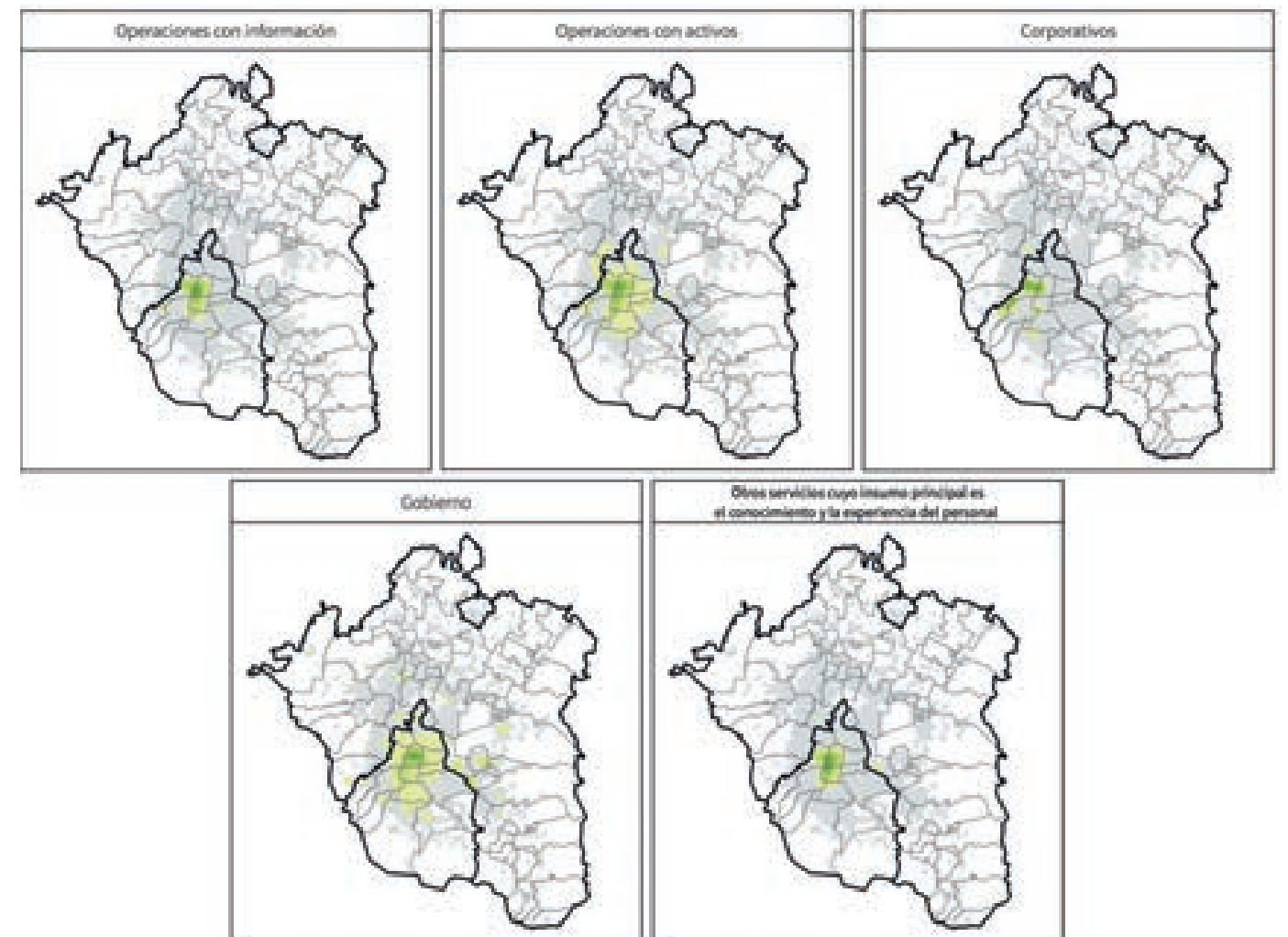
Nota: Las áreas de color verde oscuro representan una mayor concentración de establecimientos. La ausencia de color no indica que en la zona no hay establecimientos comerciales y de servicios.

Figura A1.5 Concentración de la actividad comercial y servicios en la Zona Metropolitana del Valle de México

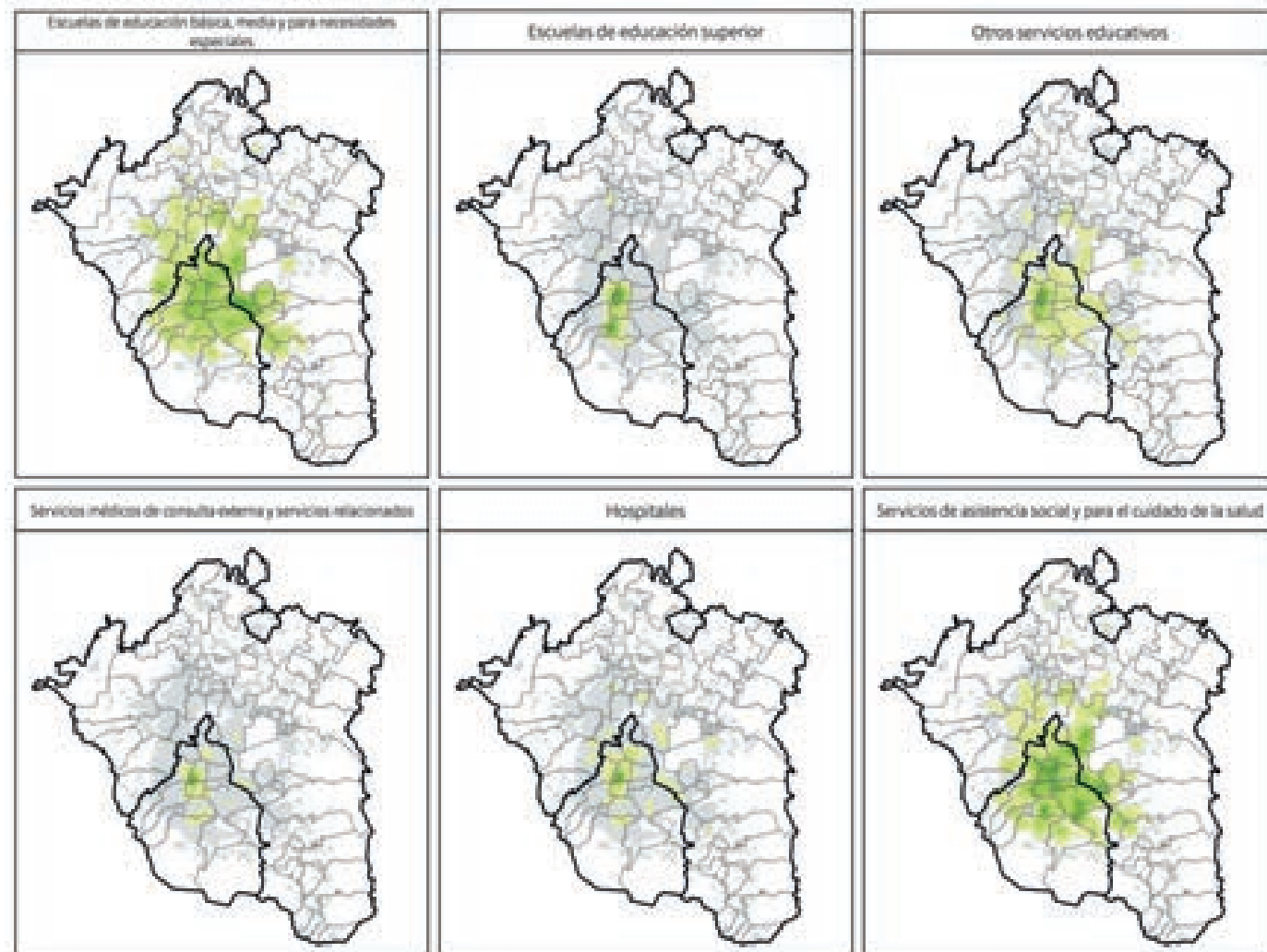
Fuente: Elaborado a partir del DENUE 2018 (INEGI, 2018)

Finalmente, las actividades relacionadas con el gobierno también muestran un patrón de centralización en la zona centro de la capital mexicana. La Ciudad de México es el centro administrativo del país, por lo que concentra las sedes de dependencias de la Administración Pública del Gobierno Federal, además de los entes administrativos locales, organismos internacionales, así como embajadas

y consulados de otros países. No obstante, se observa una mayor dispersión en el mapa de calor por la distribución de las entidades administrativas de los gobiernos locales de las 76 demarcaciones de segundo nivel en la entidad. Estos establecimientos también incitan el desplazamiento de la población para la atención de trámites y la realización de otros procedimientos administrativos.



Nota: Las áreas de color verde oscuro representan una mayor concentración de establecimientos. La ausencia de color no indica que en la zona no hay establecimientos comerciales y de servicios.



Nota: Las áreas de color verde oscuro representan una mayor concentración de establecimientos. La ausencia de color no indica que en la zona no hay establecimientos de servicios de educación y salud.

Figura A1.6 Concentración de los servicios de educación y salud en la Zona Metropolitana del Valle de México Fuente: Elaborado a partir del DENU 2018 (INEGI, 2018)

A1.3.6 Fuerza laboral y desocupación

En 2010, la ZMVM contaba con aproximadamente 8.71 millones de personas económicamente activas (PEA), de las cuales 8.28 millones (95.1%) se encontraban ocupadas (INEGI, 2013). El empleo tiende a concentrarse en las áreas centrales de la Ciudad de México y en los municipios conurbados del Estado de México ubicados al norte de la ciudad. Las alcaldías de la Ciudad de México con la mayor cantidad de empleos en la ZMVM son Cuauhtémoc y Miguel Hidalgo con valores de 614 y 481 mil empleos

formales, respectivamente. Entre los mayores polos de empleo fuera de la Ciudad de México se encuentran los municipios de Ecatepec de Morelos, Tlalnepantla de Baz, Naucalpan y Nezahualcóyotl, todos ellos con más de 100 mil personas ocupadas (Centro Mario Molina, 2012). La Figura A1.7 muestra la tasa de ocupación a nivel de AGEB, expresada como el porcentaje de población de 12 años o más que reportó ocupación laboral durante el Censo de Población y Vivienda 2010.

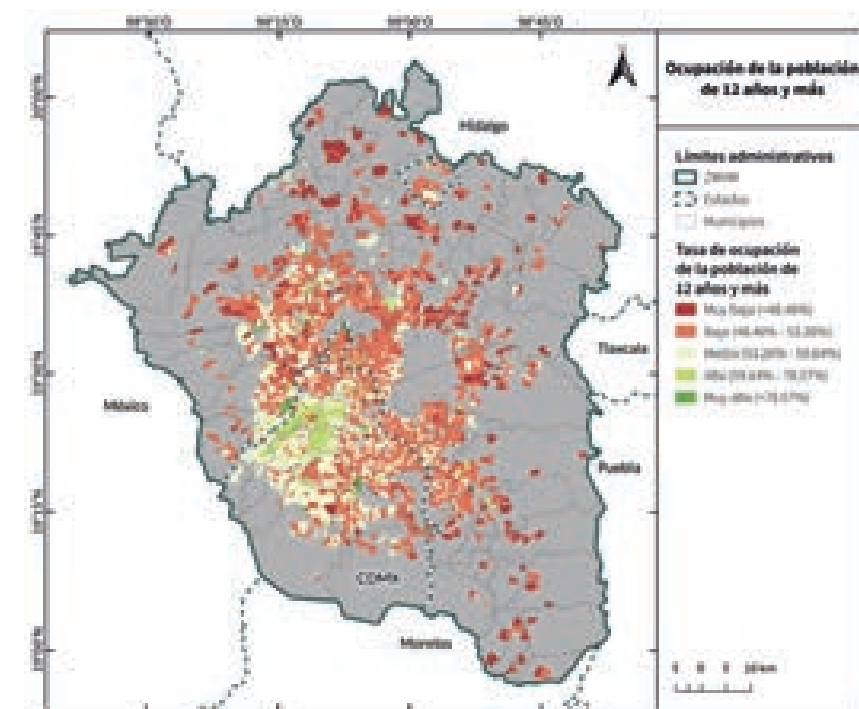


Figura A1.7 Concentración del personal ocupado en la Zona Metropolitana del Valle de México Fuente: Elaborado con datos del Censo de Población y Vivienda 2010 a nivel de AGEB (INEGI, 2013)

La tasa de desocupación en la ZMVM es baja. La Ciudad de México en promedio tiene la tasa más alta dentro de la ZMVM; sin embargo, esta no rebasa el 6% de desocupación. A pesar de su baja tasa de desocupación, la ZMVM se encuentra por debajo de su productividad estimada. En zonas metropolitanas como Guadalajara los niveles agregados de productividad laboral son similares

a la ZMVM a pesar de tener menor población. Un factor que contribuye a la baja productividad de la ZMVM es la discrepancia entre el lugar de residencia y el lugar de trabajo (OCDE, 2015) así como la alta tasa de informalidad. La Figura A1.8 muestra la variación en la tasa de desocupación trimestral en las tres entidades que conforman la ZMVM, entre 2016 y 2018.

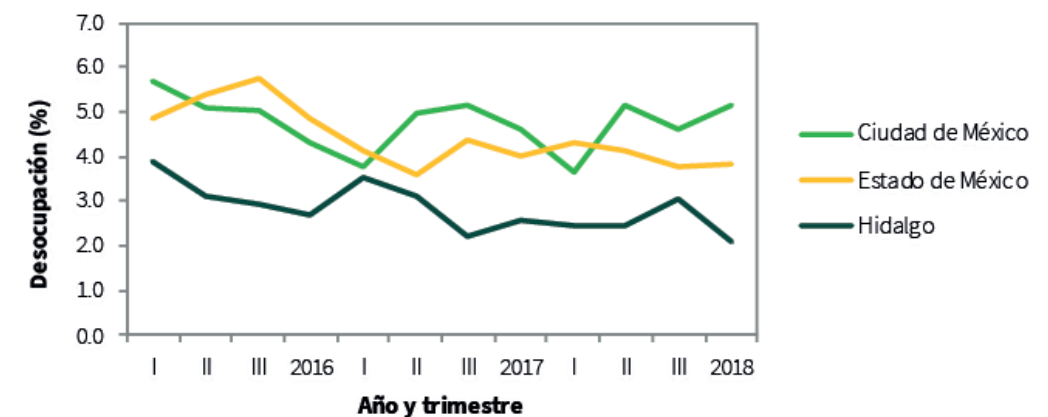


Figura A1.8 Tasa de desocupación trimestral respecto de la Población Económicamente Activa en la Zona Metropolitana del Valle de México Fuente: Elaborado con base en la tasa de desocupación reportada en la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE), 2016-2018 (INEGI, 2020b).

Si bien el desempleo es bajo, su variación intrametropolitana es alta: de menos del 1% en el norponiente de la Ciudad de México, hasta valores superiores al 7.5% en las periferias de la mancha urbana. Las demarcaciones con menor tasa de desocupación son las alcaldías Miguel Hidalgo y Cuajimalpa, particularmente en la zona de Lomas-Palmas, Bosques de las Lomas, Lomas Virreyes y Lomas Altas, así como Polanco, y ciertas zonas de los municipios de Naucalpan de Juárez y Huixquilucan en el Estado de México. Las alcaldías Álvaro Obregón y Tlal-

pan también presentan bajos niveles de desocupación, formando un corredor con baja tasa de desempleo en el poniente de la Ciudad de México. En la ZMVM existe una cantidad significativa de zonas con altas tasas de desocupación; no obstante, su distribución es dispersa (ver Figura A1.9). En este sentido, podría destacarse la porción norte de la ZMVM, en fracciones de municipios mexiquenses como Atizapán de Zaragoza, Cuautitlán Izcalli, Tlalnepantla de Baz y Ecatepec de Morelos, y la alcaldía Gustavo A. Madero.

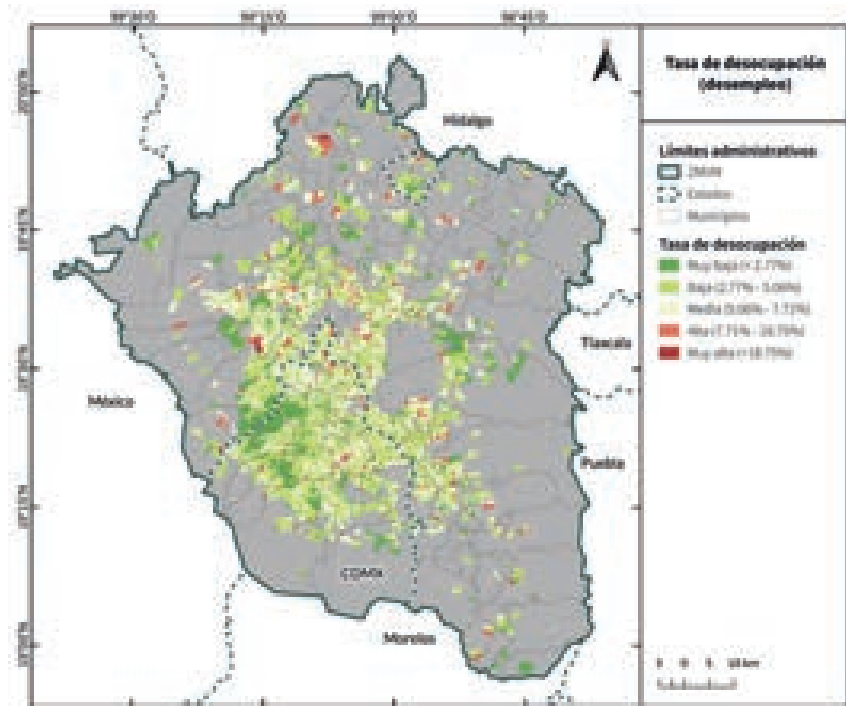


Figura A1.9 Tasa de desocupación en la Zona Metropolitana del Valle de México
Fuente: Elaborado con datos del Censo de Población y Vivienda 2010 a nivel de AGEB (INEGI, 2013)

A1.4 Estructura urbana de la Zona Metropolitana del Valle de México

A1.4.1 Sistema vial

La composición de la estructura vial urbana de la zona metropolitana responde a los procesos de expansión, producto del crecimiento demográfico y la creación de nuevos poli-centros que concentran infraestructura urbana, población y actividades económicas. El sistema vial tiene una red de acceso que desemboca en el sistema vial primario de la Ciudad de México; los accesos principales a la ZMVM son, al norte, la autopista México-Querétaro, la México-Pachuca y la Av. Central; al norponiente la carretera Tlalnepantla-Atlacomulco, en tanto que al surponiente la vía principal de acceso es la autopista México-Toluca; en la zona oriente, la carretera urbana México-Texcoco, la carretera México-Puebla y la autopista Peñón-Texcoco forman los accesos principales; finalmente, al sur se destacan las carreteras México-Cuernavaca, Xochimilco-Oaxtepec y Amecameca-Cuatla (Departamento del Distrito Federal, 2003).

Las vías perimetrales principales están constituidas por Anillo Periférico, Vía Gustavo Baz, la Av. José López Portillo, el Circuito Exterior Mexiquense y la Carretera La Venta-Chamapa-Lechería. Se destaca la autopista Nau-

calpan-Ecatepec como punto de conexión entre el poniente y oriente. El Viaducto Elevado Bicentenario, la Autopista Urbana Norte y la Autopista Urbana Sur forman un sistema vial elevado que cruza la zona metropolitana y conecta a diferentes municipios del Estado de México y la Ciudad de México.

La red vial de la Ciudad de México tiene una longitud estimada de 10 182.21 km. La Tabla A1.12 desagrega la longitud total de vialidades en la Ciudad de México de acuerdo con la clasificación adoptada para vialidades primarias y secundarias, además de mostrar la longitud de vialidades selectas de acceso controlado. Es importante destacar que en gran parte del subsistema secundario no circula transporte público; considerando esto, el ITDP reporta un total de 9561 km de vialidades primarias o secundarias selectas por donde transita el transporte público o que corresponden a importantes accesos (ITDP, 2015) dentro de la ZMVM. Estas vialidades no solo facilitan el movimiento de la población, bienes y servicios, sino que determinan y condicionan los patrones de desarrollo urbano (SEDESOL, México, México, & Hidalgo, 2011).

Tabla A1.12 Longitud total vial de la Ciudad de México

| | Tipo de vialidad | Longitud (km) |
|-------------------------------------|--------------------------|---------------|
| | Anillo Periférico | 58.83 |
| | Circuito Interior | 42.98 |
| | Calzada de Tlalpan | 17.70 |
| | Viaducto | 12.25 |
| Vías de acceso controlado | Viaducto Río Becerra | 1.87 |
| | Calzada Ignacio Zaragoza | 14.12 |
| | Radial Aquiles Serdán | 9.80 |
| | Radial Río san Joaquín | 5.46 |
| | Gran Canal | 8.41 |
| | Subtotal | 171.42 |
| | Ejes viales | 421.16 |
| Arterias principales | 320.57 | |
| Total de vialidad primaria | 913.15 | |
| Total de vialidad secundaria | 9269.06 | |
| Red vial total | 10 182.21 | |

Fuente: Transporte Público Masivo en la Zona Metropolitana del Valle de México Proyecciones de demanda y soluciones al 2024

Fuentes de información

- Centro Mario Molina. (2012). Actualización al diagnóstico de la Megalópolis del centro de México. Proyecto CONACYT 08/2012. En *Propuestas estratégicas para el desarrollo sustentable de la Megalópolis del centro de México*.
- CONAGUA. (2020). Sistema Nacional de Información del Agua. Recuperado el 8 de abril de 2020, de <http://sina.conagua.gob.mx/sina/>
- CONAPO. (2013a). Indicadores demográficos de México de 1970 a 2050. Recuperado de http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/Mapa_Ind_Dem18/index.html#
- CONAPO. (2013b). Proyecciones de la Población de los Municipios de México, 2015-2030. Recuperado el 17 de abril de 2020, de <https://www.gob.mx/conapo/documentos/proyecciones-de-la-poblacion-de-los-municipios-de-mexico-2015-2030>
- CONAPO. (2017). *La situación demográfica en México 2017*. (M. Márquez Villeda, M. Muñoz del Valle, & E. Landón Zepeda, Eds.). México: Consejo Nacional de Población. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/344406/SDM-2017_completo_web2.pdf
- CONAPO, SEDATU, & INEGI. (2018). *Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2015*. (M. Márquez Villeda, Ed.). México. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/344506/1_Preliminares_hasta_V_correcciones_11_de_julio.pdf
- Departamento del Distrito Federal. (2003). Programa General de Desarrollo Urbano del Distrito Federal. Ciudad de México: Diario Oficial de la Federación.
- DOF. Acuerdo por el que se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de los 653 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, mismos que forman parte de las Regiones Hidrológico-Administrativas que se indican. (2018). Comisión Nacional del Agua. Recuperado de http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5510042&fecha=04/01/2018
- FICEDA. (s/f). Central de Abasto de la Ciudad de México. Recuperado el 28 de abril de 2020, de <https://ficeda.com.mx/index.php?id=central>
- INEGI. (2012). *Clasificación para Actividades Económicas*. (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Ed.). México. Recuperado de <http://www3.inegi.org.mx/rnm/index.php/catalog/205/download/5998>
- INEGI. (2013). Censo de Población y Vivienda 2010. Recuperado el 14 de abril de 2020, de <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2010/default.html#Tabulados>
- INEGI. (2014). Encuesta Nacional de la Dinámica Demográfica (ENADID). Recuperado el 20 de abril de 2020, de <https://www.inegi.org.mx/programas/enadid/2014/default.html#Tabulados>
- INEGI. (2017). Consulta de resultados. Mortalidad. Recuperado el 15 de agosto de 2018, de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/registros/vitales/consulta.asp?c=11800#>
- INEGI. (2018). Directorio Nacional de Unidades Económicas. DENU. Recuperado el 22 de abril de 2020, de <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denu/>
- INEGI. (2020a). Biblioteca digital de Mapas. Recuperado el 8 de abril de 2020, de <https://www.inegi.org.mx/app/mapas/>
- INEGI. (2020b). Empleo y ocupación. Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo. Recuperado el 22 de abril de 2020, de <https://www.inegi.org.mx/temas/empleo/default.html#Tabulados>
- INEGI, & Gobierno de la Ciudad de México. (2017). *Anuario estadístico y geográfico de la Ciudad de México 2017*. Recuperado de https://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF_Docs/CDMX_ANUARIO_PDF.pdf
- Instituto de Geografía UNAM. (2017). Infraestructura de Datos Espaciales Abiertos. Recuperado el 27 de abril de 2020, de <https://www.gits.igg.unam.mx/idea/descarga>
- ITDP. (2015). Transporte Público Masivo en la Zona Metropolitana del Valle de México. Proyecciones de demanda y soluciones al 2024. Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo. ITDP México. Recuperado de <http://mexico.itdp.org/wp-content/uploads/Transporte-Publico-Masivo-en-la-Zona-Metropolitana-del-Valle-de-Mexico-Proyecciones-de-demanda-y-soluciones-al-2024.pdf>
- OCDE. (2015). *Estudios Territoriales de la OCDE. Valle de México, México*. <https://doi.org/10.1787/9789264245174-en>
- Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México. (2014). *Estadísticas del Agua de la Región Hidrológico-Administrativa XIII, Edición 2013*. Recuperado de https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2015/09/Estadísticas_Agua_Valle_de_Mexico_2014.pdf
- Secretaría de Desarrollo Económico. (2019). Guía para la Inversión 2019. Ciudad de México. DGPSE. Recuperado de <https://www.sedec.cdmx.gob.mx/storage/app/media/guia-para-la-inversion-2019-portal.pdf>
- Secretaría de Turismo. (2019). Actividad Turística de la Ciudad de México. Indicadores enero-diciembre 2008-2018. Gobierno de la Ciudad de México. Recuperado de https://www.turismo.cdmx.gob.mx/storage/app/media/Estadísticas/Estadísticas_2018/Enero_a_diciembre_2008_-_2018.pdf
- SECTUR, & Gobierno del Distrito Federal. (2013). Agenda de Competitividad Turística de la Ciudad de México 2013-2018.
- SEDESOL. (2012). Capítulo I. Vialidad urbana. En *Manual de Normas y Reglas de vialidad, dispositivos de tránsito y Mobiliario Urbano* (p. 24). México. Recuperado de <http://normateca.sedesol.gob.mx/work/models/SEDESOL/Resource/1592/1/images/ContenidoTOM01.pdf>
- SEDESOL, México, G. de la C. de, México, G. del E. de, & Hidalgo, G. del E. de. (2011). *Programa de Ordenación de la Zona Metropolitana del Valle de México*. Recuperado de mexico.sedesol.gob.mx/publicaciones/digitales/pozmvm_digital.pdf
- SEDUVI. (2012). *Programa Parcial de Desarrollo Urbano de la zona Santa Fe*. Ciudad de México.
- SEMARNAT. (2016). *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. Indicadores Clave, de Desempeño Ambiental y de Crecimiento Verde. Edición 2015*. México: SEMARNAT. Recuperado de https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe15/tema/pdf/Informe15_completo.pdf
- SENER. (2018). Balance Nacional de Energía 2017. Secretaría de Energía. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/414843/Balance_Nacional_de_Energia_a_2017.pdf
- Servicio Geológico Mexicano. (2018). Panorama Minero del Estado de México. Secretaría de Economía. Subsecretaría de Minería. Recuperado de http://www.sgm.gob.mx/pdfs/EDO_MEXICO.pdf
- SIAP. (2018). Estadística de Producción Agrícola y Pecuaria. Recuperado el 28 de abril de 2020, de <http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos.php>
- SSP. (2015a). Ejes viales y avenidas principales. Recuperado el 9 de junio de 2020, de http://data.ssp.cdmx.gob.mx/reglamentodetransito/documentos/mapas/red_vial_primaria.pdf
- SSP. (2015b). Vías de acceso controlado. Recuperado el 9 de junio de 2020, de http://data.ssp.cdmx.gob.mx/reglamentodetransito/documentos/mapas/vias_acceso_controlado.pdf

ANEXOS CAPÍTULO 2

A2.1 Normas Oficiales Mexicanas en materia de calidad del aire

A2.1.1 Normas Oficiales Mexicanas en materia de salud ambiental

- NOM-020-SSA1-2014.- Establece el valor límite permisible para la concentración de ozono (O₃) en el aire ambiente y criterios para su evaluación.
- NOM-021-SSA1-1993¹.- Indica el criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al monóxido de carbono (CO).
- NOM-022-SSA1-2010.- Señala el criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al dióxido de azufre (SO₂)².
- NOM-022-SSA1-2019.- Establece el criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al dióxido de azufre (SO₂).
- NOM-023-SSA1-1993¹.- Norma el criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al bióxido de nitrógeno (NO₂).
- NOM-025-SSA1-2014.- Indica los valores límite permisibles para la concentración de partículas suspendidas PM₁₀ y PM_{2.5} en el aire ambiente y establece los criterios para su evaluación.
- NOM-026-SSA1-1993¹.- Señala el criterio a usar para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al plomo (Pb).

A2.1.2 Normas Oficiales Mexicanas en materia de calidad del aire vigentes³

- NOM-004-ASEA-2017.- Establece la obligación de instalar Sistemas de Recuperación de Vapores de Gasolinas para el control de emisiones en estaciones de servicio para expendio al público de gasolinas, así como los métodos de prueba para determinar la eficiencia, mantenimiento y los parámetros para la operación.
- NOM-005-ASEA-2016.- Regula el diseño, construcción, operación y mantenimiento de Estaciones de Servicio para almacenamiento y expendio de diésel y gasolinas.
- NOM-016-CRE-2016.- Indica las especificaciones de calidad de los petrolíferos.
- NOM-034-SEMARNAT-1993.- Establece los métodos de medición para determinar la concentración de monóxido de carbono en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.
- NOM-035-SEMARNAT-1993.- Señala los métodos de medición para determinar la concentración de partículas suspendidas totales en el aire ambiente y el procedimiento para la calibración de los equipos de medición.

¹ Las NOM-021-SSA1-1993, NOM-023-SSA1-1993 y NOM-026-SSA1-1993 siguen vigentes, aunque el Senado de la República presentó una solicitud de revisión y actualización en mayo de 2019, de forma que tomen en consideración, los estándares de la Organización Mundial de la Salud.

² Esta norma no está vigente, sin embargo se utilizó para el cálculo de algunos indicadores en materia de calidad del aire, pues era la NOM vigente en el año de evaluación (2018).

³ Se enlistan aquellas normas aplicadas a las fuentes fijas y móviles en la ZMVM; no obstante, existen más normas que impactan la calidad del aire en la zona de estudio. Tal es el caso de la NOM-148-SEMARNAT-2006, la cual establece los requisitos para la recuperación de azufre proveniente de los procesos de refinación. Si se desea consultar el Catálogo de Normas Oficiales Mexicanas, se puede acceder a través del siguiente enlace: <https://www.sinec.gob.mx/SINEC/Vista/Normalizacion/BusquedaNormas.xhtml>.

- NOM-036-SEMARNAT-1993.- Indica los métodos de medición para determinar la concentración de ozono en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.
- NOM-037-SEMARNAT-1993.- Establece los métodos de medición para determinar la concentración de bióxido de nitrógeno en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.
- NOM-038-SEMARNAT-1993.- Señala los métodos de medición para determinar la concentración de bióxido de azufre en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.
- NOM-039-SEMARNAT-1993.- Establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de bióxido y trióxido de azufre y neblinas de ácido sulfúrico, en plantas productoras de ácido sulfúrico.
- NOM-040-SEMARNAT-2002.- Indica los límites en la fabricación de cemento hidráulico-niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera.
- NOM-041-SEMARNAT-2015.- Indica los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.
- NOM-042-SEMARNAT-2003.- Establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kilogramos, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diésel, así como de las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos.
- NOM-043-SEMARNAT-1993.- Regula los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.
- NOM-044-SEMARNAT-2017.- Indica los límites máximos permisibles de emisión de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos no metano, hidrocarburos no metano más óxidos de nitrógeno, partículas y amoníaco, provenientes del escape de motores nuevos que utilizan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos, así como del escape de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipados con este tipo de motores.
- NOM-045-SEMARNAT-2017.- Regula los vehículos en circulación que usan diésel como combustible, indicando los límites máximos permisibles de opacidad, el procedimiento de prueba y las características técnicas del equipo de medición.
- NOM-046-SEMARNAT-1993.- Indica los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de bióxido de azufre, neblinas de trióxido de azufre y ácido sulfúrico, provenientes de procesos de producción de ácido dodecibencensulfónico en fuentes fijas.
- NOM-047-SEMARNAT-2014.- Establece las características del equipo y el procedimiento de medición para la verificación de los límites de emisión de contaminantes provenientes de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos.
- NOM-048-SEMARNAT-1993⁴.- Establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono y humo, provenientes del escape de las motocicletas en circulación que utilizan gasolina o mezcla de gasolina-aceite como combustible.
- NOM-049-SEMARNAT-1993⁴.- Indica las características del equipo y el procedimiento de medición, para la verificación de los niveles de emisión de gases contaminantes, provenientes de las motocicletas en circulación que usan gasolina o mezcla de gasolina-aceite como combustible.

- NOM-050-SEMARNAT-2018.- Señala los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos.
- NOM-076-SEMARNAT-2012.- Indica los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno provenientes del escape, así como de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y otros combustibles alternos y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos nuevos en planta.
- NOM-085-SEMARNAT-2011.- Establece respecto a la contaminación atmosférica-Niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición.
- NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005.- Indica las especificaciones de los combustibles fósiles para la protección ambiental.
- NOM-097-SEMARNAT-1995.- Regula los límites máximos permisibles de emisión a la atmósfera de material particulado y óxidos de nitrógeno en los procesos de fabricación de vidrio en el país.
- NOM-105-SEMARNAT-1996.- Señala los niveles máximos permisibles de emisiones a la atmósfera de partículas sólidas totales y compuestos de azufre reducido total provenientes de los procesos de recuperación de químicos de las plantas de fabricación de celulosa.
- NOM-121-SEMARNAT-1997.- Indica los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de compuestos orgánicos volátiles (COV) provenientes de las operaciones de recubrimiento de carrocerías nuevas en planta de automóviles, unidades de uso múltiple, de pasajeros y utilitarios; carga y camiones ligeros, así como el método para calcular sus emisiones.
- NOM-123-SEMARNAT-1998.- Establece el contenido máximo permisible de compuestos orgánicos volátiles (COV), en la fabricación de pinturas de secado al aire base disolvente para uso doméstico y los procedimientos para la determinación del contenido de los mismos en pinturas y recubrimientos.
- NOM-156-SEMARNAT-2012.- Regula el establecimiento y operación de sistemas de monitoreo de la calidad del aire.
- NOM-163-SEMARNAT-ENER-SCFI-2013.- Regula las emisiones de bióxido de carbono (CO₂) provenientes del escape y su equivalencia en términos de rendimiento de combustible, aplicable a vehículos automotores nuevos de peso bruto vehicular de hasta 3,857 kilogramos.
- NOM-167-SEMARNAT-2017.- Establece los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes para los vehículos automotores que circulan en las entidades federativas de la Megalópolis (Ciudad de México, Hidalgo, Estado de México, Morelos, Puebla y Tlaxcala), los métodos de prueba para la evaluación de dichos límites, y las especificaciones de tecnologías de información y hologramas.
- NOM-172-SEMARNAT-2019.- Establece los lineamientos para la obtención y comunicación del Índice de Calidad del Aire y Riesgos a la Salud.

⁴ Las normas NOM-048-SEMARNAT-1993 y NOM-049-SEMARNAT-1993, a pesar de estar vigentes, no se aplican debido a retos tecnológicos. Sin embargo, la nueva agenda normativa contempla regular la emisión de gases contaminantes provenientes de las motocicletas mediante una nueva norma.

A2.2 Normas Ambientales de la Ciudad de México en materia de calidad del aire

- NAEDF-003-AIRE-2016.- Regula los límites máximos permisibles de emisiones a la atmósfera que deberán cumplir los responsables de las fuentes emisoras ubicadas en la Ciudad de México, que realicen la actividad de cremación de cadáveres humanos, de restos humanos áridos, o la incineración de cadáveres de animales.
- NADF-008-AMBT-2017.- Indica las especificaciones técnicas para el aprovechamiento de la energía solar en el calentamiento de agua en edificaciones, instalaciones y establecimientos.
- NADF-009-AIRE-2017.- Señala los requisitos para elaborar el índice de calidad del aire en la Ciudad de México.
- NADF-011-AMBT-2018.- Establece los criterios para la reducción de las emisiones a la atmósfera de compuestos orgánicos volátiles emitidos por fuentes fijas de competencia de la Ciudad de México.
- NADF-016-AMBT-2016.- Señala los límites permisibles de emisión y su medición, de los equipos de combustión de calentamiento indirecto de 5 cc (176.5 MJ/h) hasta 15 cc (529.5 MJ/h), que deberán de cumplir los responsables de industrias, comercios y servicios ubicados en el territorio de la Ciudad de México.
- NADF-017-AIRE-2017.- Indica sobre los equipos de cremación e incineración - límites máximos permisibles de emisiones a la atmósfera y condiciones de operación.
- NADF-018-AMBT-2009.- Señala los lineamientos técnicos que deberán cumplir las personas que lleven a cabo obras de construcción y/o demolición en el Distrito Federal para prevenir las emisiones atmosféricas de partículas PM₁₀ y menores.
- NADF-021-AMBT-2011.- Establece los requisitos mínimos de equipamiento y especificaciones técnicas que deben cumplir las personas físicas o morales y dependencias gubernamentales que lleven a cabo actividades de elaboración de concreto premezclado en el Distrito Federal, para controlar las emisiones atmosféricas de partículas suspendidas totales (PST), y partículas PM₁₀ y menores.
- NADF-024-AMBT-2013.- Indica los criterios y especificaciones técnicas bajo los cuales se deberá realizar la separación, clasificación, recolección selectiva y almacenamiento de los residuos del Distrito Federal.

A2.3 Normas Técnicas Estatales del Estado de México

- NTEA-004-SMA-DS-2014.- Indica las especificaciones de protección ambiental para las etapas de selección del sitio, construcción y remodelación de estaciones de servicio (gasolineras), en territorio del estado de México.
- NTEA-007-SMA-DS-2006.- Señala los requisitos para elaborar el Índice Metropolitano de Calidad del Aire.
- NTEA-008-SMA-DS-2007.- Establece las especificaciones de Protección Ambiental durante las etapas de selección del sitio y construcción de estaciones de Gas L.P. para carburación en el territorio del Estado de México.
- NTEA-21-SeMAGEM-RS-2019.- Señala que para centros integrales de residuos o instalaciones que usen como combustible materiales provenientes de residuos sólidos urbanos o de manejo especial ubicadas en territorio mexiquense.

ANEXOS CAPÍTULO 3

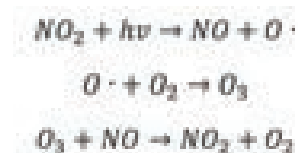
A3.1 Características físicas y químicas de los contaminantes atmosféricos

Reacciones de formación de ozono

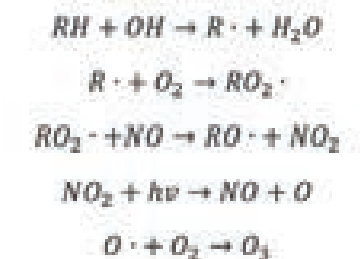
Se distinguen dos regiones de la atmósfera donde la formación, comportamiento y transformación del O₃ es objeto de estudio. En la estratósfera, entre los 10 y 50 km sobre la superficie terrestre, existe una capa de O₃ que representa 90% del total del gas en toda la atmósfera, con un pico de concentración alrededor de los 32 km y concentraciones de hasta 15 ppm (Newman, 2018; Vallero, 2008). Esta capa actúa como un escudo protector que absorbe gran parte de la radiación UV proveniente del Sol; sin ella, la vida como se conoce en la Tierra no sería viable.

Al contrario de lo que ocurre en la estratósfera, la presencia de este gas en la tropósfera, que está a menos de 10 km de altitud sobre la superficie terrestre, tiene impactos negativos sobre la salud de la población; además, el O₃ troposférico es catalogado como un contaminante climático de vida corta que potencia el efecto invernadero y el cambio climático. Una serie de complejas reacciones fotoquímicas entre los NO_x y COV tienen como resultado la formación de *smog fotoquímico*: una mezcla de O₃, aerosoles y otros oxidantes como el peróxido de hidrógeno (H₂O₂) y el peroxiacetil nitrato (PAN) que, entre otras características, limitan la visibilidad y tienen efectos perjudiciales sobre la salud de la población (Wang, Pereira, & Hung, 2004).

En ausencia de hidrocarburos, el proceso de formación del O₃ a partir de NO₂ y O₂ es sencillo. En presencia de radiación solar de onda corta (< 424 nm) la molécula de NO₂ se disocia para formar NO y un átomo de oxígeno (O·), el cual reacciona con una molécula de O₂ para formar O₃. El NO y el O₃ vuelven a reaccionar para producir nuevamente O₂ y NO₂, lo que completa el ciclo fotolítico donde cada una de las especies está en equilibrio.



Este estado de equilibrio se interrumpe por la presencia de compuestos orgánicos que reaccionan con el NO, lo que propicia la acumulación de O₃. Los COV reaccionan en la atmósfera con el oxígeno atómico y con radicales hidroxilo (OH) para producir compuestos oxigenados y radicales libres que también reaccionan con el NO y afectan aún más el equilibrio. En la tropósfera contaminada la producción de O₃ ocurre por la oxidación de COV iniciada por radicales libres en presencia de NO_x y radiación solar (Jaimes, 2017). De manera sencilla el proceso es el siguiente:



La formación de O₃ es compleja y depende de la cantidad de NO_x y los COV en el aire, la incidencia de radiación solar y la temperatura, entre otros aspectos físicos y químicos de la atmósfera donde son emitidos los compuestos precursores. El nivel máximo de O₃ que se puede alcanzar dependerá no solamente de la concentración absoluta de COV y NO_x, sino también de su relación. De manera general, cuando la relación de NO₂ a NO es alta se favorece la formación de O₃. También la formación de O₃ puede estar limitada por los COV o los NO_x. En una atmósfera limitada por NO_x (COV/NO_x >> 10) la concentración de O₃ se reduce de manera efectiva si se disminuye la concentración de NO_x. Caso contrario, cuando los NO_x son relativamente más abundantes (COV/NO_x << 10) la formación de O₃ está limitada por la concentración de COV, por lo que es más efectivo reducir las emisiones de contaminantes orgánicos para disminuir la concentración de O₃. Entre ambos extremos hay una región donde la producción de O₃ es igualmente sensible a ambos precursores (US EPA, 2008).

Es así que, bajo ciertas condiciones, la producción de O_3 aumenta cuando incrementan los COV, mientras que en otros casos puede no haber cambios significativos o inclusive disminuir cuando incrementan los NO_x . La formulación de políticas públicas medioambientales efectivas requiere entender la relación COV/ NO_x en el área de

Clasificación de las partículas suspendidas totales

Los aerosoles o partículas corresponden a una mezcla heterogénea de partículas sólidas y líquidas finas que se encuentran suspendidas en el aire ambiente. Su composición varía espacial y temporalmente, e incluye compuestos orgánicos, carbono elemental, nitratos, sulfatos, óxidos metálicos y otros componentes minerales (Ca, Si, Al), óxidos metálicos, elementos traza (metales pesados como Pb, Cd, Hg y Ni) y agua; en su composición también se encuentran una variedad de sustancias orgánicas tóxicas y peligrosas como el benceno, los bifenilos policlorados e hidrocarburos aromáticos policíclicos. Algunos ejemplos de partículas son el hollín, el polvo, el humo y las neblinas. Las partículas se pueden clasificar de muchas formas en función de su origen, composición, tamaño, propiedades ópticas y aerodinámicas; a continuación se describen algunas de las clasificaciones básicas.

Las partículas primarias son aquellas que se emiten directamente a la atmósfera por fuentes tanto naturales como antropogénicas. Algunos ejemplos son la erosión y la suspensión de polvo del suelo, la brisa marina, los incendios forestales y las erupciones volcánicas; la fuente antropogénica de partículas primarias más importante es la quema de combustibles fósiles y biocombustibles, ejemplificada por el humo oscuro que se observa en los escapes de los automóviles y camiones.

Cuando los aerosoles se forman por reacciones en la atmósfera, las partículas se denominan secundarias; los principales precursores de los aerosoles secundarios son el SO_2 , los NO_x , el amoníaco (NH_3) y los COV. El SO_2 y los NO_x se oxidan en la atmósfera para formar sulfatos y nitratos que conforman una importante fracción de las partículas suspendidas; el NH_3 es el compuesto básico principal en la atmósfera, por lo que reacciona con com-

estudio específica (Garzón et al., 2015). Investigaciones recientes muestran que en el área urbana de la ZMVM la producción de O_3 actualmente es limitada por COV (Lei, de Foy, Zavala, Volkamer, & Molina, 2007; Lei, Zavala, de Foy, Volkamer, & Molina, 2008; Song et al., 2010; Tian et al., 2007; Zhang & Dubey, 2009).

puestos ácidos para formar sales de amonio (NH_4^+) que son otro constituyente mayoritario de las partículas suspendidas. Finalmente, la oxidación fotoquímica de los COV también genera aerosoles orgánicos secundarios (SOA, por sus siglas en inglés), cuyo origen puede ser en esencia biogénico cuando se derivan de compuestos provenientes de la vegetación o los microorganismos en el suelo, o antropogénico cuando se forman a partir de COV emitidos por actividades humanas.

El efecto de las partículas sobre la calidad del aire dependerá de los fenómenos que las forman, la ubicación geográfica donde se emiten, la mezcla particular de emisiones que determinan su composición, la química atmosférica y la influencia de eventos meteorológicos locales, regionales y sinópticos. La evolución de las partículas en la atmósfera es compleja; su tamaño y composición varían como resultado de diversos procesos físicos y químicos que intervienen en su formación (ver Figura A3.1).

La categorización de las partículas en función de su tamaño se basa en los impactos que tienen sobre la salud (ver Figura A3.2); para información más detallada de estos efectos, se puede consultar el Capítulo 6 del ProAire. Las partículas gruesas, con diámetro aerodinámico de 2.5 a 10 μm , penetran la nasofaringe y se depositan en las vías respiratorias superiores, como la tráquea, mientras que las partículas finas (diámetro aerodinámico entre 0.1 y 2.5 μm) logran alcanzar las vías respiratorias inferiores y pueden llegar a depositarse en los alvéolos (US EPA, 2017a). Las partículas ultrafinas (diámetro aerodinámico menor a 0.1 μm) tienen la capacidad de trasladarse a otros sistemas del cuerpo humano y al penetrar en el torrente sanguíneo pueden alcanzar otros órganos como el corazón o el cerebro (Health Effects Institute, 2013).

Las partículas con diámetro aerodinámico menor a 2.5 μm (esto es, la suma de partículas finas y ultrafinas) se les denomina $PM_{2.5}$. La fracción gruesa (2.5 a 10 μm) se conoce como $PM_{10-2.5}$ o PM_{coarse} . Por último, a la suma de las partículas ultrafinas, finas y gruesas se le conoce como PM_{10} ($PM_{2.5} + PM_{10-2.5} = PM_{10}$). Para fines de monito-



Figura A3.1 Comparación del tamaño de las distintas fracciones de partículas

Fuente: US EPA (2018b)

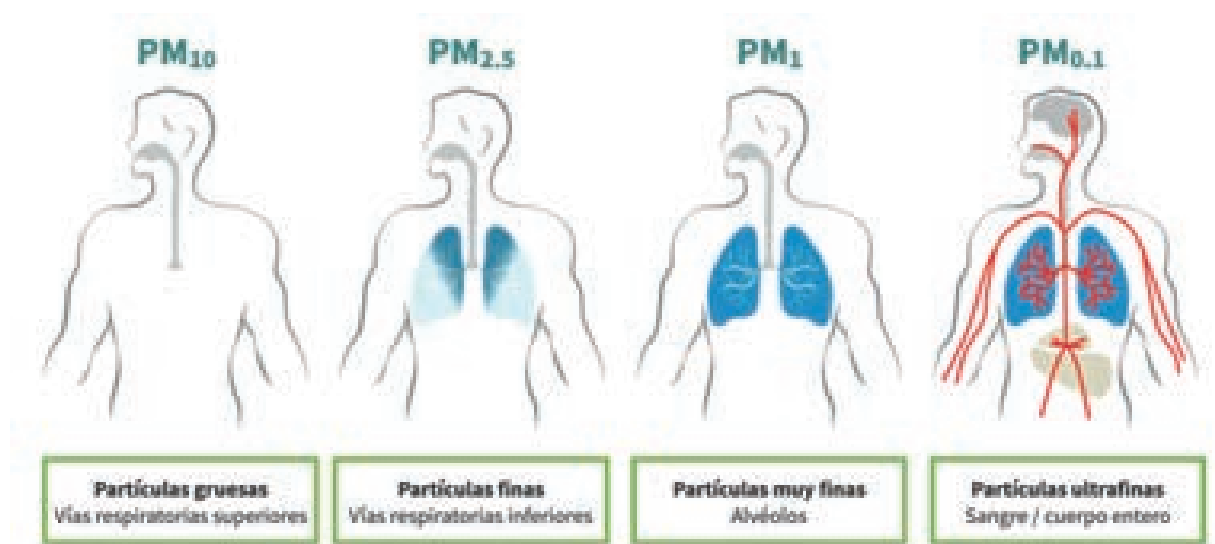


Figura A3.2 Clasificación de las partículas por su tamaño y en función de su impacto a la salud

Fuente: Vincent (2019)

A las partículas con diámetro aerodinámico menor a 2.5 μm (esto es, la suma de partículas finas, muy finas y ultrafinas), se les denomina $PM_{2.5}$. La fracción gruesa (2.5 a 10 μm) se conoce como $PM_{10-2.5}$ o PM_{coarse} . Por último, a la suma de las partículas ultrafinas, muy finas, finas y gruesas se les conoce como PM_{10} ($PM_{2.5} + PM_{10-2.5} = PM_{10}$). Para fines de monitoreo,

en las normas de salud ambiental se establecen límites permisibles para la concentración de PM_{10} y $PM_{2.5}$; para evaluar el cumplimiento de la normatividad, los muestreadores de partículas cuentan con cabezales específicos para cada tamaño o fracción de partículas.

A3.2 Sistema de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México

A3.2.1 Descripción de la configuración del sistema

El diseño del Sistema de Monitoreo Atmosférico (SIMAT) de la ZMVM tiene el propósito de registrar y evaluar el estado de calidad del aire representativo de la región, respecto a los contaminantes criterio y otros elementos tóxicos, así como variables meteorológicas, con la finalidad de informar a la población sobre los niveles de contaminación

a los cuales se encuentra expuesta y evaluar el impacto de las acciones que se han implementado para reducir las concentraciones de los contaminantes. Para lograr lo anterior, el SIMAT se integra por cuatro subsistemas operativos, los cuales se describen a continuación.

Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA)

La RAMA está integrada por 34 estaciones remotas de monitoreo, 18 de estas se encuentran en la Ciudad de México y 16 en el Estado de México. Cada sitio cuenta con equipamiento necesario para medir continuamente una característica físico o química de los contaminantes y su reporte se da en concentraciones de SO₂, CO, NO₂, O₃, PM₁₀ y PM_{2.5}, aunque no todos los contaminantes se miden en todas las estaciones. Cuenta además con un laboratorio para el mantenimiento y calibración de los equipos.

Esta red opera continuamente las 24 horas del día durante todo el año, por lo que permite evaluar el comportamiento espacial y temporal de los contaminantes criterio e informar de manera oportuna a la población sobre la situación prevaleciente de la calidad del aire, así como para poner en marcha la activación del Programa para Prevenir y Responder a Contingencias Ambientales Atmosféricas (PPRECAA) cuando los niveles de contaminación sean críticos. La información histórica que proporciona la RAMA es un elemento valioso para evaluar el impacto de las acciones de prevención y control de emisiones que se han instrumentado en programas de política pública anteriores.

Sus objetivos específicos son:

1. Evaluar el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de salud ambiental en la Zona Metropolitana del Valle de México.
2. Evaluar continuamente el estado de la calidad del aire en la Zona Metropolitana del Valle de México con respecto a la concentración de los contaminantes criterio.

3. Generar información para cuantificar los niveles de exposición de la población a la contaminación del aire ambiente en la zona representativa de la estación.
4. Informar y prevenir a la población sobre los niveles de contaminación en la zona representativa de la estación y sus posibles riesgos a través de un índice de calidad del aire.
5. Proporcionar información inmediata para la activación o desactivación de alertas o procedimientos de emergencia, asociados a un incremento en la concentración de los contaminantes que puedan representar un riesgo para la salud o el medio ambiente, derivado de las actividades humanas.
6. Informar de manera oportuna a la población sobre el estado que guarda la calidad del aire.
7. Generar información para la evaluación del transporte de contaminantes urbanos y la evaluación de concentraciones de fondo.
8. Generar datos para la evaluación y seguimiento de las estrategias de gestión de la calidad del aire instrumentadas en la Zona Metropolitana del Valle de México.
9. Evaluar la tendencia histórica de los contaminantes criterio en la Zona Metropolitana del Valle de México.

Red Manual de Monitoreo Atmosférico (REDMA)

Actualmente, la REDMA está integrada por 9 estaciones que miden las concentraciones de partículas suspendidas totales (PST) y partículas suspendidas PM₁₀ y PM_{2.5}. Esta medición se realiza cada seis días para evitar el sesgo estadístico de muestrear siempre en un mismo día. Las muestras son colectadas sobre un filtro de fibra de vidrio o teflón® y la determinación del peso del depósito es por un método gravimétrico usando microbalanzas. Algunas muestras de estas estaciones sirven para la determinación de compuestos metálicos, particularmente plomo, y para determinar el contenido de carbono negro en partículas PM_{2.5}.

La información que proporciona la REDMA permite evaluar el cumplimiento de la NOM de salud ambiental para partículas suspendidas y plomo en aire ambiente. Los equipos de la REDMA son el referente para evaluar la operación de los equipos automáticos que determinan partículas, y juegan un papel fundamental en el control de calidad. La información histórica que ha proporcionado esta red es complementaria a la información que genera la RAMA y la REDDA, y también se utiliza para evaluar indirectamente el impacto de acciones específicas de prevención y control de la contaminación.

Red de Depósito Atmosférico (REDDA)

Actualmente, la REDDA está integrada por 16 estaciones fijas ubicadas en la zona urbana, rural y de conservación ecológica de la ZMVM. Cada uno de los sitios en donde están ubicadas las estaciones de la REDDA se caracterizan por tener diferentes tipos de vegetación, uso de suelo, microclima y otras características físicas. A través de las estaciones de la REDDA es posible evaluar el fenómeno de deposición ácida, el cual es uno de los problemas ambientales que afecta a los ecosistemas que se encuentran en áreas con altos niveles de contaminación atmosférica.

Las estaciones de muestreo de la REDDA cuentan con un colector automático que permite captar por separado las muestras de depósito húmedo (lluvia, granizo, niebla, llovizna) y seco (polvos, partículas). En el depósito húmedo se obtienen registros de potencial hidrógeno (pH), conductividad, nitratos, sulfatos, cloruros, calcio, magnesio, sodio y potasio. Con estas mediciones es posible determinar la acidez y el balance iónico de la lluvia. En

Sus objetivos específicos son:

1. Evaluar el cumplimiento de las NOM de salud ambiental para PM₁₀, PM_{2.5} y plomo en la Zona Metropolitana del Valle de México.
2. Cuantificar los niveles de exposición de la población a la contaminación del aire ambiente por partículas suspendidas y plomo.
3. Analizar la tendencia histórica de las PM₁₀, PM_{2.5} y plomo.
4. Generar datos confiables para la evaluación y seguimiento de las estrategias de gestión de la calidad del aire instrumentadas en la Zona Metropolitana del Valle de México, con respecto a las partículas suspendidas.
5. Proporcionar información confiable para la evaluación de los métodos continuos para la medición de PM₁₀ y PM_{2.5} empleados en la RAMA.

el depósito seco se pueden determinar metales como el plomo. La información proporcionada por este subsistema permite evaluar de manera indirecta la eficiencia de las medidas implementadas para prevenir y controlar las emisiones de los contaminantes precursores de la lluvia ácida, el SO₂ y los NO_x.

Sus objetivos específicos son:

1. Determinar la variabilidad espacial y temporal de la disposición húmeda y seca en la Zona Metropolitana del Valle de México.
2. Evaluar las estrategias de control de emisiones instrumentadas en la Zona Metropolitana del Valle de México.
3. Caracterizar el fenómeno de lluvia ácida en la Zona Metropolitana del Valle de México.

4. Generar información confiable para determinar el impacto relacionado con el bienestar de la población en comunidades ubicadas en suelo de conservación (daños a la vegetación).
5. Generar información confiable para determinar el impacto relacionado con el bienestar de la población, la infraestructura urbana y patrimonios históricos.
6. Validar modelos de transporte y dispersión de contaminantes atmosféricos.

Red de Meteorología y Radiación Solar (REDMET)

La REDMET está formada por 28 sitios de monitoreo, con equipos para la medición continua de las principales variables meteorológicas de superficie: temperatura, humedad relativa, dirección y velocidad de viento, radiación solar en las bandas “A” (315 nm - 400 nm) y “B” (280 nm - 315 nm), y presión barométrica. El subsistema tiene como objetivo proporcionar información de parámetros meteorológicos que sean insumos para conocer el desarrollo de la contaminación en la ciudad y validar los modelos de dispersión de los contaminantes usados en el pronóstico de calidad del aire. También permite proporcionar información a la población sobre la intensidad de la radiación solar y así emitir recomendaciones de medidas para evitar daños por una exposición prolongada.

Sus objetivos específicos son:

1. Caracterizar las condiciones meteorológicas en la Zona Metropolitana del Valle de México.
2. Informar y prevenir a la población sobre los posibles riesgos asociados a la exposición por radiación solar.
3. Proporcionar información meteorológica de la Zona Metropolitana del Valle de México para explicar excedencias a las NOM de salud ambiental y la evolución de la tendencia de contaminantes atmosféricos.
4. Proporcionar información meteorológica para la evaluación de episodios críticos de contaminación atmosférica.
5. Proporcionar información meteorológica para evaluar el modelo de pronóstico de la calidad del aire.

A3.2.2 Alcance de las mediciones y cobertura en la ZMVM

A partir de la entrada en vigor de la NOM-172-SEMAR-NAT-2019 “Lineamientos para la obtención y comunicación del Índice de Calidad del Aire y Riesgos a la Salud”, se reporta y publica la información relativa a la calidad del aire generada en cada estación del SIMAT. El sistema cubre a las 16 alcaldías de la Ciudad de México y opera también en 12 municipios del Estado de México. Como se mencionó anteriormente, abarca el contorno urbano principal de la ZMVM y algunas áreas rurales en las alcaldías de Tlalpan y Milpa Alta, y en el municipio de Ocoyoacac, Estado de México. La mancha urbana hacia el norte del Valle de

México llega hasta el municipio de Tizayuca, Hidalgo, por lo que es conveniente que el monitoreo se extienda hacia esa zona (aunque no necesariamente a través del SIMAT).

En 2011, se realizó el rediseño del SIMAT, en el cual se colocaron 6 estaciones nuevas, otras se reubicaron y algunas más dejaron de operar. Para esto se realizó el primer estudio de representatividad para las estaciones de la RAMA y en 2019 se trabajó en un proyecto de evaluación para dar seguimiento al rediseño.

A3.2.3 Principio de operación de los instrumentos para la medición de contaminantes criterio

Los equipos que se utilizan en el SIMAT cumplen con las características requeridas para la medición de los niveles de contaminación con métodos de referencia normados en el país, o métodos equivalentes de la US EPA (SEDEMA, 2018b). El principio de operación de cada ins-

trumento está determinado por alguna propiedad física o química del compuesto a analizar. En la Tabla A3.1 se describen los principios de operación para la medición de las concentraciones de cada uno de los contaminantes criterio.

Tabla A3.1 Principios de Operación para la Medición de los Contaminantes Criterio

| Contaminante | Principio de operación | Descripción del método |
|--|------------------------------|---|
| Dióxido de azufre (SO₂) | Fluorescencia UV | Método equivalente: mide la fluorescencia emitida por las moléculas de SO ₂ cuando son excitadas por una fuente de radiación ultravioleta. |
| Monóxido de carbono (CO) | Absorción en el infrarrojo | Método de referencia: mide la absorción de luz infrarroja por parte del monóxido de carbono en una celda de correlación. |
| Dióxido de nitrógeno (NO₂) | Quimioluminiscencia | Método de referencia: mide la luz emitida durante la reacción entre el NO y el O ₃ . La separación de las especies nitrogenadas se realiza a través de la medición diferencial de NO y NO ₂ (previa reducción catalítica). El valor de NO _x corresponde a la suma de NO+NO ₂ . |
| Ozono (O₃) | Fotometría UV | Método equivalente: absorción de luz ultravioleta en una longitud de onda de 254 nm; la disminución en la intensidad es proporcional a la concentración de O ₃ de acuerdo a la ley de Beer-Lambert. |
| Partículas suspendidas PM₁₀ y PM_{2.5} | Gravimetría | Método equivalente: determinación de la masa de partículas presente en un flujo de aire; las partículas son separadas de la corriente y depositadas sobre un filtro colocado en un elemento oscilante. La variación en la frecuencia de oscilación es proporcional a la masa. El tamaño de partícula está determinado por la entrada selectiva y el flujo de muestra. |
| | Atenuación de radiación beta | Método equivalente: atenuación en la intensidad de la radiación beta por las partículas depositadas sobre un filtro continuo. |

Fuente: Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA, 2018b)

A3.2.4 Recursos para la operación del SIMAT

La operación del SIMAT involucra actividades técnicas y complejas que requieren de equipos científicos y capacidad humana especializada para su operación, además de una infraestructura adecuada de soporte y comunicaciones (SEDEMA, 2018b). El sistema, además de medir los contaminantes del aire, también debe de asegurar que los datos generados sean representativos y describan de manera apropiada las condiciones de calidad del aire, por lo que se aplican métodos y estándares internacionales para la validación de las mediciones, así como un programa continuo de aseguramiento de calidad.

De forma general, la medición de los contaminantes criterio (O₃, PM₁₀, PM_{2.5}, CO, NO₂ y SO₂) se inicia con la obtención

de la muestra de aire ambiente en la estación de monitoreo, hacia los respectivos analizadores. Después, se procesa la información para generar los datos que se envían al Centro de Información de Calidad del Aire (CICA), vía internet, donde se almacenan y se validan para integrar los diferentes registros de calidad del aire. El SIMAT opera las 24 horas del día, los 365 días del año, por lo que la generación de datos es constante y en tiempo real. Es importante destacar que no todas las estaciones de la RAMA cuentan con analizadores para los seis contaminantes.

En la última década, se adquirió equipo analítico para determinar compuestos químicos en la atmósfera de la ZMVM que ayuda a conocer procesos de formación e iden-

tificar compuestos precursores de O₃, así como caracterizar la composición de las partículas finas y la distribución de aerosoles. Los equipos incluyen un cromatógrafo de gases, un cromatógrafo de líquidos, un espectrómetro de masas y un sistema desorbedor térmico de aerosoles acoplado a un cromatógrafo de gases en *tándem* con un espectrómetro de masas (GCMS-TAG, por sus siglas en inglés). La información generada facilita la toma de decisiones en torno a políticas públicas tendientes a reducir los niveles de contaminación. Para fortalecer la gestión de la calidad del aire, el SIMAT se apoya de otros institutos, como el CCA de la UNAM, para el desarrollo de proyectos de ciencias atmosféricas en la Ciudad de México. Por ejemplo, un convenio de colaboración permite al CCA utilizar instrumentos, propiedad de la SEDEMA, como el recién adquirido GCMS-TAG, para analizar compuestos orgánicos presentes en las partículas suspendidas.

El SIMAT emplea a más de 60 personas, donde el 85% es personal técnico y el resto es apoyo administrativo. El personal está dividido en 4 subdirecciones con funciones específicas para el mantenimiento preventivo, muestreo, calibración, vigilancia y operación de los 44 sitios de monitoreo. Hay grupos que son responsables de la determinación, medición y validación de la información generada en el laboratorio de análisis químico; entre estos está personal que opera en campo y que da seguimiento

al estado de la instrumentación, así como personal específico que se dedica a la conexión, comunicación, enlaces, sistemas de cómputo, nube, servidores y desarrollo de software especializado en la adquisición y validación de datos. Otro grupo se dedica al análisis de datos, validación y operación del sistema de pronóstico, desarrollo de indicadores estadísticos y generación de reportes técnicos. Finalmente el grupo de meteorología aporta información sobre las condiciones que favorecen o impiden la dispersión de contaminantes, así como los eventos que pueden provocar episodios de contaminación severa. El costo anual requerido para la operación asciende a \$18 millones de pesos (sin incluir sueldos y salarios, papelería, así como combustible), monto que varía con las fluctuaciones de paridad cambiaría por ser insumos con un grado de integración no nacional.

La operación y verificación, calibración y mantenimiento de algunos analizadores se realizan por el personal especializado de la Dirección de Monitoreo de Calidad del Aire de la SEDEMA. La Dirección encargada del SIMAT también cuenta con un equipo de diseño gráfico, análisis de datos y modelación, lo que permite ser eficientes y eficaces en la administración de los recursos. Es importante destacar que el sistema actual no cuenta con mediciones continuas a nivel de calle para monitorear la exposición de la población a contaminantes de forma continua.

A3.2.5 Características de las estaciones del SIMAT

Tabla A3.2 Características de las estaciones de la RAMA en operación (2020)

| Entidad | Estaciones que integran la Red Automática de Monitoreo Atmosférica RAMA | | | | Parámetros que mide | | | | | | |
|---------------------|---|------------------------------------|----------|---------------------|---------------------|-----------------|----|-----------------|------------------|-------------------|----------------------|
| | Alcaldía o Municipio | Estación | Clave | Inicio de operación | O ₃ | NO ₂ | CO | SO ₂ | PM ₁₀ | PM _{2.5} | PM _{10-2.5} |
| | | | | | | | | | | | |
| Ciudad de México | Álvaro Obregón | Pedregal | PED | ene-1986 | | | | | | | |
| | Azcapotzalco | Camarones | CAM | ago-2003 | | | | | | | |
| | Benito Juárez | Benito Juárez | BJU | ago-2015 | | | | | | | |
| | Coyoacán | Centro de Ciencias de la Atmósfera | CCA | ago-2014 | | | | | | | |
| | | UAM Xochimilco | UAX | feb-2012 | | | | | | | |
| | Cuajimalpa | Cuajimalpa | CUA | nov-1993 | | | | | | | |
| | | Santa Fe | SFE | feb-2012 | | | | | | | |
| | Cuauhtémoc | Hospital General de México | HGM | feb-2012 | | | | | | | |
| | Gustavo A. Madero | Gustavo A. Madero | GAM | dic-2015 | | | | | | | |
| | Iztacalco | Iztacalco | IZT | jul-2007 | | | | | | | |
| | Iztapalapa | Santiago Acahualtepec | SAC | 2019 | | | | | | | |
| | | UAM Iztapalapa | UIZ | ene-1986 | | | | | | | |
| | Miguel Hidalgo | Miguel Hidalgo | MGH | ene-2015 | | | | | | | |
| | Milpa Alta | Milpa Alta | MPA | ene-2016 | | | | | | | |
| | Tlalpan | Ajusco | AJU | ene-2015 | | | | | | | |
| | | Ajusco Medio | AJM | ene-2015 | | | | | | | |
| Venustiano Carranza | Merced | MER | ene-1986 | | | | | | | | |
| Xochimilco | Tláhuac | TAH | nov-1993 | | | | | | | | |
| Estado de México | Acolman | Acolman | ACO | jul-2007 | | | | | | | |
| | Atizapán | Atizapán | ATI | nov-1993 | | | | | | | |
| | Chalco | Chalco | CHO | jul-2007 | | | | | | | |
| | Coacalco | Villa de las Flores | VIF | nov-1993 | | | | | | | |
| | | Los Laureles | LLA | feb-1986 | | | | | | | |
| | Ecatepec | San Agustín | SAG | feb-1986 | | | | | | | |
| | | Xalostoc | XAL | ene-1986 | | | | | | | |
| | Naucalpan | FES Acatlán | FAC | ene-1986 | | | | | | | |
| | Nezahualcóyotl | FES Aragón | FAR | 2019 | | | | | | | |
| | | Nezahualcóyotl | NEZ | jul-2011 | | | | | | | |
| | Ocoyoacac | Investigaciones Nucleares | INN | ago-2015 | | | | | | | |
| | Tepotztlán | Cuautitlán | CUT | feb-2012 | | | | | | | |
| | Texcoco | Montecillo | MON | nov-1993 | | | | | | | |
| | Tlalnepantla | La Presa | LPR | ene-1986 | | | | | | | |
| Tlalnepantla | | TLA | ene-1986 | | | | | | | | |
| Tultitlán | Tultitlán | TLI | nov-1993 | | | | | | | | |

Fuente: Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA, 2020a)

Tabla A3.3 Características de las estaciones de la REDMA en operación (2020)

| Estaciones que integran la Red Manual de Monitoreo Atmosférico REDMA | | | | | | | | | |
|--|----------------------|----------------|----------|---------------------|---------------------|------------------|-------------------|--------|---------------------|
| Entidad | Alcaldía o Municipio | Estación | Clave | Inicio de operación | Parámetros que mide | | | | |
| | | | | | PST | PM ₁₀ | PM _{2.5} | Pb-PST | Pb-PM ₁₀ |
| Ciudad de México | Álvaro Obregón | Pedregal | PED | ene-1989 | | | | | |
| | Iztapalapa | UAM Iztapalapa | UIZ | ene-1989 | | | | | |
| | Miguel Hidalgo | Lomas | LOM | ene-1989 | | | | | |
| | Venustiano Carranza | Merced | MER | ene-1989 | | | | | |
| Estado de México | Ecatepec | San Agustín | SAG | ago-2003 | | | | | |
| | | Xalostoc | XAL | ene-1989 | | | | | |
| | Nezahualcóyotl | Nezahualcóyotl | NEZ | feb-1989 | | | | | |
| | Tlalnepantla | La Presa | LPR | mar-1989 | | | | | |
| Tlalnepantla | | TLA | abr-1989 | | | | | | |

Fuente: Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA, 2020a)

Tabla A3.4 Características de las estaciones de la REDDA en operación (2020)

| Estaciones que integran la Red de Depósito Atmosférico REDDA | | | | | | | | | | |
|--|------------------------|------------------------------------|----------|---------------------|---------------------|----|----------------|----|---------|----------|
| Entidad | Alcaldía o Municipio | Estación | Clave | Inicio de operación | Parámetros que mide | | | | | |
| | | | | | Pp | pH | H ⁺ | CE | Aniones | Cationes |
| Ciudad de México | Cuajimalpa | Ex Convento Desierto de los Leones | EDL | may-98 | | | | | | |
| | Cuauhtémoc | Museo de la Ciudad de México | MCM | jun-1989 | | | | | | |
| | Gustavo A. Madero | Laboratorio de Análisis Ambiental | LAA | jun-1995 | | | | | | |
| | | Cerro del Tepeyac | TEC | ago-1988 | | | | | | |
| | La Magdalena Contreras | San Nicolás Totolapan | SNT | ago-1998 | | | | | | |
| | Miguel Hidalgo | Legaria | IBM | jun-1989 | | | | | | |
| | | Lomas | LOM | jun-1988 | | | | | | |
| | Milpa Alta | Milpa Alta | MPA | may-1998 | | | | | | |
| | Tlalpan | Ajusco | AJU | may-1998 | | | | | | |
| | | Diconsa | DIC | jun-1988 | | | | | | |
| Xochimilco | Ecoguardas Ajusco | EAJ | jun-1998 | | | | | | | |
| | CORENA | COR | jun-1990 | | | | | | | |
| Estado de México | Ecatepec | Xalostoc | XAL | may-1989 | | | | | | |
| | Nezahualcóyotl | Nezahualcóyotl | NEZ | jun-1991 | | | | | | |
| | Texcoco | Montecillo | MON | jun-1994 | | | | | | |
| Tlalnepantla | Tlalnepantla | TLA | jun-1989 | | | | | | | |

Pp: precipitación pluvial; pH: potencial hidrógeno; H⁺: concentración de iones hidrógeno; CE: conductividad eléctrica.

Fuente: Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA, 2020a)

Tabla A3.5 Características de las estaciones de la REDMET en operación (2020)

| Estaciones que integran la Red de Meteorología y Radiación Solar (REDMET) | | | | | | | | | | | |
|---|----------------------|-----------------------------------|----------------|---------------------|---------------------|-----|-----|----|-------|-------|----|
| Entidad | Alcaldía o Municipio | Estación | Clave | Inicio de operación | Parámetros que mide | | | | | | |
| | | | | | WSP | WDR | TMP | RH | RUV-A | RUV-B | PA |
| Ciudad de México | Álvaro Obregón | Pedregal | PED | ene-1986 | | | | | | | |
| | Benito Juárez | Benito Juárez | BJU | ago-2015 | | | | | | | |
| | Coyoacán | UAM Xochimilco | UAX | abr-2015 | | | | | | | |
| | Cuajimalpa | Cuajimalpa | CUA | jun-2000 | | | | | | | |
| | | Santa Fe | SFE | feb-2012 | | | | | | | |
| | Cuauhtémoc | Hospital General de México | HGM | feb-2012 | | | | | | | |
| | | Gustavo a. Madero | GAM | dic-2015 | | | | | | | |
| | Gustavo A. Madero | Laboratorio de Análisis Ambiental | LAA | ene-2016 | | | | | | | |
| | | Santiago Acahualtepec | SAC | 2019 | | | | | | | |
| | Iztapalapa | UAM Iztapalapa | UIZ | abr-2014 | | | | | | | |
| | | Miguel Hidalgo | Miguel Hidalgo | MGH | feb-2015 | | | | | | |
| | Milpa Alta | Milpa Alta | MPA | ene-2016 | | | | | | | |
| | Tlalpan | Ajusco | AJU | may-2015 | | | | | | | |
| | | Ajusco Medio | AJM | ene-2015 | | | | | | | |
| | Venustiano Carranza | Merced | MER | ene-1986 | | | | | | | |
| | Xochimilco | Tláhuac | TAH | jun-2000 | | | | | | | |
| Estado de México | Acolman | Acolman | ACO | jul-2011 | | | | | | | |
| | Chalco | Chalco | CHO | jul-2011 | | | | | | | |
| | Coacalco | Villa de las Flores | VIF | jun-2000 | | | | | | | |
| | Ecatepec | San Agustín | SAG | feb-1986 | | | | | | | |
| | | Xalostoc | XAL | ene-1986 | | | | | | | |
| | Naucalpan | FES Acatlán | FAC | ene-1986 | | | | | | | |
| | Nezahualcóyotl | FES Aragón | FAR | 2019 | | | | | | | |
| | | Nezahualcóyotl | NEZ | jul-2011 | | | | | | | |
| | Ocoyoacac | Investigaciones Nucleares | INN | sep-2015 | | | | | | | |
| | Tepotztlán | Cuautitlán | CUT | feb-2012 | | | | | | | |
| Texcoco | Montecillo | MON | jun-2000 | | | | | | | | |
| Tlalnepantla | Tlalnepantla | TLA | ene-1986 | | | | | | | | |

WSP: velocidad del viento; WDR: dirección del viento; TMP: temperatura; RH: humedad relativa; RUV-A: radiación ultravioleta A; RUV-B: radiación ultravioleta B; PA: presión atmosférica.

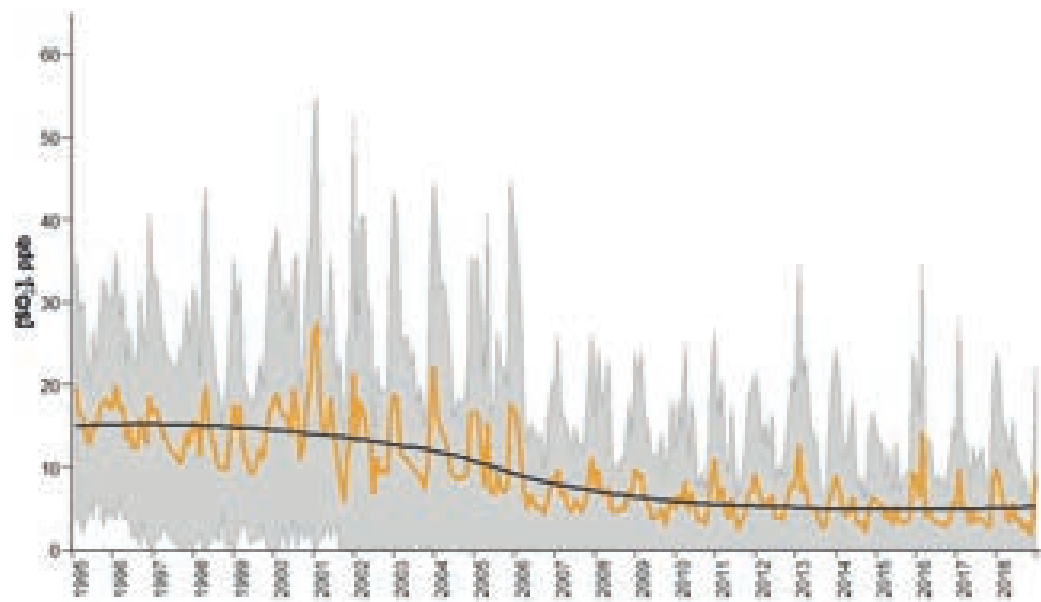
Fuente: Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA, 2020a)

A3.3 Tendencias históricas de los niveles de contaminación en la ZMVM

En el Informe Anual de Calidad del Aire 2018 de la SEDEMA se evaluaron las series de tiempo históricas de los promedios mensuales de cada contaminante desde 1995 hasta 2018, así como su desviación estándar. Los resultados del análisis de tendencia con el método LOESS¹ se presentan en la Figura A3.3 a la Figura A3.11.

Para el SO₂, el uso de combustibles con bajo contenido de azufre ha sido el factor más importante para mantener

la tendencia decreciente en la concentración, tal como se observa en la Figura A3.3. Sin embargo, la concentración de este contaminante está sujeta a la calidad de los combustibles empleados en la región industrial de Tula-Tepeji, donde predomina el uso de combustóleo; como se ha expuesto anteriormente, el transporte transfronterizo de SO₂ es un factor determinante en los niveles de contaminación en la ZMVM, particularmente en la región noroeste (SEDEMA, 2017, 2018a, 2020a).



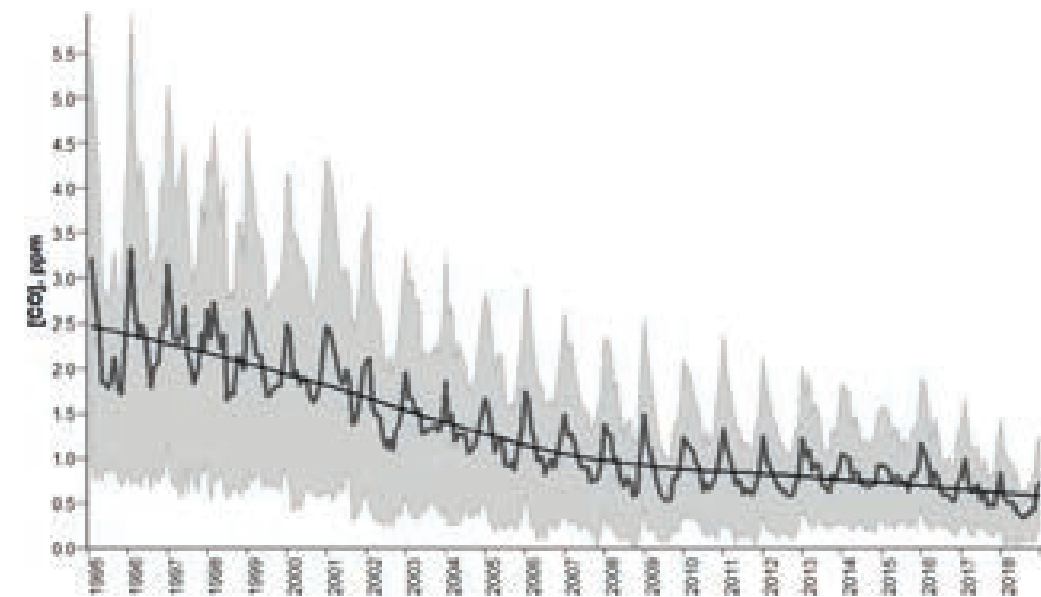
Nota: La línea naranja corresponde a la concentración promedio de todas las estaciones de monitoreo, la región sombreada en gris indica una desviación estándar alrededor del promedio y la línea negra es la tendencia obtenida con el método LOESS.

Figura A3.3 Serie de tiempo de los promedios mensuales de dióxido de azufre para el periodo 1995-2008

Fuente: Dirección de Monitoreo de la Calidad del Aire (SEDEMA, 2020a)

La tendencia descendente para CO (Figura A3.4), NO_x (Figura A3.5) y NO₂ (Figura A3.6) se ha mantenido a pesar del aumento progresivo en el parque vehicular. Esto se asocia a la mejora en la tecnología de combustión en los motores y el control de emisiones en los vehículos. Estas acciones, en conjunto con la renovación de la flo-

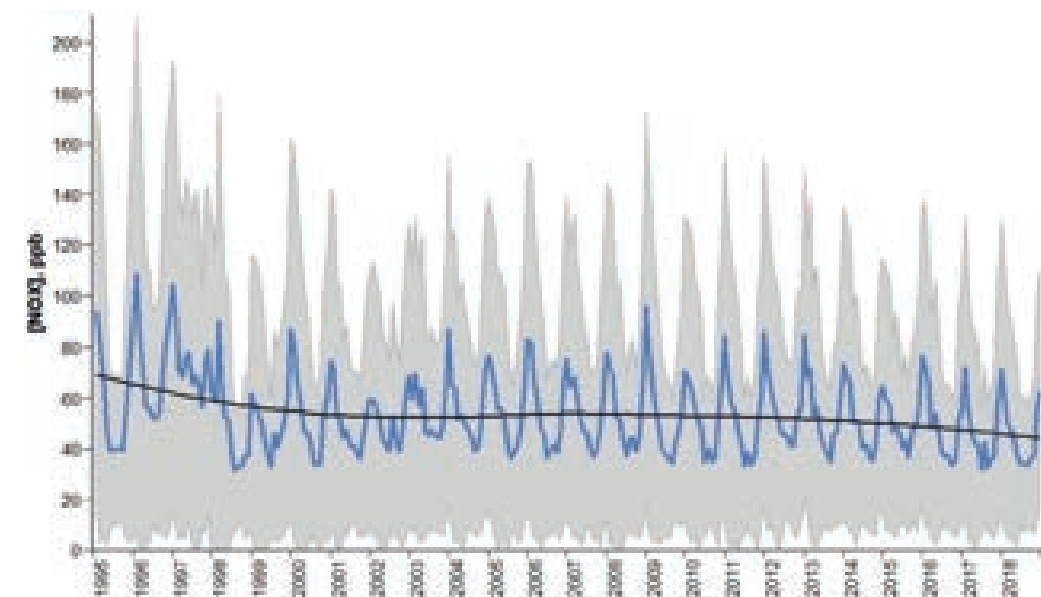
ta vehicular, el Programa de Verificación Vehicular Obligatorio (PVVO) y el Programa “Hoy No Circula” (HNC) son las medidas de mayor impacto en la reducción de emisiones de estos contaminantes y, por lo tanto, en las tendencias de disminución de los niveles de contaminación.



Nota: La línea gris oscuro corresponde a la concentración promedio de todas las estaciones de monitoreo, la región sombreada en gris indica una desviación estándar alrededor del promedio y la línea negra es la tendencia obtenida con el método LOESS.

Figura A3.4 Serie de tiempo de los promedios mensuales de monóxido de carbono para el periodo 1995-2008

Fuente: Dirección de Monitoreo de la Calidad del Aire (SEDEMA, 2020a)

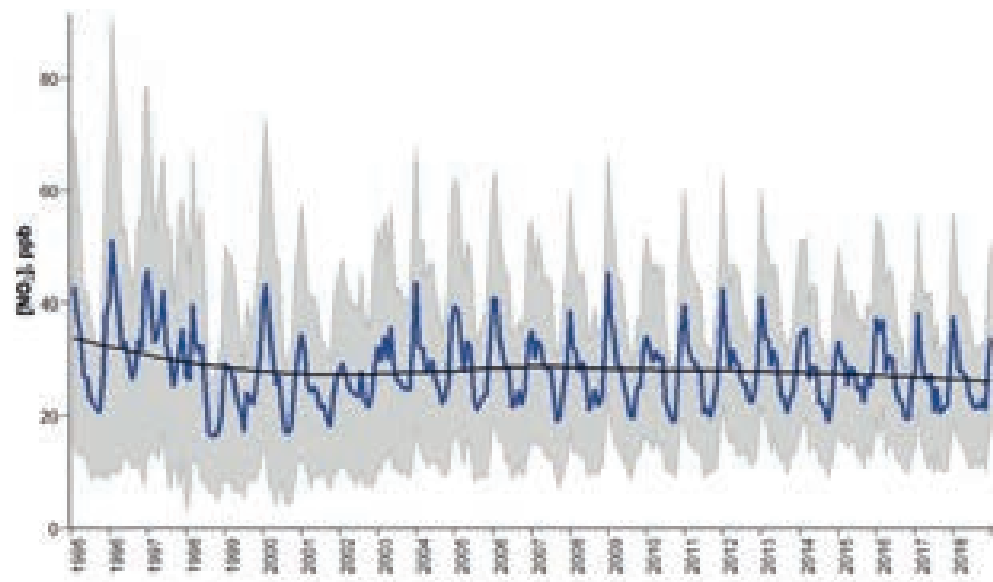


Nota: La línea azul corresponde a la concentración promedio de todas las estaciones de monitoreo, la región sombreada en gris indica una desviación estándar alrededor del promedio y la línea negra es la tendencia obtenida con el método LOESS.

Figura A3.5 Serie de tiempo de los promedios mensuales de óxidos de nitrógeno para el periodo 1995-2008

Fuente: Dirección de Monitoreo de la Calidad del Aire (SEDEMA, 2020a)

¹ La regresión de LOESS (Locally Estimated Scatterplot Smoothing) es una técnica no paramétrica que utiliza la regresión ponderada local para ajustar una curva suave a través de puntos en un diagrama de dispersión. Las curvas de LOESS pueden revelar tendencias y ciclos en los datos que pueden ser difíciles de modelar con una curva paramétrica.



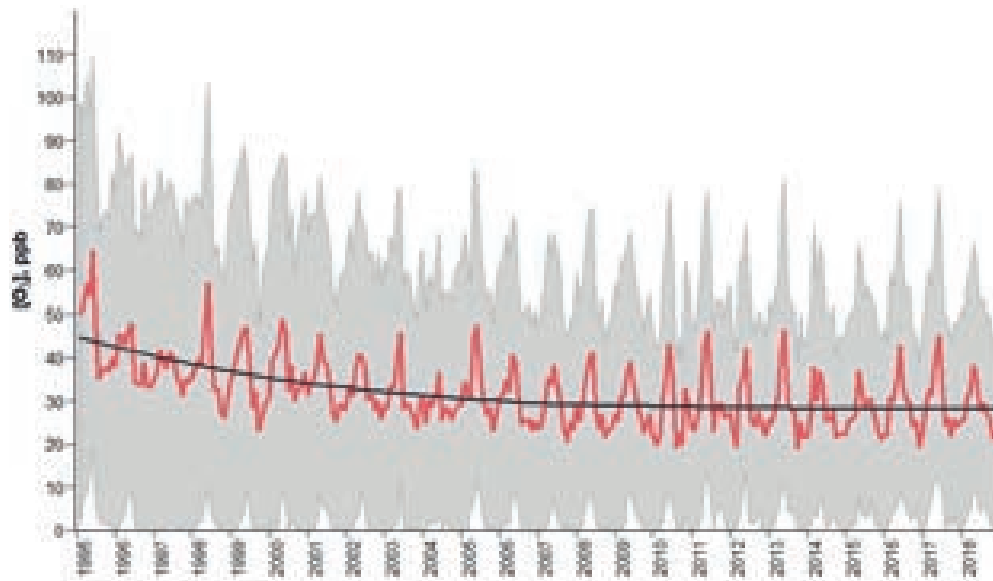
Nota: La línea azul oscuro corresponde a la concentración promedio de todas las estaciones de monitoreo, la región sombreada en gris indica una desviación estándar alrededor del promedio y la línea negra es la tendencia obtenida con el método LOESS.

Figura A3.6 Serie de tiempo de los promedios mensuales de dióxido de nitrógeno para el periodo 1995-2008

Fuente: Dirección de Monitoreo de la Calidad del Aire (SEDEMA, 2020a)

Los niveles de O_3 disminuyeron consistentemente entre 1990 y 2005, año a partir del cual las concentraciones mensuales se estabilizaron (ver Figura A3.7). También se observa que el número de horas por encima del límite horario (95 ppb) durante la temporada de O_3 (15 de febrero a 15 de

junio) no ha disminuido significativamente desde esa misma época (Figura A3.8). Este estancamiento se mantuvo a pesar de la tendencia descendente en las concentraciones de NO_x y CO (usualmente utilizado como indicador de compuestos orgánicos provenientes de fuentes móviles).



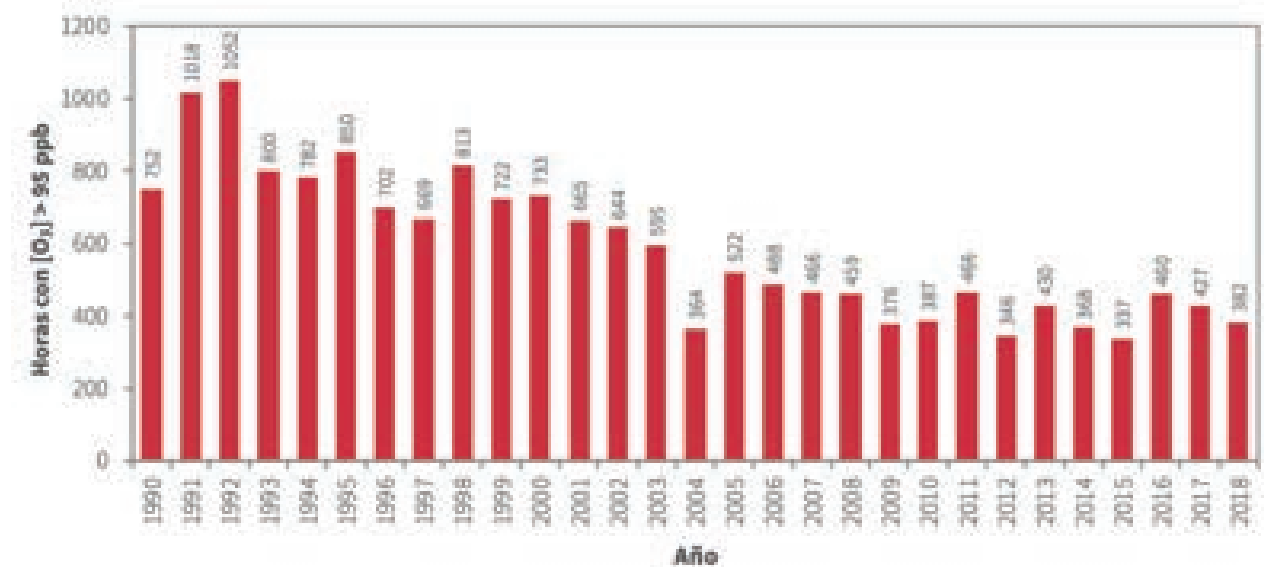
Nota: La línea roja corresponde a la concentración promedio de todas las estaciones de monitoreo, la región sombreada en gris indica una desviación estándar alrededor del promedio y la línea negra es la tendencia obtenida con el método LOESS.

Figura A3.7 Serie de tiempo de los promedios mensuales de ozono para el periodo 1995-2008

Fuente: Dirección de Monitoreo de la Calidad del Aire (SEDEMA, 2020a)

Es necesario realizar un análisis detallado para determinar las posibles causas de la estabilidad, e incluso de un aumento incipiente que se observa en la concentración a partir de 2015 (SEDEMA, 2017). Aún cuando estos cambios en el patrón de comportamiento podrían no ser

significativos y responder a cambios en la meteorología regional o global (p. ej. el fenómeno ENOS) o en la química atmosférica, será importante evaluar su impacto en la gestión de la calidad del aire.



Nota: La comparación histórica del número de horas en las que se excedió el valor de 95 ppb (umbral actual de la NOM para el límite horario) consideró únicamente los registros durante la temporada de O_3 (15 de febrero a 15 de junio) de cada año a partir de 1990.

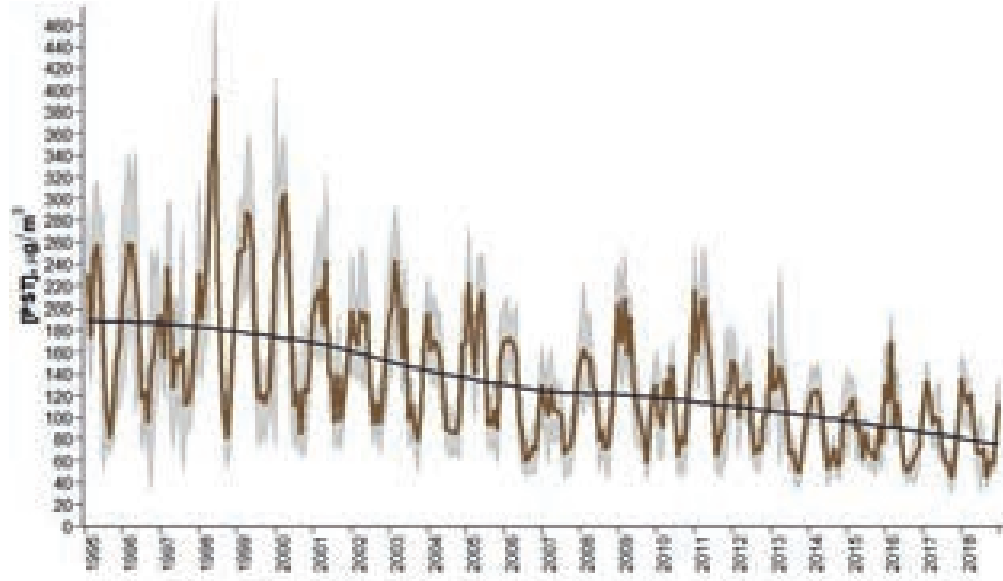
Figura A3.8 Comparación entre el número de horas con concentraciones máximas de ozono mayores a 95 ppb entre 1990 y 2018

Fuente: Informe Anual de Calidad del Aire 2017 (SEDEMA, 2018a)

Se sabe que el régimen de producción de O_3 en la ZMVM es sensible a COV (Jaimes, 2017; Lei *et al.*, 2007, 2008; Song *et al.*, 2010; Tie *et al.*, 2007; Zhang & Dubey, 2009), por lo que una disminución moderada en las emisiones de NO_x podría provocar un aumento en la producción de O_3 . Evaluaciones previas han demostrado que se requiere una reducción mayor al 50% en las emisiones de NO_x para lograr disminuciones significativas en O_3 , mientras que cualquier reducción en COV tendría un efecto inmediato en la reducción de O_3 . Se concluye que las políticas para el control de O_3 deben priorizar el control de COV más que de NO_x ; de otra forma, el impacto en la formación de O_3 podría ser insignificante o incluso perjudicial para la calidad del aire.

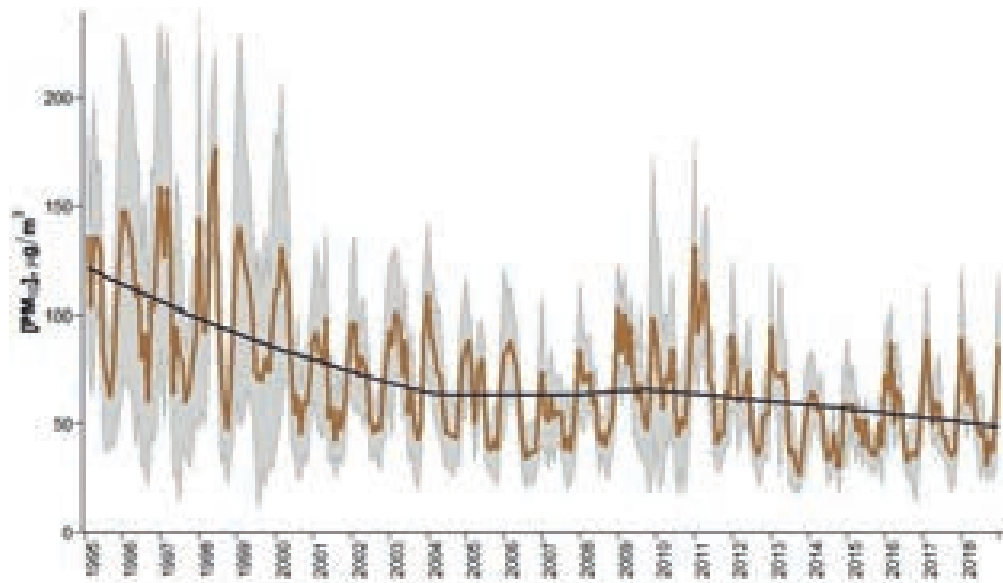
En el caso de las partículas suspendidas, en el pasado, las políticas de gestión priorizaron el control de emisiones primarias, ya que tenían una contribución mayor a la masa total de partículas. Campañas de monitoreo masivas en la década de los 2000 (MCMA-2003, MCMA-2006 y MILAGRO) y

el monitoreo continuo del SIMAT, indican que los aerosoles secundarios son el componente mayoritario en masa de las partículas, principalmente en las fracciones más finas (SEDEMA, 2017). Es así que las acciones que priorizan el control de las fuentes primarias, como las que se implementaron en el ProAire ZMVM 2011-2020, tendrán un menor impacto en la contaminación actual por partículas suspendidas. Esto se demuestra con las tendencias representadas en la Figura A3.9 a la Figura A3.11: las PST muestran una tendencia clara de disminución, en tanto que para las PM_{10} la disminución es más sutil, ambas fracciones con un aporte importante de partículas primarias. Cuando se analizan las $PM_{2.5}$, las cuales tienen un importante componente secundario, se observa un comportamiento mucho más estable, con un ligero aumento en los últimos cinco años. Sin desatender las políticas dirigidas a la reducción de emisiones primarias, el reto actual implica generar políticas públicas ambientales basadas en estudios sobre los procesos de formación de aerosoles secundarios, para poder identificar y controlar las emisiones de los principales precursores.



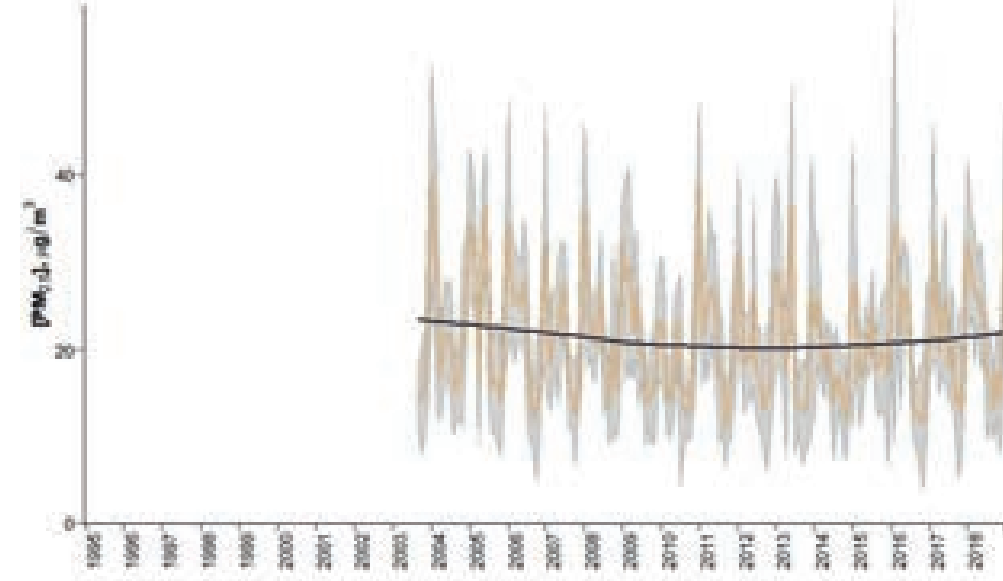
Nota: La línea café corresponde a la concentración promedio de todas las estaciones de monitoreo, la región sombreada en gris indica una desviación estándar alrededor del promedio y la línea negra es la tendencia obtenida con el método LOESS.

Figura A3.9 Serie de tiempo de los promedios mensuales de partículas suspendidas totales para el periodo 1995-2008
Fuente: Dirección de Monitoreo Atmosférico de la SEDEMA (SEDEMA, 2020a)



Nota: La línea café corresponde a la concentración promedio de todas las estaciones de monitoreo, la región sombreada en gris indica una desviación estándar alrededor del promedio y la línea negra es la tendencia obtenida con el método LOESS.

Figura A3.10 Serie de tiempo de los promedios mensuales de partículas menores a 10 µm para el periodo 1995-2008
Fuente: Dirección de Monitoreo Atmosférico de la SEDEMA (SEDEMA, 2020a)



Nota: La línea café corresponde a la concentración promedio de todas las estaciones de monitoreo, la región sombreada en gris indica una desviación estándar alrededor del promedio y la línea negra es la tendencia obtenida con el método LOESS.

Figura A3.11 Serie de tiempo de los promedios mensuales de partículas menores a 2.5 µm para el periodo 1995-2008
Fuente: Dirección de Monitoreo Atmosférico de la SEDEMA (SEDEMA, 2020a)

A3.4 Índices de calidad del aire

Un índice de calidad del aire es una herramienta preventiva que sirve para conocer de forma sencilla, clara y oportuna, a través de una escala adimensional y un sistema de categorías y colores, los niveles de contaminación del aire. Las categorías se relacionan con información sobre el riesgo a la salud que implica la exposición a los contaminantes del aire y las acciones de protección que puede realizar la población.

En 1986 se empezó a difundir oficialmente el Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA), el cual sustituyó al Índice Mexicano de la Calidad del Aire (IMEXCA) que había iniciado su publicación diaria el 6 de diciembre de 1977². En la Ciudad de México se cuenta con la Norma Ambiental para el Distrito Federal, NADF-009-AIRE-2006, la cual establece los lineamientos para el cálculo y difusión que debe cumplir el Índice de Calidad

del Aire o IMECA. Esta norma se actualizó a finales de 2018 (NADF-009-AIRE-2017); la nueva versión entró en vigor el 1 de enero de 2019 (Gobierno de la Ciudad de México, 2018) y contaba con un algoritmo similar al *Air Quality Index* (AQI) de la US EPA.

El Estado de México también difundió el IMECA desde 2007, sustentado en la Norma Técnica Estatal ambiental NTEA -007-SMA-DS-2006, con un algoritmo similar al utilizado por la Ciudad de México y publicado en la NADF-009-AIRE-2006. Como se menciona en la sección 3.3.3 del Capítulo 3 de este ProAire, el nuevo Índice Aire y Salud (NOM-172-SEMARNAT-2019), que es de aplicación nacional, sustituye a los índices de calidad del aire locales. A continuación se compara el Índice de Calidad del Aire de la Ciudad de México con el nuevo Índice de Aire y Salud.

² Índice Mexicano de Calidad del Aire (IMEXCA). Memorandum técnico SMA/DGS AT/02-78.

A3.4.1 Índice de Calidad del Aire de la Ciudad de México

El Índice de Calidad del Aire de la Ciudad de México tenía como objetivo homologar la concentración de los contaminantes criterio con una única escala numérica adimensional para permitir la comparación entre contaminantes y la difusión del nivel de contaminación a la población. La escala del Índice de Calidad del Aire comprende un intervalo de 0 a 500 puntos, dividida en seis categorías. El punto de corte 100 se asigna al límite indicado por las NOM de salud ambiental para la exposición a corto plazo (aguda) a cada contaminante, correspondiente al promedio horario o diario. El punto de corte 50 se asigna al límite permisible de exposición a largo plazo (crónica).

El índice se calcula con un algoritmo flexible y adaptable a los cambios de las NOM, el cual asigna un valor a

cada concentración, con puntos de quiebre para cada categoría; este algoritmo es similar al usado por la US EPA para el cálculo del *Air Quality Index*. Los valores del Índice de Calidad del Aire se utilizaban como referencia para la instrumentación del Programa para Contingencias Ambientales Atmosféricas (PCAA) en la ZMVM; actualmente los valores de concentración –y no los del Índice de Calidad del Aire– son los que se usan para activar el Programa para Prevenir y Responder a Contingencias Ambientales Atmosféricas o PPRECAA (consultar la sección correspondiente en el Capítulo 3 del ProAire). La Tabla A3.6 resume las categorías del Índice de Calidad del Aire con sus respectivos intervalos de concentración para cada contaminante.

Tabla A3.6 Intervalos de concentración del Índice de Calidad del Aire de la Ciudad de México (NADF-009-AIRE-2017)

| Categoría | Intervalos de concentración en función de la calidad del aire | | | | | |
|---|---|---------------|---------------|---------------|---------------------|---------------|
| | Buena | Regular | Mala | Muy mala | Extremadamente mala | Peligrosa |
| Puntos Índice de Calidad Del Aire | 0 – 50 | 51 – 100 | 101 – 150 | 151 – 200 | 201 – 300 | 301 – 500 |
| O ₃ , promedio de 1 h [ppm] | 0.000 – 0.070 | 0.071 – 0.095 | 0.096 – 0.154 | 0.155 – 0.204 | 0.205 – 0.404 | 0.404 – 0.604 |
| CO, promedio móvil de 8 h (ppm) | 0.0 – 5.5 | 5.6 – 11.0 | 11.1 – 13.0 | 13.1 – 15.4 | 15.5 – 30.4 | 30.5 – 50.4 |
| SO ₂ , promedio móvil de 24 h (ppm) | 0.000 – 0.025 | 0.026 – 0.110 | 0.111 – 0.207 | 0.208 – 0.304 | 0.305 – 0.604 | 0.605 – 1.004 |
| NO ₂ , promedio de 1 h (ppm) | 0.000 – 0.105 | 0.106 – 0.210 | 0.211 – 0.430 | 0.431 – 0.649 | 0.650 – 1.249 | 1.250 – 2.049 |
| PM ₁₀ , promedio móvil de 24 h (µg/m ³) | 0 – 40 | 41 – 75 | 76 – 214 | 215 – 354 | 355 – 424 | 425 – 604 |
| PM _{2.5} , promedio móvil de 24 h (µg/m ³) | 0.0 – 12.0 | 12.1 – 45.0 | 45.1 – 97.4 | 97.5 – 150.4 | 150.5 – 250.4 | 250.4 – 500.4 |

Fuente: Elaborado a partir de información publicada en la Gaceta Oficial de la Ciudad de México (Gobierno de la Ciudad de México, 2018)

A3.4.2 Índice Aire y Salud

El Índice Aire y Salud asigna una categoría de calidad del aire en función de la concentración de los contaminantes criterio. La calidad del aire se considera “aceptable” cuando la concentración máxima de cualquiera de los contaminantes criterio es menor o igual al valor límite de la NOM, mientras que el límite de la categoría “buena” corresponde a los valores guía de la Organiza-

ción Mundial de la Salud (OMS, 2006) en condiciones de referencia (25°C y 1 atm de presión). La Tabla A3.7 especifica los indicadores base y los criterios de suficiencia a utilizarse para el cálculo del Índice Aire y Salud, mientras que la Tabla A3.8 presenta los intervalos de concentración para cada contaminante criterio en función de la categoría de calidad del aire. En comparación con

el Índice de Calidad del Aire, el Índice Aire y Salud tiene indicadores diferentes y valores más estrictos para las categorías de algunos contaminantes; esto no implica

que la concentración de los contaminantes en la ZMVM haya aumentado o empeorado la calidad del aire.

Tabla A3.7 Concentraciones base y criterios de suficiencia para el cálculo del Índice Aire y Salud

| Contaminante | Concentración base | Criterio de suficiencia |
|--|--------------------------------------|--|
| Ozono O ₃ | Promedio horario | 75% de los registros de la hora (al menos 45 registros minutales). |
| | Promedio móvil de 8 horas | 75% de las concentraciones promedio horarias (al menos 6 horas de información). |
| Monóxido de carbono CO | Promedio móvil de 8 horas | 75% de las concentraciones promedio horarias (al menos 6 horas de información). |
| Dióxido de azufre SO ₂ | Promedio móvil de 24 horas | 75% de las concentraciones promedio horarias (al menos 18 horas de información). |
| Dióxido de nitrógeno NO ₂ | Promedio horario | 75% de los registros de la hora (al menos 45 registros minutales). |
| Partículas suspendidas PM ₁₀ | Promedio móvil ponderado de 12 horas | Promedios horarios de, al menos, dos de las tres horas más recientes de las 12 involucradas en el cálculo. |
| Partículas suspendidas PM _{2.5} | Promedio móvil ponderado de 12 horas | Promedios horarios de, al menos, dos de las tres horas más recientes de las 12 involucradas en el cálculo. |

Fuente: Elaborado a partir de información publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF, 2019)

Tabla A3.8 Intervalos de concentración del Índice Aire y Salud

| Contaminante y unidades de concentración | Intervalos de concentración [C] en función de la calidad del aire | | | | |
|--|---|---------------|---------------|---------------|---------------------|
| | Buena | Aceptable | Mala | Muy mala | Extremadamente mala |
| O ₃ – horario (ppm) | 0.000 – 0.051 | 0.052 – 0.095 | 0.096 – 0.135 | 0.136 – 0.175 | 0.175 |
| O ₃ – 8 horas (ppm) | 0.000 – 0.051 | 0.052 – 0.070 | 0.071 – 0.092 | 0.093 – 0.114 | 0.114 |
| CO (ppm) | 0.00 – 8.75 | 8.76 – 11.00 | 11.01 – 13.30 | 13.31 – 15.50 | 15.50 |
| SO ₂ (ppm) | 0.000 – 0.008 | 0.009 – 0.110 | 0.111 – 0.165 | 0.166 – 0.220 | 0.220 |
| NO ₂ (ppm) | 0.000 – 0.107 | 0.108 – 0.210 | 0.211 – 0.230 | 0.231 – 0.250 | 0.250 |
| PM ₁₀ (µg/m ³)* | 0 – 50 | 51 – 75 | 76 – 155 | 156 – 235 | 235 |
| PM _{2.5} (µg/m ³)* | 0 – 25 | 26 – 45 | 46 – 79 | 80 – 147 | 147 |

*Calculados a través del promedio ponderado de 12 horas (método *NowCast*).

Fuente: Elaborado a partir de información publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF, 2019)

El Índice Aire y Salud establece un nuevo sistema para la difusión de los niveles de contaminación atmosférica en la ZMVM y en todo el país. Cuenta con valores más estrictos para algunos contaminantes (O₃, SO₂) y nuevas métricas para la generación del índice. Respecto de O₃ y partículas suspendidas PM₁₀ y PM_{2.5}, se destacan los siguientes cambios en relación con el anterior Índice de Calidad del Aire:

- Ozono: valores más estrictos para todas las categorías del índice a partir del promedio horario. Se incorporan nuevos lineamientos para la generación de un segundo índice a partir del promedio móvil de 8 horas y se reporta el máximo de cualquiera de los dos indicadores.

- Partículas PM₁₀ y PM_{2.5}: los rangos de valores de concentración son distintos, por lo que cambia la asignación del color y categoría de la calidad del aire. Usa como indicador el promedio móvil ponderado de 12 horas, que da mayor peso a los valores de las tres horas más recientes. Este indicador responde a cambios rápidos en la calidad del aire, y a la vez refleja promedios de largo plazo (24 horas) cuando la calidad del aire es estable. Se utiliza para alertar a la población de forma oportuna para que reduzca su exposición en condiciones desfavorables de contaminación. Este método, conocido como *NowCast*, es utilizado por la US EPA para reportar información sobre la calidad del aire en tiempo real en caso de incendios.

A3.4.3 Evaluación del Índice de Calidad del Aire y el Índice Aire y Salud en 2018

A continuación se presenta la evaluación de la calidad del aire en la ZMVM durante el 2018 con ambos índices. En primer lugar, se emplea el Índice de Calidad del Aire, por ser el sistema de difusión vigente en 2018, de acuerdo con la Norma Ambiental NADF-009-AIRE-2017. Se incluye también una evaluación usando el Índice Aire y Salud, con fines comparativos, dado que será el nuevo referente a nivel nacional para la comunicación de la información clara y oportuna del estado de la calidad del aire, los probables daños a la salud que ocasiona y las medidas a implementar para reducir la exposición. Los cambios del nuevo Índice Aire y Salud hacen que sea más probable

que en la ZMVM se observen más tonos rojos y morados cuando se difunda información de la calidad del aire a la población (ver Figura A3.12). Esto no significa que la concentración de los contaminantes en la metrópoli haya aumentado o empeorado la calidad del aire. Para ejemplificar los cambios con el nuevo índice, se comparan los resultados con ambos sistemas para tres contaminantes: O₃, PM₁₀ y PM_{2.5}. Es importante comunicar a la población las diferencias que existen entre el nuevo Índice Aire y Salud y el anterior Índice de Calidad del Aire, para evitar confusiones en la forma de percibir la calidad del aire por parte de la población.

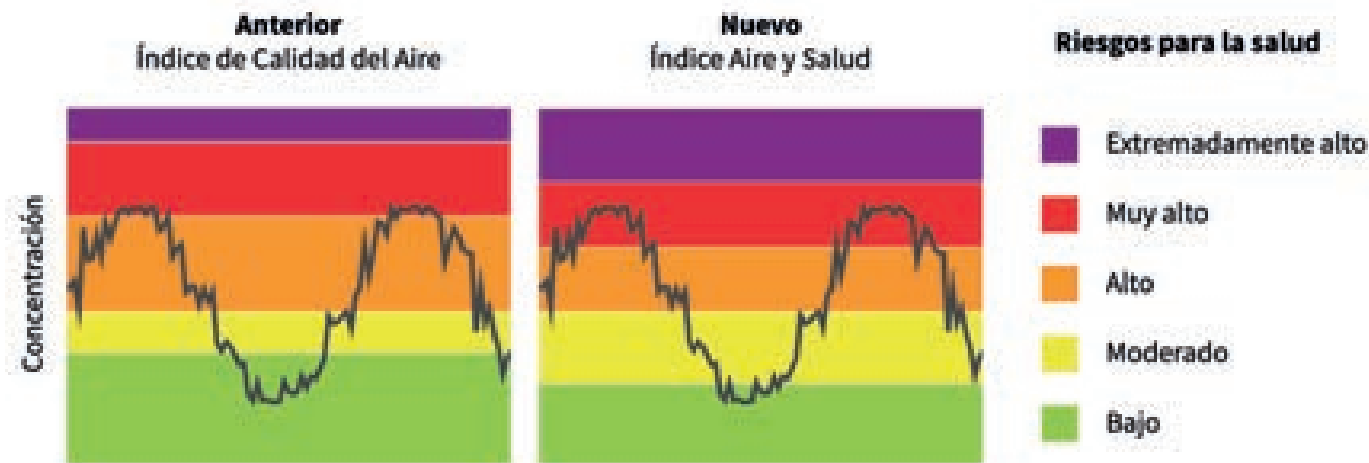


Figura A3.12 Comparación de las categorías del Índice Aire y Salud y el Índice de Calidad del Aire
Fuente: Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA, 2020b)

Al igual que ha ocurrido en años anteriores, se observa que en 2018 solo tres contaminantes alcanzaron concentraciones que implicaban un mayor riesgo para la salud, con niveles de contaminación equivalentes a las categorías “mala” o “muy mala” en la escala del Índice de Calidad del Aire. Estos tres contaminantes son el O₃ y las partículas suspendidas PM₁₀ y PM_{2.5}. Aunque esto no considera la distribución espacial de los contaminantes, la duración de los eventos, ni los posibles efectos sinérgicos, el índice ofrece una evaluación preventiva al mantener una situación de alerta para la región.

Para la evaluación del Índice de Calidad del Aire en 2018, de acuerdo con la metodología de cálculo y reporte del índice, se utilizó el valor máximo del día, sin importar en qué estación ocurrió³. De acuerdo con el Informe de Calidad del Aire 2018 de la SEDEMA, durante ese año se registraron 89 días limpios, en los cuales la concentración de todos los contaminantes no superó los 100 puntos del Índice de Calidad del Aire (Figura A3.13). De estos, solo 2 correspondieron a días con calidad del aire “buena”, mientras que el resto presentaron una calidad “regular”. Aproximadamente en tres de cada cuatro días hubo una

³ El índice solamente se reporta con las estaciones que cumplen con el objetivo de “Informar y prevenir a la población sobre los niveles de contaminación en zonas representativas y sus posibles riesgos a través del índice de calidad del aire”, que son 27 estaciones de la RAMA. Las otras cinco tienen como uno de sus objetivos “generar información para la evaluación del transporte de contaminantes urbanos y la evaluación de concentraciones de fondo” y se ubican en la zona límite del área urbana (ACO, INN, MPA, AJU y MON).

calidad del aire mala; el umbral de 100 puntos del Índice de Calidad del Aire se rebasó en 276 días del año, si se considera la combinación de los tres contaminantes que más afectan a la ZMVM (O₃, PM₁₀ y PM_{2.5}). Cinco de estos eventos presentaron una calidad del aire “muy mala”, con valores superiores a 150 puntos en la escala del índice. Los contaminantes que ocasionaron días con calidad del aire “muy mala” fueron el O₃ en tres ocasiones (4 de mayo y 6 de junio, durante la temporada de O₃, y un evento atípico el 23 de noviembre), la combinación de partículas suspendidas PM₁₀ y PM_{2.5} en una ocasión (el 25 de diciembre) y las partículas PM_{2.5} (el 26 de diciembre). En general, durante la temporada de lluvias la calidad del aire fue mejor, con más días dentro de las categorías “regular” o “buena”.

De los días en los que observó una calidad del aire desfavorable (Índice de Calidad del Aire > 100), 89 correspondieron únicamente a O₃ y 40 a PM₁₀. En 90 días la calidad del aire fue mala por O₃ y PM₁₀, 25 por la combinación de PM₁₀ y PM_{2.5}, y en 30 días por concentraciones mayores a los 100 puntos del índice para los tres contaminantes. Los dos eventos restantes con mala calidad del aire fueron ocasionados por PM_{2.5} y por la combinación de O₃ y PM_{2.5}, respectivamente. El análisis por contaminante muestra que el O₃ superó los 100 puntos en 210 días, mientras que las partículas PM₁₀ lo superaron en 185 y PM_{2.5} en 57 días del 2018 (SEDEMA, 2020a).



Figura A3.13 Mosaico del Índice de Calidad del Aire en la Zona Metropolitana del Valle de México (2018)
Fuente: Dirección de Monitoreo Atmosférico de la SEDEMA (SEDEMA, 2020c)

En comparación con el año 2017, se observa un ligero decremento en el número de días con calidad del aire “mala” o “muy mala”. Por otro lado, al comparar con el año 2016, en 2018 también hubo una menor cantidad de días con calidad del aire “muy mala” y no hubo ningún

evento catalogado como “extremadamente malo”. El número de días para cada categoría del Índice de Calidad del Aire en los tres años analizados y su porcentaje de aporte al total de días en el año se resume en la Tabla A3.9.

Tabla A3.9 Número de días por categoría del Índice de Calidad del Aire para 2016, 2017 y 2018

| Calidad del aire | Número de días | | | | | |
|---------------------|----------------|-------|------|-------|------|-------|
| | 2016 | | 2017 | | 2018 | |
| Buena | 4 | 1.1% | 8 | 2.2% | 2 | 0.5% |
| Regular | 80 | 21.9% | 68 | 18.6% | 87 | 23.8% |
| Mala | 262 | 71.6% | 273 | 74.8% | 271 | 74.2% |
| Muy mala | 19 | 5.2% | 16 | 4.4% | 5 | 1.4% |
| Extremadamente mala | 1 | 0.3% | 0 | 0.0% | 0 | 0.0% |

Fuente: Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA, 2017, 2018a, 2020a)

Durante 2017 hubo 76 días con una calidad del aire en donde las concentraciones fueron menores o iguales a 100 puntos del índice para todos los contaminantes. Un total de 289 días registraron concentraciones máximas por encima de los 100 puntos; de estos, en 273 días la calidad del aire fue “mala” y en 16 “muy mala”. En 233 días el O₃ superó los 100 puntos, mientras que PM₁₀ los superó en 207 y PM_{2.5} en 100 días. Un total de 82 días con calidad del aire desfavorable correspondieron únicamente a O₃ y 37 a PM₁₀, en tanto que en 70 días la calidad del aire fue “mala” por O₃ y PM₁₀, 19 por la combinación de PM₁₀ y PM_{2.5}, y en 81 días por las concentraciones de los tres contaminantes (SEDEMA, 2018a).

Para 2016, en 282 días se superaron los 100 puntos del Índice de Calidad del Aire en al menos una estación de monitoreo; de estos, 262 días reportaron una calidad del aire “mala”, 19 días calidad “muy mala” y un día con calidad del aire “extremadamente mala”. El 14 de marzo el O₃ alcanzó una concentración de 210 ppb, lo que provocó un valor superior a los 200 puntos. El O₃ fue el contaminante responsable del mayor número de días con una calidad del aire desfavorable, con índices mayores a 100 puntos en 212 días. En el caso de PM₁₀ y PM_{2.5} las concentraciones superaron los 100 puntos del Índice de Calidad del Aire en 189 y 78 días, respectivamente (SEDEMA, 2018a).

Tabla A3.10 Número de días por categoría del Índice Aire y Salud en 2018

| Calidad del aire | Número de días | | | | | | | |
|---------------------|----------------|--------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | Ozono | | PM ₁₀ | | PM _{2.5} | | | |
| | Máximo horario | Promedio móvil 8 h | Promedio móvil ponderado 12 h | Promedio móvil ponderado 12 h | Promedio móvil ponderado 12 h | Promedio móvil ponderado 12 h | Promedio móvil ponderado 12 h | Promedio móvil ponderado 12 h |
| Buena | 13 | 3.6% | 52 | 14.2% | 104 | 28.5% | 117 | 32.1% |
| Aceptable | 142 | 38.9% | 109 | 29.9% | 120 | 32.9% | 216 | 59.2% |
| Mala | 192 | 52.6% | 161 | 44.1% | 137 | 37.5% | 31 | 8.5% |
| Muy mala | 17 | 4.7% | 38 | 10.4% | 4 | 1.1% | 1 | 0.3% |
| Extremadamente mala | 1 | 0.3% | 5 | 1.4% | 0 | 0.0% | 0 | 0.0% |

Fuente: Elaborado con datos de la Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México (Dirección de Monitoreo Atmosférico, 2018; SEDEMA, 2020c)

Será importante normar el método para determinar la calidad del aire en un día dado, en concordancia con la US EPA y evaluaciones de impactos a la salud (en específico para partículas suspendidas a partir de promedios de 24 horas), además de homologar el nuevo sistema del

Se analizó el comportamiento del Índice Aire y Salud durante 2018 para compararlo con los resultados del Índice de Calidad del Aire. La Tabla A3.10 resume el número de días por categoría de calidad del aire en 2018, según el nuevo Índice Aire y Salud, para los dos indicadores de O₃, así como para PM₁₀ y PM_{2.5}. El número de días se estima de acuerdo con la metodología de cálculo y reporte del índice, a partir del valor máximo del día y sin importar en qué estación ocurrió. Es importante enfatizar que el indicador de partículas PM₁₀ y PM_{2.5} utiliza los promedios de 24 horas y los rangos marcados por la NOM-172-SEMAR-NAT-2019. La norma no establece un método ni umbrales para recalculer y categorizar la calidad del aire en un día dado. Sin embargo, la US EPA, quien desarrollo el método *NowCast*, recomienda calcular la calidad del aire para un día en específico con los promedios de 24 horas, debido a que se considera que no es válido calcular un índice con datos a corto plazo (12 horas) y se debe ser consistente con las evaluaciones de salud que utilizan el indicador de 24 horas como parámetro para evaluar la exposición (US EPA, s/f, 2018c). Es así que el promedio ponderado de 12 horas (método *NowCast*) es un indicador que únicamente se debe utilizar para reportar la calidad del aire de manera momentánea y no para evaluar datos históricos o tendencias en el número de días con calidad del aire buena, aceptable o mala.

Índice Aire y Salud con las actualizaciones de las NOM de salud ambiental (p. ej. la NOM-022-SSA1-2019 para SO₂), el PPRECAA y otros programas de respuesta ante eventos de contaminación atmosférica donde es necesario reducir la exposición de la población.

Comparativa para ozono: Índice de Calidad del Aire vs. Índice Aire y Salud

El comportamiento específico de la calidad del aire para O₃, según el Índice de Calidad del Aire, se muestra en la Figura A3.14. Se observa que la calidad del aire fue desfavorable durante la denominada temporada de O₃ (del

15 de febrero al 15 de junio). En marzo y abril no hubo ningún día con calidad del aire “buena” y en mayo y junio se presentaron, en cada mes, un evento con “muy mala” calidad del aire.



Figura A3.14 Mosaico del Índice de Calidad del Aire por ozono en la Zona Metropolitana del Valle de México (2018)

Fuente: Dirección de Monitoreo Atmosférico de la SEDEMA (SEDEMA, 2020c)

Cuando se aplica el Índice Aire y Salud en el mismo periodo de estudio (Figura A3.15), se muestra un incremento en el número de días con mala calidad del aire durante marzo a junio. Inclusive se registran eventos clasificados

como días con calidad del aire “extremadamente mala”, aun cuando las concentraciones base (máximos diarios de los promedios horarios) para el cálculo de los dos índices son las mismas.

A) Ozono, máximo horario



B) Ozono, máximo del promedio móvil de 8 horas

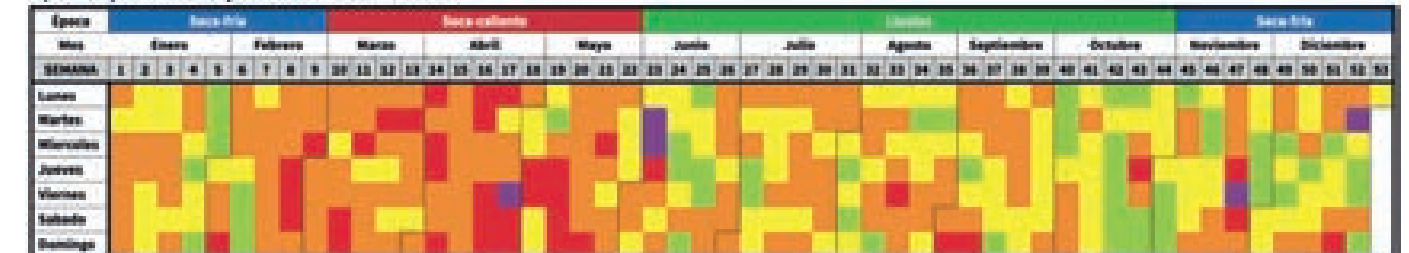


Figura A3.15 Mosaicos del Índice Aire y Salud para ozono en la Zona Metropolitana del Valle de México (2018)

Fuente: Elaborado con datos de la Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México (Dirección de Monitoreo Atmosférico, 2018; SEDEMA, 2020c)

Comparativa para partículas suspendidas: Índice de Calidad del Aire vs. Índice Aire y Salud

Para partículas suspendidas es evidente que la calidad del aire mejora significativamente durante la temporada de lluvias, por el efecto de lavado sobre la contaminación atmosférica y condiciones meteorológicas favorables para la dispersión de contaminantes. El número de días con calidad del aire mala, según el Índice de Calidad del Aire, fue mayor en los meses de la temporada seca-fría, donde las bajas temperaturas y la presencia de sistemas anticiclónicos favorecen el incremento en la frecuencia e intensidad de las inversiones térmicas, vientos débiles y un estancamiento de la contaminación en la ZMVM. En la época seca-caliente también hay eventos con mala calidad del aire por partículas, asociados a la emisión de partículas primarias por incendios forestales y quemas agrícolas típicas de la época, así como por sistemas anticiclónicos que propician la acumulación de contaminantes.

El comportamiento específico para PM₁₀ bajo el Índice de Calidad del Aire se muestra en la Figura A3.16, mientras que el mosaico equivalente a partir del Índice Aire y Salud se presenta en la Figura A3.17. Se observa un aumento en

el número de días con mala calidad del aire, de un único día con el antiguo Índice de Calidad del Aire, a cuatro con el nuevo Índice Aire y Salud. El incremento en el número de días con calidad del aire buena con el Índice Aire y Salud se debe a la modificación en los rangos de concentración para clasificar la calidad del aire.

Se destaca que la NOM-172-SEMARNAT-2019 no especifica cómo debe de recalcularse la categoría de la calidad del aire para un día dado. En virtud de que tanto los límites de la NOM-025-SSA1-2014 como el algoritmo de cálculo del Índice de Calidad del Aire consideran promedios de 24 horas, el mosaico a partir del Índice Aire y Salud se elaboró a partir de las concentraciones máximas del promedio móvil de 24 horas para facilitar la comparación, aun cuando el método de cálculo de la NOM-172-SEMARNAT-2019 utiliza un promedio ponderado de 12 horas (método *NowCast*, el cual se recomienda únicamente para difundir información de la calidad del aire en tiempo real). Este enfoque es consistente con las recomendaciones de la US EPA para calcular la calidad del aire en un día en específico con promedios de 24 horas (US EPA, 2018c).



Figura A3.16 Mosaico del Índice de Calidad del Aire por partículas menores a 10 micrómetros en la Zona Metropolitana del Valle de México (2018)

Fuente: Dirección de Monitoreo Atmosférico de la SEDEMA (SEDEMA, 2020c)



Figura A3.17 Mosaico del Índice Aire y Salud por partículas menores a 10 micrómetros en la Zona Metropolitana del Valle de México (2018)

Fuente: Elaborado con datos de la Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México (Dirección de Monitoreo Atmosférico, 2018; SEDEMA, 2020c)

Finalmente, la Figura A3.18 muestra el mosaico para PM_{2.5} durante 2018 a partir del Índice de Calidad del Aire. La elaboración del mosaico con el Índice Aire y Salud considera los mismos supuestos descritos anteriormente para PM₁₀. Si bien la NOM-172-SEMARNAT-2019 establece el cálculo en tiempo real del índice a partir de un promedio ponderado de 12 horas, para recalcularlo y compararlo la calidad del aire en un día en específico es preferible utilizar promedios de 24 horas, tal como lo establece la US EPA. Las diferencias

en la distribución de los colores que se observan al comparar el mosaico del Índice de Calidad del Aire con el mosaico del Índice Aire y Salud (Figura A3.19) son resultado de las modificaciones en las categorías y rangos de concentración. Es necesario difundir claramente a la población las diferencias entre ambos índices, ya que si bien aumenta el número de días con “buena” calidad del aire, esto no implica mejoras en la calidad del aire en términos de una disminución de la concentración de partículas PM_{2.5}.

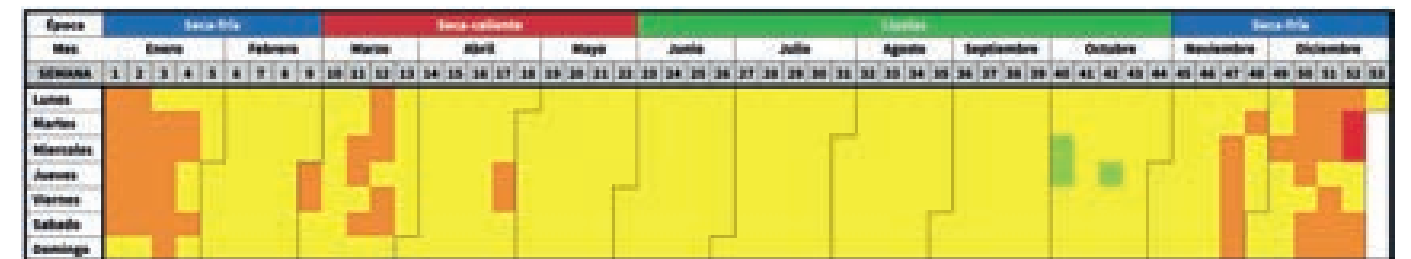


Figura A3.18 Mosaico del Índice de Calidad del Aire por partículas suspendidas menores a 2.5 micrómetros en la Zona Metropolitana del Valle de México (2018)

Fuente: Dirección de Monitoreo Atmosférico de la SEDEMA (SEDEMA, 2020c)



Figura A3.19 Mosaico del Índice Aire y Salud partículas suspendidas menores a 2.5 micrómetros en la Zona Metropolitana del Valle de México (2018)

Fuente: Elaborado con datos de la Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México (Dirección de Monitoreo Atmosférico, 2018; SEDEMA, 2020c)

Es de gran importancia que las NOM de salud ambiental que establecen los límites permisibles de concentración de contaminantes en el aire ambiente, los sistemas de difusión de información de la calidad del aire a la población (p. ej. el Índice Aire y Salud) y el PPRECCA utilicen, en me-

da de lo posible, rangos de concentraciones, categorías de la calidad del aire e índices numéricos adimensionales homologados entre sí para mantener un coherencia y comparabilidad entre los diferentes instrumentos de gestión de la calidad del aire.

A3.5 Activación e histórico de contingencias ambientales atmosféricas

A3.5.1 Proceso de activación, declaratoria y suspensión de contingencias ambientales atmosféricas

La declaratoria de activación del Programa para Prevenir y Responder a Contingencias Ambientales Atmosféricas (PPRECAA) en la Fase que corresponda, así como la suspensión, se sujeta a las siguientes bases (Gobierno de la Ciudad de México, 2019):

Fase Preventiva por ozono. La CAME en coordinación con la SEDEMA y la SMAGEM, y con apoyo del pronóstico de la calidad del aire, emitirá un comunicado activando la Fase Preventiva, en caso de que el modelo estime una probabilidad mayor a 70% de que al día siguiente se rebasen los 140 puntos (142 ppb) del índice de O₃. El comunicado se emitirá en horario comprendido entre las 14:00 y las 15:00 horas.

En el supuesto que se encuentre activa una fase preventiva por O₃ y, en caso de pronosticarse que al día siguiente deberá aplicar nuevamente una fase preventiva, la CAME deberá anunciar dicha condición en horario comprendido entre las 14:00 y las 15:00 horas, con independencia de la posibilidad de alcanzar la Fase 1 de Contingencias en dicho día. De alcanzarse el valor establecido para la Fase 1 de Contingencias por O₃, se deberá emitir el comunicado correspondiente.

Fase Preventiva por partículas. La CAME en coordinación con la SEDEMA y la SMAGEM, emitirá un comunicado activando la Fase Preventiva, en caso de que las mediciones de partículas reportados por el SIMAT, registren > 135 puntos (81.4 µg/m³) para PM_{2.5} o > 135 puntos (172 µg/m³) para PM₁₀, y su activación se decretará en el transcurso de la hora siguiente. En caso que dicho valor se registre entre las 22:00 y las 9:00 horas, y que se mantenga el índice de calidad del aire por arriba de los 135 puntos, el aviso se deberá realizar a más tardar a las 10:00 horas.

Fases de Contingencia Ambiental. De acuerdo con los datos registrados por el SIMAT, la SEDEMA en coordinación con la SMAGEM, a través de la CAME, declararán la activación del PPRECAA en la Fase que corresponda, así como la aplicación y suspensión de las medidas procedentes.

Para los efectos de la declaratoria de activación del PPRECAA, se considerarán los valores del Índice de Calidad del Aire más altos registrados por el SIMAT en la Fase que corresponda, para O₃, partículas o combinada, en cualquiera de las cinco zonas en que se divide la Zona Metropolitana del Valle de México, a saber: Noreste, Noroeste, Centro, Sureste y Suroeste.

La activación de la Contingencia Ambiental Atmosférica para ozono, partículas o combinada, se decretará en el transcurso de la hora siguiente al registro de los valores establecidos en el PPRECAA (ver Tabla A3.11). Además, para el caso de las partículas, cuando los valores se registren entre las 22:00 y las 09:00 horas, el aviso de activación del PPRECAA se deberá realizar a más tardar a las 10:00 horas de la mañana. La activación se realizará a través de la difusión de un comunicado de la CAME, el cual debe contener la siguiente información:

1. Lugar, fecha y hora de la emisión del comunicado.
2. Número de comunicado.
3. Descripción breve de la situación meteorológica y de calidad del aire (valor de concentración y equivalencia del índice de calidad del aire).
4. Zonas y estaciones que registraron los valores que activaron la Fase.
5. Valores del índice y concentraciones que activaron la contingencia ambiental atmosférica.
6. Declaratoria de activación.
7. Riesgos y recomendaciones para la población.
8. Medidas correspondientes a la Fase de activación.

La declaración respectiva se difundirá conjuntamente con las recomendaciones para la protección a la salud de la población y las medidas correspondientes, de acuerdo

con los procedimientos que para el efecto se establezcan, a través de los medios masivos de comunicación.

A partir del momento en que se declara la Contingencia Ambiental Atmosférica en la Fase correspondiente, se deberán acatar las medidas descritas en: Salud y recomendaciones a la población, Comercios, Servicios y Fuentes Fijas de la Industria Manufacturera de competencia local y federal. En el caso del transporte, la restricción a la circulación correspondiente aplicará a partir de las 05:00 horas del día siguiente y hasta las 22:00 horas del día que se levante la misma, siendo posible modificar el horario en caso que así lo determine e informe la CAME.

En la declaratoria se deberá establecer el plazo durante el cual permanecerán vigentes las medidas respectivas, así como los términos en que podrán prorrogarse, de conformidad con los valores indicados para la activación y suspensión. La determinación de continuar o suspender la Fase correspondiente en la cual se activó el PPRECAA, deberá difundirse ampliamente a través de los medios masivos de comunicación.

A3.5.2 Activación de contingencias durante el periodo 2016-2019

A pesar de los esfuerzos que se han realizado para implementar medidas o acciones que mejoren la calidad del aire en la ZMVM, en los últimos años han ocurrido eventos que derivan en la activación de alguna Fase de Contingencia debido al nivel de los contaminantes en la atmósfera. Como se ha mencionado anteriormente, la concentración de los contaminantes criterio no depende únicamente de las fuentes de emisión, ya sean

A partir de la declaratoria de activación y hasta la suspensión, la CAME realizará una evaluación permanente de las condiciones meteorológicas y de calidad del aire prevaleciente, así como su probable evolución en las siguientes horas. La evaluación que se realice se informará a la población, a través de boletines informativos que emita la CAME a las 10:00, 15:00 y 20:00 horas, o en cualquier momento si el caso lo amerita, los cuales contendrán información sobre la continuación de la contingencia o su suspensión, considerando las condiciones meteorológicas para la dispersión de contaminantes en las horas siguientes.

El primer día de activación del PPRECAA en cualquiera de sus Fases, comprende las primeras 24 horas a partir del momento en que se declaró la Fase correspondiente; el segundo día comprende las 24 horas subsecuentes y así sucesivamente.

La CAME y los Gobiernos que la integran, podrán establecer medidas adicionales de carácter general para la protección de la salud de la población y el control de las actividades que generen emisiones contaminantes atmosféricas en la ZMVM.

de origen biogénicas o provocadas por actividades humanas, sino que también influyen las condiciones meteorológicas a escala local, regional y sinóptica, que puedan favorecer o no a que se incrementen los niveles de concentración de los contaminantes. En esta sección se discuten algunos casos de estudio de la activación de las contingencias ambientales atmosféricas de 2016 al 2019.

Contingencias durante 2016

El año 2016 se caracterizó por un aumento en el número de días en los que se activó el PCAA. En total, la CAME activó en 14 ocasiones el programa, debido al incremento en la concentración de ozono: en cuatro ocasiones como Fase de Precontingencia y diez para Fase I. En el 2016, la concentración horaria de ozono superó las 154 ppb en 18 días (SEDEMA, 2017). En comparación con el año anterior, en el 2015 se activó la Fase de Precontingencia en siete ocasiones, una por PM₁₀ y el resto por ozono.

Durante el año 2016 se presentaron sistemas meteorológicos de escala global y regional que influyeron en la problemática de la contaminación atmosférica en la ZMVM. Durante el primer semestre del 2016, el fenómeno El Niño – Oscilación del Sur (ENOS), en una de sus fases más intensas registradas en las últimas décadas, tuvo una influencia importante en el aumento de la temperatura en todo el país. En marzo, la presencia inusual de una corriente en chorro que llegó al centro del país ocasionó

nó daños materiales por la caída de árboles y anuncios espectaculares. Los vientos sostenidos que superaron los 40 km/h provocaron días excepcionalmente limpios pero también cambios en el comportamiento de la capa límite atmosférica que, en presencia de condiciones anticiclónicas, al retirarse provocaron un prolongado estancamiento de la contaminación. Esto derivó en la activación de la Fase I del PCAA, situación que no se presentaba desde 2010 (SEDEMA, 2017).

La activación del PCAA que resalta durante el 2016 fue la que ocurrió el 14 de marzo, cuando la concentración horaria de ozono alcanzó un valor máximo de 210 ppb y que

Contingencias durante 2017

A diferencia del año anterior, el año 2017 se caracterizó por condiciones meteorológicas favorables para la calidad del aire, principalmente durante la temporada de ozono. Durante este año se activó la Fase I de Contingencia en cuatro ocasiones: dos por ozono y dos por PM_{10} . Este año no se aplicaron acciones de control extraordinarias para mitigar los niveles de contaminación durante la temporada de ozono, como ocurrió en marzo del 2016. Las dos activaciones de Contingencia por ozono ocurrieron el 15 y 22 de mayo, mientras que las de PM_{10} ocurrieron el 6 de enero y el 14 de diciembre.

Los incrementos en los niveles de PM_{10} que activan el PCAA generalmente ocurren por eventos naturales como

Contingencias durante 2018

Durante el 2018 se activó la Fase I del PCAA únicamente en 2 ocasiones. El 6 de junio se activó la Fase I por ozono y el 25 de diciembre se activó la Fase I Regional por PM_{10} . Con respecto al ozono, en el 2018 la concentración máxima horaria fue superior al límite de 154 ppb únicamente en tres ocasiones, dos en la temporada de O_3 (4 de mayo y 6 de junio) y una el 23 de noviembre, pero solamente se activó el PCAA en una ocasión debido a las condiciones meteorológicas adversas. Como se mencionó en el análisis para O_3 dentro del Diagnóstico de Calidad del Aire del presente documento, la acti-

llevó a la activación de la Fase I. La activación provocó la aplicación inmediata de las acciones descritas dentro del PCAA; sin embargo, debido al estancamiento de las masas de aire, se mantuvo una fracción importante de los contaminantes generados durante los días previos, por lo que los esfuerzos no tuvieron los impactos esperados (SEDEMA, 2017). Por otra parte, el Gobierno Federal, a través de la SEMARNAT en calidad de miembro de la CAME, propuso instrumentar acciones de emergencia como el Programa Temporal “Hoy No Circula” (PTHNC), que estuvo vigente del 5 de abril al 30 de junio, y restringió la circulación vehicular un día a la semana y un sábado al mes para todos los vehículos (CAME, 2016).

las tolvaneras o por actividades intencionales de la población; algunos ejemplos de estas últimas son la quema de pirotecnia o de fogatas en celebraciones, como ocurre en los días de Navidad o Año Nuevo. La activación de la Fase I por PM_{10} el 6 de enero ha sido la primera que se tiene registrada como consecuencia de acciones provocadas durante una protesta social (por el aumento del precio de la gasolina). Las protestas, que iniciaron el primero de enero como manifestaciones públicas pacíficas, escalaron hasta actos de vandalismo y saqueos en varios puntos del país. Los incendios intencionales de algunos locales comerciales y la quema de fogatas provocaron un rápido incremento de la concentración de partículas durante la noche y madrugada (SEDEMA, 2018a).

vación de las fases de contingencia depende no solamente de concentraciones por encima de los umbrales indicados en el PCAA, sino que también se contemplan pronósticos meteorológicos favorables para la disminución de las concentraciones. El 25 de diciembre del 2018 se activó la Fase I regional para PM_{10} dado que se alcanzó un valor de concentración máximo del promedio de 24 horas igual a $199 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Esto ocurrió debido al impacto que tienen los juegos pirotécnicos sobre la concentración de partículas suspendidas.

Contingencias durante 2019

En el primer semestre de 2019 se activó la Fase I por ozono en tres ocasiones, una Fase I Regional por partículas PM_{10} y una contingencia extraordinaria por $PM_{2.5}$ y ozono. Esta última ocurrió del 14 al 17 de mayo (CAME, 2019), cuando la concentración de ambos contaminantes se incrementó como consecuencia de incendios forestales de magnitud atípica dentro y fuera de la ZMVM, de una intensa radiación solar, condiciones de estabilidad atmosférica que ocasionaron poca ventilación, así como de escasa humedad en el ambiente. La combinación de estos factores generó condiciones desfavorables para la dispersión de contaminantes en la atmósfera. Esto ocasionó que las $PM_{2.5}$ se incrementaran en $108 \mu\text{g}/\text{m}^3$, promedio móvil de 24 horas, y que el ozono llegara a 144 ppb (valores de 161 y 142 del Índice de Calidad del Aire, respectivamente). Debido a la activación de la contingencia extraordinaria se suspendieron las clases de nivel básico, se aplicaron acciones estrictas de reducción de emisiones y de restricción vehicular. Después de este episodio, se dieron a conocer las “Medidas inmediatas para mejorar la calidad del aire en la Zona Metropolitana del Valle de México”, cuyo objetivo es reducir emisiones de partículas PM_{10} y $PM_{2.5}$, así como de contaminantes precursores de ozono (NO_x y COV). Adicionalmente, durante el 2019 se actualizó el Programa de Contingencias Ambientales Atmosféricas de la ZMVM, para incluir un protocolo de actuación en caso de elevadas concentraciones de partículas $PM_{2.5}$ y para el caso de elevadas concentraciones de dos contaminantes de forma simultánea.

En la Ciudad de México hay dos temporadas importantes donde se incrementan los valores de partículas, durante las épocas seca-fría y seca-caliente. La primera ocurre en los meses de invierno, cuando las inversiones térmicas se agudizan y la altura de la capa límite evoluciona más lento por las bajas temperaturas; la segunda se relaciona con la resuspensión de partículas, tolvaneras e incendios agrícolas y forestales, aunado a eventos de estabilidad atmosférica con vientos débiles y alta radiación. La temporada seca-caliente se ha caracterizado por presentar excedencias en los niveles de concentración tanto de ozono como de partículas en la ZMVM. Los incendios forestales y agrícolas tienen diversos impactos al ambiente por la combinación de humo y aerosoles que se emiten debido a la quema de biomasa (INECC, 2019). Los valores de concentración de $PM_{2.5}$ ocasionados por incendios agrícolas y forestales pueden alcanzar niveles superiores a $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$; su tiempo de residencia en el ambiente es hasta de una semana y pueden transportarse miles de kilómetros, lo cual afecta áreas remotas; las emisiones de incendios también presentan un elevado contenido de carbono elemental que se suma a las emisiones urbanas derivadas de la quema de combustibles fósiles con fines de transporte y energéticos en residencias, comercios e industrias (INECC, 2019). Esta contingencia ambiental tuvo como resultado la actualización del PCAA y la institucionalización de una mesa de trabajo permanente con la participación de la SEMARNAT, SEDEMA, SMAGEM, INECC, el Servicio Meteorológico Nacional, la UNAM y la CAME.

A3.5.6 Histórico de activaciones de contingencias

Tabla A3.11 Activación de contingencias ambientales atmosféricas en la ZMVM: Contingencias Fase I, Fase II y Extraordinarias

| Fase activada | Contaminante | Puntos índice IMECA | Concentración | Estación | Fecha de activación | Fecha de desactivación |
|----------------|--------------|---------------------|--------------------------------|---------------------|---------------------|------------------------|
| 2019 | | | | | | |
| Extraordinaria | $PM_{2.5}$ | 161 | $108.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ | Nezahualcóyotl | 14 mayo | 17 mayo |
| | Ozono | 142 | 145 ppb | Pedregal | | |
| I | Ozono | 154 | 158 ppb | Camarones | 16 abril | 18 abril |
| I | Ozono | 152 | 156 ppb | Pedregal | 10 abril | 11 abril |
| I | Ozono | 155 | 159 ppb | Pedregal | 30 marzo | 31 marzo |
| I Regional | PM_{10} | 157 | $232 \mu\text{g}/\text{m}^3$ | Villa de las Flores | 01 enero | 02 enero |

Tabla A3.11 Activación de contingencias ambientales atmosféricas en la ZMVM: Contingencias Fase I, Fase II y Extraordinarias (continuación)

| Fase activada | Contaminante | Puntos índice IMECA | Concentración | Estación | Fecha de activación | Fecha de desactivación |
|---------------|------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|------------------------|
| 2018 | | | | | | |
| I Regional | PM ₁₀ | 152 | 218 µg/m ³ | Villa de las Flores | 25 diciembre | 26 diciembre |
| I | Ozono | 161 | 165 ppb | Pedregal | 06 de junio | 07 junio |
| 2017 | | | | | | |
| I Regional | PM ₁₀ | 154 | 224 µg/m ³ | San Agustín | 14 diciembre | 15 diciembre |
| I | Ozono | 162 | 166 ppb | Gustavo A. Madero | 22 mayo | 24 mayo |
| I | Ozono | 151 | 155 ppb | Ajusco Medio | 15 mayo | 21 mayo |
| I Regional | PM ₁₀ | 153 | 221 µg/m ³ | Xalostoc | 06 enero | 07 enero |
| 2016 | | | | | | |
| I | Ozono | 151 | 155 ppb | Ajusco Medio | 11 agosto | 12 agosto |
| I | Ozono | 152 | 156 ppb | Santa Fe | 08 julio | 09 julio |
| I | Ozono | 155 | 159 ppb | Miguel Hidalgo | 31 mayo | 01 junio |
| I | Ozono | 165 | 169 ppb | Gustavo a. Madero | 27 mayo | 28 mayo |
| I | Ozono | 151 | 155 ppb | Camarones | 24 mayo | 24 mayo |
| I | Ozono | 178 | 182 ppb | Santa Fe | 20 mayo | 21 mayo |
| I | Ozono | 157 | 161 ppb | Tláhuac | 14 mayo | 15 mayo |
| I | Ozono | 161 | 165 ppb | Benito Juárez | 02 mayo | 05 mayo |
| I | Ozono | 156 | 160 ppb | Ajusco | 05 abril | 06 abril |
| I | Ozono | 194 | 198 ppb | Cuajimalpa | 14 marzo | 17 marzo |

Fuente: Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México (SEDEMA, 2019)

A3.6 Diagnóstico de la calidad del aire en el Estado de Hidalgo

A3.6.1 Sistema de Monitoreo Atmosférico del Estado de Hidalgo

El Estado de Hidalgo, mediante la aplicación de herramientas de gestión, contribuye a generar políticas públicas basadas en información técnica, como son los registros que arrojan los equipos de medición que integran los Sistemas de Monitoreo Atmosférico, instrumentos de apoyo para evaluar la calidad del aire. La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado de

Hidalgo opera el Sistema de Monitoreo Atmosférico del Estado de Hidalgo (SIMAEH), conformado por 20 estaciones de monitoreo atmosférico, 10 de las cuales son estaciones automáticas y 10 estaciones manuales, ubicadas principalmente al sur del Estado, con una cobertura de 12 municipios. La distribución geográfica del SIMAEH se muestra en la Figura A3.20.



Figura A3.20 Ubicación de las estaciones de monitoreo que conforman el SIMAEH

Fuente: Comunicación vía correo electrónico con la SEMARNATH (2020)

El SIMAEH monitorea los contaminantes atmosféricos criterio, incluyendo partículas PM₁₀ y PM_{2.5}, ozono, dióxido de nitrógeno, dióxido de azufre y monóxido de carbono. La operación del SIMAEH se divide en tres subredes: la Red Automática (REDAUT), la Red Manual (REDMAN) y la Red de Meteorología (REDMET). Las características del SIMAEH se resumen en la Tabla A3.12. Las estaciones automáticas envían vía internet y de manera continua, los datos generados al Sistema Nacional de Información de la Calidad del Aire (SINAICA) del INECC.

La Red Automática es la encargada de la medición continua y en tiempo real de los niveles de contaminación; la Red Manual realiza muestreos periódicos de partículas PM₁₀ y PM_{2.5}, y así determinar los valores de concentración de dichas muestras. La Red de Meteorología (REDMET) se encuentra presente en las estaciones de la Red Automática y se encarga de medir de manera continua los parámetros meteorológicos de temperatura ambiente, velocidad y dirección del viento, radiación solar, humedad relativa y presión barométrica.

Tabla A3.12 Localización y equipamiento de estaciones del SIMAEH

| Municipio | Estación | Clave | Tipo de equipo | Contaminantes medidos | | | | | | Variables meteorológicas | | | | | |
|--------------------|----------------------------------|-------|----------------|-----------------------|-------------------|----------------|-----------------|-----------------|----|--------------------------|----|----|----|----|----|
| | | | | PM ₁₀ | PM _{2.5} | O ₃ | SO ₂ | NO _x | CO | Temp | HR | DV | VV | PB | RS |
| Pachuca | Jardín | JDN | Automático | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | Rehilete | REH | Automático | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | Casa de la Mujer Hidalguense | CMH | Manual | ✓ | | | | | | | | | | | |
| | | | Manual | | ✓ | | | | | | | | | | |
| | Instituto Tecnológico de Pachuca | ITP | Manual | ✓ | | | | | | | | | | | |
| Tula de Allende | Centro de Salud Tula | CSA | Automático | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | | | Manual | ✓ | | | | | | | | | | | |
| | | | Manual | | ✓ | | | | | | | | | | |
| Atitalaquia | Atitalaquia | ATI | Automático | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | | | Manual | | ✓ | | | | | | | | | | |
| Atotonilco | Atotonilco | ATO | Automático | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | | | Manual | | ✓ | | | | | | | | | | |
| | | | Manual | ✓ | | | | | | | | | | | |
| Tepeji del Río | Tepeji | TPJ | Automático | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | | | Manual | | ✓ | | | | | | | | | | |
| Tlaxcoapan | Tlaxcoapan | TCP | Manual | ✓ | | | | | | | | | | | |
| Tizayuca | Tizayuca | TIZ | Automático | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | | | Manual | ✓ | | | | | | | | | | | |
| | | | Manual | | ✓ | | | | | | | | | | |
| Lolotla | Lolotla | LOL | Manual | | ✓ | | | | | | | | | | |
| Tepeapulco | Tepeapulco | TEP | Automático | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Huichapan | Huichapan | HUI | Automático | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Zapotlán de Juárez | Zapotlán | ZAP | Manual | ✓ | | | | | | | | | | | |
| Tulancingo | Tulancingo | TLN | Automático | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |

Fuente: Comunicación vía correo electrónico con la SEMARNATH (2020)

Auditorías

Con base a la NOM-156-SEMARNAT-2012, es de suma importancia asegurar la calidad de los datos que son generados en las estaciones de medición a través de auditorías que evalúan la efectividad del sistema y sus elementos. Las evaluaciones al SIMAEH han sido realizadas por personal calificado de la Coordinación de Contaminación y Salud Ambiental del INECC, quien emplea metodologías

para evaluar el desempeño de las estaciones de monitoreo de la calidad del aire.

En términos generales, una auditoría técnica de desempeño consiste en verificar la respuesta de las mediciones de los sensores, monitores, analizadores y muestreadores, frente a materiales o estándares de referencia, in-

cluyendo también la evaluación de otros parámetros de operación que influyen en las mediciones, tales como: flujos, temperaturas y presiones. Existen diferentes metodologías para realizar pruebas técnicas de desempe-

ño, las cuales dependen del tipo de equipo de medición del que se trate. La Tabla A3.13 muestra los resultados más recientes de las auditorías al SIMAEH.

Tabla A3.13 Evaluaciones realizadas al SIMAEH

| Año | Tipo | Institución | Resultado |
|------|---------------------|-------------|---------------|
| 2016 | Auditoria | INECC | Satisfactorio |
| 2016 | Supervisión Técnica | INECC | Satisfactorio |
| 2018 | Inspección | PROFEPA | Satisfactorio |
| 2019 | Auditoria | INECC | Satisfactorio |
| 2019 | Inspección | PROFEPA | Satisfactorio |
| 2019 | Visita Técnica | SIMAT | Satisfactorio |

Fuente: Comunicación vía correo electrónico con la SEMARNATH (2020)

De igual manera, en 2018 y 2019 fue inspeccionado el SIMAEH por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente para verificar el cumplimiento a la NOM-156-SE-

MARNAT-2012; en ambas inspecciones se han obtenido resultados satisfactorios.

A3.6.2 Diagnóstico de la calidad del aire en Tizayuca, Hidalgo

Tizayuca presenta no solo un crecimiento industrial, sino también habitacional y de servicios, lo que se ve reflejado

en la calidad del aire que se registra a través de la estación automática y manual instalada en la zona centro.

Red Manual

Durante el año 2018 se realizaron 101 muestreos de partículas suspendidas; 55 correspondieron a la fracción PM₁₀ y 46 a PM_{2.5}. Para PM₁₀ el valor más alto registrado fue 75 µg/m³, y el valor más bajo fue 14 µg/m³ por lo que no se rebaso el límite permisible de 75 µg/m³ establecido en la NOM-025-SSA1-2014. El comportamiento se puede apreciar en la Figura A3.21, donde se muestran los valores de concentración calculados como promedio de 24 horas.

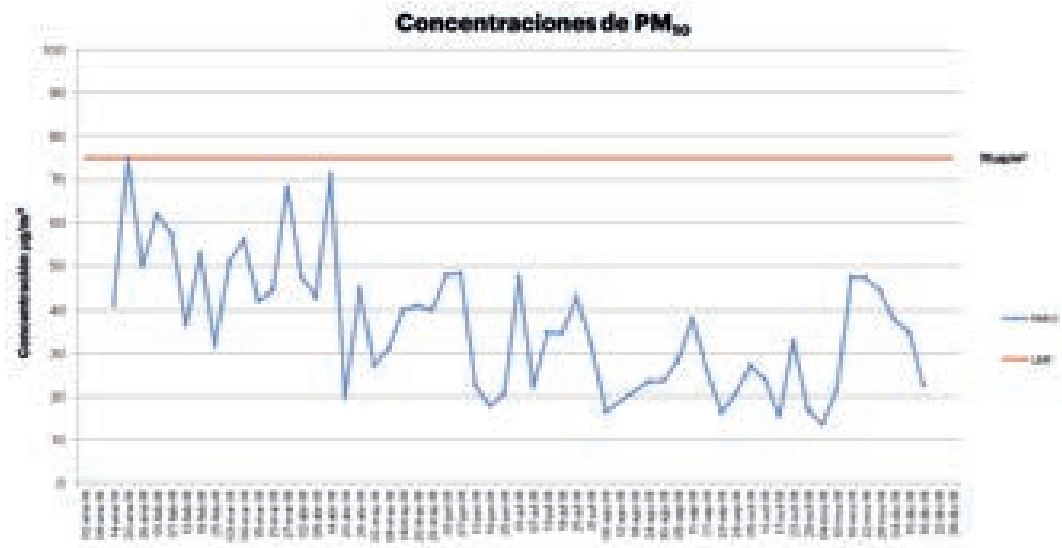


Figura A3.21 Datos generados para PM₁₀ por de la Red Manual en Tizayuca durante 2018

Fuente: Comunicación vía correo electrónico con la SEMARNATH (2020)

Para PM_{2.5} el valor más alto registrado fue 35 µg/m³, y el valor más bajo fue 2 µg/m³ por lo que no se rebaso el límite permisible de 45 µg/m³ establecido en la norma NOM-025-SSA1-2014. El comportamiento se puede apreciar en la Figura A3.22, donde se muestran los valores de concentración calculados en promedio de 24 horas.

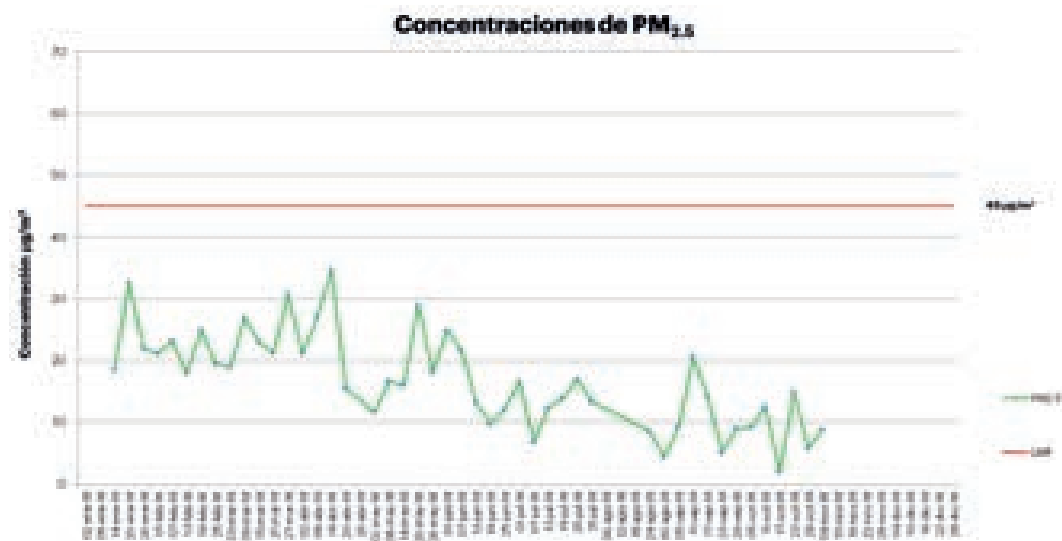


Figura A3.22 Datos generados de PM_{2.5} por de la Red Manual en Tizayuca durante 2018

Fuente: Comunicación vía correo electrónico con la SEMARNATH (2020)

Red Automática

La operación de la estación de tipo automático genero información de los contaminantes criterio: SO₂, NO₂, CO, O₃ y partículas PM₁₀.

En el caso del O₃, uno de los contaminantes que durante la temporada seca-caliente incrementa sus concentraciones,

en 2018 en ninguna ocasión se incumplió el límite para el promedio de una hora (0.095 ppm). En el caso del promedio móvil de 8 horas se rebaso en 6 ocasiones según el límite establecido en la NOM-020-SSA1-2014, igual a 0.070 ppm.

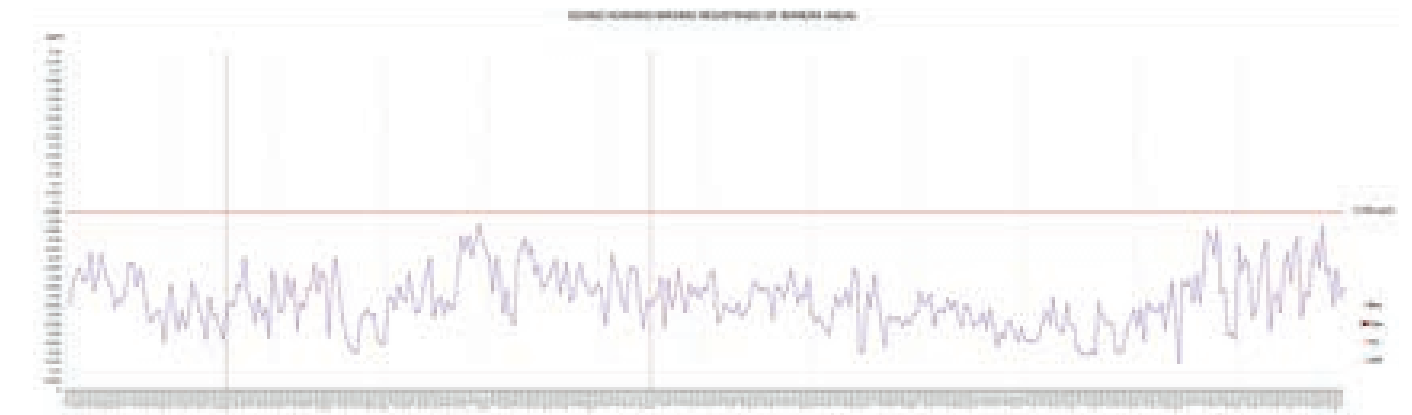


Figura A3.23 Valores horarios máximos de ozono registrados durante 2018

Fuente: Comunicación vía correo electrónico con la SEMARNATH (2020)

El dióxido de azufre (SO₂) es un contaminante que históricamente no se ha presentado en altas concentraciones en la zona, y durante el 2018 mantuvo el cumplimiento de los tres límites establecidos en la NOM-022-SSA1-2010. La concentración horaria máxima registrada fue de 0.021 ppm, el valor más alto calculado de acuerdo al promedio de 24 horas fue 0.017 ppm, el promedio móvil más alto de 24 horas que se obtuvo fue 0.021 ppm, el valor más alto calculado en promedio móvil de 8 horas fue de 0.058 ppm y para el caso del promedio anual este fue igual a 0.004 ppm.

Para el caso del dióxido de nitrógeno (NO₂), durante 2018 el valor más alto de concentración fue de 0.083 ppm como

promedio de una hora, lo que es inferior al valor límite descrito en la NOM-023-SSA1-1993 (0.210 ppm).

Durante el 2018 no se registraron valores superiores al límite establecido por la NOM-021-SSA1-1993 para el promedio móvil de 8 horas de monóxido de carbono (CO), que es de 11.0 ppm; el máximo de este indicador fue 3.8 ppm.

Para las partículas PM₁₀, el límite de 75µg/m³ para el promedio de 24 horas se superó en 20 ocasiones, según lo establecido en la NOM-025-SSA1-2014.



Figura A3.24 Promedios de 24 horas de PM₁₀ registrados durante 2018
 Fuente: Comunicación vía correo electrónico con la SEMARNATH (2020)

A3.6.3 Diagnóstico de la calidad del aire en la cuenca de Tula, Hidalgo

La región Tula-Tepeji forma parte de la Zona Crítica en la NOM-085-SEMARNAT-2011. La región, por su ubicación estratégica, es asiento de diversas actividades como la generación de energía eléctrica y refinación de petróleo. Además, por su potencial de caliza y otros recursos naturales elementales, en la zona figura la producción de cemento y cal. Por esta razón, la región es un polo de desarrollo importante, lo que conlleva un aporte considerable de emisiones

contaminantes a la atmósfera, no solo de los procesos de fabricación sino también de la actividad extractiva.

En el año 2004 inició al muestreo de partículas PM₁₀ mediante la operación de la Red Manual en la región, con 3 estaciones que fueron ubicadas en la Universidad Tecnológica Tula Tepeji (UTT) y los municipios de Tlaxcoapan y Tula.

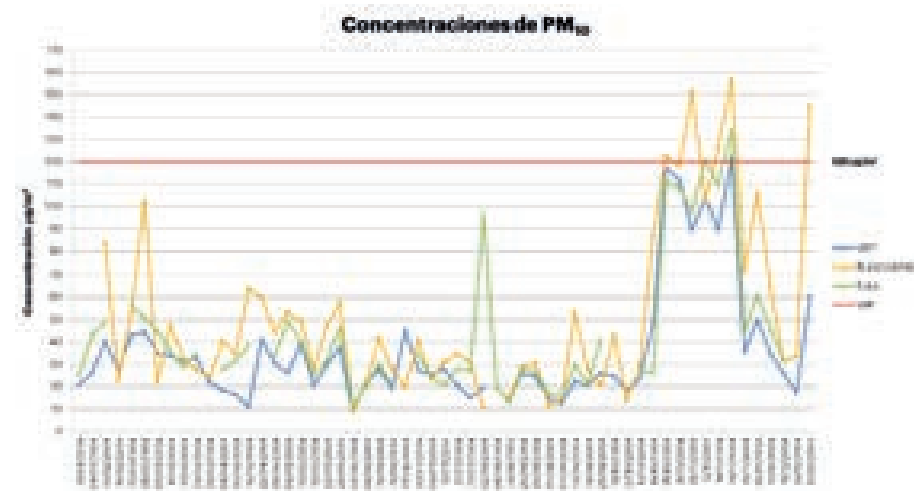


Figura A3.25 Datos generados por la Red Manual para PM₁₀ en 2004
 Fuente: Comunicación vía correo electrónico con la SEMARNATH (2020)

Para el año 2005 solo operaron 2 estaciones, la de Tlaxcoapan y la de Tula. En 2006 operaron 3 estaciones que se ubicaban en Atitalaquia, Tlaxcoapan y Tula. Durante el año 2007 no operó ninguna estación, y para 2008 operaron 5 estaciones ubicadas en los municipios de Atitalaquia, Tula, Tepeji, Tepetitlán y Ajacuba.

coapan, y para la fracción de PM_{2.5} operaron 3 estaciones en los municipios de Tepeji, Tepetitlán y Atitalaquia, actividad que continuo en el 2014.

De los años 2009 al 2012 no se llevaron a cabo muestreos por parte de la Red Manual. A partir de 2013 se muestrearon partículas con la operación de 3 estaciones para la fracción PM₁₀ en los municipios de Tula, Ajacuba y Tlax-

En 2015 se continuó con el muestreo de partículas. Para PM₁₀ se operó una estación en Tula y otra en Tlaxcoapan, y para PM_{2.5} se contaba con 4 estaciones localizadas en los municipios de Tepeji, Tepetitlán, Atotonilco de Tula y Atitalaquia. En 2016, para PM₁₀ se operaron 3 estaciones en Tula, Tlaxcoapan y Tepetitlán, y para PM_{2.5} se tenían 4 estaciones en Tula, Tepeji, Atotonilco y Atitalaquia.

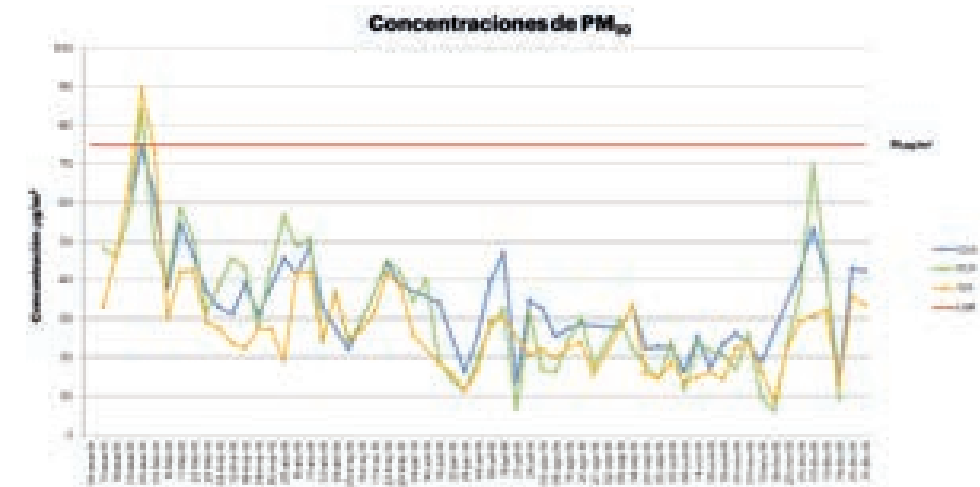


Figura A3.26 Datos generados por de la Red Manual para la fracción PM₁₀ durante 2016
 Fuente: Comunicación vía correo electrónico con la SEMARNATH (2020)

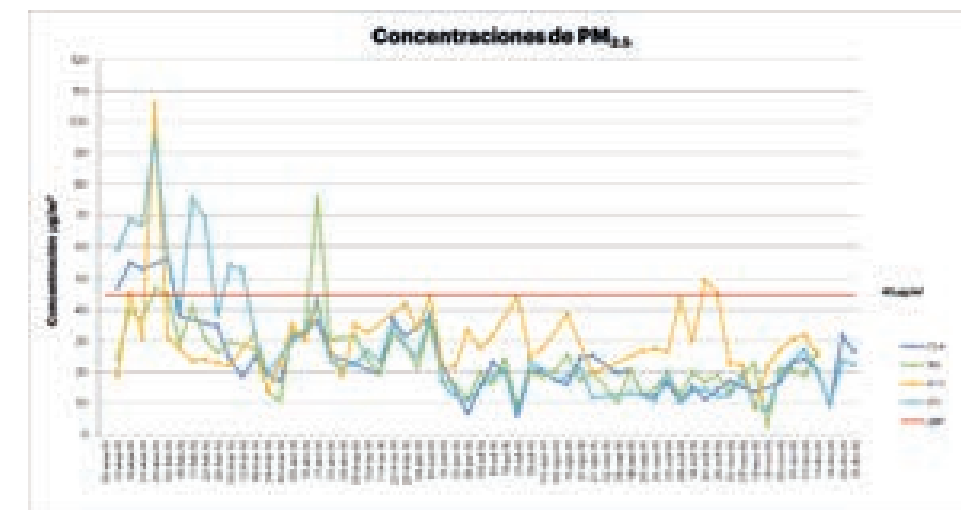


Figura A3.27 Datos generados por de la Red Manual para la fracción PM_{2.5} durante 2016
 Fuente: Comunicación vía correo electrónico con la SEMARNATH (2020)

Desde el año 2016 y hasta el 2020 se han operado el mismo número de estaciones. En 2018, la estación Tepetitlán, que muestreaba partículas PM_{10} , fue reubicada y puesta en operación en la estación de Atotonilco de Tula. Es así que la Red Automática ha operado con lineamientos y regularidad desde 2017, dando cobertura a 10 municipios.

Distintas instituciones han monitoreado la calidad del aire en la Región Tula-Tepeji para conocer el impacto en la ZMMV. En todos los estudios hay coincidencia respecto

de las elevadas emisiones de SO_2 y PM_{10} aportadas por la industria.

En lo que respecta al comportamiento de los gases atmosféricos evaluados en la región Tula-Tepeji, el O_3 en la temporada seca-caliente tiende a subir y rebasar los valores establecidos en la respectiva NOM de salud ambiental. Este comportamiento se ha podido observar desde 2016, como se muestra en la Figura A3.28.

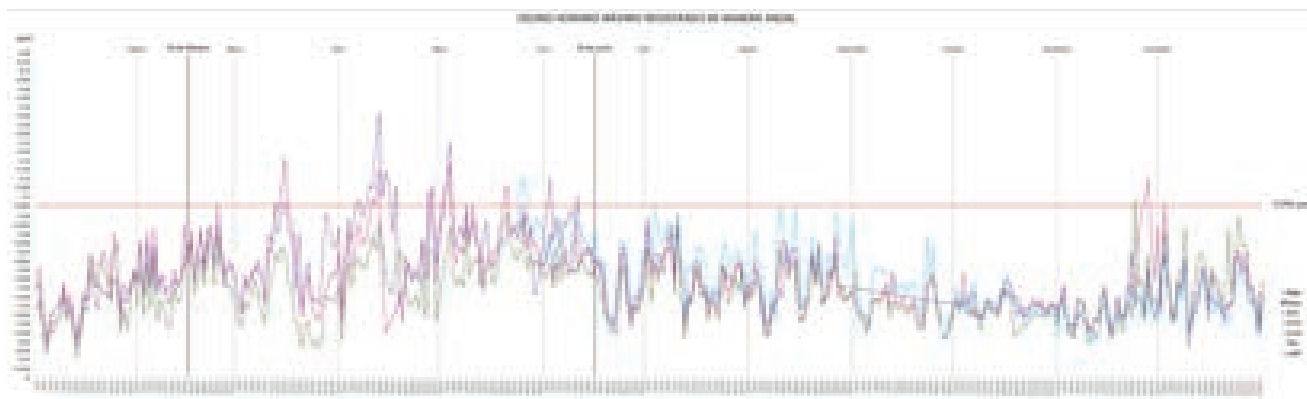


Figura A3.28 Valores horarios máximos de ozono registrados durante 2016

Fuente: Comunicación vía correo electrónico con la SEMARNATH (2020)

De lo observado en la Figura A3.28 se determina que Atotonilco es la estación que más ocasiones rebasa el límite permisible establecido para el promedio horario (0.095 ppm) en la NOM-025-SSA1-2014, al contabilizar 46 excedencias, seguido de Atitalaquia con 33. En lo que respecta al promedio móvil de 8 horas (límite de 0.070 ppm), en Atotonilco se rebasó en 159 ocasiones.

En lo que respecta el comportamiento de ozono durante 2019 (ver Figura A3.29) se aprecia un comportamiento similar en las 4 estaciones automáticas: Tula, Tepeji, Atotonilco y Atitalaquia.

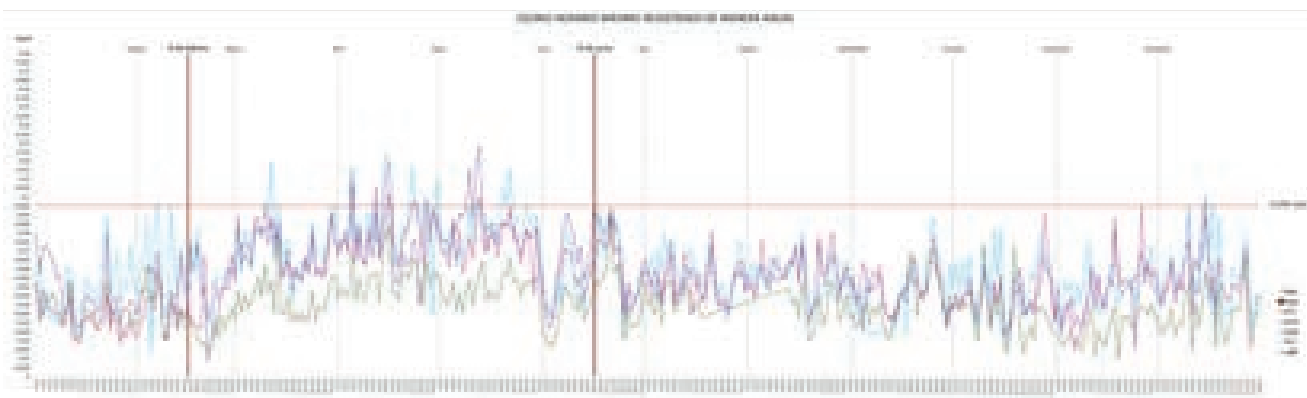


Figura A3.29 Valores horarios máximos de ozono registrados durante 2019

Fuente: Comunicación vía correo electrónico con la SEMARNATH (2020)

De lo observado en la Figura A3.29, se puede determinar que en ese año Tepeji fue la estación que más ocasiones rebasó el límite de una hora (0.095 ppm), con 43 excedencias, seguido de Atotonilco con 24. En lo que respecta al promedio móvil de 8 horas (límite de 0.070 ppm), en Tepeji se rebasó en 240 ocasiones.

Respecto al SO_2 , los valores históricos registrados en las 4 estaciones automáticas (Tula, Tepeji, Atotonilco y

Atitalaquia) registrados de manera horaria tienden a ser elevados. Si esos valores se evalúan usando como referencia el límite permisible establecido de 0.075 ppm en la NOM-022-SSA1-2019, se estaría incumpliendo prácticamente a diario, por lo menos una vez al día. Siguiendo con el criterio de referencia de 0.075 ppm establecido en la NOM-022-SSA1-2019, en el 2016 la estación de Atitalaquia superó en 63 ocasiones el límite normado.

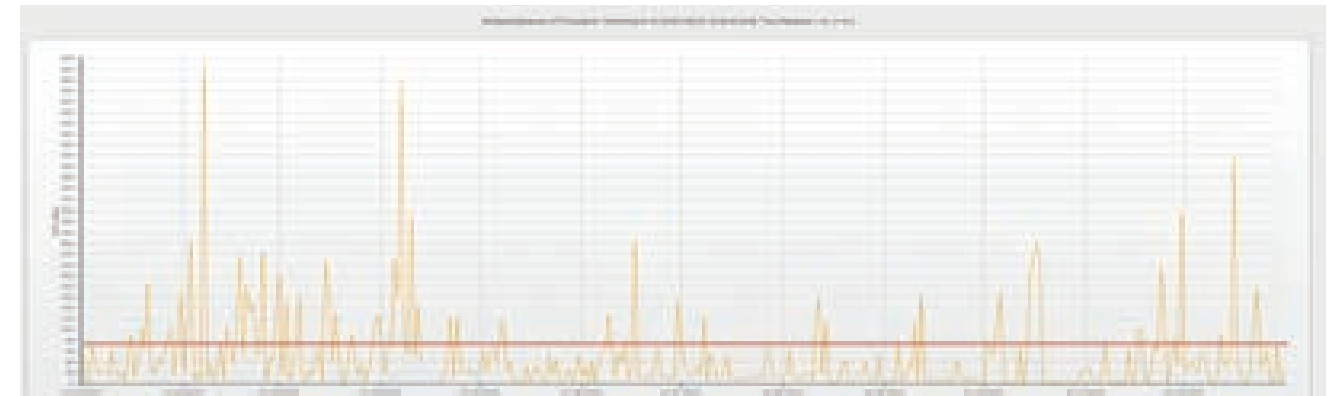


Figura A3.30 Valores horarios máximos de dióxido de azufre registrados durante 2016 en Atitalaquia

Fuente: Comunicación vía correo electrónico con la SEMARNATH (2020)

Los valores registrados en Atotonilco de dióxido de azufre durante 2016 muestran un comportamiento similar al que presenta Atitalaquia (ver Figura A3.31). Siguiendo con

el criterio de referencia de 0.075 ppm, en 2016, la estación de Atotonilco habría rebasado la norma en 61 ocasiones.

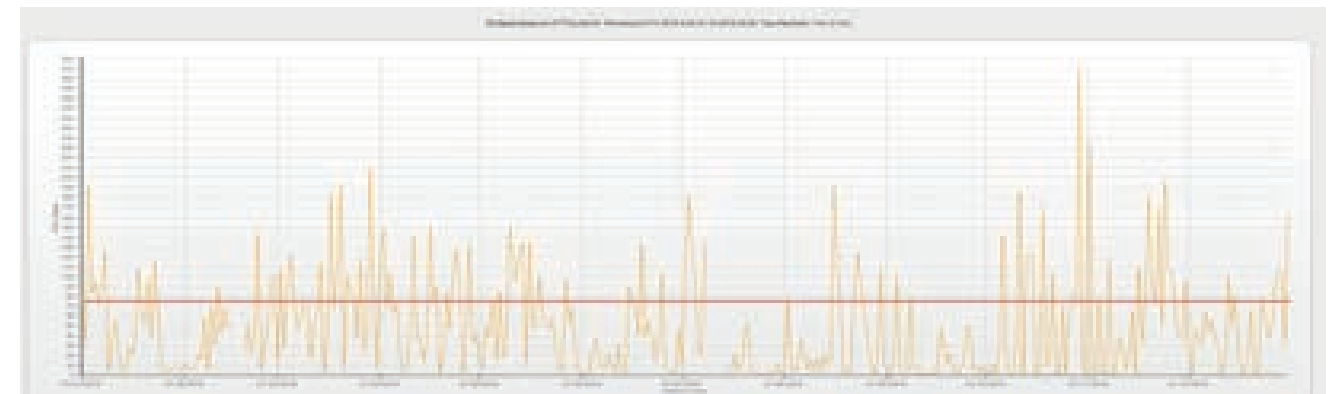


Figura A3.31 Valores horarios máximos de dióxido de azufre registrados durante 2016 en Atotonilco

Fuente: Comunicación vía correo electrónico con la SEMARNATH (2020)

Los registros horarios obtenidos en 2019 para la estación de Atitalaquia (ver Figura A3.32) muestran que el comportamiento no cambia, y que prácticamente a diario se obtienen valores muy elevados que alcanzan a rebasar el criterio de referencia de 0.075 ppm según lo establecido

en la NOM-022-SSA1-2019. En este sentido, se contabilizan 91 ocasiones donde se habría rebasado la norma de referencia. Para la estación de Tula sucede algo similar; el límite de 0.075 ppm se superó en 87 ocasiones.

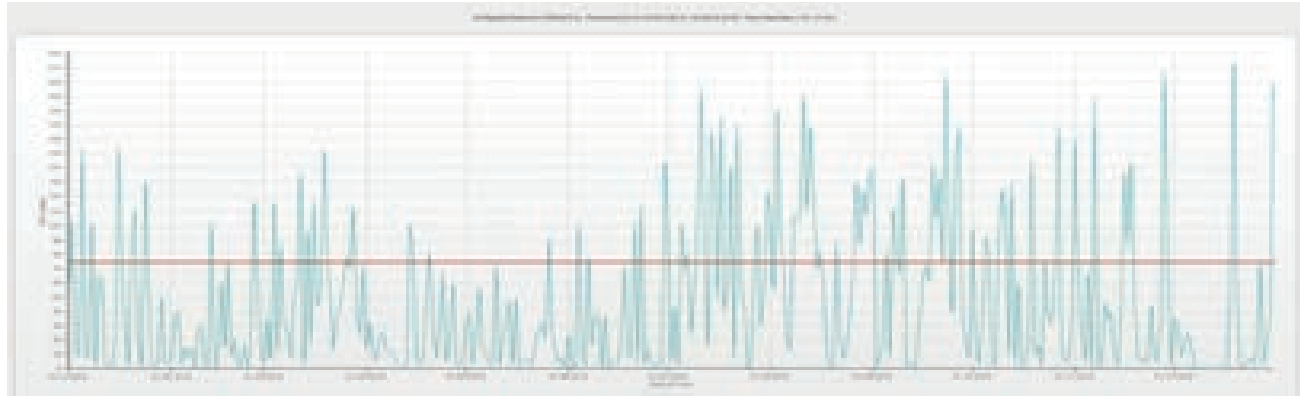


Figura A3.32 Valores horarios máximos de dióxido de azufre registrados durante 2019 en Atitalaquia

Fuente: Comunicación vía correo electrónico con la SEMARNATH (2020)

En lo que respecta a partículas PM₁₀, de los registros obtenidos en las 4 estaciones de monitoreo automático (Tula, Tepeji, Atotonilco y Atitalaquia), predominan valores ele-

vados, particularmente en las dos últimas estaciones. En la Figura A3.33 se muestra el comportamiento de los promedios diarios de PM₁₀.

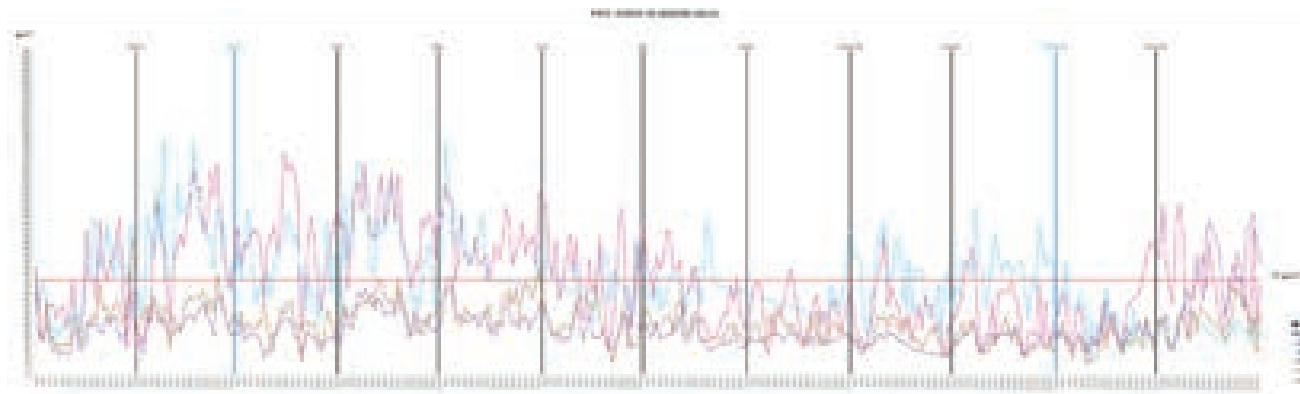


Figura A3.33 Valores diarios de PM₁₀ (promedio de 24 horas) registrados durante 2016

Fuente: Comunicación vía correo electrónico con la SEMARNATH (2020)

De lo observado se puede determinar lo siguiente: Atitalaquia fue la estación que en más ocasiones rebasó el límite permisible establecido de 75 µg/m³ en la NOM-025-SSA1-2014, le secundo Atotonilco con 143 excedencias, en tanto que la estación que menos ocasiones rebasó el límite mencionado fue Tula.

Los valores registrados para el promedio 24 horas en las mismas 4 estaciones de monitoreo de tipo automático, durante 2019, muestran un comportamiento similar (ver Figura A3.34).

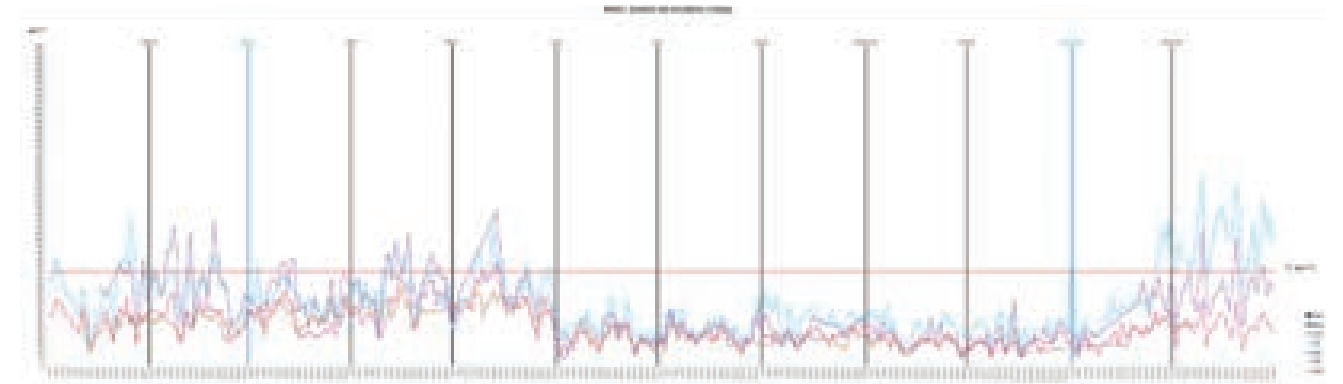


Figura A3.34 Valores diarios de PM₁₀ (promedio de 24 horas) registrados durante 2019

Fuente: Comunicación vía correo electrónico con la SEMARNATH (2020)

Se aprecia que a pesar de haber registros ligeramente más bajos, se sigue presentando el mismo comportamiento en Atitalaquia y Atotonilco. De lo observado se puede determinar lo siguiente: Atitalaquia fue la estación

que en más ocasiones rebasó el límite permisible de 75 µg/m³, según la NOM-025-SSA1-2014, con 113 excedencias, seguido de Atotonilco con 90; la estación que no rebasó el límite mencionado fue Tepeji.

Fuentes de información

Alcántar González, F. S., & Cruz Gómez, M. J. (2011). Análisis de la distribución de azufre en productos, emisiones de SO_x y la recuperación del mismo en el sistema nacional de refinación. Revista internacional de contaminación ambiental. scielomx.

CAMe. (2016). Anunció CAMe medidas emergentes para modificar Programa de Contingencias Ambientales y Hoy No Circula. Recuperado el 12 de mayo de 2020, de <https://www.gob.mx/semarnat/prensa/anuncio-came-medidas-emergentes-para-modificar-programa-de-contingencias-ambientales-y-hoy-no-circula>

CAMe. (2019). Medidas inmediatas para mejorar la calidad del aire en la Zona Metropolitana del Valle de México. Recuperado de http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/datos/portal/publicaciones/2019/Medidas_prioritarias_ZMVM.pdf

Cruz Núñez, X. (2019). Black carbon radiative forcing in south Mexico City, 2015. *Atmósfera*; Vol 32, No 3 (2019). <https://doi.org/10.20937/ATM.2019.32.03.01>

Dirección de Monitoreo Atmosférico. (2018). Datos horarios por contaminante. Ciudad de México. Recuperado de <http://www.aire.cdmx.gob.mx/default.php?opc=%27aK-BhnmI=%27&opcion=Zg==>

DOF. NOM-172-SEMARNAT-2019, Lineamientos para la obtención y comunicación del Índice de Calidad del Aire y Riesgos a la Salud (2019). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Garzón, J. P., Huertas, J. I., Magaña, M., Huertas, M. E., Cárdenas, B., Watanabe, T., ... Blanco, S. (2015). Volatile organic compounds in the atmosphere of Mexico City. *Atmospheric Environment*, 119, 415–429. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2015.08.014>

Gobierno de la Ciudad de México. (2018). NADF-009-AIRE-2017, que Establece los Requisitos para Elaborar el Índice de Calidad del Aire en la Ciudad de México. Ciudad de México, México: Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA).

Gobierno de la Ciudad de México. Aviso por el que se da a conocer el Programa para Prevenir y Responder a Contingencias Ambientales Atmosféricas en la Ciudad de México (2019). Ciudad de México: Gaceta Oficial de la Ciudad de México. Recuperado de http://www.aire.cdmx.gob.mx/descargas/ultima-hora/calidad-aire/pcaa/Gaceta_Oficial_CDMX.pdf

Heald, C., & Spracklen, D. (2015). Land Use Change Impacts on Air Quality and Climate. *Chemical Reviews*, 115, 4476–4496. <https://doi.org/10.1021/cr500446g>

Health Effects Institute. (2013). Understanding the Health Effects of Ambient Ultrafine Particles. Recuperado de <https://www.healtheffects.org/system/files/Perspectives3-ExecutiveSummary.pdf>

INECC. (2019). Informe de Campaña Corta de Muestreo de PM_{2.5} al Oriente y Poniente de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México Bajo la Influencia de Quema de Biomasa Regional. Recuperado de www.gob.mx/inecc/Juniode2019

Jacobson, M. Z. (2012). *Air Pollution and Global Warming* (2a ed.). Cambridge University Press.

Jaimes, M. (2017). Control de la formación de ozono a través de un caso de uso. Universidad Nacional Autónoma de México.

Janssen, N., Gerlofs-Nijland, M., Lanki, T., Salonen, R., Cassee, F., Hoek, G., ... Krzyzanowski, M. (2012). Health effects of black carbon. World Health Organization. Recuperado de http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0004/162535/e96541.pdf

Lei, W., de Foy, B., Zavala, M., Volkamer, R., & Molina, L. T. (2007). Characterizing ozone production in the Mexico City Metropolitan Area: a case study using a chemical transport model. *Atmos. Chem. Phys.*, 7(5), 1347–1366. <https://doi.org/10.5194/acp-7-1347-2007>

- Lei, W., Zavala, M., de Foy, B., Volkamer, R., & Molina, L. T. (2008). Characterizing ozone production and response under different meteorological conditions in Mexico City. *Atmos. Chem. Phys.*, 8(24), 7571–7581. <https://doi.org/10.5194/acp-8-7571-2008>
- Newman, P. A. (2018). Nasa Ozone Watch: Ozone facts. NASA. Recuperado de <https://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/facts/SH.html>
- OMS. (2006). Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. Actualización mundial 2005.
- SEDEMA. (2017). Calidad del aire en la Ciudad de México. Informe 2016. Ciudad de México: Gobierno de la Ciudad de México. Recuperado de <http://www.aire.cdmx.gob.mx/default.php?opc=Z6BhnmI=>
- SEDEMA. (2018a). Calidad del aire en la Ciudad de México. Informe 2017. Ciudad de México. Recuperado de <http://www.aire.cdmx.gob.mx/default.php?opc=Z6BhnmI=>
- SEDEMA. (2018b). El monitoreo de la calidad del aire. Recuperado el 6 de mayo de 2020, de <http://www.aire.cdmx.gob.mx/default.php?opc=%27ZaBhnmI=%27>
- SEDEMA. (2019). Activación del Programa para Contingencias Ambientales Atmosféricas (PCAA) en la ZMVM Contingencias (Fase I y Fase II). Recuperado de <http://www.aire.cdmx.gob.mx/descargas/ultima-hora/calidad-aire/pcaa/pcaa-historico-contingencias.pdf>
- SEDEMA. (2020a). Calidad del aire en la Ciudad de México. Informe 2018. Ciudad de México. Recuperado de <http://www.aire.cdmx.gob.mx/default.php?opc=Z6BhnmI=>
- SEDEMA. (2020b). Implementación del nuevo índice de calidad del aire. Recuperado el 1 de abril de 2020, de <http://www.aire.cdmx.gob.mx/descargas/monitoreo/indices-de-calidad-del-aire-documento.pdf>
- SEDEMA. (2020c). Mosaicos de la calidad del aire. Recuperado el 12 de mayo de 2020, de <http://www.aire.cdmx.gob.mx/default.php?opc=%27aqBhnmOkYw=%27>
- Song, J., Lei, W., Bei, N., Zavala, M., de Foy, B., Volkamer, R., ... Molina, L. T. (2010). Ozone response to emission changes: a modeling study during the MCMA-2006/MILAGRO Campaign. *Atmos. Chem. Phys.*, 10(8), 3827–3846. <https://doi.org/10.5194/acp-10-3827-2010>
- Tie, X., Madronich, S., Li, G., Ying, Z., Zhang, R., Garcia-Reynoso, A., ... Liu, Y. (2007). Characterizations of chemical oxidants in Mexico City: A regional chemical dynamical model (WRF-Chem) study. *Atmospheric Environment*, 41, 1989–2008. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2006.10.053>
- US EPA. (s/f). How is the NowCast algorithm used to report current air quality? Recuperado de <https://www.airnow.gov/faqs/how-nowcast-algorithm-used-report/>
- US EPA. (2008). Final Ozone NAAQS Regulatory Impact Analysis. Recuperado de https://www3.epa.gov/tneacas1/regdata/RIAs/452_R_08_003.pdf
- US EPA. (2012). Report to Congress on Black Carbon. Recuperado de <https://19january2017snapshot.epa.gov/www3/airquality/blackcarbon/2012report/fullreport.pdf>
- US EPA. (2017a). Particle Pollution Exposure. Recuperado de <https://www.epa.gov/pm-course/particle-pollution-exposure>
- US EPA. (2017b). Technical Overview of Volatile Organic Compounds. Recuperado de <https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/technical-overview-volatile-organic-compounds#5>
- US EPA. (2018a). Lead at Superfund Sites: Human health. Recuperado de <https://www.epa.gov/superfund/lead-superfund-sites-human-health>
- US EPA. (2018b). Particulate Matter (PM) Basics. Recuperado de <https://www.epa.gov/pm-pollution/particulate-matter-pm-basics>
- US EPA. (2018c). Technical Assistance Document for the Reporting of Daily Air Quality – the Air Quality Index (AQI). Recuperado de <https://www.airnow.gov/sites/default/files/2020-05/aqi-technical-assistance-document-sept2018.pdf>
- Vallero, D. (2008). *Fundamentals of Air Pollution*. Academic Press - Elsevier (4a ed.). Elsevier.
- Vincent, D. (2019). Airborne particulate matter and their health effects. Recuperado de <https://www.encyclopedie-environnement.org/en/health/airborne-particulate-health-effects/>
- Wang, L. K., Pereira, N. C., & Hung, Y.-T. (2004). *Air Pollution Control Engineering*. New Jersey: Human Press Inc.
- Zhang, Y., & Dubey, M. K. (2009). Comparisons of WRF/Chem simulated O₃ concentrations in Mexico City with ground-based RAMA measurements during the MILAGRO period. *Atmospheric Environment*, 43(30), 4622–4631. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2009.05.039>

ANEXOS CAPÍTULO 4

A4.1 Escenarios de cambio climático para la Zona Metropolitana del Valle de México

Los escenarios de cambio climático, elaborados en conjunto por el Centro de Ciencias de la Atmósfera (CCA) de la UNAM y el INECC, son una representación plausible y simplificada del clima a futuro en México, que muestran una diferencia entre situaciones teóricas y el clima actual. No son pronósticos climáticos, puesto que cada escenario es una alternativa de cómo podría comportarse el clima a futuro bajo distintos supuestos.

Cada escenario es una proyección climática de la temperatura y la precipitación bajo un forzamiento radiativo específico (en W/m²). Cada forzamiento radiativo corresponde a una de las Trayectorias de Concentración Representativas (RCP, por sus siglas en inglés) definidas por el IPCC y toman valores de 2.6, 4.5, 6.0 y 8.5 W/m².

Se seleccionaron cuatro Modelos de Circulación General para la integración de los escenarios climáticos, con una resolución espacial de 30" x 30" y una resolución temporal mensual. Estos modelos realizan la predicción de las condiciones meteorológicas en la región y sirven a las necesidades de la investigación atmosférica. En específico, se utilizaron los siguientes cuatro modelos para la construcción de los escenarios climáticos de México:

- MPI-ESM-LR
- GFDL-CM3
- HADGEM2-ES
- CNRMCM5

Con cada modelo se proyectaron datos mensuales de la temperatura promedio, máxima y mínima, y la precipitación. Las proyecciones contemplaron tres horizontes a futuro:

- Futuro cercano (2015-2039)
- Futuro medio (2045-2069)
- Futuro lejano (2075-2099)

Asimismo, se seleccionaron dos RCP:

- RCP 4.5 (emisiones bajas)
- RCP 8.5 (emisiones altas)

Para cada modelo, horizonte, RCP y mes, se estimó una anomalía en las variables de temperatura y precipitación respecto de datos climáticos mensuales de referencia para el periodo 1961-2000, obtenidos a partir de mediciones del Sistema Meteorológico Nacional.

A continuación se presentan los resultados de las anomalías para la ZMVM, desagregados por mes, modelo, horizonte temporal y RCP. Los datos fueron obtenidos del informe final del INECC-PNUD (2018) denominado “*Generación de procedimientos e instrumentos para la creación de un sistema de alerta temprana en el marco del cambio climático y desde una perspectiva de contingencia ambiental atmosférica de la calidad del aire en Zonas Metropolitanas con base en condiciones meteorológicas*”.

A4.1.1 Anomalía en la temperatura máxima

Tabla A4.1 Anomalía en la temperatura máxima para la ZMVM bajo distintos escenarios de cambio climático

| Mes | Modelo | Anomalía (°C) | | | | | | Climatología de referencia (1961-2000) | Proyección total (°C) | | | | | |
|------|------------|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--|-----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | RCP 4.5 | | | RCP 8.5 | | | | RCP 4.5 | | | RCP 8.5 | | |
| | | 2015-2039 | 2045-2069 | 2075-2099 | 2015-2039 | 2045-2069 | 2075-2099 | | 2015-2039 | 2045-2069 | 2075-2099 | 2015-2039 | 2045-2069 | 2075-2099 |
| Ene. | CNRMCM5 | 0.33 | 1.53 | 1.69 | 0.83 | 2.05 | 3.43 | 20.01 | 20.34 | 21.54 | 21.70 | 20.84 | 22.06 | 23.44 |
| | MPI-ESM-LR | 1.00 | 1.89 | 2.30 | 1.47 | 2.68 | 4.82 | 20.01 | 21.01 | 21.90 | 22.31 | 21.48 | 22.69 | 24.83 |
| | HADGEM2-ES | 1.55 | 2.72 | 3.34 | 1.64 | 3.69 | 5.97 | 20.01 | 21.56 | 22.74 | 23.35 | 21.65 | 23.70 | 25.98 |
| | GFDL-CM3 | 1.53 | 2.57 | 3.28 | 1.32 | 2.96 | 5.97 | 20.01 | 21.54 | 22.58 | 23.29 | 21.33 | 22.97 | 25.98 |
| Feb. | CNRMCM5 | 1.09 | 1.79 | 1.82 | 0.89 | 2.47 | 4.21 | 21.62 | 22.71 | 23.41 | 23.44 | 22.51 | 24.09 | 25.83 |
| | MPI-ESM-LR | 1.43 | 2.79 | 2.69 | 1.56 | 3.00 | 4.79 | 21.62 | 23.05 | 24.41 | 24.31 | 23.18 | 24.62 | 26.42 |
| | HADGEM2-ES | 1.61 | 2.62 | 3.35 | 1.56 | 3.96 | 6.36 | 21.62 | 23.24 | 24.24 | 24.97 | 23.18 | 25.58 | 27.98 |
| | GFDL-CM3 | 1.44 | 2.73 | 3.35 | 1.57 | 3.26 | 4.66 | 21.62 | 23.06 | 24.35 | 24.97 | 23.20 | 24.88 | 26.28 |
| Mar. | CNRMCM5 | 1.44 | 1.91 | 2.55 | 1.01 | 2.74 | 4.56 | 23.72 | 25.16 | 25.63 | 26.27 | 24.73 | 26.46 | 28.28 |
| | MPI-ESM-LR | 1.35 | 2.49 | 2.73 | 1.37 | 3.13 | 5.70 | 23.72 | 25.07 | 26.21 | 26.45 | 25.09 | 26.85 | 29.42 |
| | HADGEM2-ES | 1.99 | 2.87 | 3.64 | 1.63 | 3.98 | 7.04 | 23.72 | 25.71 | 26.59 | 27.36 | 25.35 | 27.70 | 30.76 |
| | GFDL-CM3 | 2.42 | 3.96 | 4.77 | 1.99 | 4.51 | 5.66 | 23.72 | 26.14 | 27.68 | 28.49 | 25.71 | 28.23 | 29.38 |
| Abr. | CNRMCM5 | 0.80 | 1.35 | 2.37 | 1.07 | 2.78 | 4.48 | 24.70 | 25.51 | 26.06 | 27.08 | 25.77 | 27.49 | 29.19 |
| | MPI-ESM-LR | 1.53 | 2.91 | 3.04 | 1.59 | 3.46 | 6.00 | 24.70 | 26.24 | 27.61 | 27.75 | 26.30 | 28.16 | 30.70 |
| | HADGEM2-ES | 2.25 | 3.24 | 4.15 | 1.75 | 4.51 | 6.69 | 24.70 | 26.95 | 27.95 | 28.86 | 26.46 | 29.21 | 31.39 |
| | GFDL-CM3 | 2.64 | 3.74 | 4.80 | 1.90 | 4.62 | 6.62 | 24.70 | 27.35 | 28.45 | 29.51 | 26.60 | 29.33 | 31.33 |
| May. | CNRMCM5 | 0.06 | 1.20 | 1.88 | 0.91 | 1.90 | 2.88 | 24.47 | 24.53 | 25.67 | 26.35 | 25.38 | 26.37 | 27.35 |
| | MPI-ESM-LR | 1.61 | 2.82 | 3.12 | 1.58 | 3.66 | 6.23 | 24.47 | 26.08 | 27.29 | 27.59 | 26.05 | 28.13 | 30.70 |
| | HADGEM2-ES | 1.48 | 3.21 | 3.27 | 2.23 | 3.94 | 6.62 | 24.47 | 25.95 | 27.68 | 27.74 | 26.70 | 28.41 | 31.09 |
| | GFDL-CM3 | 2.80 | 4.24 | 5.31 | 2.01 | 4.94 | 7.18 | 24.47 | 27.27 | 28.71 | 29.78 | 26.48 | 29.41 | 31.65 |
| Jun. | CNRMCM5 | 0.50 | 1.39 | 1.34 | 0.74 | 1.74 | 2.78 | 22.75 | 23.25 | 24.14 | 24.09 | 23.48 | 24.49 | 25.53 |
| | MPI-ESM-LR | 1.15 | 2.25 | 2.77 | 1.35 | 2.99 | 5.32 | 22.75 | 23.90 | 25.00 | 25.52 | 24.10 | 25.74 | 28.06 |
| | HADGEM2-ES | 1.52 | 2.45 | 3.17 | 1.60 | 3.19 | 5.32 | 22.75 | 24.27 | 25.20 | 25.92 | 24.35 | 25.94 | 28.07 |
| | GFDL-CM3 | 3.03 | 4.32 | 4.30 | 2.01 | 4.93 | 7.30 | 22.75 | 25.78 | 27.07 | 27.05 | 24.76 | 27.68 | 30.05 |
| Jul. | CNRMCM5 | 1.02 | 1.62 | 2.29 | 0.73 | 2.04 | 3.57 | 21.42 | 22.44 | 23.05 | 23.71 | 22.16 | 23.46 | 25.00 |
| | MPI-ESM-LR | 1.41 | 2.31 | 2.73 | 1.35 | 3.11 | 5.40 | 21.42 | 22.83 | 23.74 | 24.16 | 22.77 | 24.53 | 26.83 |
| | HADGEM2-ES | 1.41 | 2.55 | 2.79 | 1.74 | 3.55 | 5.23 | 21.42 | 22.83 | 23.98 | 24.22 | 23.17 | 24.97 | 26.66 |
| | GFDL-CM3 | 3.38 | 4.61 | 5.67 | 3.43 | 5.21 | 7.56 | 21.42 | 24.81 | 26.03 | 27.10 | 24.85 | 26.63 | 28.98 |
| Ago. | CNRMCM5 | 0.73 | 1.77 | 1.96 | 0.77 | 2.29 | 4.00 | 21.64 | 22.38 | 23.42 | 23.60 | 22.41 | 23.93 | 25.64 |
| | MPI-ESM-LR | 1.54 | 2.74 | 2.98 | 1.63 | 3.30 | 5.81 | 21.64 | 23.19 | 24.38 | 24.63 | 23.27 | 24.94 | 27.45 |
| | HADGEM2-ES | 1.51 | 2.36 | 2.97 | 1.72 | 3.26 | 5.55 | 21.64 | 23.15 | 24.01 | 24.62 | 23.36 | 24.90 | 27.20 |
| | GFDL-CM3 | 1.51 | 4.89 | 5.54 | 3.35 | 5.68 | 8.09 | 21.64 | 23.15 | 26.53 | 27.18 | 25.00 | 27.33 | 29.73 |

Tabla A4.1 Anomalía en la temperatura máxima para la ZMVM bajo distintos escenarios de cambio climático (continuación)

| Mes | Modelo | Anomalía (°C) | | | | | | Climatología de referencia (1961-2000) | Proyección total (°C) | | | | | |
|------|------------|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--|-----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | RCP 4.5 | | | RCP 8.5 | | | | RCP 4.5 | | | RCP 8.5 | | |
| | | 2015-2039 | 2045-2069 | 2075-2099 | 2015-2039 | 2045-2069 | 2075-2099 | | 2015-2039 | 2045-2069 | 2075-2099 | 2015-2039 | 2045-2069 | 2075-2099 |
| Sep. | CNRMCM5 | 0.84 | 1.50 | 1.80 | 0.73 | 1.86 | 3.35 | 20.85 | 21.69 | 22.34 | 22.65 | 21.58 | 22.71 | 24.20 |
| | MPI-ESM-LR | 1.61 | 2.66 | 2.98 | 1.49 | 3.53 | 6.02 | 20.85 | 22.46 | 23.51 | 23.83 | 22.33 | 24.38 | 26.87 |
| | HADGEM2-ES | 1.63 | 2.38 | 3.16 | 1.80 | 3.26 | 5.52 | 20.85 | 22.48 | 23.23 | 24.01 | 22.65 | 24.11 | 26.37 |
| | GFDL-CM3 | 2.59 | 4.46 | 4.98 | 2.73 | 5.12 | 8.12 | 20.85 | 23.43 | 25.31 | 25.83 | 23.58 | 25.97 | 28.97 |
| Oct. | CNRMCM5 | 0.78 | 1.29 | 1.61 | 0.78 | 1.79 | 2.96 | 20.98 | 21.75 | 22.27 | 22.59 | 21.76 | 22.77 | 23.94 |
| | MPI-ESM-LR | 1.25 | 2.34 | 2.45 | 1.60 | 3.27 | 5.22 | 20.98 | 22.23 | 23.32 | 23.43 | 22.58 | 24.25 | 26.20 |
| | HADGEM2-ES | 1.66 | 2.54 | 3.23 | 1.85 | 3.37 | 5.40 | 20.98 | 22.63 | 23.52 | 24.21 | 22.83 | 24.35 | 26.38 |
| | GFDL-CM3 | 1.74 | 3.03 | 3.85 | 1.12 | 3.49 | 5.77 | 20.98 | 22.72 | 24.01 | 24.83 | 22.10 | 24.47 | 26.75 |
| Nov. | CNRMCM5 | 1.02 | 1.13 | 1.49 | 0.79 | 1.92 | 3.16 | 20.69 | 21.71 | 21.82 | 22.18 | 21.48 | 22.61 | 23.85 |
| | MPI-ESM-LR | 1.46 | 2.28 | 2.30 | 1.00 | 3.04 | 4.99 | 20.69 | 22.15 | 22.97 | 22.99 | 21.69 | 23.73 | 25.68 |
| | HADGEM2-ES | 1.71 | 2.42 | 2.76 | 1.71 | 3.24 | 4.94 | 20.69 | 22.40 | 23.11 | 23.44 | 22.40 | 23.93 | 25.63 |
| | GFDL-CM3 | 1.42 | 2.49 | 2.87 | 1.39 | 3.03 | 4.88 | 20.69 | 22.11 | 23.18 | 23.56 | 22.08 | 23.72 | 25.57 |
| Dic. | CNRMCM5 | 1.00 | 1.50 | 1.70 | 0.85 | 2.00 | 3.48 | 20.06 | 21.05 | 21.56 | 21.76 | 20.91 | 22.06 | 23.53 |
| | MPI-ESM-LR | 1.15 | 2.13 | 2.53 | 1.15 | 2.83 | 4.73 | 20.06 | 21.21 | 22.19 | 22.59 | 21.21 | 22.88 | 24.79 |
| | HADGEM2-ES | 1.58 | 2.10 | 2.67 | 1.30 | 3.15 | 4.78 | 20.06 | 21.64 | 22.16 | 22.73 | 21.35 | 23.20 | 24.83 |
| | GFDL-CM3 | 1.72 | 2.81 | 3.17 | 1.76 | 3.49 | 5.18 | 20.06 | 21.77 | 22.87 | 23.22 | 21.82 | 23.55 | 25.23 |

Fuente: INECC & UNAM (2015); INECC-PNUD & Hernández Grajales (2017)

A4.1.2 Anomalía en la temperatura mínima

Tabla A4.2 Anomalía en la temperatura mínima para la ZMVM bajo distintos escenarios de cambio climático

| Mes | Modelo | Anomalía (°C) | | | | | | Climatología de referencia (1961-2000) | Proyección total (°C) | | | | | |
|------|------------|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--|-----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | RCP 4.5 | | | RCP 8.5 | | | | RCP 4.5 | | | RCP 8.5 | | |
| | | 2015-2039 | 2045-2069 | 2075-2099 | 2015-2039 | 2045-2069 | 2075-2099 | | 2015-2039 | 2045-2069 | 2075-2099 | 2015-2039 | 2045-2069 | 2075-2099 |
| Ene. | CNRMCM5 | 0.50 | 1.20 | 1.46 | 0.66 | 1.43 | 2.68 | 1.22 | 1.71 | 2.42 | 2.68 | 1.88 | 2.65 | 3.90 |
| | MPI-ESM-LR | 0.94 | 1.79 | 2.10 | 1.22 | 2.47 | 4.24 | 1.22 | 2.16 | 3.00 | 3.32 | 2.44 | 3.69 | 5.45 |
| | HADGEM2-ES | 1.21 | 2.20 | 2.70 | 1.45 | 3.04 | 4.86 | 1.22 | 2.42 | 3.41 | 3.92 | 2.66 | 4.26 | 6.07 |
| | GFDL-CM3 | 0.89 | 1.64 | 2.70 | 1.02 | 2.53 | 3.39 | 1.22 | 2.11 | 2.85 | 3.92 | 2.24 | 3.75 | 4.61 |
| Feb. | CNRMCM5 | 0.06 | 1.03 | 1.52 | 0.57 | 1.57 | 2.80 | 2.13 | 2.19 | 3.16 | 3.65 | 2.70 | 3.70 | 4.92 |
| | MPI-ESM-LR | 1.29 | 2.28 | 2.20 | 1.52 | 2.64 | 4.15 | 2.13 | 3.42 | 4.40 | 4.33 | 3.65 | 4.77 | 6.28 |
| | HADGEM2-ES | 1.00 | 2.03 | 2.90 | 1.15 | 2.92 | 4.81 | 2.13 | 3.12 | 4.16 | 5.03 | 3.27 | 5.04 | 6.94 |
| | GFDL-CM3 | 0.58 | 1.72 | 2.90 | 1.14 | 1.76 | 3.56 | 2.13 | 2.71 | 3.85 | 5.03 | 3.26 | 3.88 | 5.69 |
| Mar. | CNRMCM5 | 0.54 | 1.56 | 1.99 | 0.77 | 2.04 | 3.53 | 4.26 | 4.81 | 5.83 | 6.25 | 5.04 | 6.30 | 7.79 |
| | MPI-ESM-LR | 1.26 | 2.14 | 2.22 | 1.30 | 2.84 | 4.77 | 4.26 | 5.52 | 6.41 | 6.49 | 5.57 | 7.10 | 9.04 |
| | HADGEM2-ES | 0.86 | 2.17 | 2.97 | 0.92 | 2.58 | 4.86 | 4.26 | 5.12 | 6.43 | 7.24 | 5.19 | 6.84 | 9.13 |
| | GFDL-CM3 | 0.45 | 1.67 | 2.97 | 0.80 | 2.50 | 3.92 | 4.26 | 4.71 | 5.94 | 7.24 | 5.07 | 6.76 | 8.19 |
| Abr. | CNRMCM5 | 0.79 | 1.73 | 2.22 | 1.09 | 2.45 | 4.18 | 6.07 | 6.85 | 7.80 | 8.29 | 7.15 | 8.51 | 10.25 |
| | MPI-ESM-LR | 1.44 | 2.41 | 2.61 | 1.52 | 3.09 | 5.17 | 6.07 | 7.51 | 8.48 | 8.67 | 7.59 | 9.16 | 11.24 |
| | HADGEM2-ES | 1.36 | 2.45 | 3.62 | 1.22 | 3.16 | 5.55 | 6.07 | 7.42 | 8.52 | 9.68 | 7.28 | 9.23 | 11.62 |
| | GFDL-CM3 | 1.38 | 2.34 | 3.62 | 1.75 | 3.50 | 5.25 | 6.07 | 7.44 | 8.41 | 9.68 | 7.82 | 9.56 | 11.32 |
| May. | CNRMCM5 | 0.85 | 1.50 | 2.28 | 1.18 | 2.28 | 3.97 | 7.46 | 8.31 | 8.97 | 9.75 | 8.65 | 9.74 | 11.44 |
| | MPI-ESM-LR | 1.29 | 2.27 | 2.54 | 1.44 | 2.96 | 5.11 | 7.46 | 8.76 | 9.73 | 10.01 | 8.90 | 10.43 | 12.58 |
| | HADGEM2-ES | 1.53 | 2.73 | 3.45 | 1.56 | 3.14 | 5.52 | 7.46 | 9.00 | 10.19 | 10.91 | 9.02 | 10.60 | 12.98 |
| | GFDL-CM3 | 1.26 | 2.51 | 3.45 | 1.49 | 3.31 | 5.36 | 7.46 | 8.73 | 9.97 | 10.91 | 8.95 | 10.78 | 12.82 |
| Jun. | CNRMCM5 | 0.61 | 1.77 | 2.31 | 1.07 | 2.16 | 3.68 | 8.72 | 9.34 | 10.50 | 11.04 | 9.80 | 10.89 | 12.40 |
| | MPI-ESM-LR | 1.32 | 2.12 | 2.46 | 1.42 | 2.99 | 4.93 | 8.72 | 10.05 | 10.85 | 11.19 | 10.15 | 11.71 | 13.65 |
| | HADGEM2-ES | 1.40 | 2.29 | 2.87 | 1.27 | 2.94 | 4.88 | 8.72 | 10.12 | 11.02 | 11.59 | 9.99 | 11.66 | 13.61 |
| | GFDL-CM3 | 1.45 | 2.65 | 2.87 | 1.75 | 3.38 | 5.41 | 8.72 | 10.18 | 11.38 | 11.59 | 10.48 | 12.10 | 14.13 |
| Jul. | CNRMCM5 | 0.49 | 1.28 | 1.32 | 1.14 | 1.98 | 3.37 | 8.36 | 8.84 | 9.64 | 9.67 | 9.49 | 10.34 | 11.72 |
| | MPI-ESM-LR | 1.14 | 1.94 | 2.27 | 1.30 | 2.85 | 4.75 | 8.36 | 9.50 | 10.29 | 10.62 | 9.65 | 11.21 | 13.11 |
| | HADGEM2-ES | 1.34 | 2.16 | 2.84 | 1.32 | 2.89 | 4.71 | 8.36 | 9.69 | 10.51 | 11.19 | 9.68 | 11.25 | 13.07 |
| | GFDL-CM3 | 1.33 | 2.29 | 2.84 | 1.16 | 3.05 | 4.95 | 8.36 | 9.69 | 10.64 | 11.19 | 9.51 | 11.41 | 13.31 |

Tabla A4.2 Anomalía en la temperatura mínima para la ZMVM bajo distintos escenarios de cambio climático (continuación)

| Mes | Modelo | Anomalía (°C) | | | | | | Climatología de referencia (1961-2000) | Proyección total (°C) | | | | | |
|------|------------|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--|-----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | RCP 4.5 | | | RCP 8.5 | | | | RCP 4.5 | | | RCP 8.5 | | |
| | | 2015-2039 | 2045-2069 | 2075-2099 | 2015-2039 | 2045-2069 | 2075-2099 | | 2015-2039 | 2045-2069 | 2075-2099 | 2015-2039 | 2045-2069 | 2075-2099 |
| Ago. | CNRMCM5 | 1.02 | 1.30 | 1.70 | 1.11 | 1.85 | 3.19 | 8.16 | 9.18 | 9.47 | 9.86 | 9.27 | 10.01 | 11.35 |
| | MPI-ESM-LR | 1.06 | 1.93 | 2.26 | 1.28 | 2.77 | 4.64 | 8.16 | 9.23 | 10.09 | 10.42 | 9.44 | 10.93 | 12.81 |
| | HADGEM2-ES | 1.13 | 2.07 | 2.60 | 1.39 | 2.88 | 4.76 | 8.16 | 9.29 | 10.24 | 10.76 | 9.55 | 11.04 | 12.92 |
| | GFDL-CM3 | 1.61 | 2.35 | 2.60 | 1.64 | 3.19 | 5.17 | 8.16 | 9.77 | 10.52 | 10.76 | 9.80 | 11.35 | 13.34 |
| Sep. | CNRMCM5 | 1.07 | 1.82 | 2.31 | 1.40 | 2.39 | 3.96 | 8.21 | 9.28 | 10.03 | 10.52 | 9.61 | 10.60 | 12.17 |
| | MPI-ESM-LR | 1.08 | 1.96 | 2.31 | 1.21 | 2.74 | 4.64 | 8.21 | 9.29 | 10.17 | 10.52 | 9.42 | 10.95 | 12.85 |
| | HADGEM2-ES | 1.32 | 2.21 | 2.73 | 1.57 | 2.99 | 4.75 | 8.21 | 9.53 | 10.42 | 10.93 | 9.78 | 11.20 | 12.96 |
| | GFDL-CM3 | 1.76 | 2.88 | 2.73 | 2.09 | 3.77 | 5.73 | 8.21 | 9.97 | 11.08 | 10.93 | 10.30 | 11.98 | 13.94 |
| Oct. | CNRMCM5 | 0.76 | 1.76 | 1.98 | 0.96 | 1.84 | 3.57 | 5.84 | 6.60 | 7.60 | 7.82 | 6.80 | 7.68 | 9.41 |
| | MPI-ESM-LR | 1.31 | 2.17 | 2.43 | 1.60 | 3.21 | 5.18 | 5.84 | 7.15 | 8.01 | 8.27 | 7.44 | 9.05 | 11.02 |
| | HADGEM2-ES | 1.24 | 2.20 | 2.90 | 1.61 | 3.02 | 4.89 | 5.84 | 7.08 | 8.03 | 8.73 | 7.45 | 8.85 | 10.72 |
| | GFDL-CM3 | 1.65 | 2.62 | 2.90 | 1.74 | 3.18 | 5.31 | 5.84 | 7.49 | 8.46 | 8.73 | 7.58 | 9.02 | 11.15 |
| Nov. | CNRMCM5 | 0.93 | 1.07 | 1.62 | 0.83 | 1.81 | 3.09 | 3.31 | 4.25 | 4.38 | 4.94 | 4.15 | 5.12 | 6.40 |
| | MPI-ESM-LR | 1.59 | 2.41 | 2.22 | 1.35 | 3.17 | 5.24 | 3.31 | 4.90 | 5.72 | 5.53 | 4.67 | 6.48 | 8.56 |
| | HADGEM2-ES | 1.54 | 2.68 | 3.41 | 2.02 | 3.47 | 5.76 | 3.31 | 4.86 | 5.99 | 6.72 | 5.33 | 6.79 | 9.07 |
| | GFDL-CM3 | 1.88 | 2.49 | 3.41 | 1.74 | 3.34 | 5.13 | 3.31 | 5.19 | 5.80 | 6.72 | 5.05 | 6.66 | 8.45 |
| Dic. | CNRMCM5 | 0.68 | 1.39 | 1.38 | 0.62 | 1.70 | 3.01 | 1.94 | 2.62 | 3.33 | 3.32 | 2.55 | 3.64 | 4.95 |
| | MPI-ESM-LR | 0.93 | 1.78 | 2.21 | 1.26 | 2.65 | 4.58 | 1.94 | 2.87 | 3.71 | 4.15 | 3.20 | 4.59 | 6.52 |
| | HADGEM2-ES | 1.59 | 2.58 | 3.26 | 1.39 | 3.42 | 5.36 | 1.94 | 3.53 | 4.51 | 5.19 | 3.33 | 5.35 | 7.30 |
| | GFDL-CM3 | 1.35 | 2.56 | 3.26 | 1.36 | 3.14 | 5.24 | 1.94 | 3.28 | 4.50 | 5.19 | 3.30 | 5.08 | 7.18 |

Fuente: INECC & UNAM (2015); INECC-PNUD & Hernández Grajales (2017)

A4.1.3 Anomalía en la precipitación

Tabla A4.3 Anomalía en la precipitación acumulada para la ZMVM bajo distintos escenarios de cambio climático

| Mes | Modelo | Anomalía (mm) | | | | | | Climatología de referencia (1961-2000) | Proyección total (mm) | | | | | |
|------|------------|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--|-----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | RCP 4.5 | | | RCP 8.5 | | | | RCP 4.5 | | | RCP 8.5 | | |
| | | 2015-2039 | 2045-2069 | 2075-2099 | 2015-2039 | 2045-2069 | 2075-2099 | | 2015-2039 | 2045-2069 | 2075-2099 | 2015-2039 | 2045-2069 | 2075-2099 |
| Ene. | CNRMCM5 | 4.19 | -4.11 | 1.04 | -2.97 | -8.96 | -6.79 | 11.82 | 16.01 | 7.71 | 12.86 | 8.85 | 2.86 | 5.03 |
| | MPI-ESM-LR | -7.14 | -9.72 | -6.02 | -10.17 | -8.98 | -17.45 | 11.82 | 4.68 | 2.10 | 5.80 | 1.65 | 2.84 | -5.63 |
| | HADGEM2-ES | 1.46 | -1.43 | -5.82 | 3.89 | -0.86 | -6.41 | 11.82 | 13.28 | 10.39 | 6.00 | 15.71 | 10.96 | 5.41 |
| | GFDL-CM3 | -2.76 | 2.27 | -11.71 | 2.12 | 12.62 | -4.67 | 11.82 | 9.06 | 14.09 | 0.10 | 13.94 | 24.44 | 7.15 |
| Feb. | CNRMCM5 | -11.38 | -8.11 | -2.92 | -1.49 | -7.29 | -14.68 | 8.58 | -2.79 | 0.47 | 5.66 | 7.09 | 1.29 | -6.10 |
| | MPI-ESM-LR | 3.72 | -5.30 | -8.04 | -3.32 | -7.64 | -13.28 | 8.58 | 12.30 | 3.28 | 0.54 | 5.26 | 0.94 | -4.70 |
| | HADGEM2-ES | -5.19 | -4.43 | -3.01 | 3.14 | -0.06 | -4.89 | 8.58 | 3.39 | 4.15 | 5.57 | 11.72 | 8.52 | 3.69 |
| | GFDL-CM3 | -6.31 | 0.77 | -1.63 | -3.33 | -13.72 | -1.06 | 8.58 | 2.27 | 9.35 | 6.95 | 5.25 | -5.14 | 7.52 |
| Mar. | CNRMCM5 | -8.83 | -1.66 | -7.31 | -1.93 | -7.91 | -13.12 | 14.64 | 5.81 | 12.98 | 7.33 | 12.71 | 6.73 | 1.53 |
| | MPI-ESM-LR | -2.88 | -8.31 | -13.55 | -4.11 | -10.26 | -22.25 | 14.64 | 11.77 | 6.33 | 1.09 | 10.53 | 4.38 | -7.60 |
| | HADGEM2-ES | -2.54 | -3.56 | -2.92 | 0.48 | -3.37 | -5.08 | 14.64 | 12.10 | 11.08 | 11.72 | 15.12 | 11.27 | 9.56 |
| | GFDL-CM3 | -15.58 | -13.62 | -20.49 | -11.29 | -18.62 | -16.54 | 14.64 | -0.94 | 1.03 | -5.85 | 3.35 | -3.98 | -1.90 |
| Abr. | CNRMCM5 | 12.70 | 14.93 | 3.26 | -0.16 | -0.79 | 0.71 | 33.86 | 46.56 | 48.79 | 37.11 | 33.70 | 33.07 | 34.57 |
| | MPI-ESM-LR | -2.51 | -17.85 | -13.57 | -2.84 | -17.59 | -28.34 | 33.86 | 31.34 | 16.01 | 20.28 | 31.02 | 16.26 | 5.52 |
| | HADGEM2-ES | -4.69 | -4.22 | 3.40 | -5.05 | -6.51 | 1.83 | 33.86 | 29.17 | 29.64 | 37.26 | 28.81 | 27.34 | 35.69 |
| | GFDL-CM3 | -13.77 | -8.35 | -17.60 | -2.16 | -16.72 | -24.27 | 33.86 | 20.09 | 25.50 | 16.25 | 31.70 | 17.14 | 9.59 |
| May. | CNRMCM5 | 14.04 | 13.04 | 16.11 | 4.39 | 4.10 | 21.29 | 72.40 | 86.43 | 85.44 | 88.50 | 76.79 | 76.50 | 93.68 |
| | MPI-ESM-LR | 0.32 | -6.08 | -9.26 | 4.75 | -28.49 | -34.26 | 72.40 | 72.72 | 66.32 | 63.14 | 77.14 | 43.91 | 38.13 |
| | HADGEM2-ES | 8.34 | 1.15 | 17.81 | -1.60 | 2.28 | -0.52 | 72.40 | 80.73 | 73.54 | 90.21 | 70.80 | 74.67 | 71.88 |
| | GFDL-CM3 | -13.12 | -1.19 | -11.07 | -6.40 | -12.75 | -19.11 | 72.40 | 59.27 | 71.21 | 61.32 | 66.00 | 59.64 | 53.28 |
| Jun. | CNRMCM5 | -16.04 | 4.69 | 4.22 | 0.02 | -0.68 | 10.21 | 146.35 | 130.31 | 151.03 | 150.57 | 146.36 | 145.67 | 156.56 |
| | MPI-ESM-LR | 13.13 | 1.38 | 3.86 | 5.15 | 17.85 | 18.03 | 146.35 | 159.48 | 147.73 | 150.20 | 151.50 | 164.20 | 164.37 |
| | HADGEM2-ES | 0.14 | -1.27 | -9.98 | -11.07 | -2.69 | -2.93 | 146.35 | 146.49 | 145.08 | 136.37 | 135.28 | 143.66 | 143.42 |
| | GFDL-CM3 | -10.38 | -6.15 | 0.37 | -3.20 | -6.96 | -12.63 | 146.35 | 135.96 | 140.20 | 146.72 | 143.15 | 139.39 | 133.72 |
| Jul. | CNRMCM5 | -26.46 | -32.36 | -59.56 | 14.11 | -18.91 | -36.55 | 161.80 | 135.35 | 129.44 | 102.25 | 175.92 | 142.89 | 125.26 |
| | MPI-ESM-LR | -8.52 | -17.77 | -21.33 | -10.24 | -20.36 | -27.09 | 161.80 | 153.29 | 144.03 | 140.47 | 151.57 | 141.45 | 134.71 |
| | HADGEM2-ES | 4.67 | -5.72 | 23.63 | -10.02 | -4.21 | -8.62 | 161.80 | 166.47 | 156.08 | 185.43 | 151.78 | 157.59 | 153.19 |
| | GFDL-CM3 | -5.41 | -14.06 | -22.65 | -22.93 | -19.62 | -33.65 | 161.80 | 156.40 | 147.74 | 139.15 | 138.87 | 142.18 | 128.15 |

Tabla A4.3 Anomalía en la precipitación acumulada para la ZMVM bajo distintos escenarios de cambio climático (continuación)

| Mes | Modelo | Anomalía (mm) | | | | | | Climatología de referencia (1961-2000) | Proyección total (mm) | | | | | |
|------|------------|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--|-----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | RCP 4.5 | | | RCP 8.5 | | | | RCP 4.5 | | | RCP 8.5 | | |
| | | 2015-2039 | 2045-2069 | 2075-2099 | 2015-2039 | 2045-2069 | 2075-2099 | | 2015-2039 | 2045-2069 | 2075-2099 | 2015-2039 | 2045-2069 | 2075-2099 |
| Ago. | CNRMCM5 | -3.51 | -39.91 | -34.13 | 12.13 | -30.50 | -54.41 | 155.78 | 152.28 | 115.87 | 121.66 | 167.91 | 125.28 | 101.38 |
| | MPI-ESM-LR | -1.93 | -10.18 | -16.36 | -6.39 | -12.05 | -29.09 | 155.78 | 153.85 | 145.60 | 139.42 | 149.39 | 143.73 | 126.69 |
| | HADGEM2-ES | -34.01 | -14.89 | -27.80 | -25.04 | -18.85 | -44.37 | 155.78 | 121.78 | 140.89 | 127.98 | 130.75 | 136.93 | 111.41 |
| | GFDL-CM3 | -4.79 | -20.98 | -14.77 | -10.21 | -25.15 | -33.77 | 155.78 | 150.99 | 134.80 | 141.02 | 145.57 | 130.63 | 122.01 |
| Sep. | CNRMCM5 | -14.88 | 14.94 | 14.83 | 27.46 | 20.49 | 15.71 | 133.94 | 119.05 | 148.87 | 148.76 | 161.40 | 154.42 | 149.64 |
| | MPI-ESM-LR | 2.68 | 7.80 | 14.66 | 12.60 | 9.11 | 17.09 | 133.94 | 136.62 | 141.74 | 148.60 | 146.54 | 143.05 | 151.03 |
| | HADGEM2-ES | 2.39 | 4.50 | -25.64 | 8.68 | -9.14 | -35.28 | 133.94 | 136.32 | 138.44 | 108.30 | 142.61 | 124.80 | 98.66 |
| | GFDL-CM3 | -7.36 | -11.62 | -16.63 | -1.88 | -3.01 | -24.20 | 133.94 | 126.58 | 122.32 | 117.31 | 132.06 | 130.93 | 109.74 |
| Oct. | CNRMCM5 | -8.39 | 7.63 | 16.65 | -0.80 | 2.86 | 12.68 | 60.22 | 51.83 | 67.85 | 76.87 | 59.42 | 63.08 | 72.90 |
| | MPI-ESM-LR | -0.17 | -1.97 | 6.63 | 1.10 | 2.88 | 17.09 | 60.22 | 60.06 | 58.25 | 66.86 | 61.32 | 63.10 | 77.31 |
| | HADGEM2-ES | -22.08 | -0.11 | 12.44 | 1.73 | -3.19 | -12.52 | 60.22 | 38.15 | 60.11 | 72.66 | 61.95 | 57.03 | 47.70 |
| | GFDL-CM3 | -1.25 | 0.77 | 2.31 | 30.79 | -6.97 | 6.25 | 60.22 | 58.97 | 60.99 | 62.53 | 91.01 | 53.25 | 66.47 |
| Nov. | CNRMCM5 | -0.68 | -5.43 | -6.50 | -2.58 | -2.22 | -8.82 | 14.95 | 14.27 | 9.52 | 8.45 | 12.37 | 12.73 | 6.13 |
| | MPI-ESM-LR | 3.95 | 7.46 | 5.38 | 0.32 | 0.89 | 7.42 | 14.95 | 18.90 | 22.41 | 20.33 | 15.27 | 15.84 | 22.37 |
| | HADGEM2-ES | 3.95 | 27.56 | 45.51 | 19.65 | 36.49 | 93.43 | 14.95 | 18.90 | 42.51 | 60.46 | 34.60 | 51.44 | 108.38 |
| | GFDL-CM3 | 15.32 | 5.58 | 2.21 | 2.68 | 0.76 | 12.51 | 14.95 | 30.27 | 20.53 | 17.16 | 17.62 | 15.71 | 27.46 |
| Dic. | CNRMCM5 | -7.72 | -3.34 | -7.68 | -1.97 | -1.30 | -7.46 | 8.02 | 0.30 | 4.67 | 0.33 | 6.04 | 6.72 | 0.56 |
| | MPI-ESM-LR | -1.86 | 0.70 | 1.02 | 2.79 | -0.07 | -1.04 | 8.02 | 6.15 | 8.72 | 9.04 | 10.81 | 7.94 | 6.98 |
| | HADGEM2-ES | 3.06 | 5.85 | 7.41 | 2.28 | 6.38 | 13.66 | 8.02 | 11.08 | 13.86 | 15.43 | 10.30 | 14.39 | 21.68 |
| | GFDL-CM3 | -6.91 | 2.55 | 10.13 | -4.32 | 5.56 | 18.35 | 8.02 | 1.10 | 10.57 | 18.15 | 3.69 | 13.57 | 26.37 |

Fuente: INECC & UNAM (2015); INECC-PNUD & Hernández Grajales (2017)

Fuentes de información

INECC & UNAM. (2015). Climatología de referencia (WorldClim 1950-2000). Actualización de los escenarios de cambio climático para estudios de impactos, vulnerabilidad y adaptación. https://atlasclimatico.unam.mx/AECC_descargas/

INECC-PNUD & Hernández Grajales, R. V. (2017). Generación de un conjunto de procedimientos e instrumentos para la creación de un sistema de alerta temprana en el Marco del Cambio Climático y desde una perspectiva de contingencia ambiental atmosférica de la calidad del aire de las Zonas Metropolitanas.

ANEXOS CAPÍTULO 5

A5.1 Fuentes y categorías del Inventario de Emisiones 2018

El inventario de emisiones de contaminantes criterio, tóxicos y gases y compuestos de efecto invernadero de la Zona Metropolitana del Valle de México, año 2018, elaborado por la Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA) de la Ciudad de México, agrupa los resultados en 4 fuentes y 94 categorías emisoras. La Tabla A5.1 presenta el listado completo de categorías por fuente y la estimación de emisiones contaminantes correspondientes.

Tabla A5.1 Emisiones por fuente y categoría del Inventario de Emisiones 2018

| Fuente y categoría contaminante | Emisiones ZMVM (t/año) | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------------------|-------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|---------------|------------------|---------------------|------------------|------------------|---------------------|--------------|
| | PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | CO | NO _x | COV | NH ₃ | CN | Tóxicos | CO ₂ | CH ₄ | N ₂ O | CO ₂ eq | HFC |
| Total ZMVM | 34 779.5 | 16 500.1 | 3068.1 | 728 891.1 | 144 597.8 | 413 820.9 | 46 930.8 | 2615.3 | 122 004.8 | 66 031 599.7 | 295 699.8 | 2544.1 | 75 165 506.7 | 137.9 |
| Fuentes puntuales | 4184.2 | 3174.4 | 1018.5 | 5739.4 | 9506.2 | 19 002.6 | 139.7 | 534.2 | 8550.5 | 14 122 262.0 | 331.6 | 404.6 | 14 239 552.0 | 0.4 |
| Industria alimentaria | 222.9 | 108.8 | 18.1 | 358.0 | 350.1 | 410.7 | 8.5 | 28.5 | 26.2 | 476 368.1 | 9.1 | 23.1 | 482 755.9 | 0.0 |
| Industria de las bebidas y del tabaco | 9.9 | 8.7 | 0.9 | 100.9 | 52.3 | 43.8 | 3.4 | 3.3 | 3.6 | 162 070.9 | 2.8 | 3.2 | 163 000.1 | N/A |
| Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles | 105.8 | 75.1 | 2.0 | 145.1 | 238.3 | 693.7 | 2.5 | 5.0 | 258.4 | 131 418.7 | 3.6 | 66.5 | 149 142.8 | N/A |
| Fabricación de productos textiles, excepto prendas de vestir | 1.5 | 1.1 | 0.1 | 8.6 | 4.5 | 0.1 | <0.1 | 0.1 | 0.4 | 13 082.9 | 0.2 | 1.7 | 13 537.5 | N/A |
| Fabricación de prendas de vestir | 48.5 | 38.0 | 1.8 | 144.7 | 169.3 | 13.5 | 4.6 | 4.7 | 11.0 | 216 356.1 | 4.1 | 35.3 | 225 821.3 | N/A |
| Curtido y acabado de cuero y piel, y fabricación de productos de cuero, piel y materiales sucedáneos | 1.1 | 1.1 | 0.1 | 8.7 | 10.4 | 3.2 | 0.3 | 0.3 | 0.8 | 13 993.0 | 0.2 | <0.1 | 14 006.3 | N/A |
| Industria de la madera | 30.4 | 21.6 | 0.3 | 11.2 | 11.6 | 407.3 | 0.1 | 1.1 | 236.2 | 7513.0 | 0.3 | 1.4 | 7886.5 | N/A |
| Industria del papel | 369.2 | 305.2 | 168.8 | 584.6 | 967.7 | 1181.2 | 19.7 | 27.2 | 382.8 | 6 058 064.4 | 71.8 | 26.5 | 6 067 108.0 | N/A |
| Impresión e industrias conexas | 17.5 | 13.8 | 0.9 | 54.0 | 33.3 | 7416.7 | 0.3 | 1.8 | 2335.7 | 37 274.8 | 0.6 | 32.1 | 46 105.2 | 0.1 |
| Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón | 6.7 | 2.9 | 2.5 | 68.2 | 28.5 | 1.6 | 0.8 | 0.5 | 1.1 | 35 713.6 | 1.3 | 0.3 | 35 821.7 | N/A |
| Industria química | 375.5 | 192.5 | 52.0 | 447.7 | 604.8 | 1756.8 | 17.2 | 16.9 | 423.9 | 703 214.0 | 11.7 | 19.6 | 708 735.5 | N/A |
| Industria del plástico y del hule | 88.1 | 74.7 | 5.0 | 450.6 | 532.0 | 1364.3 | 16.3 | 16.5 | 891.1 | 718 973.0 | 12.4 | 21.3 | 724 966.6 | N/A |
| Fabricación de productos a base de minerales no metálicos | 459.8 | 289.6 | 540.1 | 324.2 | 2183.6 | 74.4 | 10.3 | 21.8 | 44.3 | 1 093 494.3 | 11.4 | 14.2 | 1 097 579.6 | N/A |
| Industrias metálicas básicas | 1102.5 | 779.0 | 98.4 | 198.0 | 253.0 | 266.8 | 6.1 | 9.2 | 528.4 | 367 799.9 | 5.5 | 7.3 | 369 901.3 | N/A |
| Fabricación de productos metálicos | 109.3 | 79.4 | 25.6 | 225.8 | 356.2 | 1485.2 | 4.5 | 5.0 | 1077.4 | 309 674.0 | 5.5 | 42.6 | 321 115.1 | N/A |

Tabla A5.1 Emisiones por fuente y categoría del Inventario de Emisiones 2018 (continuación)

| Fuente y categoría contaminante | Emisiones ZMVM (t/año) | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|--------------|-----------------|--------------------|------------------|------------------|---------------------|------------|
| | PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | CO | NO _x | COV | NH ₃ | CN | Tóxicos | CO ₂ | CH ₄ | N ₂ O | CO ₂ eq | HFC |
| Fabricación de maquinaria y equipo | 3.1 | 2.9 | 1.2 | 6.9 | 5.5 | 13.8 | 0.2 | 0.3 | 10.4 | 6632.1 | 0.5 | 0.1 | 7131.7 | 0.3 |
| Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 68.0 | <0.1 | <0.1 | 54.2 | 44.4 | <0.1 | <0.1 | 44.4 | N/A |
| Fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica | 20.0 | 15.2 | 0.9 | 34.4 | 57.3 | 173.5 | 0.3 | 1.5 | 169.6 | 56 839.0 | 0.9 | 10.6 | 59 673.1 | N/A |
| Fabricación de equipo de transporte | 177.2 | 143.9 | 8.1 | 209.9 | 332.0 | 1048.9 | 0.8 | 10.0 | 548.1 | 325 603.8 | 5.0 | 20.9 | 331 288.4 | N/A |
| Fabricación de muebles, colchones y persianas | 12.4 | 10.9 | 0.1 | 10.7 | 9.9 | 680.1 | 0.1 | 0.6 | 452.0 | 17 136.1 | 0.3 | 4.1 | 18 223.0 | N/A |
| Otras industrias manufactureras | 11.5 | 8.8 | 3.0 | 6.3 | 77.5 | 719.4 | 0.2 | 0.4 | 661.8 | 10 665.5 | 0.2 | 3.5 | 11 608.6 | N/A |
| Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica | 918.4 | 918.3 | 17.6 | 1998.3 | 2841.9 | 129.1 | 38.5 | 352.6 | 48.6 | 2 997 996.0 | 154.4 | 65.2 | 3 019 602.6 | N/A |
| Minería de minerales metálicos y no metálicos, excepto petróleo y gas | 0.7 | 0.4 | <0.1 | 0.1 | 0.3 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 231.3 | <0.1 | 0.6 | 394.1 | N/A |
| Comercios y servicios regulados | 92.2 | 82.3 | 70.9 | 342.5 | 386.2 | 674.9 | 5.0 | 26.9 | 231.4 | 362 091.5 | 29.5 | 4.3 | 364 090.9 | <0.1 |
| Almacenamiento de combustibles líquidos | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 375.7 | <0.1 | <0.1 | 153.0 | 11.8 | <0.1 | <0.1 | 11.8 | N/A |
| Fuentes de área | 15 385.4 | 5906.1 | 990.7 | 33 897.6 | 10 623.5 | 271 133.4 | 44 219.2 | 554.7 | 84 185.2 | 8 692 279.1 | 290 798.3 | 879.9 | 17 069 895.0 | 1.2 |
| Desechos urbanos | 1884.6 | 1787.0 | 111.7 | 19 275.5 | 677.3 | 27 839.9 | 510.2 | 134.0 | 15 055.7 | 367 667.7 | 272 181.0 | 398.1 | 8 094 233.6 | N/A |
| Aguas residuales no tratadas | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 15 920.4 | N/A | N/A | 8624.7 | N/A | 37 154.3 | 228.0 | 1 100 732.5 | N/A |
| Quema a cielo abierto | 1884.0 | 1786.4 | 111.6 | 18 913.5 | 669.9 | 3470.5 | 169.9 | 134.0 | 3850.4 | 357 726.5 | 886.5 | N/A | 382 548.5 | N/A |
| Rellenos sanitarios | 0.6 | 0.6 | <0.1 | 73.3 | 7.4 | 5081.4 | <0.1 | <0.1 | 1444.4 | 9941.2 | 206 778.0 | <0.1 | 5 799 729.5 | N/A |
| Residuos sólidos no gestionados | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 6310.6 | N/A | 176 696.0 | N/A |
| Tratamiento biológico de residuos | N/A | N/A | N/A | 288.7 | N/A | 1270.1 | 340.2 | N/A | N/A | N/A | 2069.7 | 170.1 | 103 029.8 | N/A |
| Tratamiento de aguas residuales | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 2097.5 | N/A | N/A | 1136.3 | N/A | 18 982.0 | N/A | 531 497.3 | N/A |
| Combustión | 322.1 | 312.7 | 660.6 | 5933.4 | 4362.5 | 11 983.5 | 10.1 | 61.0 | 2103.7 | 6 747 263.5 | 399.9 | 14.5 | 6 762 305.3 | N/A |
| Combustión comercial-institucional | 39.4 | 35.4 | 1.4 | 512.5 | 621.7 | 3.7 | 0.2 | 2.8 | 2.6 | 872 301.6 | 91.6 | 1.5 | 875 261.3 | N/A |
| Combustión de equipos agrícolas | 2.5 | 2.5 | 0.1 | 26.3 | 45.8 | N/A | N/E | 0.2 | N/A | 67 724.8 | 5.4 | 0.1 | 67 903.5 | N/A |
| Combustión habitacional | 147.1 | 142.8 | 618.5 | 3955.4 | 1891.0 | 682.0 | 2.0 | 49.4 | 228.3 | 3 429 686.6 | 258.0 | 8.1 | 3 439 049.1 | N/A |
| Combustión industria no regulada | 133.2 | 132.1 | 40.7 | 1439.2 | 1804.0 | 97.3 | 7.9 | 8.7 | 66.5 | 2 377 550.5 | 44.3 | 4.8 | 2 380 077.4 | N/A |
| HCNQ en la combustión de gas L.P. | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 11 200.5 | N/A | N/A | 1806.3 | N/A | 0.5 | N/A | 14.0 | N/A |
| Uso comercial y doméstico de solventes | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 130 686.6 | N/A | N/A | 62 413.3 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| Adhesivos y selladores | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 6058.2 | N/A | N/A | 3380.3 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| Aplicación de asfalto | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 184.1 | N/A | N/A | 81.1 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| Artes gráficas | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 6373.1 | N/A | N/A | 936.8 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| Lavado en seco | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 1085.8 | N/A | N/A | 238.9 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |

Tabla A5.1 Emisiones por fuente y categoría del Inventario de Emisiones 2018 (continuación)

| Fuente y categoría contaminante | Emisiones ZMVM (t/año) | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------------------|-------------------|-----------------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------|---------------|------------------|-----------------|------------------|--------------------|------------|
| | PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | CO | NO _x | COV | NH ₃ | CN | Tóxicos | CO ₂ | CH ₄ | N ₂ O | CO ₂ eq | HFC |
| Limpieza de superficies industriales | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 18 506.7 | N/A | N/A | 18 691.8 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| Pintura de tránsito | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 1013.9 | N/A | N/A | 101.6 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| Pinturas en aerosol | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 2362.4 | N/A | N/A | 876.5 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| Plaguicidas domésticos | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 18 873.7 | N/A | N/A | 11 545.8 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| Productos de consumo doméstico | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 19 024.7 | N/A | N/A | 2255.4 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| Productos de cuidado personal | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 20 081.7 | N/A | N/A | 2354.5 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| Productos misceláneos | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 699.0 | N/A | N/A | 133.6 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| Productos para el cuidado automotriz | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 14 213.6 | N/A | N/A | 8680.6 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| Recubrimiento de superficies arquitectónicas | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 16 084.7 | N/A | N/A | 9106.3 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| Recubrimiento de superficies industriales | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 2053.7 | N/A | N/A | 1168.1 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| Repintado automotriz | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 4071.2 | N/A | N/A | 2862.0 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| Móviles no carreteros | 387.3 | 374.6 | 180.3 | 4265.1 | 5031.2 | 927.5 | 0.9 | 174.5 | 429.9 | 922 456.5 | 174.2 | 36.9 | 937 106.5 | N/A |
| Locomotoras (foráneas/patio) | 24.2 | 23.6 | 11.8 | 140.7 | 674.7 | 37.3 | N/A | 10.1 | 0.4 | 56 854.8 | 3.2 | 21.9 | 62 759.1 | N/A |
| Maquinaria agrícola y de construcción | 314.9 | 305.5 | 1.7 | 1887.3 | 2994.2 | 366.4 | N/E | 158.2 | 184.1 | 399 910.7 | 130.0 | 1.1 | 403 843.4 | N/A |
| Operación de aeronaves | 15.2 | 15.2 | 165.6 | 2164.7 | 1222.3 | 494.9 | N/E | 2.3 | 239.1 | 447 145.6 | 34.6 | 13.8 | 451 776.1 | N/A |
| Terminales de autobuses de pasajeros | 33.0 | 30.4 | 1.2 | 72.5 | 140.0 | 28.9 | 0.9 | 3.9 | 6.3 | 18 545.4 | 6.5 | <0.1 | 18 727.9 | N/A |
| Distribución, fugas y almacenamiento de combustibles | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 95 969.5 | N/A | N/A | 3610.2 | N/A | 4.3 | N/A | 119.5 | N/A |
| Carga de combustibles en aeronaves | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 8.4 | N/A | N/A | 5.0 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| Distribución de gasolinas | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 8869.0 | N/A | N/A | 3605.2 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| Distribución y almacenamiento de gas L.P. | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 4328.5 | N/A | N/A | N/A | N/A | 0.2 | N/A | 5.9 | N/A |
| Fugas en instalaciones de gas L.P. | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 82 763.6 | N/A | N/A | N/A | N/A | 4.1 | N/A | 113.5 | N/A |
| Construcción | 692.3 | 622.6 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 2.9 | 6.8 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| Demolición | 233.2 | 209.9 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 1.0 | 2.3 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| Edificación | 458.4 | 412.6 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 1.9 | 4.5 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| Vialidades | 0.7 | 0.1 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | <0.1 | <0.1 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| Agricultura | 2686.1 | 618.1 | 1.0 | 185.0 | 8.0 | 165.7 | 4430.6 | 9.1 | 108.1 | N/A | 5.3 | 400.3 | 106 217.0 | N/A |

Tabla A5.1 Emisiones por fuente y categoría del Inventario de Emisiones 2018 (continuación)

| Fuente y categoría contaminante | Emisiones ZMVM (t/año) | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------------------|-------------------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|---------------|-----------------|---------------------|-----------------|------------------|---------------------|--------------|
| | PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | CO | NO _x | COV | NH ₃ | CN | Tóxicos | CO ₂ | CH ₄ | N ₂ O | CO ₂ eq | HFC |
| Aplicación de fertilizantes | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 4430.6 | N/A | N/A | N/A | N/A | 400.3 | 106 069.9 | N/A |
| Aplicación de plaguicidas | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 149.2 | N/A | N/A | 63.0 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| Labranza y cosecha | 2655.5 | 590.1 | N/A | N/A | N/A | N/A | 4.6 | 30.0 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| Quemas agrícolas | 30.6 | 28.0 | 1.0 | 185.0 | 8.0 | 16.4 | N/A | 4.5 | 15.1 | N/A | 5.3 | N/A | 147.1 | N/A |
| Ganadería | 145.9 | 16.7 | N/A | N/A | N/A | N/A | 6531.7 | 0.9 | 2.6 | N/A | 17 829.9 | 25.7 | 506 055.6 | N/A |
| Corrales de engorda | 145.9 | 16.7 | N/A | N/A | N/A | N/A | 0.9 | 2.6 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| Emisiones ganaderas de amoníaco | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 6531.7 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| Fermentación entérica | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 17 263.7 | N/A | 483 382.7 | N/A |
| Manejo de estiércol | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 566.3 | 25.7 | 22 672.9 | N/A |
| Otras fuentes de área | 9267.2 | 2174.5 | 37.1 | 4238.5 | 544.5 | 3560.7 | 32 735.7 | 172.3 | 454.9 | 654 891.4 | 203.8 | 4.4 | 663 857.6 | 1.2 |
| Asados al carbón | 364.1 | 157.1 | 15.1 | 2293.2 | 478.1 | 42.9 | N/A | 10.2 | 45.9 | 54 657.3 | 97.6 | 0.5 | 57 519.5 | N/A |
| Emisiones domésticas | 86.5 | 44.8 | N/A | N/A | N/A | N/A | 32 725.1 | N/A | N/A | 561 235.0 | N/A | N/A | 561 235.0 | N/A |
| Esterilización de hospitales | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 22.1 | N/A | N/A | 19.5 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| Incendios en estructuras | 40.3 | 37.5 | N/A | 472.2 | 11.4 | 29.9 | N/A | 11.2 | 43.6 | N/E | N/E | N/E | N/E | N/A |
| Incendios forestales | 79.0 | 66.9 | 7.6 | 693.1 | 32.0 | 28.6 | 5.1 | 4.8 | 4.2 | 15 165.2 | 35.1 | 2.1 | 16 692.6 | N/A |
| Ladrilleras | 159.6 | 145.8 | 8.2 | 19.7 | 4.5 | 2.2 | N/A | 0.7 | 66.1 | 11 975.6 | 33.9 | 0.2 | 12 930.8 | N/A |
| Mantenimiento de aires acondicionados habitacionales | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 2142.3 | 1.2 |
| Panaderías | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 3406.4 | N/A | N/A | 47.7 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| Quemas controladas | 79.8 | 67.6 | 6.2 | 760.3 | 18.5 | 28.5 | 5.5 | 4.9 | 38.8 | 11 858.3 | 37.2 | 1.7 | 13 337.6 | N/A |
| Vialidades pavimentadas | 5725.9 | 1381.9 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 126.7 | 125.6 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| Vialidades sin pavimentar | 2732.0 | 272.7 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 13.7 | 63.6 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| Fuentes móviles | 13 763.3 | 7097.5 | 1058.8 | 689 254.1 | 124 114.6 | 91 770.8 | 2571.9 | 1526.0 | 25 490.8 | 43 217 058.6 | 4570.0 | 1259.7 | 43 856 059.7 | 136.3 |
| Autos particulares | 3940.5 | 1118.6 | 276.7 | 250 029.1 | 37 716.0 | 36 755.0 | 1050.4 | 161.6 | 12 336.4 | 17 768 710.0 | 858.4 | 539.5 | 18 067 334.3 | 101.2 |
| Camionetas SUV | 1093.7 | 280.3 | 103.4 | 70 771.3 | 15 128.1 | 10 546.7 | 294.2 | 42.0 | 3508.5 | 6 485 574.9 | 283.8 | 233.7 | 6 591 611.2 | 27.8 |
| Taxis | 897.4 | 207.5 | 58.8 | 111 461.5 | 13 332.4 | 8455.3 | 237.2 | 15.7 | 2837.2 | 3 991 296.4 | 520.8 | 39.2 | 4 021 063.4 | 3.7 |
| Vagonetas | 366.6 | 144.6 | 24.3 | 14 004.4 | 2998.8 | 1533.9 | 80.4 | 52.6 | 527.2 | 1 850 477.9 | 188.2 | 23.3 | 1 862 804.6 | 0.7 |
| Microbuses/ midibuses | 247.9 | 133.9 | 171.0 | 74 066.7 | 13 062.0 | 15 507.4 | 297.3 | 12.0 | 425.1 | 3 030 530.8 | 292.0 | 238.6 | 3 101 994.2 | 0.1 |
| Vehículos de carga hasta 3.8 toneladas | 370.3 | 189.9 | 18.4 | 28 058.0 | 4256.5 | 3110.0 | 69.1 | 64.9 | 1000.4 | 1 409 255.0 | 203.1 | 81.2 | 1 439 106.4 | 2.0 |
| Tractocamiones | 1559.7 | 1258.5 | 138.1 | 2166.8 | 4193.0 | 336.6 | 10.0 | 220.2 | 96.3 | 717 011.6 | 176.3 | 1.8 | 722 439.8 | <0.1 |
| Autobuses | 2621.3 | 1964.0 | 87.9 | 11 344.3 | 15 987.3 | 1946.0 | 45.1 | 693.1 | 525.4 | 2 237 712.1 | 1083.8 | 10.9 | 2 271 327.1 | 0.3 |
| Vehículos de carga mayores a 3.8 toneladas | 2246.9 | 1600.9 | 133.1 | 32 266.9 | 11 675.5 | 3804.0 | 64.8 | 229.3 | 1024.1 | 2 490 618.0 | 718.3 | 61.3 | 2 527 634.3 | 0.5 |
| Motocicletas | 371.2 | 172.3 | 46.9 | 94 959.6 | 5512.1 | 9754.0 | 422.2 | 21.2 | 3201.3 | 3 181 280.3 | 223.3 | 29.9 | 3 195 451.3 | N/A |
| Metrobús/ Mexibús | 47.7 | 27.0 | 0.2 | 125.4 | 253.1 | 21.8 | 1.2 | 13.4 | 8.8 | 54 591.7 | 22.0 | 0.2 | 55 293.0 | <0.1 |

Tabla A5.1 Emisiones por fuente y categoría del Inventario de Emisiones 2018 (continuación)

| Fuente y categoría contaminante | Emisiones ZMVM (t/año) | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|------------------------|-------------------|-----------------|------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------|---------------|-----------------|-----------------|------------------|--------------------|------------|
| | PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | CO | NO _x | COV | NH ₃ | CN | Tóxicos | CO ₂ | CH ₄ | N ₂ O | CO ₂ eq | HFC |
| Vegetación y suelos | 1446.6 | 322.1 | N/A | N/A | 353.5 | 31 914.2 | N/A | 0.3 | 3778.3 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| Vegetación | N/A | N/A | N/A | N/A | 353.5 | 31 914.2 | N/A | N/A | 3765.0 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| Erosión eólica del suelo | 1446.6 | 322.1 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 0.3 | 13.2 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |

Nomenclatura:

CN: carbono negro

HCNQ: hidrocarburos no quemados

SUV: vehículo utilitario deportivo, del inglés *sport utility vehicle*

N/A: no aplica, el contaminante no es emitido por la actividad

N/E: no estimado, el contaminante es emitido por la actividad, pero no fue posible realizar una estimación

Fuente: *Inventario de Emisiones de la ZMVM 2018 (SEDEMA, 2021)*

ANEXOS CAPÍTULO 6

A6.1 Valor de una vida estadística

En las Evaluaciones de Impactos a la Salud (EIS) se utiliza el Valor de una Vida Estadística (VSL, en inglés *Value of a Statistical Life*) para estimar los beneficios económicos asociados a mejorar la calidad del aire. El VSL representa “el valor monetario percibido por una población ante una reducción en el riesgo de mortalidad o por un número de muertes estadísticas evitadas, pero no el valor de una vida humana. Este puede ser entendido como el agregado de la disposición a pagar de las personas por una reducción en el riesgo de muerte” (INECC, 2017). Por ejemplo, si 100 mil personas están dispuestas a pagar \$100 pesos por reducir el riesgo de muerte asociado a cierto factor de ries-

go, partiendo de un valor de 2 muertes por cada 100 mil personas y disminuyéndolo a 1 muerte por cada 100 mil, entonces el VSL es igual a 10 millones de pesos (100 000 x \$100) (Kochi *et al.*, 2006).

Dado que existe cierta incertidumbre sobre la determinación del VSL, en función del método de valuación seleccionado y el área de estudio para la cual se determinó el valor, en el presente ProAire se decidió emplear dos cifras congruentes con metodologías y buenas prácticas internacionales. La selección de los valores fue realizada por el Centro de Investigación y Docencia Económicas (CIDE).

A6.1.1 Valor de una Vida Estadística primario

La elaboración de un análisis costo-beneficio en la gestión de calidad del aire se basa en técnicas de transferencia de beneficios para asignar un valor monetario a los beneficios que resultan de reducir la contaminación atmosférica como producto de la implementación de políticas e intervenciones públicas. Esta monetización se centra en los impactos sobre mortalidad y no morbilidad, puesto que los primeros representan la mayoría de los beneficios económicos. Sin embargo, las técnicas de transferencia de beneficios son extremadamente sensibles a supuestos que se hacen durante su implementación; por ejemplo, la elasticidad que se adopte para considerar diferencias en los niveles de ingresos entre el país del cual se está tomando el VSL y el país objetivo al que se está transfiriendo (de Lima, 2020). Eso genera un sesgo producto de diferencias en condiciones locales socioeconómicas y ambientales, así como del periodo de aplicación durante el cual se desarrolló el estudio de referencia (Institute for Health Metrics and Evaluation & World Bank Group, 2016).

El valor primario del VSL se transfirió a partir del valor reportado por la OCDE (2012) para el año 2005 e igual a 3 millones de USD (precios de 2005). La metodología

para la transferencia se basa en el método de paridad del poder adquisitivo (OCDE, 2011), según lo indica la ecuación siguiente.

$$VVE_{MEX} = VVE_i \times \left(\frac{I_{MEX}}{I_i} \right)^\epsilon$$

Donde:

VVE_{MEX} es un VSL transferido a México.

VVE_i es un VSL proveniente de un estudio de referencia para un país o región.

I_{MEX} es el ingreso nacional bruto per cápita para México. También es posible utilizar el producto interno bruto (PIB) en lugar del ingreso nacional.

I_i es el ingreso nacional bruto per cápita del país o región de referencia. También es posible utilizar el producto interno bruto en lugar del ingreso nacional.

ϵ es un coeficiente que representa la elasticidad de ingreso.

Este método ha sido utilizado anteriormente por el INECC para la transferencia de un VSL a México. Para la estimación se utilizó un valor de igual a 1.0. La razón entre el PIB per cápita de México y el PIB per cápita de la OCDE se obtuvo a partir de datos del Banco Mundial¹ y fue igual a 0.426 (año 2005). El valor transferido resul-

tante equivale a \$2 166 291 USD (precios de 2018), considerando una inflación del 69.65% entre 2005 y 2018; en pesos, esto es igual a \$19 778 237 (M.N.) considerando una paridad de poder de compra del tipo de cambio del Banco Mundial² de 9.13 MXN/USD.

A6.1.2 Valor de una Vida Estadística secundario

Uno de los estudios de valoración contingente más recientes para México, realizado por el INECC en colaboración con la *London School of Economics & Political Science*, busca atender esta brecha al utilizar datos recolectados en la ZMVM para estimar un VSL específico para el país, que pueda ser utilizado en la monetización de muertes prematuras evitadas como resultado de políticas de gestión de la calidad del aire (de Lima, 2020; INECC & LSE, 2015). El estudio determinó un VSL de \$210 880 USD (\$1 687 037 M.N.) a precios de 2010. Los autores encontraron que si bien el valor es bajo en comparación

con VSL utilizados en otros análisis costo-beneficio en México y/o reportados por otras investigaciones, este es consistente con los resultados obtenidos en otros países bajo el mismo enfoque metodológico. El VSL a precios de 2018 es igual a \$416 096 USD, considerando una inflación a partir del índice de precios al consumidor reportado por el Banco Mundial³ del 36.58% entre 2010 y 2018. El valor equivale a \$3 798 956 (M.N. a precios de 2018), a partir de una paridad de poder de compra del tipo de cambio del Banco Mundial⁴ de 9.13 MXN/USD.

A6.2 Estrategias y acciones institucionales en materia de calidad del aire y salud pública

A6.2.1 Servicios de salud y asistencia social

A nivel nacional, la Secretaría de Salud tiene como objeto la prevención de enfermedades y promoción de la salud de la población. Además, tiene la facultad de establecer las políticas de Estado para que la población ejerza su derecho a la salud, con una visión enfocada particularmente en grupos en condición de vulnerabilidad (Secretaría de Salud, 2020). A través de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS), un órgano descentralizado del Gobierno Federal, la Secretaría de Salud tiene la competencia para evaluar la evidencia de los efectos de la contaminación atmosférica en la salud de la población, así como para establecer indicadores sobre las concentraciones permisibles de los contaminantes en la atmósfera. Además, la Secretaría de Salud desempeña un papel central para promover una visión

multisectorial en la prevención a la exposición de la contaminación atmosférica, por medio de una colaboración transversal con otros sectores como el de energía, la industria, el transporte y la vivienda (COFEPRIS, 2017).

A nivel local, las respectivas Secretarías de Salud del Estado de México, Hidalgo y de la Ciudad de México tienen como finalidad planear, coordinar y dirigir las acciones de salubridad dentro de cada entidad, así como monitorear las actividades de las instituciones del sector, con apego a las leyes y normas federales y estatales vigentes en la materia. De igual forma, entre las funciones de estas secretarías destaca el facilitar información estadística sobre la morbilidad y mortalidad para apoyar la planificación de políticas, programas y acciones de salud pública, así como el moni-

toreo de riesgos sanitarios y epidemiológicos (Gobierno de la Ciudad de México, 2018; Gobierno del Estado de Hidalgo, 2019; Gobierno del Estado de México, 2018).

Para proteger la salud de la población, se requiere la colaboración estrecha entre las autoridades del sector salud y dependencias ambientales a nivel federal, metropolitano y estatal, incluyendo a la SEMARNAT, la CAME, la SEDEMA,

la SMAGEM y la SEMARNATH. Para tal efecto, es necesario conjugar los esfuerzos en la reducción de emisiones que conducen dichas autoridades ambientales, con acciones para mejorar la vigilancia epidemiológica, garantizar la accesibilidad y asequibilidad de los servicios de salud, y difundir información pertinente sobre los efectos que la contaminación del aire tiene en la salud y cómo prevenir los riesgos asociados.

A6.2.2 Monitoreo atmosférico, calidad del aire y cumplimiento de la normatividad en materia de salud ambiental

Como se expuso en el Capítulo 3, el Gobierno Federal, a través de la Secretaría de Salud y la COFEPRIS, establece límites permisibles de observancia obligatoria en todo el país, para la concentración en el aire ambiente de los contaminantes criterio. Los ProAire de las entidades que integran la ZMVM, así como los programas federales aplicables, definen las acciones a seguir para reducir emisiones contaminantes y alcanzar los estándares de contaminación definidos en las NOM de salud ambiental. La actualización de dichas normas debe considerar factores económicos, sociales y tecnológicos a nivel país, así como las recomendaciones de la OMS. El SIMAT de la Ciudad de México, al monitorear el estado de la calidad del aire respecto de la

concentración de contaminantes criterio, permite evaluar el cumplimiento de las NOM de salud ambiental en la Ciudad de México y su zona metropolitana. Dichos datos también son utilizados para cuantificar niveles de exposición en las EIS, para informar a la población sobre los niveles de contaminación y los riesgos relacionados, para activar o desactivar alertas y procedimientos de emergencia, además de que permiten dar seguimiento y evaluar las estrategias de gestión de la calidad del aire instrumentadas en la ZMVM. En este sentido, ampliar la cobertura del monitoreo es un paso esencial para informar mejor a la población y evaluar de forma más precisa los impactos de la contaminación atmosférica a la salud.

A6.2.3 Programa para Prevenir y Responder a Contingencias Ambientales Atmosféricas

El Programa para Prevenir y Responder a Contingencias Ambientales Atmosféricas (PPRECAA) es un instrumento que permite a la SEDEMA, la SMAGEM y a la SEMARNAT, a través de la CAME, informar a la población en caso de que se presenten concentraciones elevadas de O₃ y partículas suspendidas. El programa busca evitar que los niveles de contaminación empeoren, limitar fuentes de emisión específicas y alertar a la población para que esta pueda disminuir el riesgo de exposición. El PPRECAA define acciones a implementar por las autoridades locales y federales, así como en el sector industrial, comercios, servicios y por parte de la ciudadanía en general.

Dentro de las acciones enfocadas en proteger la salud y limitar la exposición de la población se destacan las

siguientes: evitar actividades cívicas, culturales y de recreo, así como hacer ejercicio al aire libre; suspender cualquier actividad al aire libre organizada por instituciones públicas o privadas; suspender actividades en escuelas de nivel básico, medio y superior; posponer eventos deportivos y espectáculos masivos; no fumar, especialmente en espacios cerrados; facilitar al personal en centros de empleo el trabajo a distancia; reducir el uso del vehículo particular, compartir el auto y utilizar el servicio de transporte público; de igual manera, para reducir la generación y exposición a partículas cuando se está en interiores, se recomienda no prender velas ni quemar leña, carbón u otros materiales (Gobierno de la Ciudad de México, 2019).

¹ <https://data.worldbank.org/indicador/NY.GDP.PCAP.PP.CD?locations=MX-OE-US>

² <https://datos.bancomundial.org/indicador/PA.NUS.PPP?locations=MX>

³ <https://data.worldbank.org/indicador/FP.CPI.TOTL?locations=MX-US>

⁴ <https://datos.bancomundial.org/indicador/PA.NUS.PPP?locations=MX>

A6.2.4 Programas para la gestión y manejo del fuego

En México, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) ha establecido un sistema de alerta temprana que facilita la generación de información para atender incendios forestales, con base en insumos de sistemas satelitales (CONABIO, 2020). El sistema permite prevenir y combatir incendios forestales de forma oportuna para conservar la biodiversidad y salvaguardar la vida humana. Como se ha discutido en capítulos anteriores, los incendios forestales son fuente de partículas suspendidas, CO, carbono negro y otros contaminantes que son perjudiciales para la salud humana; además, el volumen de emisiones, en conjunto con condiciones meteorológicas desfavorables y la topografía de la región, pueden derivar en contingencias ambientales extraordinarias y daños agudos en la salud de la población. Por esta razón es necesario que autoridades estatales y federales implementen programas para coordinar acciones en materia de prevención y respuesta ante incendios forestales.

En el Estado de México se cuenta con un Programa Especial para Incendios Forestales en el que participan protección civil, el cuerpo de bomberos y la policía municipal (Coordinación General de Protección Civil, 2019).

El programa cuenta con estrategias de comunicación social para informar sobre posibles fenómenos que puedan poner en riesgo a la sociedad, e indica las medidas preventivas en caso de contingencia y recomendaciones de comportamiento para la población. De igual forma, el Estado de México cuenta con una Estrategia de Manejo del Fuego 2015-2025, que entre sus ejes de acción señala la importancia de considerar cómo el manejo del fuego puede afectar la calidad del aire y la importancia de simular el comportamiento de los incendios y sus efectos en la concentración de contaminantes en la atmósfera (PROBOSQUE, 2015).

Por su parte, la Ciudad de México cuenta con un Protocolo de Atención de Incendios Forestales. Este instrumento, el cual se difundió de manera oficial en marzo del 2020, establece cómo deben de actuar las tres órdenes de gobierno, organismos del sector social y voluntarios para atender, controlar y combatir incendios. Dentro de sus objetivos destaca el evitar que los incendios forestales alcancen niveles de desastre, para prevenir daños materiales y ecológicos que incluyen la contaminación del medio e impactos a la salud, así como la reducción del tiempo de atención y sofocación del incendio (SEDEMA, 2019).

A6.2.5 Comité Científico Técnico de Vigilancia sobre Contaminación Atmosférica

En el 2016 se estableció el Comité Científico Técnico de Vigilancia sobre Contaminación Atmosférica de la Ciudad de México. El Comité tiene como objetivo evaluar el impacto de la contaminación atmosférica en la salud de la población de la Ciudad de México, para instrumentar estrategias y acciones en salud pública. Dentro de sus funciones están definir los criterios para identificar las afectaciones a la salud y medidas preventivas ante la exposición a contaminantes; evaluar la afectación de los contaminantes atmosféricos en la salud de la población; coordinar la investigación, análisis y estrategias derivadas de la exposición a la contaminación atmosférica; identificar las estrategias intersectoriales para la atención de la salud de la población, y proponer medidas preventivas para preservar la salud de las personas que habitan en la Ciudad de México (Gobierno de la Ciudad de México, 2016), todo esto a través de tres grupos de trabajo.

El primer grupo de trabajo del Comité se centra en la promoción de la salud y comunicación social, para reducir los efectos de la contaminación atmosférica, así como informar a la población sobre los diferentes tipos de contaminantes y las medidas de protección cuando se alcanzan niveles de contaminación elevados. El segundo grupo lleva a cabo una revisión de propuestas de investigación para disminuir y evitar los efectos a la salud por la contaminación atmosférica, en tanto que el tercero tiene por objeto proponer, sistematizar y priorizar propuestas de intervención para reducir la contaminación del aire.

El Comité Técnico, a través de sus grupos de trabajo, ha elaborado una serie de propuestas de intervención para reducir la contaminación del aire, entre las que se destacan:

- Fortalecer las medidas de intervención coordinadas para el control de incendios.

- Promover la creación de estímulos fiscales para la sustitución paulatina de automóviles a gasolina por automóviles eléctricos y centros de carga; la venta de automóviles con mejor rendimiento de consumo de combustibles por medio de políticas estrictas y sancionatorias; el uso de otros medios de transporte no motorizados, y el uso de transportes y rutas escolares, así como rutas de transporte de trabajo.
- Mantener y actualizar el programa de verificación vehicular como medida de vigilancia en las emisiones de los vehículos automotores.
- Promover la realización del servicio de afinación y mantenimiento de automóviles públicos y privados.
- Reducir la emisión de contaminantes de los vehículos del transporte público pesados a través de la implementación de tecnología de filtrado de emisiones.
- Promover el consumo de energía renovable.
- Diseñar campañas de difusión para evitar fugas de precursores en hogares, servicios y comercio informal de alimentos.
- Fortalecer y actualizar las normas de salud ambiental y calidad del aire de acuerdo con recomendaciones y estándares internacionales (por ejemplo, las Guías de Calidad del Aire de la OMS).
- Mantener el monitoreo continuo de los contaminantes criterio.
- Reforzar el monitoreo continuo de COV y BTEX e incluirlos como contaminantes criterio.
- Revisar los niveles para decretar contingencias ambientales por PM_{2.5}, PM₁₀, y O₃, y evaluar la factibilidad de incluir otros contaminantes como SO₂.
- Mejorar el pronóstico de calidad del aire.
- Fortalecer el Sistema de Vigilancia Epidemiológica de Efectos a la Salud por Contaminación Atmosférica para que evalúe los impactos en salud de las medidas propuestas en el ProAire.
- Determinar la línea base de morbilidad y mortalidad atribuible a la contaminación en la ZMVM.
- Evaluar el fenómeno de la isla de calor urbano en la zona metropolitana.
- Capacitar al personal de salud y de dependencias gubernamentales en relación con los efectos de la contaminación del aire.
- Establecer proyectos de divulgación de la contaminación del aire en diferentes niveles educativos.
- Concientizar a la población de los horarios en los que debe de evitar la exposición al aire libre.
- Promover espacios para hacer ejercicio en zonas con menor riesgo de exposición.

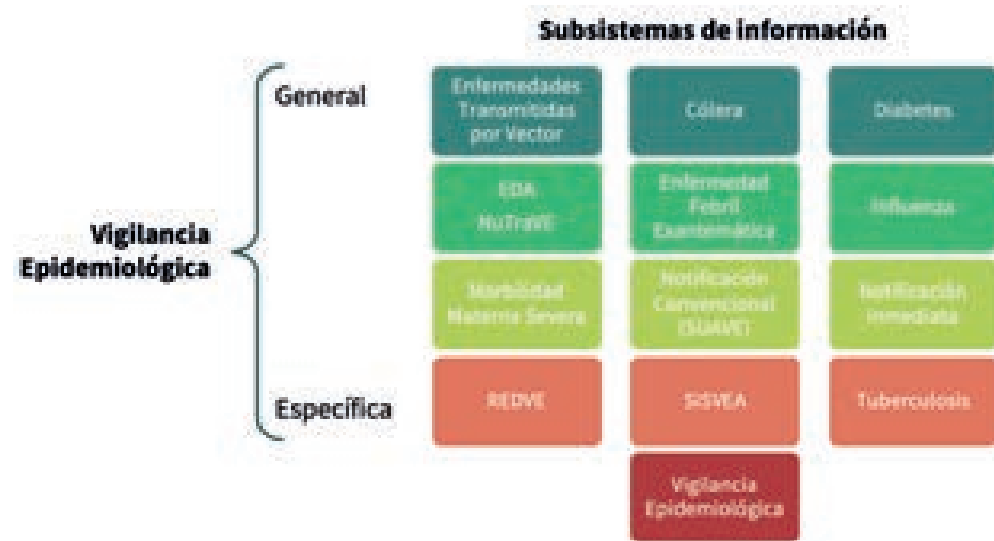
Las propuestas específicas del Comité Técnico fueron consideradas para la integración de las medidas y acciones de política pública del presente ProAire. Asimismo, las propuestas sobre temas de investigación fueron contempladas para la elaboración de una agenda con temas específicos a desarrollar para mejorar la gestión de la calidad del aire en la ZMVM. Para más información sobre las medidas y acciones, así como la agenda de investigación, se puede consultar el Capítulo 7.

A6.2.6 Sistemas de vigilancia epidemiológica

Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica

Los sistemas de vigilancia se establecen en función de las necesidades e intereses de los sistemas de salud, tomando en consideración recursos físicos, humanos y económicos disponibles, pudiendo ser de distintos tipos (Dirección de Epidemiología, 2013). En México, la vigilancia se realiza a través del Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica (SINAVE), el cual recolecta de

forma sistemática, continua, oportuna y confiable información relevante y necesaria sobre las condiciones de salud de la población y sus determinantes (ver Figura A6.1). El análisis e interpretación de esta información permite sustentar la toma de decisiones con evidencia sólida, según lo marca la NOM-017-SSA2-2012, para la vigilancia epidemiológica.



Nota: SISVEA: Sistema de Vigilancia Epidemiológica de las Adicciones de México; EDA NuTraVE: Enfermedad Diarreica Aguda mediante la Estrategia de Núcleos Trazadores; REDVE: Registro electrónico de defunciones sujetas a vigilancia epidemiológica.

Figura A6.1 Subsistemas de información del Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica

Fuente: Dirección General de Epidemiología de la Secretaría de Salud (2020)

En este sentido, y al ser la ZMVM una de las áreas con mayores índices de contaminación atmosférica, la Dirección de Epidemiología y Medicina Preventiva de los Servicios de Salud Pública (SSP) de la Ciudad de México, en coordinación con la SEDEMA y a través de un grupo de trabajo conformado por profesionales en el campo

de salud pública y medio ambiente, se dio a la tarea de crear un sistema de vigilancia local que permite generar una red activa de información en salud pública y medio ambiente, con el objetivo de establecer una relación entre el comportamiento de las enfermedades y la contaminación atmosférica.

Sistema de Vigilancia Epidemiológica de Efectos a la Salud, relacionados con la Contaminación Atmosférica (SIVEESCA)⁵

El objetivo de un sistema de vigilancia es dar cuenta de los eventos de salud asociados con la contaminación del aire que ocurren en una región en específico; esto implica

cuantificar los niveles de contaminación atmosférica, la exposición de la población y los efectos en morbilidad y mortalidad (Ballester, 2005). El SIVEESCA representa un

esfuerzo adicional al SINAVE para la recopilación de datos diarios, lo que permitiría la detección de exceso de casos o incidencias, sobre todo en poblaciones vulnerables a la mala calidad del aire, al mismo tiempo que facilita el trabajo conjunto entre instancias de salud y ambiente para la vigilancia epidemiológica y la generación de información para la cuantificación de impactos a la salud por la mala calidad del aire a nivel local.

Se definió la selección de contaminantes y padecimientos que se encontrarían sujetos a vigilancia. En total se seleccionaron tres contaminantes criterio (O₃, PM_{2.5} y PM₁₀) y diez padecimientos (infecciones respiratorias agudas, enfermedad isquémica del corazón, asma o estado asmático, neumonías o bronconeumonías, bronquiolitis, enfermedades cerebrovasculares, EPOC, conjuntivitis, dermatitis aguda y rinitis). Se definió realizar la vigilancia en siete unidades denominadas centinela, conformadas por un centro de salud, un hospital y una estación de monitoreo atmosférico. La Tabla A6.1 enlista las unidades elegidas, de acuerdo con las condiciones propias de cada unidad.

La construcción del SIVEESCA requirió de una serie de etapas; en primer lugar, se elaboró un estudio exploratorio de variables epidemiológico-ambientales, lo cual per-

Tabla A6.1 Conformación de núcleos centinela

| Núcleo centinela | Hospital | Centro de Salud | Estación de Monitoreo |
|------------------|---|--|-------------------------|
| 1 | H.G. Ajusco Medio J.S. Tlalpan | C.S. TIII Cultura Maya J.S. Tlalpan | Ajusco Medio (AJM) |
| 2 | H.G. Tláhuac J.S. Tláhuac | C.S. TIII Tulyehualco J.S. Xochimilco | Tláhuac (TAH) |
| 3 | H.G. Milpa Alta J.S. Milpa Alta | C.S. TIII Dr. Gastón Melo J.S. Milpa Alta | Milpa Alta (MPA) |
| 4 | H.G. Dr. Enrique Cabrera J.S. Álvaro Obregón | C.S. TIII Eduardo Jenner J.S. Álvaro Obregón | Santa Fe (SFE) |
| 5 | H.P. Azcapotzalco J.S. Azcapotzalco | C.S. TIII Dr. Galo Soberón J.S. Azcapotzalco | Camarones (CAM) |
| 6 | H.G. La Villa J.S. Gustavo A. Madero | C.S. TIII Manuel Cárdenas de la Vega J.S. Gustavo A. Madero | Gustavo A. Madero (GAM) |
| 7 | H.G. Dr. Gregorio Salas J.S. Cuauhtémoc | C.S. TIII Dr. Luis E. Ruiz J.S. Venustiano Carranza | Merced (MER) |

Fuente: SEDEMA

A través de un formato físico se notifica diariamente de los padecimientos; después se envía la información a la SEDEMA, quien diseñó una plataforma web para la visualización de los datos. A finales del 2019, derivado de la revisión de la información, se realizaron actualizaciones en el sistema y se definió que la vigilancia abarcaría únicamente ocho padecimientos: infecciones respiratorias agudas, rinitis, bronquiolitis, asma y estado asmático,

EPOC, influenza, conjuntivitis y neumonías y bronconeumonías. De igual forma, se modificó el flujo de la información y la SEDEMA puso en marcha una plataforma web para agilizar la notificación de casos de las unidades a nivel central; la herramienta también facilita la visualización gráfica y análisis. El flujo de información se representa en la Figura A6.2.

⁵ Sección elaborada con aportaciones de la Secretaría de Salud (Dirección General de Promoción de la Salud y Dirección General de Epidemiología).

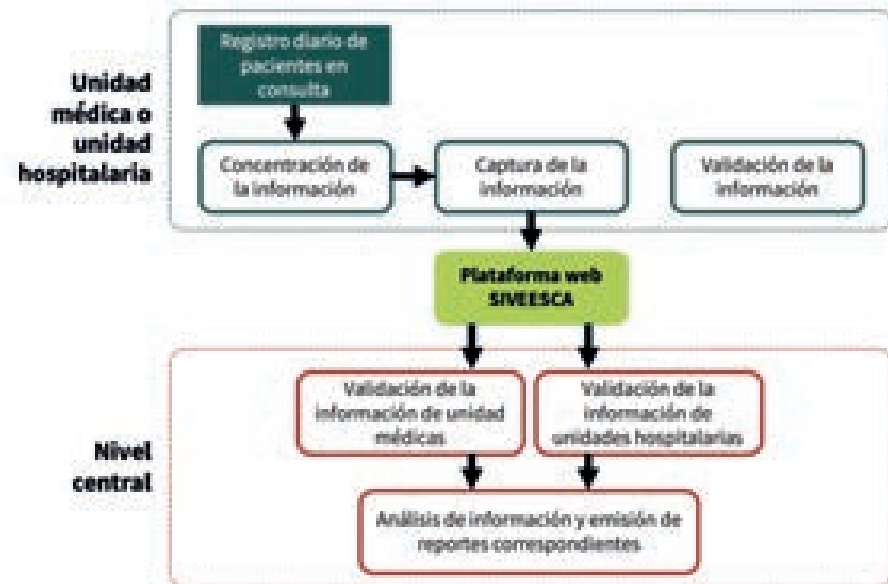


Figura A6.2 Flujo de información de la notificación diaria de casos
Fuente: SEDEMA

Este sistema podrá ser utilizado para evaluar los impactos en la salud pública a corto plazo por la contaminación atmosférica: será un insumo clave para la toma de decisiones, especialmente durante las contingencias ambientales atmosféricas, y con ello generar un sistema de alerta temprana. La Figura A6.3 muestra un ejemplo del reporte de información generado a través del SIVEESCA.

Este sistema podrá ser utilizado para evaluar los impactos en la salud pública a corto plazo por la contaminación atmosférica: será un insumo clave para la toma de decisiones, especialmente durante las contingencias ambientales atmosféricas, y con ello generar un sistema de alerta temprana. La Figura A6.3 muestra un ejemplo del reporte de información generado a través del SIVEESCA.

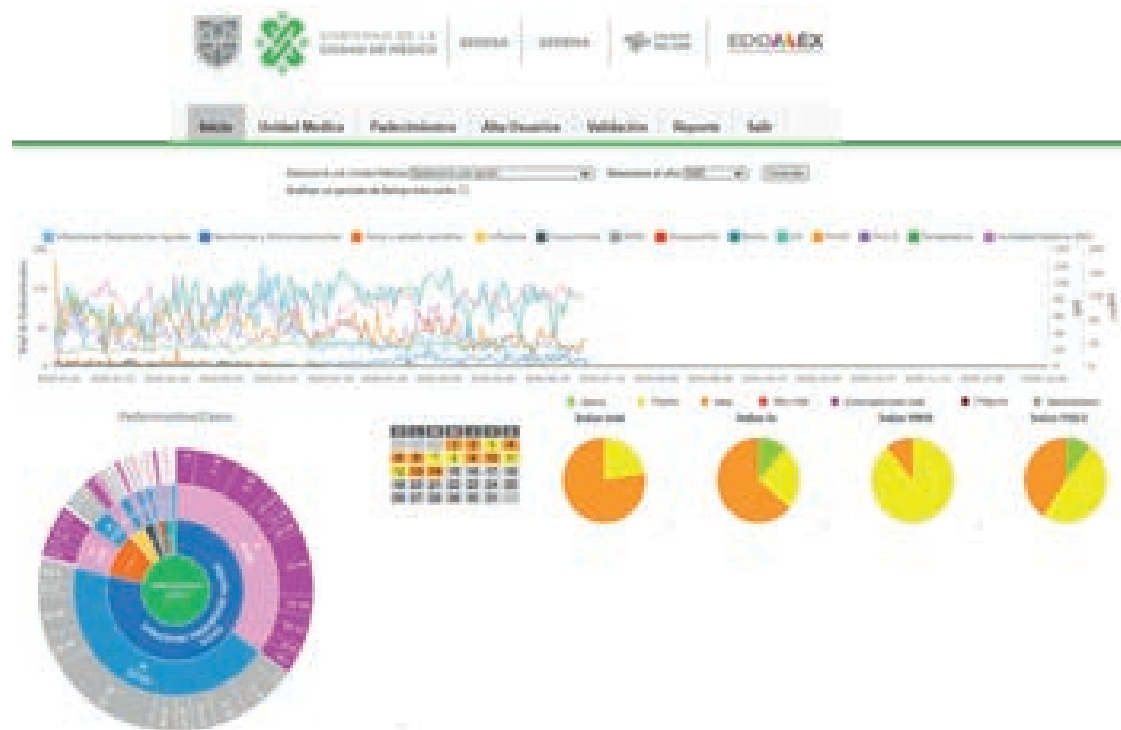


Figura A6.3 Reporte del Sistema de Vigilancia Epidemiológica de Efectos a la Salud por Contaminación Atmosférica
Fuente: SEDEMA

A6.2.7 Programas de movilidad

En la Ciudad de México, la Secretaría de Movilidad cuenta con instrumentos como el Plan Estratégico de Movilidad de la Ciudad de México (2019), el cual tiene por objeto mejorar la calidad de vida de la población, disminuir las desigualdades sociales y reducir la emisión de contaminantes y gases de efecto invernadero. Es importante que

se establezcan planes de movilidad gubernamental, empresarial y escolar, que contribuyan a mejorar el acceso a la movilidad, reducir las emisiones asociadas al transporte y así contribuir a la reducción de los impactos a la salud por la contaminación derivada de los diferentes medios de transporte, en línea con los objetivos del presente ProAire.

A6.2.8 Comunicación y difusión de información relativa a calidad del aire y riesgos a la salud

Índice Aire y Salud

El Gobierno de la Ciudad de México pone a disposición de la población herramientas para conocer información sobre la calidad del aire en tiempo real y el nivel de riesgo asociado. En primera instancia, a partir de la entrada en

vigor de la NOM-172-SEMARNAT-2019 el 18 de febrero de 2020, la SEDEMA genera de forma horaria, los 365 días del año, el Índice Aire y Salud⁶, en función de los niveles de concentración de contaminantes criterio en el aire am-

| Calidad del aire | Nivel de riesgo | Recomendaciones |
|---------------------|--|--|
| Buena | Mínimos o nulos. | Disfrutar actividades al aire libre. |
| Aceptable | Síntomas respiratorios en personas sensibles. Si se tiene una enfermedad respiratoria o cardíaca se pueden agravar los síntomas. | Personas sensibles deben evitar ejercicios físicos vigorosos al aire libre. El resto de la población puede disfrutar actividades al aire libre. |
| Mala | Personas sensibles pueden experimentar tos, estornudos, ardor en los ojos, etc. Los síntomas se pueden agravar si se tiene una enfermedad respiratoria o cardíaca. El resto de la población puede presentar síntomas después de largos periodos de exposición. | Personas sensibles deben evitar ejercicios físicos moderados y vigorosos al aire libre. El resto de la población debe reducir las actividades físicas vigorosas. |
| Muy mala | Toda la población puede experimentar tos, estornudos, ardor en los ojos, etc. Los síntomas se pueden agravar si se tiene una enfermedad respiratoria o cardíaca, así como después de largos periodos de exposición. | Personas sensibles deben evitar cualquier actividad física al aire libre y mantenerse en interiores. El resto de la población debe evitar las actividades físicas moderadas o vigorosas. Se debe acudir a una Unidad de Salud en caso de presentar síntomas respiratorios o cardíacos. |
| Extremadamente mala | Se pueden agravar enfermedades cardíacas o respiratorias. Toda la población puede presentar síntomas más graves, incluyendo falta de aire y dolor en el pecho. | Se recomienda a toda la población permanecer en interiores. Se debe acudir a una Unidad de Salud en caso de presentar síntomas respiratorios o cardíacos. |

Figura A6.4 Nivel de riesgo y recomendaciones en función de la categoría del Índice Aire y Salud
Fuente: SEDEMA (2020a)

⁶ Consultar el Capítulo 3 y sus anexos para obtener más información sobre cómo se determina el Índice Aire y Salud y cómo este suple al índice anterior (Índice de Calidad del Aire de la Ciudad de México). Para que la población se acostumbre al cambio, el Gobierno de la Ciudad de México reporta tanto el Índice de Aire y Salud como el antiguo Índice de Calidad del Aire local en los medios mencionados.

biente. El Índice Aire y Salud cuenta con cinco categorías de la calidad del aire; a cada una de ellas se le asigna un color específico, un nivel de riesgo a la salud y recomendaciones específicas para reducir la exposición y los impactos a la salud (ver Figura A6.4).

El Índice Aire y Salud se difunde a la población en tiempo real, para informar de manera oportuna sobre la calidad del aire en la ZMVM y recomendaciones puntuales para proteger la salud de la población. Esta información se comunica por medio de diferentes plataformas, que incluyen:

- Redes sociales como Twitter (@Aire_CDMX)
- El sitio web oficial de calidad del aire en la Ciudad de México: aire.cdmx.gob.mx
- Mecanismos de atención ciudadana vía telefónica, en específico el servicio AIRETel (5278-9931 ext. 1)
- La aplicación AIRE para dispositivos móviles inteligentes (Android y iOS)
- Correo electrónico (calidadaire@sedema.cdmx.gob.mx)

Índice de Riesgo para Personas Susceptibles

La Ciudad de México también cuenta con un Índice de Riesgo para Personas Susceptibles (IRPS), el cual es una herramienta de comunicación que asocia los efectos nocivos a la salud con la concentración de tres contaminantes: O₃, PM_{2.5} y NO₂. El IRPS es un complemento para otros índices utilizados en la ZMVM y está dirigido especialmente a grupos vulnerables como niñas y niños, personas adultas mayores, personas con enfermedades respiratorias y cardiovasculares, entre otras, las cuales pueden presentar síntomas incluso a concentraciones bajas. Este índice multicontaminante provee un solo valor al día para toda la Ciudad de México, por medio de una escala nu-

mérica y de colores (ver Figura A6.5), para representar el nivel de contaminación del aire (SEDEMA, 2020b). El valor del IRPS se comunica con un día de antelación para que las personas tengan tiempo de planear sus actividades al aire libre y reducir su exposición a corto plazo. Debido a que la sensibilidad a la contaminación es heterogénea entre la población, se busca que cada persona defina su nivel de riesgo (programa #conoceTuNumero), esto es, el valor del IRPS a partir del cual comienzan a sentir molestias respiratorias y, con base en esto, que puedan modificar su comportamiento, actividad física al aire libre y reducir su exposición.

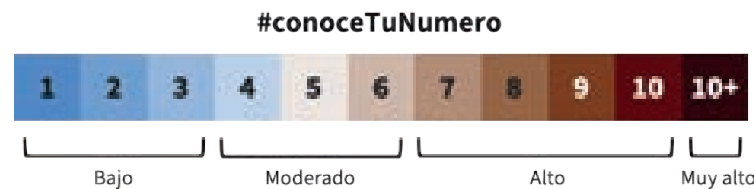


Figura A6.5 Escala del Índice de Riesgo para Personas Susceptibles
Fuente: SEDEMA (2020b)

El IRPS de la Ciudad de México busca complementar al Índice Aire y Salud, para proveer a la población la mejor información posible sobre los riesgos a la salud asociados al estado de la calidad del aire; el IRPS no es un sustituto del Índice Aire y Salud, por lo que es importante distinguir entre sus objetivos y usos previstos. Este índice fue construido de manera específica para la población de la Ciudad de México; al contar con amplias bases de datos

de los sectores de salud y medio ambiente, fue posible identificar la relación entre la calidad del aire y algunas enfermedades respiratorias.

El Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias (INER) y la SEDEMA están trabajando en una metodología que ayudará a la población a identificar su número. Para ello se seleccionó un grupo de pacientes con asma

(niñas, niños y personas adultas) y con EPOC, quienes diariamente y por un periodo de dos a tres meses, respondieron cuestionarios validados para EPOC y control

de asma; de esta forma es posible caracterizar la sintomatología clínica. Se destaca que el proyecto continúa hoy en día.

A6.2.9 Programas educativos

Los Servicios de Salud Pública de la Ciudad de México, a través del Programa de Salud Escolar, lleva a cabo acciones de promoción de la salud en escuelas de la ciudad, lo cual permite desarrollar hábitos de vida saludables al instruir a las niñas y niños, y a la comunidad educativa en general, sobre herramientas de educación para la salud. Dentro del programa también se incorporan valores de convivencia y solidaridad para generar entornos saludables en beneficio del medio ambiente y la salud colectiva, a partir de la apropiación del conocimiento, la toma de decisiones y la acción sobre los determinantes sociales.

En este contexto, se propone como estrategia el promover un programa de banderines sobre calidad del

aire, siendo su campo de acción 400 escuelas de nivel preescolar y primarias oficiales de la Ciudad de México. Bajo este tipo de esquemas se prioriza que la comunidad educativa conozca y reconozca la temática de calidad del aire, el nivel de riesgo y las recomendaciones en función de la categoría del Índice Aire y Salud (para más información sobre los aspectos técnicos de la definición del índice, consultar el Capítulo 3; para una revisión detallada de la comunicación y difusión del índice, revisar el Capítulo 8). Los banderines facilitan que la población escolar ajuste sus actividades físicas y reduzca su exposición, en línea con los colores del Índice Aire y Salud. Por ejemplo, en la Figura A6.6 se muestran las recomendaciones que emite la US EPA dentro de su programa de banderines sobre calidad del aire en escuelas.



Figura A6.6 Banderines de calidad del aire para actividad física en escuelas
Fuente: US EPA (2019)

Por otra parte, también se promueve y se difunde el cuidado a la salud en 220 Unidades de Salud de Primer Nivel de Atención, en especial por la exposición a contaminan-

tes al realizar actividades al aire libre, a través de sesiones educativas y de trabajo con grupos organizados, como los comités locales de salud, entre otros.

Fuentes de información

- Ballester, F. (2005). Vigilancia de riesgos ambientales en Salud Pública: El caso de la contaminación atmosférica. *Gaceta Sanitaria*, 19, 253–257.
- COFEPRIS. (2017). *Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de Calidad del Aire Ambiente*. <http://www.gob.mx/cofepris/acciones-y-programas/4-normas-oficiales-mexicanas-nom-de-calidad-del-aire-ambiente>
- CONABIO. (2020). *Sistema de Alerta de Incendios*. <http://incendios.conabio.gob.mx/>
- Coordinación General de Protección Civil. (2019). *Programa Especial para Incendios Forestales*. Gobierno del Estado de México. <https://cgproteccioncivil.edomex.gob.mx/sites/cgproteccioncivil.edomex.gob.mx/files/files/Que%20hacer/Programa%20Especial%20para%20Incendios%20Forestales.pdf>
- de Lima, M. (2020). The value of a statistical life in Mexico. *Journal of Environmental Economics and Policy*, 9(2), 140–166. <https://doi.org/10.1080/21606544.2019.1617196>
- Dirección de Epidemiología. (2013). *Guía para el fortalecimiento de la Vigilancia de la Salud en el nivel local*. Ministerio de Salud. http://www.msal.gob.ar/images/stories/epidemiologia/pdf/guia-c2_vigilancia.pdf
- Dirección General de Epidemiología de la Secretaría de Salud. (2020). *Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica*. <http://www.sinave.gob.mx/>
- Gobierno de la Ciudad de México. (2016). *Acuerdo por el que se constituye el Comité Científico-Técnico de Vigilancia sobre la Contaminación Atmosférica de la Ciudad de México* (47 bis). Gaceta Oficial de la Ciudad de México.
- Gobierno de la Ciudad de México. (2018). *Acerca de | Secretaría de Salud*. Secretaría de Salud de la Ciudad de México. <https://www.salud.cdmx.gob.mx/secretaria/acerca-de>
- Gobierno de la Ciudad de México. (2019). *Aviso por el que se da a conocer el Programa para Prevenir y Responder a Contingencias Ambientales Atmosféricas en la Ciudad de México*. Gaceta Oficial de la Ciudad de México. Secretaría del Medio Ambiente (SEDEM).
- Gobierno del Estado de Hidalgo. (2019). *Información relevante | Secretaría de Salud del Estado de Hidalgo*. <http://s-salud.hidalgo.gob.mx/pages/informacion.html>
- Gobierno del Estado de México. (2018). *Acerca de la Secretaría | Secretaría de Salud*. http://salud.edomex.gob.mx/salud/acerca_de
- INECC. (2014). *Valoración económica de los beneficios a la salud de la población que se alcanzarían por la reducción de las PM2.5 en tres zonas metropolitanas mexicanas*. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. http://cambioclimatico.gob.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/publicaciones/224/712_2014_Valoracion_economica_beneficios_salud.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- INECC. (2017). *Estimación del valor de una vida estadística en México: Un estudio de valoración contingente*. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/436696/Informe_final_VEV_vf.pdf
- INECC, & LSE. (2015). *The value of statistical life in Mexico: A contingent valuation study*. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. London School of Economics and Political Science. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/191446/Disponibilidad_a_pagar_por_reducir_riesgo_de_muerte.pdf
- Institute for Health Metrics and Evaluation, & World Bank Group. (2016). *The Cost of Air Pollution: Strengthening the Economic Case for Action*. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/25013>
- Kochi, I., Hubbell, B., & Kramer, R. (2006). An Empirical Bayes Approach to Combining and Comparing Estimates of the Value of a Statistical Life for Environmental Policy Analysis. *Environmental & Resource Economics*, 34(3), 385–406. <https://doi.org/10.1007/s10640-006-9000-8>
- OCDE. (2011). *Valuing Mortality Risk Reductions in Regulatory Analysis of Environmental, Health and Transport Policies: Policy Implications*. Organization for Economic Cooperation and Development. <https://www.oecd.org/env/tools-evaluation/48279549.pdf>
- OCDE. (2012). *Mortality Risk Valuation in Environment, Health and Transport Policies*. <https://doi.org/10.1787/9789264130807-en>
- PROBOSQUE. (2015). *Estrategia de Manejo del Fuego en el Estado de México. 2015-2025*. Gobierno del Estado de México. https://probosque.edomex.gob.mx/sites/probosque.edomex.gob.mx/files/files/incendiosFtales/Estrategia_Manejo_Fuego_Edo_Mex_2015.pdf
- Secretaría de Salud. (2020). *¿Qué hacemos?* <https://www.gob.mx/salud/que-hacemos>
- SEDEMA. (2019). *Protocolo para la Atención de Incendios Forestales en el Suelo de Conservación de la Ciudad de México*. <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/protocolo-de-incendios-forestales-1.pdf>
- SEDEMA. (2020a). *Índice Aire y Salud*. <http://www.aire.cdmx.gob.mx/default.php?opc=%27ZaBhnmI=&dc=%27Zw==>
- SEDEMA. (2020b). *Índice de riesgo para personas susceptibles (IRPS)*. <http://aire.cdmx.gob.mx/conoce-tu-numero/>
- US EPA. (2019). *Programa de banderines sobre calidad del aire para escuelas*. <https://www.airnow.gov/sites/default/files/2019-09/school-poster-spanish.pdf>
- Viscusi, W. K., & Masterman, C. J. (2017). Income Elasticities and Global Values of a Statistical Life. *Journal of Benefit-Cost Analysis*, 8(2), 226–250. Cambridge Core. <https://doi.org/10.1017/bca.2017.12>

ANEXOS CAPÍTULO 7

A7.1 Fichas descriptivas

| | |
|-------------------|---|
| Medida 1 | Control de emisiones en el transporte de carga |
| Acción 1.1 | Actualización de la normatividad aplicable a las unidades de carga |
| Subsector | Tractocamiones y vehículos de carga mayores a 3.8 t. |

| |
|--|
| Descripción |
| Actualizar normas oficiales mexicanas (NOM) que regulen las emisiones del transporte de carga, así como las complementarias para su correcta aplicación. |

| Diagnóstico | | | | | |
|--|------------------|-------------------|-----------------|-----------------|--------|
| De acuerdo con el Inventario de Emisiones de la ZMVM 2018, en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) circulan más de 100 mil unidades de transporte de carga pesada, de las cuales cerca del 80% se encuentran registradas en alguna de las tres entidades, mientras que el resto se constituyen por transportes que circulan de manera temporal por la ciudad. Estas unidades tienen una edad promedio de 15 años y generan un porcentaje significativo de partículas suspendidas, entre otros contaminantes. Se calcula que los tractocamiones y los vehículos de carga mayores a 3.8 toneladas contribuyen con 17.3% y 17.2% del total de las emisiones de PM _{2.5} y carbono negro de la ZMVM, respectivamente (ver la siguiente tabla). En este contexto, el control de las emisiones de estas fuentes móviles requiere una base jurídica que permita reducir la tasa de emisión de los automotores nuevos que se comercialicen en el país y, con ello, lograr reducir gradualmente el volumen de emisiones generados por este sector, conforme se vaya renovando la flota vehicular actual. | | | | | |
| Emisiones contaminantes generadas por el subsector, ZMVM-2018¹ (t/año) | | | | | |
| Fuente contaminante | PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | NO _x | CN |
| Total, ZMVM | 34 779.5 | 16 500.1 | 3068.1 | 144 597.8 | 2615.3 |
| | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% |
| Total, fuentes móviles | 13 763.3 | 7097.5 | 1058.8 | 124 114.6 | 1526.0 |
| | 39.6% | 43.0% | 34.5% | 85.8% | 58.4% |
| Total, categorías relevantes | 3806.7 | 2859.3 | 271.1 | 15 868.5 | 449.5 |
| | 10.9% | 17.3% | 8.8% | 11.0% | 17.2% |
| Tractocamiones | 1559.7 | 1258.5 | 138.1 | 4193.0 | 220.2 |
| | 4.5% | 7.6% | 4.5% | 2.9% | 8.4% |
| Vehículos de carga mayores a 3.8 t. | 2246.9 | 1600.9 | 133.1 | 11 675.5 | 229.3 |
| | 6.5% | 9.7% | 4.3% | 8.1% | 8.8% |

| Actividades | | | | | | |
|--------------------|---|-------------------------|-------------------------|-----------|-----------|--------------|
| Número | Descripción | Indicador | Entidad | Meta 2024 | Meta 2030 | Costo (M.N.) |
| 1.1.1 | Mantener el cumplimiento del estándar B de la NOM-044-SEMARNAT-2017, que establece los límites máximos permisibles de emisión de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos no metano, hidrocarburos no metano más óxidos de nitrógeno, partículas y amoníaco, provenientes del escape de motores nuevos que utilizan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos, así como del escape de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipados con este tipo de motores. | | | | | |
| | 1.1.1.1 Aplicar los límites del estándar B, establecidos en la regulación de referencia a partir del año 2023. | Reporte de cumplimiento | FED (SEMARNAT/ PROFEPA) | 0 | 1 | ND |

| | | | | | | |
|-------|--|-----------------|----------------|---|---|-------------|
| 1.1.2 | Actualizar la NOM-045-SEMARNAT-2017, Protección ambiental. - Vehículos en circulación que usan diésel como combustible- Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición. | Norma publicada | FED (SEMARNAT) | 1 | 1 | \$2,475,500 |
| | 1.1.2.1 Elaborar el proyecto y publicar la norma para su entrada en vigor, con propuesta y anteproyecto previamente aprobados, incluyendo: la medición del número de partículas en unidades a diésel; así como de dióxido de nitrógeno; además de evaluar la conveniencia de revisar los sistemas de diagnóstico a bordo. | | | | | |
| 1.1.3 | Actualizar la NOM-016-CRE-2016, Especificaciones de calidad de los petrolíferos. | Norma publicada | FED (CRE) | 1 | 1 | \$318,000 |
| | 1.1.3.1 Elaborar el proyecto y publicar la norma para su entrada en vigor, con propuesta y anteproyecto previamente aprobados, que incluya regular la distribución de gasolina con clase de volatilidad A en la Megalópolis, para los meses de marzo a junio, salvo para la ZMVM, donde se deberá seguir distribuyendo la clase de volatilidad AA. Así como modificar el territorio del país en donde es obligado la comercialización de diésel de ultra bajo azufre (DUBA) para garantizar su disponibilidad en todas las entidades federativas del país. | | | | | |

| | |
|------------------------------------|---|
| Responsables e involucrados | |
| Entidades responsables | Gobierno Federal |
| Instituciones responsables | <ul style="list-style-type: none"> Gobierno Federal: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) – Dirección General de Industria y Dirección General de Fomento Ambiental Urbano y Turístico, Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) y Comisión Reguladora de Energía (CRE) - Dirección General de Normalización y Verificación de Hidrocarburos. |
| Actores involucrados | <ul style="list-style-type: none"> Gobierno Federal: Secretaría de Economía (SE) y Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) Coordinación Ejecutiva de la Comisión Ambiental de la Megalópolis (CE-CAME) Ciudad de México: Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA) Estado de México: Secretaría del Medio Ambiente (SMAGEM) Estado de Hidalgo: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos (SEMARNATH) Otros: Cámaras empresariales, instituciones académicas, centros de investigación, organizaciones de la sociedad civil y organismos internacionales |

¹ En la tabla se incluyen únicamente aquellos contaminantes de interés cuyas emisiones son atendidas por la acción descrita. Se utilizan las siguientes siglas: NS cuando las emisiones del contaminante expuesto no son significativas, NA cuando la actividad no emite dicho contaminante y NE cuando las emisiones no fueron estimadas. Los porcentajes pueden variar por el redondeo de cifras.

| Marco normativo | |
|---|--|
| Fundamento jurídico | |
| Fundamentos en leyes generales o federales | |
| <p>La fracción III del artículo 111 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente faculta a la SEMARNAT para expedir las NOM que establezcan, por contaminante y por fuente de contaminación, los niveles máximos permisibles de emisión de gases y partículas a la atmósfera provenientes de fuentes fijas y móviles. Adicionalmente, de acuerdo con las fracciones VIII y IX del artículo 3 de la Ley de Infraestructura de la Calidad (LIC), compete exclusivamente a las dependencias o entidades de la Administración Pública Federal elaborar las propuestas de NOM, someterlas al conocimiento de los comités consultivos nacionales de normalización, expedirlas y, en su caso, modificarlas con base en el procedimiento previsto en el artículo 35 de este ordenamiento.</p> | |
| Reformas legislativas, regulatorias o normativas | |
| <p>Bajo el marco normativo vigente, se considera que es posible establecer esta medida para promover la actualización de la normatividad aplicable a las emisiones de las unidades de carga, con base en el procedimiento previsto en la Ley de Infraestructura de la Calidad.</p> | |

| Factores económicos | |
|----------------------------------|--|
| Costo estimado | <p>\$2,800,000 M.N.</p> <p>Incluye la publicación de las normas actualizadas, considerando costos por anteproyecto y participación de personal.</p> |
| Fuentes de financiamiento | <p>Algunas alternativas para el financiamiento de la acción son:</p> <ul style="list-style-type: none"> Inversión pública utilizando recursos presupuestales federales y locales, recursos autogenerados, fideicomisos locales (Fideicomiso 1490 y Fondo Ambiental Público), el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Alternativas de asistencia internacional como la Coalición Clima y Aire Limpio (CCAC), el Programa México-UK PACT y la Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional (GIZ). |

| Barreras de implementación | | | | | | | |
|---|-------------------|-----------------|------------------|------------------------|-------------------|---------------------------|---------------------|
| Descripción de las barreras y supuestos identificados | | | | | | | |
| <p>La barrera identificada es la imposibilidad de garantizar la distribución de diésel con ultra bajo contenido de azufre "DUBA" en todo el país lo cual impide la aplicación del estándar B de la NOM-044-SEMARNAT-2017, dicha barrera tiene su origen en la falta de capacidad de las refinerías nacionales para producir DUBA, la falta de presupuesto para realizar la inversión en refinerías que permita la desulfuración del diésel y el daño que el diésel con más de 15 ppm de azufre genera en la tecnología de control de emisiones de las unidades que cumplen con el estándar B de la norma referenciada</p> | | | | | | | |
| Presupuestales | Económicas | Sociales | Políticas | Institucionales | Operativas | Sector involucrado | Tecnológicas |
| X | | | | | X | | X |

| Beneficios ambientales esperados ¹ | | | | | | | | | | |
|---|--|------------------|-------------------|-----------------|----|-----------------|------|--------------------|------|---------|
| Reducción de emisiones [toneladas reducidas] ¹ | Año | PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | CO | NO _x | COV | CO ₂ eq | CN | Tóxicos |
| | 2024 | 1715 | 1498 | NA | NA | 4016 | 1330 | NA | 152 | 646 |
| | 2030 | 14 423 | 12 269 | NA | 54 | 38 949 | 3229 | NA | 1734 | 1696 |
| Costo-efectividad | Costo medida M.N. / toneladas reducidas | NA | \$228 | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| Cobeneficios | Esta acción garantizará el cambio tecnológico de las unidades de transporte de carga con mayor eficiencia energética, disminuyendo el costo relacionado al combustible que se consume para la transportación de bienes en la ZMVM. | | | | | | | | | |

| Seguimiento y evaluación | | | | | |
|--------------------------|-------------------------|-----------|-------------------|-------------------------------------|--|
| Indicadores | | | | | |
| No. | Nombre | Unidades | Método de cálculo | Frecuencia de medición ⁴ | Medios de verificación |
| 1.1.1.1 | Reporte de cumplimiento | Documento | Conteo | Única vez (año 5) | Informe de PROFEPA respecto al estándar de emisiones que se está exigiendo |
| 1.1.2.1 | Norma publicada | Documento | Conteo | Única vez (año 4) | Publicación en el Diario Oficial de la Federación |
| 1.1.3.1 | Norma publicada | Documento | Conteo | Única vez (año 4) | Publicación en el Diario Oficial de la Federación |

| Cronograma de ejecución | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Metas y avances ⁵ | | | | | | | | | | | |
| Actividad | Indicador | Año | | | | | | | | | |
| | | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
| 1.1.1 | 1.1.1.1 | | | | | 100% | | | | | |
| 1.1.2 | 1.1.2.1 | | 40% | 70% | 100% | | | | | | |
| 1.1.3 | 1.1.3.1 | | 40% | 70% | 100% | | | | | | |

2 Incluye el beneficio ambiental por la modificación a la NOM-016-CRE-2016, Especificaciones de calidad de los petrolíferos, tanto de vehículos de carga como autobuses y vehículos particulares que ingresan a la ZMVM y que provienen de entidades vecinas.

3 Se utilizan las siguientes siglas: NA para no aplica, ND para no determinado y NA* en caso de que se espere un incremento de emisiones de dicho contaminante.

4 El porcentaje de avance a la fecha de medición del indicador puede tener avances parciales en años previos, por lo que se presenta el porcentaje de avance estimado en el cronograma de ejecución.

5 Los porcentajes por indicador son acumulativos y están establecidos con base en el nivel de esfuerzo requerido para completar la actividad que conforman. La ejecución total de la actividad corresponde al 100%, el cual se obtiene al sumar la aportación final de cada indicador.

| | |
|-------------------|---|
| Medida 1 | Control de emisiones en el transporte de carga |
| Acción 1.2 | Impulso a la renovación tecnológica y electromovilidad del transporte de carga |
| Subsector | Vehículos de carga hasta 3.8 t, tractocamiones y vehículos de carga mayores a 3.8 t. |

| Descripción |
|--|
| Reducir el factor de emisión promedio de la flota de transporte de carga mediante cambios regulatorios, programas, y apoyos. Esta acción considera la renovación de la flota de carga pesada y ligera con tecnologías de menor intensidad de carbono, de forma que, para finales del 2030, se incremente el porcentaje de unidades con sistemas eléctricos o híbridos y, en el caso de las unidades a diésel la mayoría de ellos cuenten con sistemas avanzados de control de emisiones de partículas y óxidos de nitrógeno (estándares nacionales 1B y 2B equivalentes a EPA 10 y EURO VI). |

| Diagnóstico | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|----|-------------|----------|----------|--------|-----------|--------|--|--------|--------|--------|--------|--------|------------------------|----------|--------|--------|-----------|--------|--|-------|-------|-------|-------|-------|------------------------------|--------|--------|-------|----------|-------|--|-------|-------|------|-------|-------|--------------------------------|-------|-------|------|--------|------|--|------|------|------|------|------|----------------|--------|--------|-------|------|-------|--|------|------|------|------|------|-------------------------------------|--------|--------|-------|----------|-------|--|------|------|------|------|------|
| De acuerdo con el Inventario de Emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) 2018, en la ZMVM circulan más de 283 mil vehículos de carga pesada y ligera, a los que se suman más de 24 mil unidades foráneas que entran y salen de la región para la entrega y recepción de productos y mercancías. Estas unidades son en su mayoría a diésel (24.7%) y gasolina (72.2%). La contribución de este sector a los contaminantes locales es particularmente importante en partículas suspendidas PM ₁₀ y PM _{2.5} , dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno y carbono negro (ver la siguiente tabla). | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Emisiones contaminantes generadas por el subsector, ZMVM-2018¹ (t/año) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>Fuente contaminante</th> <th>PM₁₀</th> <th>PM_{2.5}</th> <th>SO₂</th> <th>NO_x</th> <th>CN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Total, ZMVM</td> <td>34 779.5</td> <td>16 500.1</td> <td>3068.1</td> <td>144 597.8</td> <td>2615.3</td> </tr> <tr> <td></td> <td>100.0%</td> <td>100.0%</td> <td>100.0%</td> <td>100.0%</td> <td>100.0%</td> </tr> <tr> <td>Total, fuentes móviles</td> <td>13 763.3</td> <td>7097.5</td> <td>1058.8</td> <td>124 114.6</td> <td>1526.0</td> </tr> <tr> <td></td> <td>39.6%</td> <td>43.0%</td> <td>34.5%</td> <td>85.8%</td> <td>58.4%</td> </tr> <tr> <td>Total, categorías relevantes</td> <td>4177.0</td> <td>3049.3</td> <td>289.5</td> <td>20 125.0</td> <td>514.4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>12.0%</td> <td>18.5%</td> <td>9.4%</td> <td>13.9%</td> <td>19.7%</td> </tr> <tr> <td>Vehículos de carga hasta 3.8 t</td> <td>370.3</td> <td>189.9</td> <td>18.4</td> <td>4256.5</td> <td>64.9</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1.1%</td> <td>1.2%</td> <td>0.6%</td> <td>2.9%</td> <td>2.5%</td> </tr> <tr> <td>Tractocamiones</td> <td>1559.7</td> <td>1258.5</td> <td>138.1</td> <td>4193</td> <td>220.2</td> </tr> <tr> <td></td> <td>4.5%</td> <td>7.6%</td> <td>4.5%</td> <td>2.9%</td> <td>8.4%</td> </tr> <tr> <td>Vehículos de carga mayores a 3.8 t.</td> <td>2246.9</td> <td>1600.9</td> <td>133.1</td> <td>11 675.5</td> <td>229.3</td> </tr> <tr> <td></td> <td>6.5%</td> <td>9.7%</td> <td>4.3%</td> <td>8.1%</td> <td>8.8%</td> </tr> </tbody> </table> | Fuente contaminante | PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | NO _x | CN | Total, ZMVM | 34 779.5 | 16 500.1 | 3068.1 | 144 597.8 | 2615.3 | | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | Total, fuentes móviles | 13 763.3 | 7097.5 | 1058.8 | 124 114.6 | 1526.0 | | 39.6% | 43.0% | 34.5% | 85.8% | 58.4% | Total, categorías relevantes | 4177.0 | 3049.3 | 289.5 | 20 125.0 | 514.4 | | 12.0% | 18.5% | 9.4% | 13.9% | 19.7% | Vehículos de carga hasta 3.8 t | 370.3 | 189.9 | 18.4 | 4256.5 | 64.9 | | 1.1% | 1.2% | 0.6% | 2.9% | 2.5% | Tractocamiones | 1559.7 | 1258.5 | 138.1 | 4193 | 220.2 | | 4.5% | 7.6% | 4.5% | 2.9% | 8.4% | Vehículos de carga mayores a 3.8 t. | 2246.9 | 1600.9 | 133.1 | 11 675.5 | 229.3 | | 6.5% | 9.7% | 4.3% | 8.1% | 8.8% |
| Fuente contaminante | PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | NO _x | CN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Total, ZMVM | 34 779.5 | 16 500.1 | 3068.1 | 144 597.8 | 2615.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Total, fuentes móviles | 13 763.3 | 7097.5 | 1058.8 | 124 114.6 | 1526.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 39.6% | 43.0% | 34.5% | 85.8% | 58.4% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Total, categorías relevantes | 4177.0 | 3049.3 | 289.5 | 20 125.0 | 514.4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 12.0% | 18.5% | 9.4% | 13.9% | 19.7% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Vehículos de carga hasta 3.8 t | 370.3 | 189.9 | 18.4 | 4256.5 | 64.9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1.1% | 1.2% | 0.6% | 2.9% | 2.5% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tractocamiones | 1559.7 | 1258.5 | 138.1 | 4193 | 220.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4.5% | 7.6% | 4.5% | 2.9% | 8.4% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Vehículos de carga mayores a 3.8 t. | 2246.9 | 1600.9 | 133.1 | 11 675.5 | 229.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 6.5% | 9.7% | 4.3% | 8.1% | 8.8% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

¹ En la tabla se incluyen únicamente aquellos contaminantes de interés cuyas emisiones son atendidas por la acción descrita. Se utilizan las siguientes siglas: NS cuando las emisiones del contaminante expuesto no son significativas, NA cuando la actividad no emite dicho contaminante y NE cuando las emisiones no fueron estimadas. Los porcentajes pueden variar por el redondeo de cifras.

| Actividades | | | | | | |
|--|--|---|--|-----------|-----------|------------------|
| Número | Descripción | Indicador | Entidad | Meta 2024 | Meta 2030 | Costo (M.N.) |
| Generar regulación local para incrementar el uso de unidades de carga pesada de bajas emisiones. | | | | | | |
| 1.2.1 | 1.2.1.1 Modificar las reglas locales de autorización, vigencia y renovación del transporte de carga, de forma que solo se beneficie a las unidades de bajas emisiones que cuenten con trampas de partículas certificadas o tecnología mayor a los estándares nacionales 1B, 2B y 1AA (EPA 10, EURO VI o EPA 07). Se puede ampliar la vigencia de las autorizaciones, exentar de la verificación vehicular y de las restricciones a la circulación; asimismo, la renovación de concesiones y/o permisos se puede condicionar a unidades con dichas tecnologías. | Regulación emitida | CDMX | 1 | 1 | \$887,467 |
| | | | EDOMEX | 1 | 1 | \$887,467 |
| Actualizar y homologar los programas de transporte de carga de bajas emisiones. | | | | | | |
| 1.2.2 | 1.2.2.1 Fomentar la renovación tecnológica en el sector de carga (uso de trampas de partículas certificadas o tecnología mayor al estándar nacional 1B y 2B (equivalentes a o EPA10 o EURO VI), modificando el Programa de Autorregulación. | Homologación realizada | CDMX | 1 | 1 | \$887,467 |
| | | | EDOMEX | 1 | 1 | \$887,467 |
| | 1.2.2.2 Incrementar las unidades de carga pesada de bajas emisiones. | Unidades con mejor tecnología | CDMX | 2,593 | 2,115 | \$190,730,700 |
| | | | EDOMEX | 3,407 | 3,885 | \$350,349,300 |
| Fomentar el uso de unidades de carga ligera eléctricas o híbridas. | | | | | | |
| 1.2.3 | 1.2.3.1 Incrementar las unidades de carga ligera eléctricas o híbridas (plug in o strong), a través de incentivos para que las empresas de carga o mensajería utilicen unidades eléctricas para el reparto de bienes y productos. Se podrán tener como beneficios: la circulación en zonas de baja emisión, incentivos de acuerdo con porcentaje de productos que la empresa reparta mediante estas unidades, ajustes en tarifa, entre otros. Los incentivos a unidades eléctricas deberán ser mayores a los otorgados a las unidades híbridas. | Porcentaje de unidades eléctricas o híbridas ² | CDMX | 3% | 10% | \$4,306,980,000 |
| | | | EDOMEX | 3% | 10% | \$29,965,320,000 |
| Mejorar la coordinación y aplicación de los programas de inspección y vigilancia locales y federales. | | | | | | |
| 1.2.4 | 1.2.4.1 Fortalecer y establecer los mecanismos necesarios para mejorar la coordinación entre los programas de vigilancia locales con el gobierno federal. Se compartirá información obtenida de los programas de inspección y vigilancia, para mejorar la gestión y dar seguimiento a unidades vehiculares. Se propone la creación de un repositorio de datos donde las autoridades compartan y consulten los resultados de los programas. | Repositorio de datos | CDMX EDOMEX FED (SCT/ SEMARNAT) | 1 | 1 | \$1,500,000 |

² Meta establecida a partir de flota total de vehículos de carga ligera. No se consideran los vehículos a diésel.

| Responsables e involucrados | |
|-----------------------------------|---|
| Entidades responsables | Gobierno Federal, Ciudad de México y Estado de México |
| Instituciones responsables | <ul style="list-style-type: none"> Gobierno Federal: Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) – Dirección General de Autotransporte Federal, y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) – Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes. Ciudad de México: Secretaría de Movilidad (SEMOVI) y Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA) Estado de México: Secretaría de Movilidad (SEMOV) y Secretaría del Medio Ambiente (SMAGEM) |
| Actores involucrados | <ul style="list-style-type: none"> Coordinación Ejecutiva de la Comisión Ambiental de la Megalópolis (CE-CAME) Ciudad de México: Secretaría de Administración y Finanzas (SAF) Estado de México: Secretaría de Finanzas (SEFIN) Gobiernos de las entidades de la Megalópolis Otros: Empresas de carga y distribuidores de unidades de carga |

| Marco normativo |
|--|
| Fundamento jurídico |
| <p>Fundamentos en leyes generales o federales</p> <p>La fracción XIII del artículo 5 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), faculta a la Federación para fomentar la aplicación de tecnologías, equipos y procesos que reduzcan las emisiones y descargas contaminantes provenientes de cualquier tipo de fuente, en coordinación con las autoridades de los Estados, la Ciudad de México y los municipios. Asimismo, la fracción I del artículo 116 de la LGEEPA, establece que las autoridades competentes otorgarán estímulos fiscales a quienes adquieran, instalen u operen equipo para el control de emisiones contaminantes a la atmósfera.</p> <p>Por su parte, la fracción IV del artículo 71 de la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (LGAHOTDU) establece que las políticas y programas de movilidad deberán promover la innovación tecnológica de punta, para, entre otras cosas, lograr la reducción de las externalidades negativas en la materia. Asimismo, la fracción II del artículo 72 de la LGAHOTDU ordena a la Federación, a las entidades federativas, a los municipios y a las demarcaciones territoriales a establecer, entre otras cosas, estímulos a vehículos motorizados con baja o nula contaminación. Finalmente, el inciso b) de la fracción II del artículo 34 de la Ley General de Cambio Climático ordena a la Federación, a las entidades federativas y a los municipios el promover, diseñar y elaborar políticas y acciones de mitigación, incluyendo programas de movilidad sustentable en las zonas urbanas o conurbadas, para, entre otras cosas, disminuir el consumo energético.</p> <p>Fundamentos en leyes locales</p> <p><u>Ciudad de México</u></p> <p>El artículo 7 de la Ley de Movilidad de la Ciudad de México (LMCDMX) establece que al diseñar e implementar las políticas, programas y acciones públicas en materia de movilidad, la administración pública deberá observar una serie de principios, entre los que destacan: (i) el de sustentabilidad y bajo carbono, que conlleva, entre otras cosas, impulsar el uso de tecnologías sustentables en los medios de transporte (fracción VIII), e (ii) innovación tecnológica, que conlleva emplear soluciones apoyadas en tecnología de punta, para, entre otras cosas, la reducción de las externalidades negativas de los desplazamientos (fracción X). La fracción XCVI del artículo 9 de la LMCDMX define a las tecnologías sustentables como aquellas que incluyen productos, dispositivos, servicios y procesos amigables con el medio ambiente que reducen o eliminan el impacto al entorno a través del incremento de la eficiencia en el uso de recursos, mejoras en el desempeño y reducción de emisiones contaminantes. Las fracciones VI, XVII y XIX del artículo 12 de la LMCDMX facultan a la SEMOVI, en coordinación con la SEDEMA, a promover la transición gradual de unidades con tecnologías no contaminantes o de bajas emisiones en los servicios públicos y privados de transporte de pasajeros y descarga, además de ser eficientes y eficaces, y en coordinación con la Secretaría de Finanzas, establecer un programa de financiamiento para quienes adquieran tecnologías sustentables.</p> <p>Por su parte, la fracción XL del artículo 9 de la Ley Ambiental de Protección a la Tierra en el Distrito Federal (LAPTFDF) faculta a la SEDEMA para promover el uso de fuentes de energías alternas, así como sistemas y equipos para prevenir o minimizar las emisiones contaminantes en los vehículos en los que se preste el servicio público local de transporte de pasajeros o carga en la Ciudad de México, y fomentar su uso en los demás automotores. El artículo 64 Bis de la LAPTFDF permite a los responsables de vehículos o flotillas suscribir convenios de autorregulación en los que se comprometan a actualizar la tecnología de dichos vehículos o hacer conversiones a combustibles alternos en los términos que la SEDEMA establezca. El artículo 71 Bis de la LAPTFDF ordena a la SEDEMA diseñar, desarrollar y aplicar instrumentos económicos que incentiven el cumplimiento de los objetivos de la política ambiental, incluyendo otorgar incentivos a quienes realicen acciones para la protección, preservación o restauración del equilibrio ecológico.</p> <p>Finalmente, cabe destacar que los últimos dos párrafos del artículo 161 BIS 16 del Código Fiscal de la Ciudad de México, establecen que los vehículos eléctricos o eléctricos con motor de combustión interna (híbridos) estarán exentos del pago del impuesto sobre tenencia o uso de vehículos.</p> |

Estado de México

La fracción XV del artículo 12 de la Ley de Movilidad del Estado de México faculta al Comité Estatal de Movilidad para implementar programas que incentiven el uso de tecnologías sustentables en la prestación del servicio público de transporte, así como a los particulares que usen vehículos motorizados con tecnologías sustentables.

Por su parte, la fracción XXXV del Código para la Biodiversidad del Estado de México (CPBEM) faculta a la SMAGEM para promover el establecimiento de estímulos e incentivos a la población que desarrolle y fomenta actividades de protección ambiental. Las fracciones I y II del artículo 2.59 del CPBEM establecen que se consideran prioritarias para efectos del otorgamiento de los estímulos fiscales que se establezcan conforme a la Ley de Ingresos del Estado las actividades relacionadas con: (i) la investigación, incorporación o utilización de mecanismos, equipos y tecnologías que tengan por objeto evitar, reducir o controlar la contaminación o deterioro ambiental, las emisiones de gases de efecto invernadero, así como el uso eficiente de recursos naturales y de energía, y (ii) la investigación e incorporación de sistemas de ahorro de energía y de utilización de fuentes de energía menos contaminantes y de energías renovables y tecnológicas de bajas emisiones.

Finalmente, cabe destacar que la fracción I del artículo 60 D del Código Financiero del Estado de México y Municipios, establece que los vehículos eléctricos utilizados para el transporte público de personas estarán exentos del pago del impuesto sobre tenencia o uso de vehículos.

Reformas legislativas, regulatorias o normativas

En virtud de que existen disposiciones legales que fundamentan la adopción de la acción, es procedente su implementación.

| Factores económicos | |
|----------------------------------|---|
| Costo estimado | <p>\$34, 818, 500,000 M.N.</p> <p>Incluye el desarrollo de regulaciones que fomenten el uso de vehículos de bajas emisiones, la actualización y homologación de programas de transporte, apoyos para fomentar el uso de unidades de bajas emisiones o unidades híbridas o eléctricas y la creación de un repositorio de datos para mejorar el programa de inspección.</p> |
| Fuentes de financiamiento | <p>Algunas alternativas para el financiamiento de la acción son:</p> <ul style="list-style-type: none"> Inversión pública utilizando recursos presupuestales federales y locales, recursos autogenerados y fideicomisos locales (Fideicomiso 1490 y Fondo Ambiental Público). Inversión de particulares mediante la observancia obligatoria de la normatividad e incentivos de autorregulación. Se espera que la instrumentación de esta política pública sea financiada de manera directa por los empresarios del sector de transporte de carga. El gobierno podrá gestionar un programa que facilite el cambio tecnológico hacia unidades de mayor desempeño energético y ambiental. Alternativas de asistencia internacional como la Coalición Clima y Aire Limpio (CCAC), el Programa México-UK PACT, la Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional (GIZ) y la Agencia Francesa para el Desarrollo (AFD) |

| Barreras de implementación | | | | | | | |
|---|------------|----------|-----------|-----------------|------------|--------------------|--------------|
| Descripción de las barreras y supuestos identificados | | | | | | | |
| Las actividades que se proponen en esta acción pueden ser instrumentadas por las autoridades locales de manera directa mediante modificaciones regulatorias y programáticas. Dado que la mayoría de las actividades de esta acción se enfocan en regulaciones y apoyos, no se prevén barreras significativas, más allá de las barreras políticas requeridas para obtener la autorización e implementación de los cambios requeridos. La actividad relacionada a impedir la renovación de permisos a unidades de carga local con tecnología obsoleta podría causar una reacción negativa por parte de algunos operadores del sector, sin embargo, la gradualidad de esta permitirá a las empresas establecidas adaptarse. Adicionalmente, esta acción puede presentar barreras presupuestales. | | | | | | | |
| Presupuestales | Económicas | Sociales | Políticas | Institucionales | Operativas | Sector involucrado | Tecnológicas |
| X | X | | X | | | X | |

| Beneficios ambientales esperados | | | | | | | | | | |
|---|---|------------------|-------------------|-----------------|--------|-----------------|--------|--------------------|-----|---------|
| Reducción de emisiones (toneladas reducidas) ³ | Año | PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | CO | NO _x | COV | CO ₂ eq | CN | Tóxicos |
| | 2024 | 801 | 600 | 16 | 2859 | 7456 | 5871 | 360 392 | 146 | 1849 |
| | 2030 | 3387 | 2327 | 41 | 10 395 | 35 577 | 24 354 | 900 980 | 657 | 7410 |
| Costo-efectividad | Costo medida M.N. / toneladas reducidas | ND | 514,963,828 | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| Cobeneficios | Se espera que la acción mejore la logística de distribución de bienes y productos en la ZMVM, reduciendo los costos de los transportistas y mejorando la competitividad del sector, potencialmente impactando positivamente las tarifas de transporte y los precios a los consumidores finales. | | | | | | | | | |

| Seguimiento y evaluación | | | | | |
|--------------------------|--|--------------------|--|-------------------------------------|--|
| Indicadores | | | | | |
| No. | Nombre | Unidades | Método de cálculo | Frecuencia de medición ⁴ | Medios de verificación |
| 1.2.1.1 | Regulación emitida | Documento | Conteo | Única vez (año 3) | Gaceta oficial de cada entidad. |
| 1.2.2.1 | Homologación realizada | Documento | Conteo | 3 años (años 2, 3, 4) | Gaceta oficial de cada entidad. |
| 1.2.2.2 | Unidades con mejor tecnología | Unidades | Conteo | Anual | Informe SEDEMA. Informe SMAGEM. |
| 1.2.3.1 | Porcentaje de unidades eléctricas o híbridas | Porcentaje | (Número de unidades adquiridas / Número de unidades planeadas a incrementar) * 100 | Anual | Informe SEMOVI y/o SEDEMA. Solicitud por oficio SMAGEM. |
| 1.2.4.1 | Repositorio de datos | Plataforma digital | Conteo | 3 años (años 2, 3, 4) | Informe oficial de plataforma digital. |

³ Se utilizan las siguientes siglas: NA para no aplica, ND para no determinado y NA* en caso de que se espere un incremento de emisiones de dicho contaminante.

⁴ El porcentaje de avance a la fecha de medición del indicador puede tener avances parciales en años previos, por lo que se presenta el porcentaje de avance estimado en el cronograma de ejecución.

| Cronograma de ejecución | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Metas y avances ⁵ | | | | | | | | | | | |
| Actividad | Indicador | Año | | | | | | | | | |
| | | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
| 1.2.1 | 1.2.1.1 | | | 100% | | | | | | | |
| 1.2.2 | 1.2.2.1 | | | | 50% | | | | | | |
| | 1.2.2.2 | 5% | 10% | 15% | 20% | 25% | 30% | 35% | 40% | 45% | 50% |
| 1.2.3 | 1.2.3.1 | 10% | 20% | 30% | 40% | 50% | 60% | 70% | 80% | 90% | 100% |
| 1.2.4 | 1.2.4.1 | | 30% | 70% | 100% | | | | | | |

⁵ Los porcentajes por indicador son acumulativos y están establecidos con base en el nivel de esfuerzo requerido para completar la actividad que conforman. La ejecución total de la actividad corresponde al 100%, el cual se obtiene al sumar la aportación final de cada indicador.

| | |
|-------------------|---|
| Medida 1 | Control de emisiones en el transporte de carga |
| Acción 1.3 | Limitaciones y vigilancia de la circulación de transporte de carga contaminante |
| Subsector | Vehículos de carga hasta 3.8 t, tractocamiones y vehículos de carga mayores a 3.8 t. |

| Descripción | |
|---|--|
| <p>Reducir la cantidad de kilómetros-carga que se recorren en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) con unidades de bajo desempeño ambiental. Las actividades que componen esta acción buscan eficientar el uso de las unidades de carga que transiten en la metrópoli y beneficiar la circulación de unidades más limpias, mientras se desincentiva a aquellas unidades que no cumplan con los estándares ambientales necesarios para proteger la salud de la población de la región. Esta acción debe acompañarse de acciones de vigilancia y sanción coordinadas entre las autoridades ambientales y las de tránsito.</p> | |

| Diagnóstico | |
|--|--|
| <p>De acuerdo con el Inventario de Emisiones de la ZMVM 2018, en la ZMVM circulan más de 283 mil vehículos de carga pesada y ligera, a los que se suman más de 24 mil unidades foráneas que entran y salen de la región para la entrega y recepción de productos y mercancías. Estos vehículos tienden a ser difíciles de vigilar en el cumplimiento de su normativa¹ debido a la falta de conocimiento por parte de las autoridades competentes y la falta de coordinación entre los diferentes niveles de gobierno y las entidades. La contribución de este sector a los contaminantes locales es particularmente importante en material particulado, óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno y carbono negro (ver la siguiente tabla).</p> | |

Emisiones contaminantes generadas por el subsector, ZMVM-2018² (t/año)

| Fuente contaminante | PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO _x | NO _x | CH ₄ |
|-------------------------------------|--------------------|--------------------|------------------|---------------------|------------------|
| Total, ZMVM | 34 779.5 100.0% | 16 500.1 100.0% | 3068.1 100.0% | 144 597.8 100.0% | 2615.3 100.0% |
| Total, fuentes móviles | 13 763.3 39.6% | 7097.5 43.0% | 1058.8 34.5% | 124 114.6 85.8% | 1526.0 58.4% |
| Total, categorías relevantes | 4177.0 12.0% | 3049.3 18.5% | 289.5 9.4% | 20 125.0 13.9% | 514.4 19.7% |
| Vehículos de carga hasta 3.8 t | 370.3 1.1% | 189.9 1.2% | 18.4 0.6% | 4256.5 2.9% | 64.9 2.5% |
| Tractocamiones | 1559.7 4.5% | 1258.5 7.6% | 138.1 4.5% | 4193 2.9% | 220.2 8.4% |
| Vehículos de carga mayores a 3.8 t. | 2246.9 6.5% | 1600.9 9.7% | 133.1 4.3% | 11 675.5 8.1% | 229.3 8.8% |

s

¹ En este caso la norma de referencia es la NOM-167-SEMARNAT-2017, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes para los vehículos automotores que circulan en las entidades federativas Ciudad de México, Hidalgo, Estado de México, Morelos, Puebla y Tlaxcala; los métodos de prueba para la evaluación de dichos límites y las especificaciones de tecnologías de información y hologramas.

² En la tabla se incluyen únicamente aquellos contaminantes de interés cuyas emisiones son atendidas por la acción descrita. Se utilizan las siguientes siglas: NS cuando las emisiones del contaminante expuesto no son significativas, NA cuando la actividad no emite dicho contaminante y NE cuando las emisiones no fueron estimadas. Los porcentajes pueden variar por el redondeo de cifras.

| Actividades | | | | | | |
|--|---|-----------------------------------|----------------------------------|-----------|-----------|---------------|
| Número | Descripción | Indicador | Entidad | Meta 2024 | Meta 2030 | Costo (M.NL) |
| Implementar restricciones horarias y zonales a la circulación de unidades de carga altamente contaminantes. | | | | | | |
| 1.3.1 | 1.3.1.1 Aplicar una restricción horaria a las unidades de transporte de carga de placas locales y federales que carezcan de trampas de partículas. Se establecerán convenios de exención de acuerdo con compromisos de renovación vehicular y reducción gradual de emisiones. Adicionalmente, la implementación de las Zonas de Baja Emisión evitará la circulación de transportes de carga de placas locales y federales que carezcan de tecnología adecuada para el control de contaminantes. | Regulación emitida | CDMX ³ | 1 | 2 | \$2,662,400 |
| | | | EDOMEX | 1 | 2 | \$2,662,400 |
| Realizar operativos de vigilancia en los límites y dentro de la ZMVM. | | | | | | |
| 1.3.2 | 1.3.2.1 Las autoridades locales y federales utilizarán y evaluarán herramientas tecnológicas adecuadas, como opacímetros, nanómetros o monitores remotos, para detectar y sancionar unidades altamente contaminantes que circulen por la Zona Metropolitana. Para ello se ejecutarán operativos de monitoreo y sanción conjuntos con autoridades ambientales y de tránsito en los principales ejes viales, en las zonas industriales, de alto movimiento de carga y en las entradas de la ZMVM. En caso de ser necesario, las unidades sancionadas y reincidentes podrían perder su placa y salir de circulación. | Operativos conjuntos ⁴ | CDMX | 2 | 8 | \$640,000 |
| | | | EDOMEX | 2 | 8 | \$640,000 |
| | | | FED (INECC/SCT/Guardia Nacional) | 2 | 8 | \$153,902,016 |

| Responsables e involucrados | |
|-----------------------------------|--|
| Entidades responsables | Gobierno Federal, Ciudad de México y Estado de México |
| Instituciones responsables | <ul style="list-style-type: none"> Gobierno Federal: Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), Guardia Nacional. Ciudad de México: Secretaría de Movilidad (SEMOVI) y Secretaría de Seguridad Ciudadana (SSC). Estado de México: Secretaría de Movilidad (SEMOV) y Secretaría de Seguridad (SS). |
| Actores involucrados | <ul style="list-style-type: none"> Gobierno Federal: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) Coordinación Ejecutiva de la Comisión Ambiental de la Megalópolis (CE-CAME) Ciudad de México: Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA), alcaldías Estado de México: Secretaría del Medio Ambiente (SMAGEM), municipios Estado de Hidalgo: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNATH) Otros: Empresas de carga, sindicatos, centros logísticos, empresas de comercialización de bienes y productos y la Central de Abastos |

³ Considerar una restricción horaria y una zonal.

⁴ Para el caso del gobierno federal se incluye el costo del proyecto “Campañas de identificación de automotores altos emisores, vía sensor remoto, en accesos de entrada a la Megalópolis 2020-2024” y el “Estudio técnico para la definición de lineamientos para calificación y evaluación del Dispositivo de Sensor Remoto”, financiados por el FIDAM 1490.

| Marco normativo | |
|---|--|
| Fundamento jurídico | |
| Fundamentos en leyes generales o federales | |
| <p>Las fracciones VII y X del artículo 112 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente facultan a las entidades federativas y a los municipios para: (i) establecer medidas de tránsito y, en su caso, suspender la circulación en casos graves de contaminación, e (ii) imponer sanciones y medidas por infracciones a las leyes que al efecto expidan las legislaturas locales, o los bandos y reglamentos de policía y buen gobierno que expidan los ayuntamientos.</p> <p>Por su parte, la fracción II del artículo 72 de la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano faculta a los tres órdenes de gobierno para, entre otras cosas, establecer restricciones de circulación para vehículos de carga.</p> <p>El artículo 9 de la Ley de la Guardia Nacional, en su fracción XXXII, establece como una de sus atribuciones el determinar las infracciones e imponer las sanciones por violaciones a las disposiciones legales y reglamentarias relativas al tránsito en los caminos y puentes federales, así como a la operación de los servicios de autotransporte federal, sus servicios auxiliares y transporte privado cuando circulen en la zona terrestre de las vías generales de comunicación.</p> | |
| Fundamentos en leyes locales | |
| <u>Ciudad de México</u> | |
| <p>El artículo 145 de la Ley Ambiental de Protección a la Tierra en el Distrito Federal (LAPTFD) faculta a la SEDEMA para restringir y sujetar a horarios nocturnos el tránsito vehicular y las maniobras respectivas en la vía pública de los vehículos de carga, a fin de agilizar la circulación vehicular diurna y reducir, de esta forma, las emisiones contaminantes generadas por las fuentes móviles.</p> <p>Complementariamente, el segundo párrafo del artículo 194 de la Ley de Movilidad de la Ciudad de México establece que se podrán establecer restricciones a la circulación de vehículos en días, horarios y vialidades con objeto de, entre otras cosas, mejorar las condiciones ambientales.</p> | |
| <u>Estado de México</u> | |
| <p>La fracción VIII del artículo 2.149 del Código para la Biodiversidad del Estado de México (CPBEM) faculta tanto a la SMAGEM como a los ayuntamientos para establecer medidas de tránsito y, en su caso, la suspensión de la circulación de vehículos automotores en casos de contingencia ambiental, en las fases de contaminación grave.</p> <p>Complementariamente, la fracción II del artículo 20 de la Ley de Movilidad del Estado de México establece como requisito para el uso de las vías públicas el observar las limitaciones y restricciones para el tránsito establecidas para preservar el ambiente.</p> | |
| Reformas legislativas, regulatorias o normativas | |
| <p>Si bien es cierto que la LAPTFD y el CPBEM facultan a las autoridades competentes para llevar a cabo acciones de inspección y vigilancia y, en su caso, sancionar las infracciones a las disposiciones que resulten aplicables, se recomienda incluir en dichos ordenamientos jurídicos, la facultad expresa de establecer puntos de revisión de los vehículos en la vía pública.</p> | |

| Factores económicos | |
|----------------------------------|---|
| Costo estimado: | \$160,600,000 M.N. Incluye gastos por lineamientos y campañas de sensor remoto. |
| Fuentes de financiamiento | <p>Algunas alternativas para el financiamiento de la acción son:</p> <ul style="list-style-type: none"> Inversión pública destinada a fortalecer a las autoridades ambientales y a las autoridades de tránsito local utilizando recursos presupuestales federales y locales, recursos autogenerados y fideicomisos locales (Fideicomiso 1490 y Fondo Ambiental Público). Alternativas de asistencia internacional como la Coalición Clima y Aire Limpio (CCAC), el Programa México-UK PACT, la Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional (GIZ) y la Agencia Francesa para el Desarrollo (AFD). |

| Barreras de implementación | | | | | | | | | | | |
|---|--|------------------------|-------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------|--------------|--------------------|------|---------|------|
| Descripción de las barreras y supuestos identificados | | | | | | | | | | | |
| Las actividades que se proponen en esta acción pueden ser instrumentadas por las autoridades locales en coordinación con las autoridades federales y ejecutarse en puntos y zonas estratégicas de la metrópoli. Su implementación requiere de una amplia coordinación con los sindicatos, agrupaciones y empresas transportistas, de forma que la operación normal de recepción y entrega de carga puede llevarse a cabo sin impactar la operación de las bodegas, tiendas y demás comercios e industrias que requieren de los servicios de carga pesada y ligera. El sector que será más afectado por esta acción es aquel que utiliza unidades de transporte de edad avanzada, pues se verán impactados con restricciones regionales y de horario. Dada la complejidad de este sector (usualmente el de pequeños propietarios) para adquirir nuevas unidades, se prevé una resistencia social y baja participación de este en obedecer la política propuesta, por lo que las autoridades de tránsito tendrán que hacer frente a la desobediencia civil que se detone. | | | | | | | | | | | |
| Presupuestales | Económicas | Sociales | Políticas | Institucionales | Operativas | Sector involucrado | Tecnológicas | | | | |
| | | X | | | | X | | | | | |
| Beneficios ambientales esperados | | | | | | | | | | | |
| Reducción de emisiones (toneladas reducidas) ⁵ | Año | PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | CO | NO _x | COV | CO ₂ eq | CN | Tóxicos | |
| | 2024 | 5113 | 3822 | 349 | 83 755 | 28 471 | 10 071 | 4 505 990 | 842 | 2800 | |
| | 2030 | 13 200 | 9846 | 891 | 225 810 | 74 088 | 26 926 | 11 796 895 | 2161 | 7517 | |
| Costo-efectividad | Costo medida M.N. / toneladas reducidas | ND | \$16,311 | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | |
| Cobeneficios | Esta acción servirá para mejorar el ordenamiento del transporte de carga y fomentará una mejor calidad tecnológica y operativa del sector, logrando una potencial disminución en los accidentes viales debido a que las unidades que circularán por la ZMVM estarán en mejores condiciones de mantenimiento y vida útil. | | | | | | | | | | |
| Seguimiento y evaluación | | | | | | | | | | | |
| Indicadores | | | | | | | | | | | |
| No. | Nombre | Unidades | Método de cálculo | Frecuencia de medición ⁶ | Medios de verificación | | | | | | |
| 1.3.1.1 | Regulación emitida | Regulaciones | Conteo | 2 años (años 3, 6) | Regulación publicada | | | | | | |
| 1.3.2.1 | Operativos conjuntos | Cantidad de operativos | Conteo | 5 años (años 2, 4, 6, 8, 10) | Informes de dependencias | | | | | | |
| Cronograma de ejecución | | | | | | | | | | | |
| Metas y avances ⁷ | | | | | | | | | | | |
| Actividad | Indicador | Año | | | | | | | | | |
| | | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
| 1.3.1 | 1.3.1.1 | | | 50% | | | 100% | | | | |
| 1.3.2 | 1.3.2.1 | | 20% | | 40% | | 60% | | 80% | | 100% |

⁵ Se utilizan las siguientes siglas: NA para no aplica, ND para no determinado y NA* en caso de que se espere un incremento de emisiones de dicho contaminante. Incluye emisiones evitadas, esto se refiere a que se dejan de emitir en horarios y zonas restringidas; sin embargo, se liberarán al aire en otras zonas de la ZMVM.

⁶ El porcentaje de avance a la fecha de medición del indicador puede tener avances parciales en años previos, por lo que se presenta el porcentaje de avance estimado en el cronograma de ejecución.

⁷ Los porcentajes por indicador son acumulativos y están establecidos con base en el nivel de esfuerzo requerido para completar la actividad que conforman. La ejecución total de la actividad corresponde al 100%, el cual se obtiene al sumar la aportación final de cada indicador.

| | |
|-------------------|---|
| Medida 2 | Reducción de emisiones en el transporte particular |
| Acción 2.1 | Actualización de la normatividad de emisiones vehiculares y de eficiencia energética, aplicable a unidades ligeras |
| Subsector | Vehículos de carga ligera hasta 3.8 t, autos particulares, camionetas SUV y motocicletas |

| Descripción | |
|---|--|
| Actualizar, publicar y crear normas oficiales mexicanas (NOM) que regulen las emisiones del sector, así como las complementarias para su correcta aplicación. Con esta acción se pretende reducir las emisiones del transporte ligero, que, si bien en su mayoría es de uso particular, ampliará al transporte de carga ligera y unidades de transporte individual de pasajeros y de mediana capacidad. | |

Diagnóstico

De acuerdo con el Inventario de Emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) 2018, en la ZMVM circulan más de 5.5 millones de vehículos ligeros, categoría que incluye autos particulares, camionetas SUV, motocicletas y unidades de carga ligera hasta 3.8 toneladas de peso bruto vehicular. Estos vehículos tienden a ser los menos complicados en materia regulatoria, ya que los fabricantes de las unidades están bien identificados, y las unidades están adecuadamente reguladas por parte de los programas ya existentes y por las propias autoridades de tránsito local. Este es un sector en el cual el cambio normativo tiene un impacto significativo, por lo que las actividades regulatorias lograrán controlar las emisiones de este sector.

La contribución del transporte ligero a los contaminantes locales es de interés para las partículas suspendidas, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles (ver la siguiente tabla). En este contexto, el control de las emisiones de las fuentes móviles requiere una base jurídica aplicable, que permita a las autoridades federales instrumentar las políticas y programas requeridos para mejorar la calidad del aire de la zona, contribuyendo así a las acciones de los gobiernos locales y a la mitigación del cambio climático.

Emisiones contaminantes generadas por el subsector, ZMVM-2018¹ (t/año)

| Fuente contaminante | PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | NO _x | COV |
|--------------------------------|------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------|
| Total, ZMVM | 34 779.5 | 16 500.1 | 3068.1 | 144 597.8 | 413 820.9 |
| | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% |
| Total, fuentes móviles | 13 763.3 | 7097.5 | 1058.8 | 124 114.6 | 91 770.8 |
| | 39.6% | 43.0% | 34.5% | 85.8% | 22.2% |
| Total, categorías relevantes | 5775.7 | 1761.2 | 445.4 | 62 612.7 | 60 165.7 |
| | 16.6% | 10.7% | 14.5% | 43.3% | 14.5% |
| Vehículos de carga hasta 3.8 t | 370.3 | 189.9 | 18.4 | 4256.5 | 3110.0 |
| | 1.1% | 1.2% | 0.6% | 2.9% | 0.8% |
| Autos particulares | 3940.5 | 1118.6 | 276.7 | 37 716.0 | 36 755.0 |
| | 11.3% | 6.8% | 9.0% | 26.1% | 8.9% |
| Camionetas SUV | 1093.7 | 280.3 | 103.4 | 15 128.1 | 10 546.7 |
| | 3.1% | 1.7% | 3.4% | 10.5% | 2.5% |
| Motocicletas | 371.2 | 172.3 | 46.9 | 5512.1 | 9754.0 |
| | 1.1% | 1.0% | 1.5% | 3.8% | 2.4% |

S

Actividades

| Número | Descripción | Indicador | Entidad | Meta 2024 | Meta 2030 | Costo (M.N.) |
|--------------|---|-----------------|-----------------------|-----------|-----------|--------------|
| | Publicar la actualización de la NOM-163-SEMARNAT-ENER-SCFI-2013, Emisiones de bióxido de carbono (CO₂) provenientes del escape y su equivalencia en términos de rendimiento de combustible, aplicable a vehículos automotores nuevos de peso bruto vehicular de hasta 3 857 kilogramos. | | | | | |
| 2.1.1 | 2.1.1.1 Elaborar el proyecto y aprobar el anteproyecto para la publicación de la norma y su entrada en vigor. Se deberá proponer la introducción de tecnologías para reducir la emisión de CO ₂ y mejorar el rendimiento de la flota vehicular de manera gradual. | Norma publicada | FED (SEMARNAT/CONUEE) | 1 | 1 | \$663,000 |

1 En la tabla se incluyen únicamente aquellos contaminantes de interés cuyas emisiones son atendidas por la acción descrita. Se utilizan las siguientes siglas: NS cuando las emisiones del contaminante expuesto no son significativas, NA cuando la actividad no emite dicho contaminante y NE cuando las emisiones no fueron estimadas. Los porcentajes pueden variar por el redondeo de cifras.

| | | | | | | |
|--------------|---|---|-------------------|---|---|-------------|
| 2.1.2 | Actualizar la NOM-042-SEMARNAT-2003, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kilogramos, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diésel, así como de las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos. | | | | | |
| | 2.1.2.1 Elaborar el proyecto y publicar la norma para su entrada en vigor, con propuesta y anteproyecto previamente aprobados, incluyendo: los límites máximos permisibles (LMP) aplicables, considerando límites EURO 5 y EPA Tier 2 bin 5 a partir de los modelos 2024, así como emisiones evaporativas de manera similar a los requisitos establecidos en los Estados Unidos de América. | Norma publicada | FED (SEMARNAT) | 1 | 1 | \$3,484,875 |
| 2.1.3 | Emitir una NOM que establezca los límites máximos permisibles aplicables a motocicletas nuevas, considerando para ello, límites mínimos tipo EURO 3, y publicar criterios de verificación. | | | | | |
| | 2.1.3.1 Elaborar el proyecto y publicar la norma para su entrada en vigor, con propuesta y anteproyecto previamente aprobados, incluyendo: los LMP que deberán cumplir las unidades de motocicletas nuevas, para su comercialización en México. Se tendrá que considerar EURO 3 como límite mínimo. | Norma publicada | FED (SEMARNAT/SE) | 1 | 1 | \$3,690,375 |
| | 2.1.3.2 Determinar la factibilidad de actualización o derogación de la NOM-048-SEMARNAT-1993, que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono y humo, provenientes del escape de las motocicletas en circulación que utilizan gasolina o mezcla de gasolina-aceite como combustible. En caso de determinarse factible, se elaborará la propuesta y aprobará el anteproyecto para la publicación de la norma y su entrada en vigor. | Norma publicada o derogada ² | FED (SEMARNAT) | 0 | 1 | \$5,576,375 |
| | 2.1.3.3 Establecer la factibilidad de actualización de la NOM-049-SEMARNAT-1993 que establece las características del equipo y el procedimiento de medición, para la verificación de los niveles de emisión de gases contaminantes, provenientes de las motocicletas en circulación o, en su caso, fomentar el uso de unidades eléctricas. En caso de determinarse factible, se elaborará la propuesta y aprobará el anteproyecto para la publicación de la norma y su entrada en vigor. | Norma publicada ² | FED (SEMARNAT) | 0 | 1 | \$5,576,375 |

2 Para la subactividad 2.1.3.2 y 2.1.3.3, la meta y el costo están en función de lo que se determine en el análisis.

| Responsables e involucrados | |
|-----------------------------|--|
| Entidades responsables | Gobierno Federal |
| Instituciones responsables | <ul style="list-style-type: none"> Gobierno Federal: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) - Dirección General de Industria y Dirección General de Fomento Ambiental Urbano y Turístico, Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) - Dirección General de la CONUEE, Secretaría de Economía (SE) - Dirección General de Normas |
| Actores involucrados | <ul style="list-style-type: none"> Coordinación Ejecutiva de la Comisión Ambiental de la Megalópolis (CE-CAME) Ciudad de México: Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA) Estado de México: Secretaría del Medio Ambiente (SMAGEM) Estado de Hidalgo: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNATH) Otros: Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA), Asociación Mexicana de Distribuidores de Automotores (AMDA) y Asociación Mexicana del Comercio y la Industria de las Motocicletas (AMCIM) |

| Marco normativo | |
|--|--|
| Fundamento jurídico | |
| <p>Fundamentos en leyes generales o federales</p> <p>La fracción III del artículo 111 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente faculta a la SEMARNAT para expedir las NOM que establezcan, por contaminante y por fuente de contaminación, los niveles máximos permisibles de emisión de gases y partículas a la atmósfera provenientes de fuentes fijas y móviles.</p> <p>También, de acuerdo con las fracciones VIII y IX del artículo 3 de la Ley de Infraestructura de la Calidad (LIC), compete exclusivamente a las dependencias o entidades de la Administración Pública Federal elaborar las propuestas de NOM, someterlas al conocimiento de los comités consultivos nacionales de normalización, expedirlas y, en su caso, modificarlas con base en el procedimiento previsto en el artículo 35 de este ordenamiento.</p> | |
| Reformas legislativas, regulatorias o normativas | |
| En virtud de los fundamentos legales existentes, es posible establecer esta acción para promover ante las autoridades federales competentes la actualización de la normatividad aplicable a las emisiones de vehículos ligeros, con base en el procedimiento previsto en la LIC. | |

| Factores económicos | |
|---------------------------|---|
| Costo estimado | <p>\$ 19,000,000 M.N</p> <p>Incluye gastos relacionados a la actualización de las normas, incluyendo la participación de dependencias federales y locales, así como de consultores especializados.</p> |
| Fuentes de financiamiento | <p>Se espera que la elaboración y publicación de las normas utilice principalmente los presupuestos propios del sector público.</p> <p>Algunas alternativas para el financiamiento de la acción son:</p> <ul style="list-style-type: none"> Inversión pública utilizando recursos presupuestales federales y locales, recursos autogenerados, fideicomisos locales (Fideicomiso 1490 y Fondo Ambiental Público), el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y asistencia técnica de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE). Alternativas de asistencia internacional como el Banco Mundial, el Programa México-UK PACT y la Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional (GIZ). |

| Barreras de implementación | | | | | | | |
|---|------------|----------|-----------|-----------------|------------|--------------------|--------------|
| Descripción de las barreras y supuestos identificados | | | | | | | |
| Los cambios normativos pueden ser realizados de manera directa por las autoridades federales en conferencia con los sectores relevantes del sector público, privado y social. La publicación de las normas únicamente presenta barreras institucionales y por el sector regulado, pues tiene que ser discutidas y acordadas por diversos actores antes de ser publicadas. | | | | | | | |
| Presupuestales | Económicas | Sociales | Políticas | Institucionales | Operativas | Sector involucrado | Tecnológicas |
| | | | | X | | X | |

| Beneficios ambientales esperados | | | | | | | | | | |
|---|---|------------------|-------------------|-----------------|----|-----------------|----------|--------------------|----|---------|
| Reducción de emisiones (toneladas reducidas) ³ | Año | PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | CO | NO _x | COV | CO ₂ eq | CN | Tóxicos |
| | 2024 | 8 | 5 | NA | NA | 704 | 1212 | 349 010 | 3 | 401 |
| | 2030 | 190 | 130 | NA | NA | 10 412 | 11 228 | 3 190 581 | 62 | 3755 |
| Costo-efectividad | Costo medida M.N. / toneladas reducidas | ND | ND | NA | NA | ND | \$ 1,692 | ND | ND | ND |
| Cobeneficios | Esta acción fomentará el cambio tecnológico hacia unidades de transporte de mayor eficiencia energética, disminuyendo el costo relacionado al combustible de las necesidades de transportación de personas y bienes en la ZMVM. | | | | | | | | | |

³ Se utilizan las siguientes siglas: NA para no aplica, ND para no determinado y NA* en caso de que se espere un incremento de emisiones de dicho contaminante.

| Seguimiento y evaluación | | | | | |
|--------------------------|----------------------------|-----------|-------------------|-------------------------------------|--|
| Indicadores | | | | | |
| No. | Nombre | Unidades | Método de cálculo | Frecuencia de medición ⁴ | Medios de verificación |
| 2.1.1.1 | Norma publicada | Documento | Conteo | 2 años (años 2 y 3) | Publicación en el Diario Oficial de la Federación. |
| 2.1.1.2 | Norma publicada | Documento | Conteo | 2 años (años 2 y 4) | Publicación en el Diario Oficial de la Federación. |
| 2.1.1.3 | Norma publicada | Documento | Conteo | 2 años (años 2 y 4) | Publicación en el Diario Oficial de la Federación. |
| 2.1.1.4 | Norma publicada o derogada | Documento | Conteo | Única vez (año 5) | Publicación en el Diario Oficial de la Federación. |
| 2.1.1.5 | Norma publicada | Documento | Conteo | Única vez (año 5) | Publicación en el Diario Oficial de la Federación. |

| Cronograma de ejecución | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Metas y avances ⁵ | | | | | | | | | | | |
| Actividad | Indicador | Año | | | | | | | | | |
| | | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
| 2.1.1 | 2.1.1.1 | | 50% | 100% | | | | | | | |
| 2.1.2 | 2.1.2.1 | | 35% | 70% | 100% | | | | | | |
| 2.1.3 | 2.1.3.1 | | 20% | 40% | 60% | | | | | | |
| | 2.1.3.2 | | | | 10% | 20% | | | | | |
| | 2.1.3.3 | | | | 10% | 20% | | | | | |

⁴ El porcentaje de avance a la fecha de medición del indicador puede tener avances parciales en años previos, por lo que se presenta el porcentaje de avance estimado en el cronograma de ejecución.

⁵ Los porcentajes por indicador son acumulativos y están establecidos con base en el nivel de esfuerzo requerido para completar la actividad que conforman. La ejecución total de la actividad corresponde al 100%, el cual se obtiene al sumar la aportación final de cada indicador.

| | |
|-------------------|---|
| Medida 2 | Reducción de emisiones en el transporte particular |
| Acción 2.2 | Fomento de la renovación tecnológica del transporte particular y la electromovilidad |
| Subsector | Autos particulares, camionetas SUV y motocicletas |

| Descripción |
|--|
| Fomentar la renovación tecnológica del transporte particular motorizado, buscando mandar señales a la sociedad sobre la conveniencia de adquirir y utilizar unidades de mejor desempeño ambiental. Las actividades que componen esta acción buscarán renovar el Programa Hoy No Circula (HNC) y el Programa de Verificación Vehicular Obligatoria (PVVO), de forma que se establezcan mayores incentivos a las tecnologías más limpias del sector. Además, se establecerán incentivos para los vehículos y motocicletas que utilicen tecnología híbrida o eléctrica. Es importante destacar que aun cuando el HNC y el PVVO se establecen como acciones para atender el transporte particular, por ser el de mayor abundancia, estos programas tienen una aplicación y beneficio ambiental en el resto de los tipos de transporte, como es el de carga y el público. |

| Diagnóstico | | | | | | |
|--|------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------|--|
| De acuerdo con el inventario de Emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) 2018, en la ZMVM circulan más de 5.4 millones de vehículos ligeros para transporte de personas, categoría que incluye autos particulares, camionetas SUV (vehículos utilitarios deportivos o Sport Utility Vehicle) y motocicletas. Estos vehículos tienden a ser los menos complicados en materia regulatoria, ya que los fabricantes de las unidades están bien identificados, y las unidades están adecuadamente reguladas por parte de los programas ya existentes y por las propias autoridades de tránsito local. Este es un sector en el cual el cambio normativo tiene un impacto significativo, por lo que las actividades regulatorias lograrán controlar las emisiones de este sector. La contribución del transporte ligero a los contaminantes locales es particularmente de interés en partículas PM ₁₀ y PM _{2.5} , dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles (ver la siguiente tabla). | | | | | | |
| Emisiones contaminantes generadas por el subsector, ZMVM-2018¹ (t/año) | | | | | | |
| Fuente contaminante | PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | NO _x | COV | |
| Total, ZMVM | 34 779.5 | 16 500.1 | 3068.1 | 144 597.8 | 413 820.9 | |
| | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | |
| Total, fuentes móviles | 13 763.3 | 7097.5 | 1058.8 | 124 114.6 | 91 770.8 | |
| | 39.6% | 43.0% | 34.5% | 85.8% | 22.2% | |
| Total, categorías relevantes | 5405.4 | 1571.2 | 427.0 | 58 356.2 | 57 055.7 | |
| Autos particulares | 3940.5 | 1118.6 | 276.7 | 37 716.0 | 36 755.0 | |
| | 11.3% | 6.8% | 9.0% | 26.1% | 8.9% | |
| Camionetas SUV | 1093.7 | 290.3 | 103.4 | 15 128.1 | 10 546.7 | |
| | 3.1% | 1.7% | 3.4% | 10.5% | 2.6% | |
| Motocicletas | 371.2 | 172.3 | 46.9 | 5512.1 | 9754.0 | |
| | 1.1% | 1.0% | 1.5% | 3.8% | 2.4% | |

¹ En la tabla se incluyen únicamente aquellos contaminantes de interés cuyas emisiones son atendidas por la acción descrita. Se utilizan las siguientes siglas: NS cuando las emisiones del contaminante expuesto no son significativas, NA cuando la actividad no emite dicho contaminante y NE cuando las emisiones no fueron estimadas. Los porcentajes pueden variar por el redondeo de cifras.

| Actividades | | | | | | |
|---|---|---|---------|-----------|-----------|------------------|
| Número | Descripción | Indicador | Entidad | Meta 2024 | Meta 2030 | Costo (M.N.) |
| Reestructurar el PVVO. | | | | | | |
| 2.2.1 | 2.2.1.1 Evaluación del PVVO para definir las modificaciones al Programa considerando los siguientes criterios: <ul style="list-style-type: none"> • Menores emisiones evaporativas. • Actualización continua de las condiciones para otorgar los hologramas tipo exento, doble cero, cero, basados en las condiciones de desempeño ambiental de las tecnologías de acuerdo con la regulación que cumplen. | Programa publicado | CDMX | 1 | 1 | \$5,500,000 |
| | | | EDOMEX | 1 | 1 | \$5,500,000 |
| Actualizar el Programa HNC. | | | | | | |
| 2.2.2 | 2.2.2.1 Modificar los criterios del Programa HNC, vinculados al holograma de verificación, con base en las actualizaciones del PVVO. Los beneficios e incentivos otorgados deberán priorizar a las unidades eléctricas. Asimismo, se buscará que los vehículos de bajo desempeño ambiental tengan restricciones más estrictas a la circulación, para así motivar su renovación. | Programa publicado | CDMX | 1 | 1 | \$443,733 |
| | | | EDOMEX | 1 | 1 | \$443,733 |
| Incrementar las unidades de vehículos híbridos y eléctricos. | | | | | | |
| 2.2.3 | 2.2.3.1 Incrementar de forma anual las unidades híbridas o eléctricas en el sector de transporte particular, a través de instrumentos que fomenten el cambio en los patrones de compra de personas físicas y morales. Se crearán incentivos a autos eléctricos e híbridos con diferentes instrumentos. Algunos de ellos se promoverán con las autoridades hacendarias federales, como las tarifas de importación, la tenencia, el retiro; además de considerar tarifas de estacionamiento y parqueadero, deducción fiscal, entre otros. Los beneficios e incentivos otorgados deberán priorizar a las unidades eléctricas. | Porcentaje de unidades híbridas o eléctricas ² | CDMX | 2% | 5% | \$71,142,271,200 |
| | | | EDOMEX | 2% | 5% | \$27,112,113,600 |
| Responsables e involucrados | | | | | | |
| Entidades responsables | Ciudad de México y Estado de México | | | | | |
| Instituciones responsables | <ul style="list-style-type: none"> • Ciudad de México: Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA) • Estado de México: Secretaría del Medio Ambiente (SMAGEM) | | | | | |
| Actores involucrados | <ul style="list-style-type: none"> • Gobierno Federal: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y Secretaría de Energía (SENER), Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) - Subsecretaría de Ingresos, y Secretaría de Economía (SE) • Coordinación Ejecutiva de la Comisión Ambiental de la Megalópolis (CE-CAME) • Ciudad de México: Secretaría de Movilidad (SEMOVI) y Secretaría de Administración y Finanzas (SAF) • Estado de México: Secretaría de Movilidad (SEMOV) y Secretaría de Finanzas (SEFIN) | | | | | |

² Para el 2030 el 5% de las unidades deben ser híbridas o eléctricas, se estima un incremento gradual a partir del 2024, debido a la recesión económica por COVID, evaluación realizada como ZMVM.

| Marco normativo |
|---|
| <p>Fundamento jurídico</p> <p>Fundamentos en leyes generales o federales</p> <p>Las fracciones V y VII del artículo 112 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) facultan a las entidades federativas y a los municipios para: (i) establecer y operar sistemas de verificación de emisiones de automotores en circulación (atribución de la cual deriva el Programa de Verificación Vehicular Obligatoria), y (ii) establecer requisitos y procedimientos para regular las emisiones del transporte público, excepto el Federal, y las medidas de tránsito, y en su caso, la suspensión de la circulación, en casos graves de contaminación (atribución de la cual deriva el Programa Hoy No Circula). Asimismo, la fracción I del artículo 116 de la LGEEPA, establece que las autoridades competentes otorgarán estímulos fiscales a quienes adquieran, instalen u operen equipo para el control de emisiones contaminantes a la atmósfera.</p> <p>Fundamentos en leyes locales</p> <p><u>Ciudad de México</u></p> <p>La fracción XI del artículo 133 de la Ley Ambiental de Protección a la Tierra en el Distrito Federal (LAPTFDF) faculta a la SEDEMA para establecer y operar sistemas de verificación de emisiones de automotores en circulación. Asimismo, el artículo 145 de la LAPTFDF faculta a la SEDEMA para restringir y sujetar a horarios nocturnos el tránsito vehicular y las maniobras respectivas en la vía pública de los vehículos de carga, a fin de agilizar la circulación vehicular diurna y reducir, de esta forma, las emisiones contaminantes generadas por las fuentes móviles. Complementariamente, el segundo párrafo del artículo 194 de la Ley de Movilidad de la Ciudad de México establece que se podrán establecer restricciones a la circulación de vehículos en días, horarios y vialidades con objeto de, entre otras cosas, mejorar las condiciones ambientales.</p> <p>Por lo que respecta a los incentivos, la fracción XL del artículo 9 de la LAPTFDF faculta a la SEDEMA para promover el uso de fuentes de energías alternas, así como sistemas y equipos para prevenir o minimizar las emisiones contaminantes en los vehículos en los que se preste el servicio público local de transporte de pasajeros o carga en la Ciudad de México, y fomentar su uso en los demás automotores. El artículo 64 Bis de la LAPTFDF permite a los responsables de vehículos o flotillas suscribir convenios de autorregulación en los que se comprometan a actualizar la tecnología de dichos vehículos o hacer conversiones a combustibles alternos en los términos que la SEDEMA establezca. Además, el artículo 71 Bis de la LAPTFDF ordena a la SEDEMA diseñar, desarrollar y aplicar instrumentos económicos que incentiven el cumplimiento de los objetivos de la política ambiental, incluyendo otorgar incentivos a quienes realicen acciones para la protección, preservación o restauración del equilibrio ecológico.</p> <p>Por su parte, el inciso b) de la fracción IV del artículo 22 de la Ley de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático y Desarrollo Sustentable para la Ciudad de México reconoce que la operación de los programas de verificación vehicular constituye una directriz para la mitigación de gases de efecto invernadero (GEI).</p> <p>Finalmente, cabe destacar que los últimos dos párrafos del artículo 161 BIS 16 del Código Fiscal de la Ciudad de México, establecen que los vehículos eléctricos o eléctricos con motor de combustión interna (híbridos) estarán exentos del pago del impuesto sobre tenencia o uso de vehículos.</p> <p><u>Estado de México</u></p> <p>La fracción VII del artículo 2.149 del Código para la Biodiversidad del Estado de México (CPBEM) faculta a la SMAGEM para establecer y operar sistemas de verificación de emisiones de vehículos automotores en circulación. Asimismo, la fracción VIII del artículo 2.149 del CPBEM faculta tanto a la SMAGEM como a los ayuntamientos para establecer medidas de tránsito y, en su caso, la suspensión de la circulación de vehículos automotores en casos de contingencia ambiental, en las fases de contaminación grave. Complementariamente, la fracción II del artículo 20 de la Ley de Movilidad del Estado de México (LMEM) establece como requisito para el uso de las vías públicas el observar las limitaciones y restricciones para el tránsito establecidas para preservar el ambiente.</p> <p>Por lo que respecta a los incentivos, la fracción XV del artículo 12 de la LMEM faculta al Comité Estatal de Movilidad para implementar programas que incentiven el uso de tecnologías sustentables en la prestación del servicio público de transporte, así como a los particulares que usen vehículos motorizados con tecnologías sustentables. Por su parte, la fracción XXXV del CPBEM faculta a la SMAGEM para promover el establecimiento de estímulos e incentivos a la población que desarrolle y fomente actividades de protección ambiental. Las fracciones I y II del artículo 2.59 del CPBEM establecen que se consideran prioritarias para efectos del otorgamiento de los estímulos fiscales que se establezcan conforme a la Ley de Ingresos del Estado las actividades relacionadas con: (i) la investigación, incorporación o utilización de mecanismos, equipos y tecnologías que tengan por objeto evitar, reducir o controlar la contaminación o deterioro ambiental, las emisiones de GEI, así como el uso eficiente de recursos naturales y de energía, y (ii) la investigación e incorporación de sistemas de ahorro de energía y de utilización de fuentes de energía menos contaminantes y de energías renovables y tecnológicas de bajas emisiones.</p> <p>Reformas legislativas, regulatorias o normativas</p> <p>En virtud de que existen disposiciones legales que fundamentan la adopción de la acción, es procedente la implementación de las actividades. No se estima necesario proponer reformas o adiciones en la materia.</p> |

| Factores económicos | |
|----------------------------------|---|
| Costo estimado | \$98,266,300,000 M.N. Incluye el costo de la actualización de programas, y el incremento de unidades híbridas o eléctricas. |
| Fuentes de financiamiento | Algunas alternativas para el financiamiento de la acción son: <ul style="list-style-type: none"> • Inversión pública utilizando recursos presupuestales federales y locales, recursos autogenerados, fideicomisos locales (Fideicomiso 1490 y Fondo Ambiental Público) y asistencia técnica de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE). • Inversión de particulares mediante la observancia obligatoria de la normatividad e incentivos de autorregulación. • Alternativas de asistencia internacional como el Banco Mundial, el Programa México-UK PACT, la Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional (GIZ) y la Agencia Francesa para el Desarrollo (AFD) |

| Barreras de implementación | | | | | | | |
|--|------------|----------|-----------|-----------------|------------|--------------------|--------------|
| Descripción de las barreras y supuestos identificados | | | | | | | |
| La barrera principal radica en la participación ciudadana, pues el cambio de las reglas de operación afectará a los propietarios de los vehículos de mayor edad y menor desempeño ambiental. En la aplicación de este, se tendrán que vencer algunos retos operativos y tecnológicos con los centros de verificación vehicular y con las autoridades de tránsito responsables de vigilar el cumplimiento de los programas por parte de la ciudadanía. También, algunos de los incentivos a las unidades eléctricas e híbridas tendrán retos tecnológicos y operativos que deberán resolverse para ser efectivos. | | | | | | | |
| Presupuestales | Económicas | Sociales | Políticas | Institucionales | Operativas | Sector involucrado | Tecnológicas |
| | | X | | | X | X | X |

| Beneficios ambientales esperados | | | | | | | | | | |
|---|---|------------------|-------------------|-----------------|---------|-----------------|-----------|--------------------|------|---------|
| Reducción de emisiones (toneladas reducidas) ³ | Año | PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | CO | NO _x | COV | CO ₂ eq | CN | Tóxicos |
| | 2024 | 3504 | 2007 | 145 | 330 009 | 76 182 | 68 751 | 9 584 734 | 511 | 22 313 |
| | 2030 | 9405 | 5346 | 383 | 853 063 | 312 584 | 275 562 | 25 996 597 | 1325 | 91 991 |
| Costo-efectividad | Costo medida M.N. / toneladas reducidas | ND | ND | ND | ND | \$314,368 | \$356,603 | ND | ND | ND |
| Cobeneficios | Esta acción impulsará la introducción de tecnologías vehiculares más eficientes, reduciendo la emisión de gases de efecto invernadero y disminuyendo la dependencia en combustibles fósiles. A la larga, esta acción contribuirá a reducir el costo del transporte para particulares. | | | | | | | | | |

³ Se utilizan las siguientes siglas: NA para no aplica, ND para no determinado y NA* en caso de que se espere un incremento de emisiones de dicho contaminante. Se consideran las emisiones evitadas por la aplicación del Programa Hoy No Circula. El Inventario de Emisiones incluye ya la aplicación de este Programa. Por emisiones evitadas se entiende que se dejan de emitir en horarios y zonas restringidas, pero se liberarán al aire en otras zonas de la ZMVM.

| Seguimiento y evaluación | | | | | |
|--------------------------|--|-------------------------|---|-------------------------------------|---|
| Indicadores | | | | | |
| No. | Nombre | Unidades | Método de cálculo | Frecuencia de medición ⁴ | Medios de verificación |
| 2.2.1.1 | Programa publicado | Documento | Conteo | Única vez (año 3) | Publicación en gacetas de cada entidad. |
| 2.2.2.1 | Programa publicado | Documento | Conteo | Única vez (año 3) | Publicación en gacetas de cada entidad. |
| 2.2.3.1 | Porcentaje de unidades híbridas o eléctricas | Porcentaje de vehículos | (Número de vehículos híbridos o eléctricos / Número de vehículos totales) * 100 | Anual (a partir del año 2) | Publicación oficial de las dependencias de transporte o ambiental de las dependencias |

| Cronograma de ejecución | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Metas y avances ⁵ | | Año | | | | | | | | | |
| Actividad | Indicador | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
| 2.2.1 | 2.2.1.1 | | 50% | 100% | | | | | | | |
| 2.2.2 | 2.2.2.1 | | 50% | 100% | | | | | | | |
| 2.2.3 | 2.2.3.1 | | 30% | 30% | 40% | 50% | 60% | 70% | 80% | 90% | 100% |

⁴ El porcentaje de avance a la fecha de medición del indicador puede tener avances parciales en años previos, por lo que se presenta el porcentaje de avance estimado en el cronograma de ejecución.

⁵ Los porcentajes por indicador son acumulativos y están establecidos con base en el nivel de esfuerzo requerido para completar la actividad que conforman. La ejecución total de la actividad corresponde al 100%, el cual se obtiene al sumar la aportación final de cada indicador.

| | |
|-------------------|--|
| Medida 2 | Reducción de emisiones en el transporte particular |
| Acción 2.3 | Administración de la demanda del transporte individual motorizado |
| Subsector | Autos particulares, camionetas SUV y motocicletas |

| Descripción |
|--|
| Disminuir la demanda de viajes en modo particular motorizado. La acción busca reducir la proporción total de viajes por estos modos de transporte de 22% ¹ a 15%, de forma que se eviten kilómetros recorridos en transporte particular y, por ende, se eviten emisiones contaminantes. Las actividades que contempla esta acción radican en facilitar los trámites gubernamentales, de forma que se puedan realizar de manera electrónica. También busca fomentar el trabajo y estudio remoto mediante incentivos y habilitación de centros de conectividad. |

| Diagnóstico |
|--|
| De acuerdo con el Inventario de Emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) 2018, en la ZMVM circulan más de 5.4 millones de vehículos ligeros para transporte de personas, categoría que incluye autos particulares, camionetas SUV (vehículos utilitarios deportivos o <i>Sport Utility Vehicles</i>) y motocicletas. Según la Encuesta Origen Destino (EOD) de la ZMVM del 2017, aproximadamente, el 21% de todos los viajes realizados se hacen en estos modos de transporte, mismos que se realizan principalmente para asistir al sitio de empleo o para llegar a una institución académica. Esto se traduce en emisiones contaminantes, siendo su contribución local especialmente de interés en partículas suspendidas, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles (ver la siguiente tabla). |

Emisiones contaminantes generadas por el subsector, ZMVM-2018² (t/año)

| Fuente contaminante | PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | NO _x | COV |
|------------------------------|------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------|
| Total, ZMVM | 34 779.5 | 16 500.1 | 3068.1 | 144 597.8 | 413 820.9 |
| | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% |
| Total, fuentes móviles | 13 763.3 | 7097.5 | 1058.8 | 124 114.6 | 91 770.8 |
| | 39.6% | 43.0% | 34.5% | 85.8% | 22.2% |
| Total, categorías relevantes | 5405.4 | 1571.2 | 427.0 | 58 356.2 | 57 055.7 |
| | 15.5% | 9.5% | 13.9% | 40.4% | 13.8% |
| Autos particulares | 3940.5 | 1118.6 | 276.7 | 37 716.0 | 36 755.0 |
| | 11.3% | 6.8% | 9.0% | 26.1% | 8.9% |
| Camionetas SUV | 1093.7 | 280.3 | 103.4 | 15 128.1 | 10 546.7 |
| | 3.1% | 1.7% | 3.4% | 10.5% | 2.6% |
| Motocicletas | 371.2 | 172.3 | 46.9 | 5512.1 | 9754.0 |
| | 1.1% | 1.0% | 1.5% | 3.8% | 2.4% |

Cabe mencionar que, en la ZMVM, la estructura urbana causa un estancamiento en los modos de transporte terrestre que se refleja en las bajas velocidades operacionales, las cuales usualmente no superan los 10 km/h en horas de alta demanda. A su vez, esta situación ocasiona un alto estrés a la población según lo reflejan encuestas internacionales como el IBM Global Commuter Pain y TomTom Traffic Index. Un viaje cotidiano tiene una duración estimada de 52 minutos en promedio; esta cifra es 32% mayor en aquellos viajes que utilizan algún modo de transporte público, debido a las externalidades negativas que los modos de transporte particular causan al resto de la población. Además, en materia de género, se tiene una situación de inequidad que afecta particularmente a las mujeres, que de acuerdo con datos de la EOD tienen casi un 50% menos de acceso a modos motorizados privados que los hombres y, por lo tanto, son altamente dependientes de los servicios de transporte público, usualmente lentos, incómodos y percibidos como inseguros.

1 INEGI. (2017). Encuesta Origen Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México (EOD) 2017.

2 En la tabla se incluyen únicamente aquellos contaminantes de interés cuyas emisiones son atendidas por la acción descrita. Se utilizan las siguientes siglas: NS cuando las emisiones del contaminante expuesto no son significativas, NA cuando la actividad no emite dicho contaminante y NE cuando las emisiones no fueron estimadas. Los porcentajes pueden variar por el redondeo de cifras.

| Actividades | | | | | | |
|---------------------|--|---|-------------------|-----------|--------------|---------------|
| Número | Descripción | Indicador | Entidad | Meta 2024 | Meta 2030 | Costo (M.N.) |
| 2.3.1 | Digitalizar trámites gubernamentales. | | | | | |
| | 2.3.1.1 Realizar las gestiones y modificaciones legales y tecnológicas para avanzar en la digitalización de trámites locales y federales, con la finalidad de reducir viajes en la ZMVM. | Trámites digitalizados | CDMX ³ | 200 | 500 | \$6,433,333 |
| | | | EDOMEX | 4 | 10 | \$128,667 |
| | | | HGO | 1 | 1 | ND |
| FED (SFP) | | | 20 | 80 | \$1,029,333 | |
| 2.3.2 | Establecer planes de movilidad empresarial y gubernamental. | | | | | |
| | 2.3.2.1 Trabajar con las empresas ubicadas en la ZMVM para diseñar e implementar planes de movilidad, que reduzcan la congestión vehicular y la emisión de contaminantes. | Planes de Movilidad establecidos ⁴ | CDMX | 80 | 200 | \$16,000,000 |
| EDOMEX | | | 80 | 200 | \$16,000,000 | |
| 2.3.3 | Implementar Centros de Comunicación Comunitaria. | | | | | |
| | 2.3.3.1 Crear centros estratégicos con Tecnología de la Información de la Comunicación insertados en los programas: Pilares, Casas de Cultura y Bibliotecas. Se buscará brindar acceso gratuito a internet de banda ancha, de forma que los usuarios puedan sostener videoconferencias y trabajo o estudio en línea. | Centros creados | CDMX | 20 | 50 | \$105,243,700 |
| 2.3.4 | Reducir los viajes en la ZMVM. | | | | | |
| | 2.3.4.1 Reducción del número de viajes en la ZMVM por la aplicación de las actividades 2.3.1, 2.3.2 y 2.3.3. Se deberá considerar la ubicación, género, edad y tipo de población atendida (urbana/rural). | Porcentaje de viajes reducidos | CDMX | 10% | 12% | \$133,333 |
| EDOMEX ⁵ | | | 15% | 19% | \$133,333 | |

3 Plan General de Desarrollo de la Ciudad de México. A 2020 se tiene un total de 996 trámites y registros. A 2040 100% de los trámites debe ser digitales. Se asume meta para 2030.

4 Se asume que anualmente incrementen de 20 tramite anualmente.

5 Actividad en conjunto entre el Estado de México y Tizayuca, Hidalgo, toda vez que la estimación de viajes se basa en la Encuesta Origen Destino de la ZMVM, 2017 y en dicho documento se reporta en conjunto.

| Responsables e involucrados | |
|-----------------------------------|--|
| Entidades responsables | Gobierno Federal, Ciudad de México, Estado de México y Estado de Hidalgo |
| Instituciones responsables | <ul style="list-style-type: none"> Gobierno Federal: Unidad de Gobierno Digital de la Secretaría de la Función Pública (SFP), Coordinación de Estrategia Digital Nacional (CEDN), Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS), y Secretaría de Educación Pública (SEP) Ciudad de México: Secretaría de Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación (SECTEI), Secretaría de Administración y Finanzas (SAF), Agencia Digital de Innovación Pública (ADIP), Secretaría de Movilidad (SEMOVI) Estado de México: Secretaría de Finanzas (SEFIN), Secretaría de Movilidad (SEMOV) y Secretaría de Educación (SEDOC) Estado de Hidalgo: Secretaría de Finanzas Públicas |
| Actores involucrados | <ul style="list-style-type: none"> Coordinación Ejecutiva de la Comisión Ambiental de la Megalópolis (CE-CAME) Ciudad de México: Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda (SEDUVI) y alcaldías Estado de México: Secretaría de Desarrollo Urbano y Obra (SEDUO), y municipios Estado de Hidalgo: Secretaría de Movilidad y Transporte, Secretaría de Obras Públicas y Ordenamiento Territorial Otros: Comités de mejora regulatoria |

| Marco normativo |
|---|
| Fundamento jurídico |
| Fundamentos en leyes generales o federales |
| <p>La fracción I del artículo 22 Bis de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente establece que se considera prioritario para el otorgamiento de los estímulos fiscales, las actividades relacionadas con la investigación científica y tecnológica, incorporación, innovación o utilización de mecanismos, equipos y tecnologías que tengan por objeto evitar, reducir o controlar la contaminación o deterioro ambiental, así como el uso eficiente de recursos naturales y de energía.</p> <p>Por su parte, la fracción V del artículo 71 de la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano establece que las políticas y programas de movilidad deberán permitir la reducción de la dependencia del uso del automóvil particular, y el artículo 73 ordena a la Federación, a las entidades federativas, a los municipios y a las demarcaciones territoriales a desestimular el uso del automóvil particular.</p> <p>Finalmente, los incisos b) y e) de la fracción II del artículo 34 de la Ley General de Cambio Climático ordenan a la Federación, a las entidades federativas y a los municipios el promover, diseñar y elaborar políticas y acciones de mitigación: (i) incluyendo programas de movilidad sustentable en las zonas urbanas o conurbadas, para, entre otras cosas, disminuir el uso de automóviles particulares, y (ii) que establezcan programas que promuevan el trabajo de oficina en casa, cuidando aspectos de confidencialidad, a fin de reducir desplazamientos y servicios de los trabajadores.</p> |
| Fundamentos en leyes locales |
| Ciudad de México |
| <p>La fracción III del artículo 7 de la Ley de Movilidad de la Ciudad de México establece que el principio de eficiencia conlleva maximizar los desplazamientos ágiles para, entre otras cosas, evitar externalidades negativas que reduzcan el bienestar de las personas.</p> <p>Por su parte, la fracción IX del artículo 2 de la Ley de Ciudadanía Digital de la Ciudad de México establece que por ciudadanía digital se entiende la condición que identifica a una persona a través de medios digitales para realizar trámites, servicios, así como actos jurídicos y administrativos a cargo de la Administración Pública y las Alcaldías de la Ciudad de México, mientras que la fracción II del artículo 1 ordena instaurar el marco de gobernanza para la adecuada gestión del Autenticador Digital Único con la finalidad de garantizar la interoperabilidad y seguridad digital, así como el régimen jurídico aplicable al uso transversal de tecnologías en la digitalización de procesos y prestación de trámites, servicios y demás actos jurídicos y administrativos digitales por parte de la Administración Pública y de las Alcaldías de la Ciudad de México.</p> |
| Estado de México |
| <p>La fracción VII del artículo 5 de la Ley de Movilidad del Estado de México (LME) define al principio de eficiencia como aquél que permite fomentar la oferta multimodal de servicios, la administración de flujos de personas que se mueven en los distintos modos de transporte, así como de los bienes, la articulación de redes megalopolitanas, metropolitanas, regionales e intermunicipales y el uso de la infraestructura y tecnologías sustentables para la atención de la demanda. Asimismo, la fracción VII del artículo 27 de la LME establece que el eje del desarrollo urbano deberá considerar regiones compactas que permitan viajes cortos, que reduzcan la expansión urbana y localicen las zonas habitacionales, centros de trabajo, centros de educación, centros de esparcimiento a distancias cortas.</p> <p>Por su parte, la fracción III del artículo 1.5 del Código Administrativo del Estado de México, faculta a las autoridades estatales y municipales para impulsar y aplicar programas de gobierno digital. En este sentido, la fracción XIII del artículo 5 de la Ley de Gobierno Digital del Estado de</p> |

México y Municipios lo define como las “políticas, acciones, planeación, organización, aplicación y evaluación de las tecnologías de la información para la gestión pública entre los sujetos de la presente Ley, con la finalidad de mejorar los trámites y servicios para facilitar el acceso de las personas a la información así como hacer más eficiente la gestión gubernamental para un mejor gobierno”, mientras que el artículo 20 obliga a las dependencias y organismos auxiliares del Poder Ejecutivo, así como a los ayuntamientos, a transformar sus portales informativos en transaccionales, para que las personas puedan realizar los trámites y servicios digitales que ofrecen.

Estado de Hidalgo

El artículo 27 de la Ley de Movilidad y Transporte para el Estado de Hidalgo (LMTEH) establece los principios rectores a los que deberá apegarse la planeación, diseño e implementación de las políticas públicas, programas y acciones en materia de movilidad, destacando: (i) el de eficiencia, que conlleva optimizar los desplazamientos ágiles y asequibles maximizando los recursos disponibles, sin que su diseño y operación produzcan externalidades negativas desproporcionadas a sus beneficios (fracción V), y (ii) el de sustentabilidad, que implica el desplazamiento de personas y bienes con los mínimos efectos negativos sobre la calidad de vida y el medio ambiente, incentivando el uso de transporte público y no motorizado, así como el uso de tecnologías sustentables en los modos de transporte (fracción X). La fracción V del artículo 28 de la LMTEH establece, como eje fundamental de la política pública de movilidad y transporte, que se fomentará el desarrollo de ciudades compactas, dinámicas y equitativas, para, entre otras cosas, reducir la dependencia del uso del automóvil.

Por su parte, el artículo 2 de la Ley Sobre el Uso de Medios Electrónicos y Firma Electrónica Avanzada para el Estado de Hidalgo establece que dicha firma tiene por objeto, entre otras cosas, agilizar y simplificar trámites.

Reformas legislativas, regulatorias o normativas

En virtud de que existen disposiciones legales que fundamentan la adopción de la acción, no se estima necesario proponer reformas o adiciones en la materia. Sin embargo, se recomienda incorporar en la legislación local aplicable disposiciones que fomenten el trabajo y el estudio a distancia, mediante incentivos y la habilitación de centros de conectividad, para reducir el uso de vehículos particulares.

| Factores económicos | |
|----------------------------------|---|
| Costo estimado | <p>\$ 145,200,000 M.N.</p> <p>Incluye el costo de la digitalización de trámites, el diseño de planes de movilidad, la creación de centros estratégicos de Tecnología de la Información y la Comunicación, la creación de incentivos y la generación de reportes de personal beneficiado.</p> |
| Fuentes de financiamiento | <p>La instrumentación de esta política pública será principalmente financiada de manera directa por los presupuestos públicos.</p> <p>Algunas alternativas para el financiamiento de la acción son:</p> <ul style="list-style-type: none"> Inversión pública utilizando recursos presupuestales federales y locales, recursos autogenerados y fideicomisos locales (Fideicomiso 1490 y Fondo Ambiental Público). Inversión de particulares por la creación de incentivos de autorregulación. Se espera que la instrumentación de esta política pública sea financiada de manera parcial por las empresas que realicen sus propios planes de movilidad. Alternativas de asistencia internacional como el Banco Mundial, el Programa México-UK PACT, la Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional (GIZ) y la Agencia Francesa para el Desarrollo (AFD). |

| Barreras de implementación | | | | | | | |
|---|------------|----------|-----------|-----------------|------------|--------------------|--------------|
| Descripción de las barreras y supuestos identificados | | | | | | | |
| Adicional a los retos presupuestales, esta acción presenta retos institucionales y tecnológicos. Los primeros radican en vencer las barreras regulatorias e institucionales que obstaculizan la modificación de procedimientos gubernamentales; los segundos se refieren a la adecuación tecnológica y el fortalecimiento de los sistemas informáticos que son indispensables para ampliar la cantidad de trámites digitales que mantengan los estándares de seguridad y privacidad requeridos. | | | | | | | |
| Presupuestales | Económicas | Sociales | Políticas | Institucionales | Operativas | Sector involucrado | Tecnológicas |
| X | | | | X | | | X |

| Beneficios ambientales esperados | | | | | | | | | | |
|---|---|------------------|-------------------|-----------------|---------|-----------------|---------|--------------------|-----|---------|
| Reducción de emisiones (toneladas reducidas) ⁶ | Año | PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | CO | NO _x | COV | CO ₂ eq | CN | Tóxicos |
| | 2024 | 3187 | 1117 | 205 | 237 427 | 32 181 | 30 150 | 14 658 808 | 174 | 10 126 |
| | 2030 | 9401 | 3294 | 605 | 699 196 | 94 928 | 88 863 | 41 457 248 | 512 | 29 846 |
| Costo-efectividad | Costo medida M.N./ toneladas reducidas | ND | ND | ND | ND | \$1,530 | \$1,634 | ND | ND | ND |
| Cobeneficios | Evitar viajes en la ZMVM coadyuvará a disminuir la emisión de contaminantes, compuestos y gases de efecto invernadero del sector transporte. Además, reducirá la congestión vehicular, los gastos en transportación de la ciudadanía, e incrementará el tiempo disponible para que los habitantes de la ZMVM lo utilicen en aquello que les cause más satisfacción. Se espera coadyuvar a mejorar la calidad de vida de la población. | | | | | | | | | |

| Seguimiento y evaluación | | | | | |
|--------------------------|----------------------------------|-------------------|---|-------------------------------------|--|
| Indicadores | | | | | |
| No. | Nombre | Unidades | Método de cálculo | Frecuencia de medición ⁷ | Medios de verificación |
| 2.3.1.1 | Trámites digitalizados | Número de trámite | Conteo | Anual | Solicitud por oficio con las dependencias responsables |
| 2.3.2.1 | Planes de Movilidad Establecidos | Número de planes | Conteo | Anual | Informe de gobierno de cada entidad. |
| 2.3.3.1 | Centros creados | Número de centros | Conteo | Anual | Informe de Gobierno de la Ciudad de México. |
| 2.3.4.1 | Porcentaje de viajes reducidos | Porcentaje | (Viajes reducidos / viajes al trabajo EOD 2017) * 100 | Anual | Reportes solicitados a dependencias de las entidades. |

| Cronograma de ejecución | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Metas y avances ⁸ | | | | | | | | | | | |
| Actividad | Indicador | Año | | | | | | | | | |
| | | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
| 2.3.1 | 2.3.1.1 | 10% | 20% | 30% | 40% | 50% | 60% | 70% | 80% | 90% | 100% |
| 2.3.2 | 2.3.2.1 | 10% | 20% | 30% | 40% | 50% | 60% | 70% | 80% | 90% | 100% |
| 2.3.3 | 2.3.3.1 | 10% | 20% | 30% | 40% | 50% | 60% | 70% | 80% | 90% | 100% |
| 2.3.4 | 2.3.4.1 | 10% | 20% | 30% | 40% | 50% | 60% | 70% | 80% | 90% | 100% |

⁶ Se utilizan las siguientes siglas: NA para no aplica, ND para no determinado y NA* en caso de que se espere un incremento de emisiones de dicho contaminante.

⁷ El porcentaje de avance a la fecha de medición del indicador puede tener avances parciales en años previos, por lo que se presenta el porcentaje de avance estimado en el cronograma de ejecución.

⁸ Los porcentajes por indicador son acumulativos y están establecidos con base en el nivel de esfuerzo requerido para completar la actividad que conforman. La ejecución total de la actividad corresponde al 100%, el cual se obtiene al sumar la aportación final de cada indicador.

| | |
|------------|--|
| Medida 2 | Reducción de emisiones en el transporte particular |
| Acción 2.4 | Estructura urbana sustentable |
| Subsector | Fuentes móviles y urbanización sustentable |

| Descripción | |
|--|--|
| Establecer las herramientas e instrumentos necesarios para impulsar una ciudad que logre disminuir las distancias, tiempos y costos relacionados a la movilidad y transporte de mercancías. Las actividades se basarán en tecnologías de información, instrumentos de planeación y cambios de relaciones urbanas. Se destaca que si bien esta acción se incluye dentro de la medida que atiende al transporte particular, por su transversalidad también impacta en una mejor eficiencia del transporte de carga. Asimismo, promueve un desarrollo orientado al transporte, que prioriza el transporte público estructurado para disminuir el uso de vehículos particulares. | |

| Diagnóstico | | | | | |
|---|------------------|-------------------|-----------------|-----------|--|
| La estructura de la ciudad tiene un impacto directo en la emisión de contaminantes relacionada a la movilidad de las personas y la distribución de bienes y productos. Entre mejor conectada, accesible y compacta sea una ciudad, menor es la distancia que se tiene que recorrer para que sus habitantes accedan a sus servicios, oportunidades laborales y académicas, bienes de consumo, sitios de entretenimiento y demás ventajas que una metrópoli ofrece a sus habitantes. | | | | | |
| El Inventario de Emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) 2018 indica que el 85.8% de la emisión de óxidos de nitrógeno, el 22.2% de compuestos orgánicos volátiles y el 43.0% de partículas menores a 2.5 micras es generado por las fuentes móviles que la población requiere para desplazarse de su residencia hacia su trabajo, lugar de estudio o servicio; además del movimiento de bienes y productos que el sector de carga y logística distribuye por toda la metrópoli (ver la siguiente tabla). | | | | | |
| Emisiones contaminantes generadas por el subsector, ZMVM-2018 ¹ (t/año) | | | | | |
| Fuente contaminante | PM ₁₀ | PM _{2.5} | NO _x | COV | |
| Total, ZMVM | 34 799.5 | 16 500.1 | 144,597.8 | 413,820.9 | |
| | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | |
| Total, fuentes móviles | 13 763.3 | 7097.5 | 124,114.6 | 91,770.8 | |
| | 39.6% | 43.0% | 85.8% | 22.2% | |

Las emisiones de fuentes móviles son generadas por el movimiento de bienes y las más de 15.62 millones de personas que realizan algún viaje entre semana, estimándose 34.56 millones de viajes entre semana. De estos viajes, tan solo 28.6% duran 15 minutos o menos. La falta de cercanía del destino de los viajes (escuela, trabajo y mercados) ocasiona que la población tenga que optar por medios motorizados para desplazarse. Actualmente 51% de los viajes utilizan transporte público, 22% auto privado, 2% bicicleta y 66% camina en algún tramo de su trayecto². Si bien el reparto modal es “adecuado” la expansión y dispersión urbana incentivarán cada vez más a la población a cambiar al auto particular o la motocicleta para transportarse. Además, en un mundo post-pandemia, es probable que a la población le sea menos atractivo el transporte colectivo.

La urbanización del país pasó por su mayor crecimiento en las décadas pasadas, el aumento de las manchas urbanas sigue aumentando en las ciudades mexicanas. Esto proceso se debe a factores de mercado, regulación y también al desarrollo económico. Aunque la aglomeración poblacional puede traer grandes beneficios ambientales, económicos y sociales, en las ciudades mexicanas no se ha logrado aprovechar este potencial debido a la falta de instrumentos y herramientas de planeación adecuadas que vinculen lo ambiental con lo económico, lo social y lo urbano³.

Estas características institucionales y políticas no son efectivas en ordenar el crecimiento urbano, creando un desarrollo metropolitano fragmentado y discontinuo, con patrones de dispersión urbana en las periferias de las ciudades mexicanas⁴. La ZMVM no se escapa de este destino, pues entre 1980 y 2010 su superficie aumentó 3.57 veces, mientras su población lo hizo tan sólo 1.42 veces⁵. Además, el reto institucional es todavía mayor que en otras ciudades, dado a que abarca a tres entidades, ya que está conformada por las 16 alcaldías de la Ciudad de México (CDMX), 59 municipios del Estado de México y un municipio del estado de Hidalgo. Al ser la CDMX la entidad que concentra gran parte de empleos y servicios, se ha generado una interdependencia funcional entre la CDMX y la zona conurbada, tanto en lo urbano como en lo ambiental y económico. Esto, causa altos flujos de viajes hacia y desde las diferentes entidades de la ZMVM.

En un análisis realizado en 2018, se estimó que al 2030, el crecimiento de la mancha urbana podría consumir más de 1250 kilómetros cuadrados adicionales, ocasionando pérdida de áreas naturales y un aumento en las emisiones de contaminantes locales y globales (gases de efecto invernadero) debido al incremento de distancias y tiempos para la movilización de bienes y personas⁶.

¹ En la tabla se incluyen únicamente aquellos contaminantes de interés cuyas emisiones son atendidas por la acción descrita. Se utilizan las siguientes siglas: NS cuando las emisiones del contaminante expuesto no son significativas, NA cuando la actividad no emite dicho contaminante y NE cuando las emisiones no fueron estimadas. Los porcentajes pueden variar por el redondeo de cifras.

² INEGI. (2017). Encuesta Origen - Destino ZMVM. 2021, de INEGI Sitio web: <https://www.inegi.org.mx/programas/eod/2017/>

³ Yoonhee, K. & Bontje Z. (2016) Mexico Urbanization Review, World Bank Group

⁴ SEDEMA y CAPSUS. (2018). Desempeño Urbano. 12 de marzo de 2021, de SEDEMA Sitio web: <https://www.urbanperformance.in/cdmx/UP/CM>

⁵ Secretaría de Desarrollo Social. (2012). La Expansión de las Ciudades de México 1980 - 2010. México: SEDESOL.

⁶ SEDEMA y CAPSUS. (2018). Desempeño Urbano. 12 de marzo de 2021, de SEDEMA Sitio web: <https://www.urbanperformance.in/cdmx/UP/CM>

| Actividades | | | | | | |
|-------------|--|------------------------|---------|-----------|-----------|---------------------------|
| Número | Descripción | Indicador | Entidad | Meta 2024 | Meta 2030 | Costo (M.N.) |
| 2.4.1 | Definir Zonas de Baja Emisión (ZBE) a nivel metropolitano. | | | | | |
| | 2.4.1.1 Definir las zonas para la ejecución de las políticas de calidad del aire, con base en criterios de salud pública, características demográficas y la propia estructura de la ciudad. En esta región geográfica se priorizarán las labores de vigilancia y control para las fuentes más contaminantes, y servirán como pruebas piloto para políticas públicas, incentivos y estrategias de comunicación. Además, en las entradas de estas ZBE se tendrán controles que restrinjan la entrada de unidades de transporte altamente contaminantes. Se definirán criterios de circulación y distintivos de identificación. Para el caso del sector industrial, comercial y de servicios, se establecerán lineamientos de operación para favorecer la instalación de tecnologías de control de emisiones. | Zonas establecidas | CDMX | 1 | 2 | \$52,660,000 |
| 2.4.2 | Diseñar un sistema integral de movilidad a nivel metropolitano. | | | | | |
| | 2.4.2.1 Establecer un Plan de Movilidad para la población de la ZMVM que integre los sistemas de transporte a nivel metropolitano. | Plan publicado | CDMX | 1 | 1 | \$50,000,000 ⁷ |
| | | EDOMEX | 1 | 1 | | |
| 2.4.3 | Ajustar políticas de uso de suelo. | | | | | |
| | 2.4.3.1 Modificar los ordenamientos jurídicos para aumentar las densidades habitacionales, impulsar la verticalidad y los usos de suelo mixtos en las zonas que se encuentren a un kilómetro o menos de estaciones de transporte estructurado (Suburbano, Metro, Mexibús, Metrobús, Trolebús, Cablebús). | Políticas publicadas | CDMX | 1 | 2 | ND |
| 2.4.4 | Establecer un Sistema de Información Geográfica integral que evalúe los impactos ambientales de las políticas, inversiones e intervenciones urbanas en la ZMVM. | | | | | |
| | 2.4.4.1 Establecer un sistema de información que pueda identificar el impacto que las inversiones, equipamientos y políticas urbanas podrían ocasionar a la ciudad y a sus habitantes en el futuro; esto mediante el uso de información espacial y tabular. Además, el sistema ayudará a identificar los sitios más idóneos para la ubicación de desarrollos residenciales, equipamientos urbanos, ZBE e inversiones de movilidad. | Sistema implementado | CDMX | 1 | 1 | \$3,000,000 |
| 2.4.5 | Establecer un Ordenamiento del Territorio de la ZMVM que tenga una visión de sustentabilidad. | | | | | |
| | 2.4.5.1 Establecer un Ordenamiento del Territorio de la ZMVM que tenga una visión de sustentabilidad, como una acción coordinada entre la Ciudad de México y el Estado de México. | Ordenamiento publicado | CDMX | 1 | 1 | \$10,000,000 |
| | | EDOMEX | 1 | 1 | | |

⁷ El costo se expresa como el total para la ZMVM.

| Responsables e involucrados | |
|-----------------------------------|--|
| Entidades responsables | Ciudad de México y Estado de México |
| Instituciones responsables | <ul style="list-style-type: none"> Ciudad de México: Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda (SEDUVI) Estado de México: Secretaría de Desarrollo Urbano y Obra (SEDUO) |
| Actores involucrados | <ul style="list-style-type: none"> Gobierno Federal: Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU) Coordinación Ejecutiva de la Comisión Ambiental de la Megalópolis (CE-CAMe) Ciudad de México: Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA), Secretaría de Movilidad (SEMOVI) y Secretaría de Seguridad Ciudadana (SSC) Estado de México: Secretaría del Medio Ambiente (SMAGEM), Secretaría de Movilidad (SEMOV) y Secretaría de Seguridad (SS) |

| Marco normativo | |
|--|--|
| Fundamento jurídico | |
| Fundamentos en leyes generales o federales | |
| <p>El artículo 2 de la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, consagra el derecho de toda persona a vivir y disfrutar ciudades y asentamientos humanos sustentables. Asimismo, la fracción X del artículo 4 establece como uno de los principios de la política pública de los asentamientos humanos, centros de población y la ordenación territorial, la accesibilidad universal y movilidad, consistente en promover una adecuada accesibilidad universal que genere cercanía y favorezca la relación entre diferentes actividades urbanas con medidas como la flexibilidad de Usos del suelo compatibles y densidades sustentables, un patrón coherente de redes viales primarias, la distribución jerarquizada de los equipamientos y una efectiva movilidad que privilegie las calles completas, el transporte público, peatonal y no motorizado. Por su parte, el artículo 73 obliga a que los tres órdenes de gobierno promuevan y prioricen en la población la adopción de nuevos hábitos de movilidad urbana sustentable. Finalmente, la fracción I del artículo 89 de dicha Ley establece como uno de los destinos de los mecanismos financieros y fiscales para el financiamiento del desarrollo urbano el desarrollo de acciones, obras, servicios públicos, proyectos intermunicipales y de movilidad urbana sustentable.</p> | |
| Fundamentos en leyes locales | |
| <u>Ciudad de México</u> | |
| <p>El Apartado E) del artículo 13 de la Constitución Política de la Ciudad de México reconoce el derecho a la movilidad, para lo cual señala que se fomentará una cultura de movilidad sustentable.</p> <p>En congruencia con lo anterior, las fracciones II y VIII del artículo 7 de la Ley de Movilidad de la Ciudad de México establecen como principio de la política pública en materia de movilidad la accesibilidad y la sustentabilidad, respectivamente; este último se refiere a solucionar los desplazamientos de personas y sus bienes, con los mínimos efectos negativos sobre la calidad de vida y el medio ambiente. Finalmente, las fracciones VII y X del artículo 37 de esta Ley establecen como criterios de la planeación de la movilidad en la Ciudad de México la aproximación entre la vivienda, el trabajo y los servicios, así como la promoción de acciones para hacer más eficiente la distribución de mercancías.</p> | |
| <u>Estado de México</u> | |
| <p>El párrafo vigésimo noveno del artículo 5 de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de México garantiza el derecho de toda persona a la movilidad universal, atendiendo a los principios de igualdad, accesibilidad, disponibilidad, sustentabilidad y progresividad.</p> <p>Por su parte, las fracciones I, III, VII y X del artículo 5 de la Ley de Movilidad del Estado de México establecen como principios en materia de movilidad, entre otros, la igualdad, la sustentabilidad, la eficiencia y la accesibilidad, respectivamente.</p> | |
| Reformas legislativas, regulatorias o normativas | |
| <p>En virtud de que existen disposiciones legales que fundamentan la adopción de la acción, no se estima necesario proponer reformas o adiciones en la materia.</p> | |

| Factores económicos | |
|----------------------------------|--|
| Costo estimado | \$115,700,000 M.N. Incluye la elaboración de los instrumentos de planeación, las labores de vigilancia de la Zonas de Baja Emisión (ZBE) y la creación, capacitación e instalación de la plataforma tecnológica de sustentabilidad urbana. |
| Fuentes de financiamiento | Algunas alternativas para el financiamiento de esta acción son: <ul style="list-style-type: none"> • Inversión pública utilizando recursos presupuestales federales y locales, recursos autogenerados, fideicomisos locales (Fideicomiso 1490 y Fondo Ambiental Público) y el Programa de Mejoramiento Urbano (PMU). • Alternativas de asistencia internacional como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el Fondo de Prosperidad México - Reino Unido, el programa México - UK PACT, la Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional (GIZ), la Agencia Francesa para el Desarrollo (AFD) y la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). |

| Barreras de implementación | | | | | | | |
|--|------------|----------|-----------|-----------------|------------|--------------------|--------------|
| Descripción de las barreras y supuestos identificados | | | | | | | |
| La acción podría presentar barreras sociales al modificar las regulaciones urbanas; sin embargo, esto se puede solucionar mediante una estrategia adecuada de comunicación. La otra barrera sería la institucional, pues la introducción de sistemas tecnológicos para la toma de decisiones es algo relativamente nuevo en el actuar público. | | | | | | | |
| Presupuestales | Económicas | Sociales | Políticas | Institucionales | Operativas | Sector Involucrado | Tecnológicas |
| | | X | | X | | | |

| Beneficios ambientales esperados | | | | | | | | | | | |
|---|--|------------------|-------------------|-----------------|--------|-----------------|--------|--------------------|----|---------|----|
| Reducción de emisiones (toneladas reducidas) ⁸ | Año | PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | CO | NO _x | COV | CO ₂ eq | CN | Tóxicos | |
| | 2024 | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| | 2030 | 680 | 571 | 110 | 93 695 | 13 583 | 10 971 | 5 024 871 | ND | ND | ND |
| Costo-efectividad | Costo medida M.N. / toneladas reducidas | ND | \$202,627 | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | |
| Cobeneficios | La reducción de las distancias entre origen y destino de un viaje, así como el incremento en la facilidad y accesibilidad del transporte reducirá la emisión de gases con efecto invernadero. También se espera observar una reducción del tiempo dedicado al transporte de los ciudadanos y la reducción de costos de transporte de mercancías y de personas. Además, la mejora en calidad ambiental y estructura urbana incrementará el valor patrimonial de los inmuebles en la zona, y tendrá el potencial de mejorar el desempeño económico de algunos negocios cuyo giro se beneficie por la afluencia de peatones que busquen un ambiente más adecuado para pasar el tiempo al exterior. La compactación de la ciudad y el control de la expansión urbana también ayuda a la conservación de suelos naturales en la ZMVM, protegiendo los servicios ambientales que otorgan a la población y al resto de la biodiversidad de la zona. | | | | | | | | | | |

⁸ Se utilizan las siguientes siglas: NA para no aplica, ND para no determinado y NA* en caso de que se espere un incremento de emisiones de dicho contaminante. Los datos fueron obtenidos del ejercicio SEMOVI / SEDEMA / CAPSUS en 2019, mediante la plataforma Urban Performance, diferencia de emisiones per cápita, entre el escenario base y el escenario de densificación, con una población de 21.9 millones de personas en la ZMVM.

| Seguimiento y evaluación | | | | | |
|--------------------------|------------------------|-----------|-------------------|-------------------------------------|---|
| Indicadores | | | | | |
| No. | Nombre | Unidades | Método de cálculo | Frecuencia de medición ⁹ | Medios de verificación |
| 2.4.1.1 | Zonas establecidas | Documento | Conteo | 2 años (año 3, 6) | Publicación del documento en Gaceta Oficial de CDMX |
| 2.4.2.1 | Plan publicado | Documento | Conteo | Única vez (año 4) | Publicación de lineamientos en Gaceta Oficial de CDMX y Periódico Oficial EDM |
| 2.4.3.1 | Políticas publicadas | Documento | Conteo | Única vez (año 3) | Publicación del documento en Gaceta Oficial de CDMX |
| 2.4.4.1 | Sistema Implementado | Sistema | Conteo | Única vez (año 3) | Sistema operando |
| 2.4.5.1 | Ordenamiento publicado | Documento | Conteo | Única vez (año4) | Publicación de lineamientos en Gaceta Oficial de CDMX y Periódico Oficial EDM |

| Cronograma de implementación | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Metas y avances ¹⁰ | | | | | | | | | | | |
| Actividad | Indicador | Año | | | | | | | | | |
| | | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
| 2.4.1 | 2.4.1.1 | | | 50% | | | 100% | | | | |
| 2.4.2 | 2.4.2.1 | | | | 100% | | | | | | |
| 2.4.3 | 2.4.3.1 | | | 100% | | | | | | | |
| 2.4.4 | 2.4.4.1 | | | 100% | | | | | | | |
| 2.4.5 | 2.4.5.1 | | | | 100% | | | | | | |

⁹ El porcentaje de avance a la fecha de medición del indicador puede tener avances parciales en años previos, por lo que se presenta el porcentaje de avance estimado en el cronograma de ejecución.

¹⁰ Los porcentajes por indicador son acumulativos y están establecidos con base en el nivel de esfuerzo requerido para completar la actividad que conforman. La ejecución total de la actividad corresponde al 100%, el cual se obtiene al sumar la aportación final de cada indicador.

| | |
|-------------------|--|
| Medida 3 | Control de emisiones en el transporte público de pasajeros |
| Acción 3.1 | Renovación tecnológica y electromovilidad del transporte público masivo y de alta capacidad |
| Subsector | Autobuses |

| Descripción | |
|--|--|
| Renovar la flota de transporte público de alta capacidad hacia tecnologías de menor intensidad de carbono, de forma que para finales del 2030 la mayor parte de las unidades cuenten con tecnologías de alto desempeño ambiental, como sistemas eléctricos, híbridos, o con sistemas de control de emisiones que cumplan con estándares similares o mejores al EURO VI o EPA 2010. | |

| Diagnóstico | |
|--|--|
| El transporte público masivo en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) está conformado por distintos sistemas, administrados por los gobiernos de la Ciudad de México (Sistema de Transporte Colectivo STC Metro, autobuses de la Red de Transporte de Pasajeros RTP, Metrobús, Cablebús y el Servicio de Transportes Eléctricos STE) y el Estado de México (Mexibús y Mexicable), así como un sistema conjunto (Tren Suburbano). A esto se suman otros modos de transporte público de alta capacidad, como autobuses concesionados, autobuses federales, autobuses de transporte escolar y de personal. | |
| De acuerdo con el Inventario de Emisiones de la ZMVM 2018, las fuentes móviles contribuyen significativamente a las emisiones de partículas PM ₁₀ y PM _{2.5} , NO _x y CO, destacándose el aporte del transporte público debido a la falta de renovación de las unidades y la carencia de mantenimiento adecuado, particularmente de autobuses. Por ejemplo, en el caso de los Trolebuses, el 70% de la flota ya ha rebasado su vida útil; 26% de la flota de RTP ya rebasó su vida útil; el 48% de los autobuses de transporte escolar cuentan con más de 10 años; y, en cuanto al Metrobús y Mexibús, el 3% de las unidades han alcanzado su vida útil, tomando el 2018 como año base. Por tales motivos, los sistemas de transporte público en la ZMVM tienen diversos problemas de mantenimiento que hacen que buena parte de su parque vehicular no se encuentre en óptima operación y que emitan grandes cantidades de contaminantes a la atmósfera. | |
| Se calcula que la flota vehicular del transporte público masivo y de alta capacidad aporta emisiones significativas de partículas suspendidas (PM ₁₀ y PM _{2.5}), carbono negro (CN), óxidos de nitrógeno (NO _x) y compuestos orgánicos volátiles (COV). Sobresalen las emisiones provenientes de autobuses (ver la siguiente tabla), en tanto que los sistemas Mexibús y Metrobús tienen una menor contribución. Por otro lado, el resto de los modos de transporte público estructurado no contribuyen a las emisiones locales de contaminantes criterio ni precursores, al ser sistemas eléctricos. | |

Emisiones contaminantes generadas por el subsector, ZMVM-2018¹ (t/año)

| Fuente contaminante | PM ₁₀ | PM _{2.5} | NO _x | COV | CN |
|------------------------|------------------|-------------------|-----------------|-----------|--------|
| Total, ZMVM | 34 779.5 | 16 500.1 | 144 597.8 | 413 820.9 | 2615.3 |
| | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% |
| Total, fuentes móviles | 13 763.3 | 7097.5 | 124 114.6 | 91 770.8 | 1526.0 |
| | 39.6% | 43.0% | 85.8% | 22.2% | 58.4% |
| Autobuses | 2621.3 | 1964.0 | 15 987.3 | 1946.0 | 693.1 |
| | 7.5% | 11.9% | 11.1% | 0.5% | 26.5% |

Si bien el aporte del transporte público a las emisiones totales es grande, cuando los sistemas son masivos o de alta capacidad, se tienen menos emisiones por pasajero transportado. Por lo tanto, ampliar la flota de transporte público estructurado y renovar la existente con tecnologías de menor intensidad de carbono, es una de las mejores opciones para reducir la generación de contaminantes atmosféricos del sector de fuentes móviles.

¹ En la tabla se incluyen únicamente aquellos contaminantes de interés cuyas emisiones son atendidas por la acción descrita. Se utilizan las siguientes siglas: NS cuando las emisiones del contaminante expuesto no son significativas, NA cuando la actividad no emite dicho contaminante y NE cuando las emisiones no fueron estimadas. Los porcentajes pueden variar por el redondeo de cifras.

| Actividades | | | | | | |
|--|--|--|------------------------|-----------------|------------------|------------------|
| Número | Descripción | Indicador | Entidad | Meta 2024 | Meta 2030 | Costo (M.N.) |
| Incrementar la flota de autobuses de transporte público concesionado y de gobierno, con unidades híbridas y eléctricas. | | | | | | |
| 3.1.1 | 3.1.1.1 Aplicar cambios regulatorios y programas de chatarrización que promuevan la adquisición de autobuses eléctricos. A las unidades de transporte concesionado que sean eléctricas se les podría incrementar la duración de la concesión o condicionarla a un porcentaje de cambio a flota eléctrica, incentivos ambientales y/o fiscales. | Porcentaje de unidades híbridas o eléctricas | CDMX ² | 2% | 15% | N/D |
| | | | EDOMEX | 2% | 15% | N/D |
| Incrementar el servicio del transporte eléctrico masivo y de alta capacidad. | | | | | | |
| 3.1.2 | 3.1.2.1 Ampliar o construir nuevas líneas de trenes urbanos. Estos sistemas se instrumentarán para alcanzar zonas periféricas con poco acceso a modos de transporte público estructurado y masivo. | Líneas de trenes nuevas o ampliadas | CDMX ³ | 0 | 1 | \$50,000,000 |
| | | | FED (SCT) ⁴ | 1 | 1 | \$920,000,000 |
| | 3.1.2.2 Incrementar el servicio del STC Metro mediante la expansión de líneas o creación de nuevas. El STC Metro es un medio de transporte fundamental que presenta condiciones de saturación en algunas líneas y horarios. | Líneas de metro nuevas o ampliadas | CDMX ⁵ | 1 | 2 | \$2,390,150,499 |
| | 3.1.2.3 Sustituir trenes con la finalidad de fortalecer el STC Metro. | Trenes incrementados | CDMX | 30 ⁶ | 50 | \$56,920,233,333 |
| 3.1.2.4 Construir líneas de sistemas de teleféricos. Estos sistemas deben priorizar la conexión a otras redes de transporte masivo y tendrán que estar orientados a atender zonas de bajos ingresos ubicadas en serranías de difícil acceso y con barreras urbanas a su alrededor. | Líneas de teleférico | CDMX | 4 | 4 | \$13,101,025,000 | |
| | | EDOMEX | 1 | 2 | \$5,366,400,000 | |

² Con esta acción se pretende sustituir por lo menos un 15% de vehículos concesionados con más de 10 y hasta 15 años de antigüedad por unidades híbridas y eléctricas. Entre los incentivos se puede considerar pago de revista, exención en contingencia o verificación, entre otros. La evaluación se realizó como ZMVM.

³ La evaluación considera la construcción de un tren ligero metropolitano.

⁴ Finalizar la construcción del tren interurbano (Toluca-Observatorio).

⁵ Expansión de Línea 12 del Metro a Observatorio.

⁶ Meta retomada del Programa Integral de Movilidad 2020-2024, Secretaría de Movilidad de la Ciudad de México.

| Incrementar las unidades de la flota de transporte público de gobierno con mejores tecnologías de control de emisiones. | | | | | | |
|---|--|---|--------|------------------|------|-----------------|
| 3.1.3 | 3.1.3.1 Asegurar que la flota cumpla como mínimo, con los estándares nacionales 1B, 2B y 1AA (EPA 10, EURO VI o EPA 07), similar o posterior. Las unidades de más de 10 años de antigüedad deberán ser sustituidas por vehículos con dichas tecnologías. | Porcentaje de unidades nuevas con tecnología de control | CDMX | 74% ⁷ | 100% | \$4,908,321,335 |
| | | | | | | |
| Incrementar las unidades de la de flota de transporte público concesionado con mejores tecnologías de control de emisiones. | | | | | | |
| 3.1.4 | 3.1.4.1 Otorgar beneficios en materia de verificación vehicular, exención en contingencia y ampliación de la temporalidad de su concesión. | Programa establecido | CDMX | 1 | 2 | N/D |
| | | | EDOMEX | 1 | 2 | N/D |
| | 3.1.4.2 Incremento de unidades de transporte con tecnología de control de emisiones. | Porcentaje de unidades con tecnología de control ⁸ | CDMX | 15% | 100% | \$5,665,075,410 |
| | | | EDM | 15% | 100% | \$5,438,472,394 |

| Responsables e involucrados | |
|-----------------------------|---|
| Entidades responsables | Gobierno Federal, Ciudad de México y Estado de México |
| Instituciones responsables | <ul style="list-style-type: none"> Gobierno Federal: Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) Ciudad de México: Secretaría de Movilidad (SEMOVI) Estado de México: Secretaría de Movilidad (SEMOV) |
| Actores involucrados | <ul style="list-style-type: none"> Coordinación Ejecutiva de la Comisión Ambiental de la Megalópolis (CE-CAME) Ciudad de México: Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA), Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda (SEDUVI), Organismos descentralizados (RTP, STE y STC Metro) y Órgano Regulador del Transporte (ORT) Estado de México: Secretaría de Medio Ambiente (SMAGEM) Otros: Concesionarios de transporte público de ambas entidades |

| Marco normativo | |
|--|--|
| Fundamento jurídico | |
| <p>Fundamentos en leyes generales o federales</p> <p>La fracción XIII del artículo 5 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), faculta a la Federación para fomentar la aplicación de tecnologías, equipos y procesos que reduzcan las emisiones y descargas contaminantes provenientes de cualquier tipo de fuente, en coordinación con las autoridades de los Estados, la Ciudad de México y los municipios. Asimismo, la fracción I del artículo 116 de la LGEEPA, establece que las autoridades competentes otorgarán estímulos fiscales a quienes adquieran, instalen u operen equipo para el control de emisiones contaminantes a la atmósfera.</p> <p>Por su parte, la fracción IX del artículo 71 de la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (LGAHOTDU) establece que las políticas y programas de movilidad deberán aumentar el número de opciones de servicios y modos de transporte, por medio del fomento de mecanismos para el financiamiento de la operación del transporte público. Asimismo, la fracción II del artículo 72 de la LGAHOTDU ordena a la Federación, a las entidades federativas, a los municipios y a las demarcaciones territoriales a establecer, entre otras cosas, estímulos a vehículos motorizados con baja o nula contaminación.</p> <p>Finalmente, el inciso b) de la fracción II del artículo 34 de la Ley General de Cambio Climático ordena a la Federación, a las entidades federativas y a los municipios el promover, diseñar y elaborar políticas y acciones de mitigación, incluyendo programas de movilidad sustentable en las zonas urbanas o conurbadas, para, entre otras cosas, disminuir el consumo energético.</p> | |

⁷ Meta retomada sobre el incremento de unidades del Programa Integral de Movilidad 2020-2024, Secretaría de Movilidad de la Ciudad de México.

⁸ Se asume el total de unidades de más de 15 años de antigüedad en ambas entidades.

Fundamentos en leyes locales

Ciudad de México

El artículo 7 de la Ley de Movilidad de la Ciudad de México (LMCDMX) establece que al diseñar e implementar las políticas, programas y acciones públicas en materia de movilidad, la administración pública deberá observar una serie de principios, entre los que destacan: (i) el de sustentabilidad y bajo carbono, que conlleva, entre otras cosas, impulsar el uso de tecnologías sustentables en los medios de transporte (fracción VIII), e (ii) innovación tecnológica, que conlleva emplear soluciones apoyadas en tecnología de punta, para, entre otras cosas, la reducción de las externalidades negativas de los desplazamientos (fracción X). La fracción XCVI del artículo 9 de la LMCDMX define a las tecnologías sustentables como aquellas que incluyen productos, dispositivos, servicios y procesos amigables con el medio ambiente que reducen o eliminan el impacto al entorno a través del incremento de la eficiencia en el uso de recursos, mejoras en el desempeño y reducción de emisiones contaminantes. Las fracciones VI, XVII y XIX del artículo 12 de la LMCDMX facultan a la Secretaría de Movilidad, en coordinación con la SEDEMA, a promover la transición gradual de unidades con tecnologías no contaminantes o de bajas emisiones en los servicios públicos y privados de transporte de pasajeros y descarga, además de ser eficientes y eficaces, y en coordinación con la Secretaría de Finanzas, establecer un programa de financiamiento para quienes adquieran tecnologías sustentables.

Por su parte, la fracción XL del artículo 9 de la Ley Ambiental de Protección a la Tierra en el Distrito Federal (LAPTFDF) faculta a la SEDEMA para promover el uso de fuentes de energías alternas, así como sistemas y equipos para prevenir o minimizar las emisiones contaminantes en los vehículos en los que se preste el servicio público local de transporte de pasajeros o carga en la Ciudad de México, y fomentar su uso en los demás automotores. El artículo 64 Bis de la LAPTFDF permite a los responsables de vehículos o flotillas suscribir convenios de autorregulación en los que se comprometan a actualizar la tecnología de dichos vehículos o hacer conversiones a combustibles alternos en los términos que la SEDEMA establezca. El artículo 71 Bis de la LAPTFDF ordena a la SEDEMA diseñar, desarrollar y aplicar instrumentos económicos que incentiven el cumplimiento de los objetivos de la política ambiental, incluyendo otorgar incentivos a quienes realicen acciones para la protección, preservación o restauración del equilibrio ecológico.

Finalmente, el inciso a) de la fracción IV del artículo 22 de la Ley de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático y Desarrollo Sustentable para la Ciudad de México reconoce que la implementación de sistemas de transporte público sustentable constituye una directriz para la mitigación de gases de efecto invernadero.

Estado de México

La fracción XV del artículo 12 de la Ley de Movilidad del Estado de México faculta al Comité Estatal de Movilidad para implementar programas que incentiven el uso de tecnologías sustentables en la prestación del servicio público de transporte, así como a los particulares que usen vehículos motorizados con tecnologías sustentables.

Por su parte, la fracción XXXV del Código para la Biodiversidad del Estado de México (CPBEM) faculta a la SMAGEM para promover el establecimiento de estímulos e incentivos a la población que desarrolle y fomente actividades de protección ambiental. Las fracciones I y II del artículo 2.59 del CPBEM establecen que se consideran prioritarias para efectos del otorgamiento de los estímulos fiscales que se establezcan conforme a la Ley de Ingresos del Estado las actividades relacionadas con: (i) la investigación, incorporación o utilización de mecanismos, equipos y tecnologías que tengan por objeto evitar, reducir o controlar la contaminación o deterioro ambiental, las emisiones de gases de efecto invernadero, así como el uso eficiente de recursos naturales y de energía, y (ii) la investigación e incorporación de sistemas de ahorro de energía y de utilización de fuentes de energía menos contaminantes y de energías renovables y tecnológicas de bajas emisiones.

Finalmente, cabe destacar que la fracción I del artículo 60 D del Código Financiero del Estado de México y Municipios, establece que los vehículos eléctricos utilizados para el transporte público de personas estarán exentos del pago del impuesto sobre tenencia o uso de vehículos.

Reformas legislativas, regulatorias o normativas

En virtud de que existen disposiciones legales que fundamentan la adopción de la acción, es procedente la implementación de la misma. No se estima necesario proponer reformas o adiciones en la materia.

| Factores económicos | |
|---------------------------|--|
| Costo estimado | \$94,759,600,000 M.N Incluye unidades y líneas nuevas que formarán parte de la renovación tecnológica y electromovilidad del transporte público masivo y de alta capacidad. |
| Fuentes de financiamiento | <p>Algunas alternativas para el financiamiento de la acción son:</p> <ul style="list-style-type: none"> Aumento en tarifa del 10% para el transporte público masivo y de alta capacidad. Inversión pública utilizando recursos presupuestales federales y locales, recursos autogenerados, fideicomisos locales (Fideicomiso 1490 y Fondo Ambiental Público), fondos y programas como el Fondo Nacional de Infraestructura (FONADIN) y el Programa de Mejoramiento Urbano (PMU). Inversión de particulares mediante Bonos Verdes, la observancia obligatoria de la normatividad, incentivos de autorregulación y acciones coordinadas de participación público-privada. Alternativas de asistencia internacional como la Coalición Clima y Aire Limpio (CCAC), el Banco Mundial, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el Banco de Desarrollo de América Latina (CAF), el Fondo de Prosperidad México - Reino Unido, el Programa México - UK PACT, la Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional (GIZ), la Agencia Francesa para el Desarrollo (AFD) y la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). |

| Barreras de implementación | | | | | | | | | | |
|--|--|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------|---------------------------|---------------------|-------------------------|-----------|----------------|
| Descripción de las barreras y supuestos identificados | | | | | | | | | | |
| <p>El problema del estatus de abandono y falta de renovación de la flota de transporte público en la ZMVM se puede resumir en: alto costo de adquisición de nuevas tecnologías, falta de infraestructura que satisfaga la innovación tecnológica, fragmentación institucional y de los distintos sistemas de movilidad, e ineficiencias en la operación y gestión de la flota concesionada. La complejidad de atender la problemática se deriva de la fragmentación del sector, tanto en su operación física y financiera, como en las políticas de coordinación metropolitana, de uso de suelo y de desarrollo urbano (SEMOVI, 2019)⁹.</p> <p>En este contexto, las barreras económicas y tecnológicas se reflejan en el costo de nuevas unidades de transporte, tanto en la renovación como en el aumento de la flota y de tecnologías con sistemas de control de emisiones. Sin embargo, la transición hacia una flota cero emisiones podría resultar factible y costo-efectiva durante el ciclo de vida del vehículo eléctrico. El costo de los autobuses eléctricos es alto, pero ha disminuido sustancialmente en la última década debido a la caída del precio de sus baterías; hay estudios que revelan que los costos de las baterías de los vehículos eléctricos están cayendo un 14% anualmente. Si continúa la reducción anual de aproximadamente el 10% en los costos de los paquetes de baterías, los precios de compra de los autobuses eléctricos caerán aún más y, considerando lo anterior, el costo durante el ciclo de vida de los autobuses eléctricos será competitivo contra el de los autobuses a diésel. Un supuesto que podría implementarse sería planificar un proyecto piloto estructurado antes de escalarlo para obtener experiencia práctica en todos los aspectos de la adopción de vehículos eléctricos, incluidos los requisitos de infraestructura de carga, los efectos de distribución y la asequibilidad.</p> <p>En cuanto a las barreras operativas destaca que el modelo de negocio de los concesionarios es inadecuado y la carencia de mecanismos de gestión de flota ha generado sobreoferta en algunos corredores. El 78% de la flota concesionada sobrepasa su vida útil y, para renovarse, la participación de los concesionarios será fundamental para la implementación de la medida. Deberán establecerse cambios regulatorios y económicos que obliguen a los concesionarios a adquirir unidades con certificaciones bajas en emisión, mínimo EURO VI con filtro de partículas, y que no representen costos económicos significativos que desincentiven la ejecución de la medida.</p> <p>Por último, en caso de aumentar el costo del uso del transporte público estructurado para subsidiar la renovación de la flota y la adquisición de sistemas de control de emisiones, la barrera social consecuente sería significativa, ya que un aumento en el costo del transporte público generaría descontento en la población.</p> | | | | | | | | | | |
| Presupuestales | Económicas | Sociales | Políticas | Institucionales | Operativas | Sector involucrado | Tecnológicas | | | |
| X | X | X | | X | X | X | X | | | |
| Beneficios ambientales esperados | | | | | | | | | | |
| Reducción de emisiones (toneladas reducidas)¹⁰ | Año | PM₁₀ | PM_{2.5} | SO₂ | CO | NO_x | COV | CO₂eq | CN | Tóxicos |
| | 2024 | 1406 | 1017 | 39 | 3036 | 7471 | 739 | 1 443 886 | 365 | 158 |
| | 2030 | 10 336 | 7486 | 277 | 19 183 | 54 736 | 5560 | 10 382 935 | 2720 | 1142 |
| Costo-efectividad | Costo medida M.N. / toneladas reducidas | ND | \$12,658,242 | ND | ND | ND | \$17,043,094 | ND | ND | ND |
| Cobeneficios | Las unidades nuevas de transporte público de alta tecnología (EURO VI), híbridas o eléctricas implican menores costos de operación al evitar el costo de combustibles fósiles que requieren los autobuses convencionales. Además, nuevas unidades de transporte ofrecerán mayor comodidad al usuario y un servicio más fiable. Interconectar modos de transporte de circulación exclusiva también reduce tiempos de traslado. Finalmente, se destaca que esta medida permite reducir emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero, contribuyendo a mitigar el cambio climático. | | | | | | | | | |

| Seguimiento y evaluación | | | | | |
|--------------------------|---|----------------------------|--|--------------------------------------|---|
| Indicadores | | | | | |
| No. | Nombre | Unidades | Método de cálculo | Frecuencia de medición ¹¹ | Medios de verificación |
| 3.1.1.1 | Porcentaje de unidades híbridas o eléctricas | Porcentaje | (Número de unidades nuevas/ unidades presupuestadas) * 100 | Anual | Informe SEMOVI CDMX Y EDOMEX |
| 3.1.1.2 | Líneas de trenes nuevas o ampliadas | Número de líneas de trenes | Conteo | 2 años (año 5, 10) | Informe SEMOVI CDMX |
| 3.1.1.3 | Líneas de metro nuevas o ampliadas | Número de líneas | Conteo | 5 años (año 2, 4, 6, 8, 10) | Informe SEMOVI CDMX |
| 3.1.1.4 | Trenes incrementados | Número de trenes | Conteo | 5 años (año 2, 4, 6, 8, 10) | Informe SEMOVI CDMX |
| 3.1.1.5 | Líneas de teleférico | Líneas de teleférico | Conteo | 5 años (año 2, 4, 6, 8, 10) | Informe SEMOVI CDMX Y EDOMEX |
| 3.1.2.1 | Porcentaje de unidades nuevas con tecnología de control | Porcentaje | (Número de unidades nuevas/ Número de unidades presupuestadas) * 100 | Anual | Informe SEMOVI CDMX Y EDOMEX |
| 3.1.2.2 | Programa establecido | Programa | Conteo | 4 años (año 2, 3, 6, 7) | Publicación en gacetas de cada entidad. |
| 3.1.2.3 | Porcentaje de unidades con tecnología de control | Porcentaje | (Número de unidades con tecnología de control /Número de unidades presupuestadas) *100 | 5 años (año 2, 4, 6, 8, 10) | Informe SEMOVI CDMX Y EDOMEX |

| Cronograma de implementación | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Metas y avances ¹² | | | | | | | | | | | |
| Actividad | Indicador | Año | | | | | | | | | |
| | | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
| 3.1.1 | 3.1.1.1 | 10% | 20% | 30% | 40% | 50% | 60% | 70% | 80% | 90% | 100% |
| 3.1.2 | 3.1.2.1 | | | | | 15% | | | | | 25% |
| | 3.1.2.2 | | 5% | | 10% | | 15% | | 20% | | 25% |
| | 3.1.2.3 | | 5% | | 10% | | 15% | | 20% | | 25% |
| | 3.1.2.4 | | 5% | | 10% | | 15% | | 20% | | 25% |
| 3.1.3 | 3.1.3.1 | 10% | 20% | 30% | 40% | 50% | 60% | 70% | 80% | 90% | 100% |
| 3.1.4 | 3.1.4.1 | | 10% | 20% | | 30% | 40% | | | | |
| | 3.1.4.2 | | 20% | | 30% | | 50% | | 50% | | 60% |

⁹ SEMOVI (2019). Plan estratégico de movilidad de la Ciudad de México 2019. Disponible en: <https://semovi.cdmx.gob.mx/storage/app/media/uploaded-files/plan-estrategico-de-movilidad-2019.pdf>

¹⁰ Se utilizan las siguientes siglas: NA para no aplica, ND para no determinado y NA² en caso de que se espere un incremento de emisiones de dicho contaminante.

¹¹ El porcentaje de avance a la fecha de medición del indicador puede tener avances parciales en años previos, por lo que se presenta el porcentaje de avance estimado en el cronograma de ejecución.

¹² Los porcentajes por indicador son acumulativos y están establecidos con base en el nivel de esfuerzo requerido para completar la actividad que conforman. La ejecución total de la actividad corresponde al 100%, el cual se obtiene al sumar la aportación final de cada indicador.

| | |
|-------------------|--|
| Medida 3 | Control de emisiones en el transporte público de pasajeros |
| Acción 3.2 | Eficiencia energética y electromovilidad en el transporte público de baja y mediana capacidad |
| Subsector | Microbuses, vagonetas y taxis |

| Descripción |
|--|
| Reducir las emisiones contaminantes que genera el subsector de transporte público de baja y mediana capacidad. Debido al tipo de usuario, la dispersión de las unidades y los viajes que satisfacen las unidades de transporte que conforman a este subsector, se complica la posibilidad de sustituirlas por completo por transporte estructurado o de alta capacidad. Por lo tanto, se requiere de un conjunto de actividades con mejoramiento tecnológico de la flota vehicular para reducir la intensidad contaminante de este subsector, y mejorar la calidad del aire de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM). Estas actividades se enfocarán en eliminar las unidades más contaminantes, reducir la edad promedio de la flota y aumentar la proporción de unidades con tecnología parcial o totalmente eléctrica. |

Diagnóstico

El transporte en la ZMVM está conformado por distintos sistemas gestionados por los gobiernos de la Ciudad de México, el Estado de México y el estado de Hidalgo, así como por el gobierno federal y entes privados. Según la Encuesta Origen Destino (EOD) de la ZMVM del 2017, en la ZMVM, de las 15.62 millones de personas que realizan algún viaje entre semana, 7.96 millones utilizan transporte público, 3.48 millones transporte privado, 10.3 millones caminan y 0.34 millones usan bicicleta. Particularmente, en el subsector de baja capacidad, los taxis y colectivos (microbús o vagoneta) son utilizados por 7.16 millones de personas para alguna parte de su trayecto¹. Es decir, del total de viajeros en la ZMVM, el 45.9% utilizan, en alguna parte de sus trayectos, un vehículo de transporte público de baja o mediana capacidad.

Además, de acuerdo con el Inventario de Emisiones de la ZMVM 2018, el parque vehicular cuenta con un número aproximado de 50 mil unidades de vehículos gestionados por aplicaciones y plataformas tecnológicas (Beat, Cabify, DiDi, Uber), que se contabilizan como parte de los 213 mil taxis que circulan en la zona de estudio, de los cuales 5% tiene más de 10 años; también se registran más de 61 mil vagonetas, de las cuales 20% tiene más de 10 años de antigüedad; en el caso de los microbuses, la mayoría (89%) ya cumplió su vida útil, tomando como base datos de 2018.

Las fuentes móviles son una de las principales fuentes de contaminación atmosférica dentro de los límites geográficos de la ZMVM, particularmente en las emisiones de partículas (PM₁₀ y PM_{2.5}) y óxidos de nitrógeno (NO_x). De acuerdo con el Inventario de Emisiones de la ZMVM 2018, en conjunto, los taxis, vagonetas y microbuses/midibuses tienen una aportación del 3.0% en el total de PM_{2.5}, 20.3% en NO_x, 6.2% en COV y 3.1% en carbono negro (CN) (ver la siguiente tabla).

Emisiones contaminantes generadas por el subsector, ZMVM-2018² (t/año)

| Fuente contaminante | PM ₁₀ | PM _{2.5} | NO _x | COV | CN |
|------------------------------|------------------|-------------------|-----------------|-----------|--------|
| Total, ZMVM | 34 779.5 | 16 500.1 | 144 597.8 | 413 820.9 | 2615.3 |
| | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% |
| Total, fuentes móviles | 13 763.3 | 7097.5 | 124 114.6 | 91 770.8 | 1526.0 |
| | 39.6% | 43.0% | 85.8% | 22.2% | 58.4% |
| Total, categorías relevantes | 1511.9 | 486.0 | 29 393.1 | 25 496.6 | 80.3 |
| | 4.3% | 3.0% | 20.3% | 6.2% | 3.1% |
| Taxis | 897.4 | 207.5 | 13 332.4 | 8455.3 | 15.7 |
| | 2.6% | 1.3% | 9.2% | 2.0% | 0.6% |
| Vagonetas | 366.6 | 144.6 | 2998.8 | 1533.9 | 52.6 |
| | 1.1% | 0.9% | 2.1% | 0.4% | 2.0% |
| Microbuses/midibuses | 247.9 | 133.9 | 13 062.0 | 15 507.4 | 12.0 |
| | 0.7% | 0.8% | 9.0% | 3.8% | 0.5% |

s

1 INEGI. (2017). Encuesta Origen Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México (EOD) 2017.

2 En la tabla se incluyen únicamente aquellos contaminantes de interés cuyas emisiones son atendidas por la acción descrita. Se utilizan las siguientes siglas: NS cuando las emisiones del contaminante expuesto no son significativas, NA cuando la actividad no emite dicho contaminante y NE cuando las emisiones no fueron estimadas. Los porcentajes pueden variar por el redondeo de cifras.

| Actividades | | | | | | |
|---|---|--|---------------------|-----------|-----------|-----------------|
| Número | Descripción | Indicador | Entidad | Meta 2024 | Meta 2030 | Costo (M.N.) |
| Fomentar la renovación de transporte basado en aplicaciones digitales con unidades híbridas y eléctricas. | | | | | | |
| 3.2.1 | 3.2.1.1 Modificar la regulación existente o realizar acuerdos con las empresas que gestionan estos servicios, para que únicamente se permitan unidades con menos de cinco años de antigüedad y que las unidades híbridas o eléctricas cuenten con incentivos locales. | Regulación publicada | CDMX | 1 | 1 | \$443,733 |
| | | | EDOMEX | 1 | 1 | \$443,733 |
| | 3.2.1.2 Incrementar las unidades híbridas o eléctricas de aplicaciones digitales. | Porcentaje de unidades híbridas o eléctricas | CDMX | 1% | 10% | \$93,681,900 |
| | | | EDOMEX | 1% | 10% | \$24,933,400 |
| Sustituir taxis que concluyan su vida útil por unidades híbridas y eléctricas. | | | | | | |
| 3.2.2 | 3.2.2.1 Incrementar las unidades híbridas o eléctricas en taxis de mayor edad mediante cambios regulatorios que motiven la adquisición de estas unidades. | Porcentaje de unidades híbridas, eléctricas | CDMX ³ | 1% | 20% | \$1,683,887,400 |
| | | | EDOMEX | 1% | 20% | \$482,384,100 |
| Establecer lineamientos ambientales y de eficiencia energética para la renovación de concesiones de unidades de baja y mediana capacidad (vagonetas y microbuses). | | | | | | |
| 3.2.3 | 3.2.3.1 Eliminar unidades de mayor edad a través de cambios regulatorios. La sustitución de unidades se deberá realizar con unidades con tecnologías más limpias | Unidades chatarrizadas o sustituidas | CDMX ⁴ | 10,615 | 21,338 | \$9,138,272,727 |
| | | | EDOMEX ⁵ | 10,503 | 15,305 | \$6,261,136,364 |

| Responsables e involucrados | |
|-----------------------------------|---|
| Entidades responsables | Ciudad de México y Estado de México |
| Instituciones responsables | <ul style="list-style-type: none"> Ciudad de México: Secretaría de Movilidad (SEMOV) Estado de México: Secretaría de Movilidad (SEMOV) |
| Actores involucrados | <ul style="list-style-type: none"> Gobierno Federal: Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) y Secretaría de Economía (SE) Coordinación Ejecutiva de la Comisión Ambiental de la Megalópolis (CE-CAMe) Gobierno Federal: Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) Ciudad de México: Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA) y Secretaría de Administración y Finanzas (SAF) Estado de México: Secretaría del Medio Ambiente (SMAGEM) y Secretaría de Finanzas (SEFIN) Otros: Asociaciones de taxistas, empresas de aplicaciones, permisionarios/concesionarios de rutas de transporte público de baja capacidad, distribuidores de unidades de transporte, Asociación Mexicana de Distribuidores de Automotores (AMDA) y Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA) |

3 Para el 2030 el 10% de las unidades deben ser eléctricas, metas de acuerdo al PACCM 2021-2030.

4 Incluye las 6000 unidades de microbuses del “Plan de sustitución de minibuses y micros grises, Ciudad de México” para 2024, que utilizan gas LP como combustible.

5 Se asume la renovación de microbuses/minibuses con combustible a gasolina.

| Marco normativo | |
|--|--|
| Fundamentos jurídico | |
| Fundamentos en leyes generales o federales | |
| <p>La fracción XIII del artículo 5 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), faculta a la Federación para fomentar la aplicación de tecnologías, equipos y procesos que reduzcan las emisiones y descargas contaminantes provenientes de cualquier tipo de fuente, en coordinación con las autoridades de los estados, la Ciudad de México y los municipios. Asimismo, la fracción I del artículo 116 de la LGEEPA, establece que las autoridades competentes otorgarán estímulos fiscales a quienes adquieran, instalen u operen equipo para el control de emisiones contaminantes a la atmósfera.</p> <p>Por su parte, la fracción IX del artículo 71 de la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano establece que las políticas y programas de movilidad deberán aumentar el número de opciones de servicios y modos de transporte, por medio del fomento de mecanismos para el financiamiento de la operación del transporte público.</p> <p>Finalmente, el inciso b) de la fracción II del artículo 34 de la Ley General de Cambio Climático ordena a la Federación, a las entidades federativas y a los municipios el promover, diseñar y elaborar políticas y acciones de mitigación, incluyendo programas de movilidad sustentable en las zonas urbanas o conurbadas, para, entre otras cosas, disminuir el consumo energético.</p> | |
| Fundamentos en leyes locales | |
| <u>Ciudad de México</u> | |
| <p>El artículo 7 de la Ley de Movilidad de la Ciudad de México (LMCDMX) establece que al diseñar e implementar las políticas, programas y acciones públicas en materia de movilidad, la administración pública deberá observar una serie de principios, entre los que destacan: (i) el de sustentabilidad y bajo carbono, que conlleva, entre otras cosas, impulsar el uso de tecnologías sustentables en los medios de transporte (fracción VIII); e (ii) innovación tecnológica, que conlleva emplear soluciones apoyadas en tecnología de punta, para, entre otras cosas, la reducción de las externalidades negativas de los desplazamientos (fracción X). La fracción XCVI del artículo 9 de la LMCDMX define a las tecnologías sustentables como aquellas que incluyen productos, dispositivos, servicios y procesos amigables con el medio ambiente que reducen o eliminan el impacto al entorno a través del incremento de la eficiencia en el uso de recursos, mejoras en el desempeño y reducción de emisiones contaminantes. Las fracciones VI, XVII y XIX del artículo 12 de la LMCDMX facultan a la SEMOVI, en coordinación con la SEDEMA, a promover la transición gradual de unidades con tecnologías no contaminantes o de bajas emisiones en los servicios públicos y privados de transporte de pasajeros y descarga, además de ser eficientes y eficaces, y en coordinación con la Secretaría de Finanzas, establecer un programa de financiamiento para quienes adquieran tecnologías sustentables.</p> <p>Por su parte, la fracción XL del artículo 9 de la Ley Ambiental de Protección a la Tierra en el Distrito Federal (LAPTRDF) faculta a la SEDEMA para promover el uso de fuentes de energías alternas, así como sistemas y equipos para prevenir o minimizar las emisiones contaminantes en los vehículos en los que se preste el servicio público local de transporte de pasajeros o carga en la Ciudad de México, y fomentar su uso en los demás automotores. El artículo 64 Bis de la LAPTRDF permite a los responsables de vehículos o flotillas suscribir convenios de autorregulación en los que se comprometan a actualizar la tecnología de dichos vehículos o hacer conversiones a combustibles alternos en los términos que la SEDEMA establezca. Finalmente, el artículo 71 Bis de la LAPTRDF ordena a la SEDEMA diseñar, desarrollar y aplicar instrumentos económicos que incentiven el cumplimiento de los objetivos de la política ambiental, incluyendo otorgar incentivos a quienes realicen acciones para la protección, preservación o restauración del equilibrio ecológico.</p> | |
| <u>Estado de México</u> | |
| <p>La fracción XV del artículo 12 de la Ley de Movilidad del Estado de México faculta al Comité Estatal de Movilidad para implementar programas que incentiven el uso de tecnologías sustentables en la prestación del servicio público de transporte, así como a los particulares que usen vehículos motorizados con tecnologías sustentables.</p> <p>Por su parte, la fracción XXXV del Código para la Biodiversidad del Estado de México (CPBEM) faculta a la SMAGEM para promover el establecimiento de estímulos e incentivos a la población que desarrolle y fomente actividades de protección ambiental. Las fracciones I y II del artículo 2.59 del CPBEM establecen que se consideran prioritarias para efectos del otorgamiento de los estímulos fiscales que se establezcan conforme a la Ley de Ingresos del Estado las actividades relacionadas con: (i) la investigación, incorporación o utilización de mecanismos, equipos y tecnologías que tengan por objeto evitar, reducir o controlar la contaminación o deterioro ambiental, las emisiones de gases de efecto invernadero, así como el uso eficiente de recursos naturales y de energía; y (ii) la investigación e incorporación de sistemas de ahorro de energía y de utilización de fuentes de energía menos contaminantes y de energías renovables y tecnológicas de bajas emisiones.</p> <p>Finalmente, cabe destacar que la fracción I del artículo 60 D del Código Financiero del Estado de México y Municipios, establece que los vehículos eléctricos utilizados para el transporte público de personas estarán exentos del pago del impuesto sobre tenencia o uso de vehículos.</p> | |
| Reformas legislativas, regulatorias o normativas | |
| En virtud de que existen disposiciones legales que fundamentan la adopción de la acción, no se estima necesario proponer reformas o adiciones en la materia. | |

| Factores económicos | | | | | | | | | | |
|--|---|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------|---------------------------|---------------------|-------------------------|-----------|----------------|
| Costo estimado | \$17,687,200,000 M.N. Incluye costos por cambios regulatorios; adquisición de unidades híbridas, eléctricas o de mayor eficiencia; e incentivos publicados. | | | | | | | | | |
| Fuentes de financiamiento | <p>La instrumentación de esta política pública será financiada de manera directa e indirecta tanto por entes gubernamentales como por los transportistas y los usuarios.</p> <p>Algunas alternativas para el financiamiento de la acción son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aumento en tarifa del transporte público de baja capacidad, aumento en tarifa en servicios de taxi y la eliminación de la contribución gubernamental en servicios privados de transporte gestionado por aplicaciones. • Inversión pública utilizando recursos presupuestales federales y locales, recursos autogenerados, fideicomisos locales (Fideicomiso 1490 y Fondo Ambiental Público) y asistencia técnica de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE). • Inversión de particulares mediante Bonos Verdes, la observancia obligatoria de la normatividad, incentivos de autorregulación y acciones coordinadas de participación público-privada. • Alternativas de asistencia internacional como la Coalición Clima y Aire Limpio (CCAC), el Banco Mundial, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el Banco de Desarrollo de América Latina (CAF), el Fondo de Prosperidad México-Reino Unido, el Programa México-UK PACT, la Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional (GIZ), la Agencia Francesa para el Desarrollo (AFD) y la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). | | | | | | | | | |
| Barreras de implementación | | | | | | | | | | |
| Descripción de las barreras y supuestos identificados | | | | | | | | | | |
| <p>La principal barrera de implementación radica en el costo económico que implica una renovación tecnológica de este subsector, especialmente porque en el transporte público de baja capacidad, el precio de la unidad contribuye en mayor medida en los costos de transporte. Como el costo de adquisición de las nuevas unidades es superior a la tecnología tradicional, se crea una barrera de entrada que debe ser cubierta por algún préstamo a favor de los concesionarios con una fuente de repago, la cual sería necesariamente un aumento en la tarifa del transporte público en la ZMVM. Si bien se puede llegar a un acuerdo con los concesionarios/permisionarios en donde el costo adicional sea cubierto por un préstamo que a su vez se pague con el aumento de la tarifa, los usuarios se verían afectados significativamente por el aumento en los costos diarios de transporte en una realidad de crisis económica por la pandemia, creando un impacto social. Este rechazo ciudadano se convertiría en un alto costo político para los gobiernos en turno, afectando la continuidad de la política pública. Por ello, esta política debe complementarse con una ampliación a la red de transporte público masivo y estructurado. En materia operativa, en México, el mejor canal para aportar de energía al transporte está en los combustibles líquidos. Modificar el energético de las unidades de transporte de baja capacidad requiere la instalación de una amplia red de distribución de la alternativa energética en la ZMVM, que no se tiene programada en el mediano plazo. Por ello las nuevas unidades deberán enfocarse en unidades de alta eficiencia energética (híbridos) y ambiental. Finalmente, la disponibilidad de unidades de transporte público con tecnología alternativa es limitada. En el corto plazo existirán retos para abastecer la demanda planteada, por lo que se deberá trabajar con los proveedores y concesionarios/permisionarios para solventar este reto y el relacionado al futuro mantenimiento requerido por estas unidades.</p> | | | | | | | | | | |
| Presupuestales | Económicas | Sociales | Políticas | Institucionales | Operativas | Sector involucrado | Tecnológicas | | | |
| | X | X | X | | X | X | X | | | |
| Beneficios ambientales esperados | | | | | | | | | | |
| Reducción de emisiones (toneladas reducidas)⁶ | Año | PM₁₀ | PM_{2.5} | SO₂ | CO | NO_x | COV | CO₂eq | CN | Tóxicos |
| | 2024 | 256 | 134 | 91 | 49 705 | 10 227 | 15 104 | 1 528 757 | 29 | 400 |
| | 2030 | 1387 | 721 | 480 | 274 956 | 54 922 | 80 534 | 8 239 883 | 154 | 2261 |
| Costo-efectividad | Costo medida M.N. / toneladas reducidas | ND | ND | ND | ND | ND | \$219,624 | ND | ND | ND |
| Cobeneficios | La renovación de las unidades de baja y mediana capacidad a una tecnología más avanzada traerá una reducción en el costo operativo de las unidades, reduciendo la presión en los precios de transporte, aumentando el confort y reduciendo los accidentes y percances viales que aquejan al subsector. | | | | | | | | | |

6 Se utilizan las siguientes siglas: NA para no aplica, ND para no determinado y NA* en caso de que se espere un incremento de emisiones de dicho contaminante.

| Seguimiento y evaluación | | | | | |
|--------------------------|---|--------------------|---|-------------------------------------|--------------------------|
| Indicadores | | | | | |
| No. | Nombre | Unidades | Método de cálculo | Frecuencia de medición ⁷ | Medios de verificación |
| 3.2.1.1 | Regulación publicada | Documento | Conteo | 2 años (año 2, 3) | Documento oficial |
| 3.2.1.2 | Porcentaje de unidades híbridas o eléctricas | Porcentaje | (Unidades híbridas o eléctricas nuevas / Total de unidades programadas) * 100 | Anual (a partir del año 2) | Informe de CDMX y EDOMEX |
| 3.2.2.1 | Porcentaje de unidades híbridas, eléctricas o de mayor eficiencia | Porcentaje | (Unidades híbridas o eléctricas nuevas/ Total de unidades programadas) * 100 | Anual (a partir del año 2) | Informe de CDMX y EDOMEX |
| 3.2.3.1 | Unidades chatarrizadas o sustituidas | Número de unidades | Conteo | Anual (a partir del año 2) | Informe de CDMX y EDOMEX |

| Cronograma de ejecución | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Metas y avances ⁸ | | | | | | | | | | | |
| Actividad | Indicador | Año | | | | | | | | | |
| | | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
| 3.2.1 | 3.2.1.1 | | 10% | 30% | | | | | | | |
| | 3.2.1.2 | | 5% | 10% | 20% | 30% | 40% | 50% | 60% | 70% | 80% |
| 3.2.2 | 3.2.2.1 | | 20% | 30% | 40% | 50% | 60% | 70% | 80% | 90% | 100% |
| 3.2.3 | 3.2.3.1 | | 20% | 30% | 40% | 50% | 60% | 70% | 80% | 90% | 100% |

⁷ El porcentaje de avance a la fecha de medición del indicador puede tener avances parciales en años previos, por lo que se presenta el porcentaje de avance estimado en el cronograma de ejecución.

⁸ Los porcentajes por indicador son acumulativos y están establecidos con base en el nivel de esfuerzo requerido para completar la actividad que conforman. La ejecución total de la actividad corresponde al 100%, el cual se obtiene al sumar la aportación final de cada indicador.

| | |
|-------------------|---|
| Medida 3 | Control de emisiones en el transporte público de pasajeros |
| Acción 3.3 | Mejoramiento y ampliación de la infraestructura ciclista |
| Subsector | Autos particulares, camionetas SUV, taxis y motocicletas |

| Descripción |
|--|
| Mejorar la infraestructura ciclista a través de su renovación y expansión, con el fin de consolidar una red accesible, segura, cómoda, funcional e integrada a otras redes de transporte público. Con ello, esta acción tiene como objetivo aumentar la participación en el reparto modal de los viajes en bicicleta en la zona metropolitana al lograr que la movilidad activa sustituya viajes de medios individuales o privados motorizados. Para lograrlo, esta acción requiere de tres actividades principales que ayudarán a mejorar la calidad del aire de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM). Estas actividades se enfocarán en aumentar la cobertura de la infraestructura y de los servicios relacionados a este modo de transporte, así como incrementar el nivel de servicio del transporte no motorizado. |

| Diagnóstico |
|---|
| De acuerdo con el Inventario de Emisiones de la ZMVM 2018, en conjunto, los autos particulares, camionetas SUV, taxis y motocicletas contribuyen con el 49.6% de los óxidos de nitrógeno (NO _x), el 15.8% de los compuestos orgánicos volátiles (COV), el 10.8% de las PM _{2.5} y el 9.2% del carbono negro (CN) (ver la siguiente tabla). Esto refleja la necesidad de la población de movilizarse dentro de la ZMVM, por lo que se ha incrementado el parque vehicular y el congestionamiento. Esto ocasiona otros problemas como el incremento de los tiempos de traslado y de los accidentes de tránsito; circunstancias que afectan la calidad de vida de quienes habitan la metrópoli. |

Emisiones contaminantes generadas por el subsector, ZMVM-2018¹ (t/año)

| Fuente contaminante | PM ₁₀ | PM _{2.5} | NO _x | COV | CN |
|------------------------------|------------------|-------------------|-----------------|-----------|--------|
| Total, ZMVM | 34 779.5 | 16 500.1 | 144 597.8 | 413 820.9 | 2615.3 |
| | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% |
| Total, fuentes móviles | 13 763.3 | 7097.5 | 124 114.6 | 91 770.8 | 1526.0 |
| | 39.6% | 43.0% | 85.8% | 22.2% | 58.4% |
| Total, categorías relevantes | 6302.8 | 1778.7 | 71 688.6 | 65 511.0 | 240.6 |
| | 18.2% | 10.8% | 49.6% | 15.8% | 9.2% |
| Taxis | 897.4 | 207.5 | 13 332.4 | 8 455.3 | 15.7 |
| | 2.6% | 1.3% | 9.2% | 2.0% | 0.6% |
| Autos particulares | 3940.5 | 1118.6 | 37 716.0 | 36 775.0 | 161.6 |
| | 11.3% | 6.8% | 26.1% | 8.9% | 6.2% |
| Camionetas SUV | 1093.7 | 280.3 | 15 128.1 | 10 546.7 | 42.0 |
| | 3.1% | 1.7% | 10.5% | 2.6% | 1.6% |
| Motocicletas | 371.2 | 172.3 | 5512.1 | 9754.0 | 21.2 |
| | 1.1% | 1.0% | 3.8% | 2.4% | 0.8% |

En la Encuesta Origen Destino (EOD) de la ZMVM del 2017, de las 15.62 millones de personas que realizan algún viaje entre semana, 3.48 millones utilizan transporte privado, 10.3 millones caminan y 0.34 millones usan bicicleta. Particularmente en el subsector ciclista, tan solo el 2.2% de los viajeros utilizan la bicicleta para una parte de su trayecto, cifra 10 veces menor a los usuarios de autos o motocicletas privadas².

Esta situación muestra que es fundamental proponer otras alternativas para fomentar la movilidad sustentable y no motorizada, como es el uso de la bicicleta. Su uso representa una opción viable, especialmente porque en la Ciudad de México el 50% de los viajes son de menos de 8 kilómetros de distancia. Además, tiene beneficios directos en la salud, el medio ambiente y en las finanzas personales de los usuarios; y puede aportar a reducir la brecha de género y a democratizar el espacio público³.

Actualmente, la Ciudad de México cuenta con diversas opciones para atender la movilidad ciclista, las cuales incluyen ciclovías, bicicletas públicas mecánicas y eléctricas, y bici-estacionamientos; además de que existen diferentes programas de bicicletas compartidas, de los que destaca el Sistema de Bicicletas Públicas ECOBICI. Esta acción pretende dar continuidad a los proyectos y programas en la materia, al instrumentar tareas que permiten superar las barreras que actualmente impiden que la gente utilice esta opción como un modo de transporte en la ciudad.

¹ En la tabla se incluyen únicamente aquellos contaminantes de interés cuyas emisiones son atendidas por la acción descrita. Se utilizan las siguientes siglas: NS cuando las emisiones del contaminante expuesto no son significativas, NA cuando la actividad no emite dicho contaminante y NE cuando las emisiones no fueron estimadas. Los porcentajes pueden variar por el redondeo de cifras.

² INEGI. (2017). Encuesta Origen Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México (EOD) 2017.

³ Plan Bici CDMX. (2018). https://semovi.cdmx.gob.mx/storage/app/media/PlanBici-baja-sitio-1_2019.pdf

| Actividades | | | | | | |
|-------------|---|-----------------------------------|---------|-----------|-----------|----------------------------|
| Número | Descripción | Indicador | Entidad | Meta 2024 | Meta 2030 | Costo (M.N.) |
| 3.3.1 | Aumentar la infraestructura vial ciclista. | | | | | |
| | 3.3.1.1 Construir infraestructura vial que fortalezca las redes locales en la periferia, así como de conexiones regionales y futuras que conecten la infraestructura existente, para incrementar el número de viajes en bicicleta. Entre estas se sugiere incluir conexiones con municipios del Estado de México. | Porcentaje de viajes en bicicleta | CDMX | 3% | 4% | \$271,000,000 ⁴ |
| | | | EDOMEX | 3% | 4% | ND |
| 3.3.2 | Desarrollar bici-estacionamientos. | | | | | |
| | 3.3.2.1 Construir bici-estacionamientos masivos y semi-masivos (adicionales a los siete existentes) en puntos estratégicos para reforzar la intermodalidad entre la bicicleta y el transporte masivo en Centros de Transferencia Modal, estaciones de transporte público, zonas periféricas y cabeceras municipales o de alcaldías. | Bici-estacionamientos operando | CDMX | 12 | 20 | ND ⁵ |
| 3.3.3 | Expandir los sistemas de bicicletas públicas. | | | | | |
| | 3.3.3.1 Incrementar los servicios actuales, priorizando su expansión y ubicación cerca de estaciones de transporte público de la ZMVM. | Bicicletas disponibles | CDMX | 10,000 | 10,000 | \$70,000,000 ⁶ |

| Responsables e involucrados | |
|-----------------------------|--|
| Entidades responsables | Ciudad de México y Estado de México |
| Instituciones responsables | <ul style="list-style-type: none"> Ciudad de México: Secretaría de Movilidad (SEMOVI) Estado de México: Secretaría de Movilidad (SEMOV) |
| Actores involucrados | <ul style="list-style-type: none"> Coordinación Ejecutiva de la Comisión Ambiental de la Megalópolis (CE-CAMe) Ciudad de México: Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda (SEDUVI), Secretaría de Obras y Servicios (SOBSE), Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA) y alcaldías Estado de México: Secretaría de Desarrollo Urbano y Obra (SEDUO), Secretaría del Medio Ambiente (SMAGEM) y municipios Otros: Empresarios relacionados a servicios de bicicletas compartidas, organizaciones no gubernamentales y asociaciones de colonos |

| Marco normativo |
|--|
| Fundamento jurídico |
| <p>Fundamentos en leyes generales o federales</p> <p>Las fracciones I y XI del artículo 71 de la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (LGAHOTDU) establece que las políticas y programas de movilidad deberán: (i) priorizar la movilidad peatonal y no motorizada, y (ii) fomentar el uso de la bicicleta. Asimismo, la fracción II del artículo 22 de la LGAHOTDU ordena a la Federación, a las entidades federativas, a los municipios y a las demarcaciones territoriales a establecer infraestructura ciclista; mientras que el artículo 73 establece que deberán promover el uso intensivo del transporte no motorizado.</p> <p>Por su parte, el inciso a) de la fracción II del artículo 34 de la Ley General de Cambio Climático ordena a la Federación, a las entidades federativas y a los municipios el promover la inversión en la construcción de ciclovías o infraestructura de transporte no motorizado, así como la implementación de reglamentos de tránsito que promuevan el uso de la bicicleta.</p> |

⁴ Información retomada de "Renovación y expansión del sistema de bicicletas públicas ECOBICI". Foros abiertos de prediseño, diciembre 2019. Recuperado en: https://www.adip.cdmx.gob.mx/storage/app/media/tianguis_digital/pptlicitacionempresas16122019.pdf

⁵ Los costos se incluyen en la inversión destinada a la infraestructura ciclista (Actividad 3.3.1).

⁶ e asume el costo por bicicleta de \$7,000.00. Tomando como base el costo por extravío de bicicleta. Recuperado en: <https://www.ecobici.cdmx.gob.mx/es/informacion-del-servicio/requisitos-planes-y-tarifas>

Fundamentos en leyes locales

Ciudad de México

La fracción XXI del artículo 12 de la Ley de Movilidad de la Ciudad de México (LMCDMX) faculta a la Secretaría de Movilidad a promover la construcción de vías ciclistas. El artículo 34 Ter de la LMCDMX establece que las funciones del Fondo Público de Atención al Ciclista y al Peatón incluyen implementar mejoras a la infraestructura para la movilidad no motorizada. El inciso c) de la fracción III del artículo 41 de la LMCDMX establece que los subprogramas, líneas programáticas y acciones contenidas en el Programa Integral de Movilidad deberán incluir el fomento del uso de la bicicleta. La fracción II del artículo 179 de la LMCDMX ordena que las vialidades primarias cuenten con vías ciclistas. El artículo 201 de la LMCDMX establece que el Gobierno impulsará la red integral de estacionamientos para bicicletas en edificios, espacios públicos y áreas de transferencia para el transporte.

Estado de México

Los incisos e) y f) de la fracción II del artículo 16 de la Ley de Movilidad del Estado de México (LME) establecen que los sistemas de ciclovías y los sistemas de bici-estacionamientos forman parte de la infraestructura para la movilidad. El inciso d) de la fracción XIV del artículo 26 de la LME establece que el Programa Estatal de Movilidad deberá considerar, cuando menos, un subprograma ciclista. La fracción II del artículo 27 de la LME establece que el eje del desarrollo urbano deberá prever redes de ciclovías, diseñando calles que garanticen la seguridad de los ciclistas y ofreciendo bici-estacionamientos seguros.

Reformas legislativas, regulatorias o normativas

En virtud de que existen disposiciones legales que fundamentan la adopción de la medida, no se estima necesario proponer reformas o adiciones en la materia.

| Factores económicos | |
|---------------------------|---|
| Costo estimado | \$341,000,000 M.N. Incluye infraestructura ciclista e inversión requerida para construcción y mantenimiento de bici-estacionamientos y adquisición de bicicletas. |
| Fuentes de financiamiento | <p>Algunas alternativas de fuentes de financiamiento son:</p> <ul style="list-style-type: none"> Inversión pública utilizando recursos presupuestales federales y locales, recursos autogenerados, fideicomisos (Fideicomiso 1490, Fondo Ambiental Público y Fondo Público de Atención al Ciclista y al Peatón), el Programa de Mejoramiento Urbano (PMU) y el Programa Banobras-FAIS. Inversión de particulares mediante cuotas de membresía, cargos a los usuarios y multas por mal uso, impuestos por emisiones, impuestos de impacto ambiental, cargos y multas por estacionamiento, espacios publicitarios, patrocinios; así como mediante Bonos Verdes y acciones coordinadas de participación público-privada. Alternativas de asistencia internacional como el Banco Mundial, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el Banco de Desarrollo de América Latina (CAF), el Fondo de Prosperidad México - Reino Unido, el Programa México-UK PACT, la Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional (GIZ) y la Agencia Francesa para el Desarrollo (AFD). |

| Barreras de implementación | | | | | | | |
|--|------------|----------|-----------|-----------------|------------|--------------------|--------------|
| Descripción de las barreras y supuestos identificados | | | | | | | |
| Además de que la implementación de la medida está limitada por los recursos financieros que se destinan a esta, existen barreras operativas relacionadas con la topografía de la ciudad y la fragmentación espacial y social (barreras topográficas, viales y de uso de suelo). El replanteamiento de la ciudad que conlleva esta medida implica un modelo que permita cruzar vialidades de acceso controlado, líneas de Metro, canales, calles cerradas, entre otros obstáculos; además de que considere la incidencia delictiva y los cruces peligrosos. Asimismo, la medida conlleva retos culturales relacionados con el buen uso de las bicicletas y el respeto a la infraestructura vial y al ciclista, de forma que requiere de la elaboración de una estrategia cultural y de socialización ⁷ . Finalmente, los límites político-territoriales en la ZMVM complican la continuidad y conectividad de la infraestructura ciclista. | | | | | | | |
| Presupuestales | Económicas | Sociales | Políticas | Institucionales | Operativas | Sector involucrado | Tecnológicas |
| X | | X | | X | X | | |

⁷ WRI. ECOBICI – Ciudad de México, Caso de Estudio. <https://www.retocdmx.com/documents/wri4.pdf>

⁸ Estrategia de Movilidad en Bicicleta. <http://data.sedema.cdmx.gob.mx/sedema/imagenes/archivos/movilidad-sustentable/movilidad-en-bicicleta/emb/estrategia-movilidad.pdf>

| Beneficios ambientales esperados | | | | | | | | | | |
|---|--|------------------|-------------------|-----------------|------|-----------------|-----------|--------------------|----|---------|
| Reducción de emisiones (toneladas reducidas) ⁹ | Año | PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | CO | NO _x | COV | CO ₂ eq | CN | Tóxicos |
| | 2024 | 28 | 7 | 2 | 2018 | 226 | 225 | 131 130 | 1 | 77 |
| | 2030 | 85 | 21 | 6 | 6093 | 681 | 679 | 395 979 | 2 | 231 |
| Costo-efectividad | Costo medida M.N. / toneladas reducidas | ND | ND | ND | ND | \$500,734 | \$502,209 | ND | ND | ND |
| Cobeneficios | Además de que esta acción ayuda a la reducción de emisiones contaminantes a la atmósfera, esta contribuye a mejorar la salud de las personas y, por consiguiente, genera ahorros en salud pública, hace eficiente el tiempo dedicado al transporte, genera ahorros económicos para los usuarios del transporte y disminuye la contaminación por ruido en la ciudad. Otros beneficios asociados identificados incluyen la reducción de la brecha de género, la democratización del espacio público, la mejora de la percepción mundial de la ciudad y la generación de orgullo entre sus habitantes ¹⁰ . | | | | | | | | | |

| Seguimiento y evaluación | | | | | |
|--------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|---|--------------------------------------|------------------------------------|
| Indicadores | | | | | |
| No. | Nombre | Unidades | Método de cálculo | Frecuencia de medición ¹¹ | Medios de verificación |
| 3.3.1.1 | Porcentaje de viajes en bicicleta | Porcentaje | (Viajes en viajes en bicicleta/Viajes totales) *100 | Anual | Informe SEMOVI CDMX y SEMOV EDOMEX |
| 3.3.2.1 | Bici-estacionamientos operando | Número de bici-estacionamientos | Conteo | Anual | Informe SEMOVI CDMX |
| 3.3.1.1 | Bicicletas disponibles | Número de bicicletas | Conteo | Anual | Informe SEMOVI CDMX |

| Cronograma de ejecución | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Metas y avances ¹² | | | | | | | | | | | |
| Actividad | Indicador | Año | | | | | | | | | |
| | | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
| 3.3.1 | 3.3.1.1 | 10% | 20% | 30% | 40% | 50% | 60% | 70% | 80% | 90% | 100% |
| 3.3.2 | 3.3.2.1 | 10% | 20% | 30% | 40% | 50% | 60% | 70% | 80% | 90% | 100% |
| 3.3.3 | 3.3.3.1 | 10% | 20% | 30% | 40% | 50% | 60% | 70% | 80% | 90% | 100% |

9 Se utilizan las siguientes siglas: NA para no aplica, ND para no determinado y NA* en caso de que se espere un incremento de emisiones de dicho contaminante. Para este cálculo se asumió que cada 100 bicicletas eliminan el uso de un auto particular. El incremento de kilómetros de ciclovía y de bici-estacionamientos se toma como incluido en el indicador global de bicicletas.

10 Visión integral- Estrategia de Movilidad en Bicicleta de la Ciudad de México <http://data.sedema.cdmx.gob.mx/sedema/images/archivos/movilidad-sustentable/movilidad-en-bicicleta/emb/vision-integral.pdf>

11 El porcentaje de avance a la fecha de medición del indicador puede tener avances parciales en años previos, por lo que se presenta el porcentaje de avance estimado en el cronograma de ejecución.

12 Los porcentajes por indicador son acumulativos y están establecidos con base en el nivel de esfuerzo requerido para completar la actividad que conforman. La ejecución total de la actividad corresponde al 100%, el cual se obtiene al sumar la aportación final de cada indicador.

| | |
|------------|---|
| Medida 4 | Reducción de emisiones en el sector doméstico |
| Acción 4.1 | Creación del marco regulatorio para la reducción de COV en productos de uso doméstico |
| Subsector | Productos de cuidado personal y uso doméstico ¹ |

| Descripción |
|---|
| Reducir las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV) en el sector doméstico, a través del establecimiento de límites máximos permisibles (LMP) de contenido de COV en productos de uso doméstico y de cuidado personal, de plaguicidas de uso doméstico y productos para el cuidado automotriz, y de recubrimientos arquitectónicos. Además, incluye una actividad complementaria de difusión para promover el consumo de productos de bajo impacto ambiental. |

Diagnóstico

Tal se observa en el Inventario de Emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) 2018, el uso de solventes en productos domésticos contribuye significativamente a la emisión de COV. Con la emisión de cerca de 90 mil toneladas anuales, el uso de estos productos tiene un aporte del 21.7% del total de COV emitido en la ZMVM (ver la siguiente tabla). Del mismo modo, el aporte de sustancias y compuestos tóxicos por estos productos se estima en más de 34 mil toneladas anuales, que representan el 28.0% del total de estas especies contaminantes emitidas en el territorio. Estos compuestos se generan en las viviendas por la aplicación de pinturas, productos de aseo, limpiadores y aromatizantes, así como productos cosméticos, entre ellos los desodorantes, removedor de esmalte, gel y aerosol para el cabello, entre otros.

Emisiones contaminantes generadas por el subsector, ZMVM-2018² (t/año)

| Fuente contaminante | COV |
|---|-----------|
| Total, ZMVM | 413 820.9 |
| | 100.0% |
| Total, fuentes de área | 271 133.4 |
| | 65.5% |
| Total, categorías relevantes | 89 991.4 |
| | 21.7% |
| Productos de cuidado personal | 20 081.7 |
| | 4.9% |
| Productos de consumo doméstico | 19 024.7 |
| | 4.6% |
| Plaguicidas domésticos | 18 873.7 |
| | 4.6% |
| Recubrimientos de superficies arquitectónicas | 16 084.7 |
| | 3.9% |
| Productos para el cuidado automotriz | 14 213.6 |
| | 3.4% |
| Pintura de tránsito | 1013.9 |
| | 0.3% |
| Productos misceláneos | 699.0 |
| | 0.2% |

En este contexto, es importante mencionar que en Estados Unidos existe la regulación de estos productos desde finales de los años noventa. En cambio, a la fecha, la única regulación en México relacionada con este tema es la NOM-123-SEMARNAT-1998 que regula el contenido de COV en la fabricación de pinturas. Sin embargo, la norma establece un solo valor de contenido máximo permisible para los diferentes tipos de recubrimientos, mismo que es hasta nueve veces mayor que el de algunos productos ya regulados en Estados Unidos. Si bien una forma de disminuir la cantidad de COV en el interior de los hogares es concientizar a la población sobre la composición y toxicidad de algunos de estos productos, la principal acción es establecer límites del contenido de COV durante su fabricación y/o importación. Por ello, se deben regular

1 Agrupa las siguientes categorías: Productos de cuidado personal, Productos de consumo doméstico, Plaguicidas domésticos, Recubrimiento de superficies arquitectónicas, Productos para el cuidado automotriz, Pintura de tránsito y Productos misceláneos. Se destaca que la categoría de Pinturas de tránsito no corresponde al sector doméstico; sin embargo, se incluye en la propuesta de norma de pinturas de la presente medida, por lo que se lista dentro de este sector.

2 En la tabla se incluyen únicamente aquellos contaminantes de interés cuyas emisiones son atendidas por la acción descrita. Si bien el uso de pintura en aerosol genera más de 2350 toneladas de COV, no se considera en la normativa propuesta en esta acción. Se utilizan las siguientes siglas: NS cuando las emisiones del contaminante expuesto no son significativas, NA cuando la actividad no emite dicho contaminante y NE cuando las emisiones no fueron estimadas. Los porcentajes pueden variar por el redondeo de cifras.

los siguientes productos: productos de uso doméstico y de cuidado personal, plaguicidas de uso doméstico y productos para el cuidado automotriz, y recubrimientos arquitectónicos.

La Secretaría de Economía se encuentra en sesiones de grupos de trabajo para elaborar las normas correspondientes que regularán los COV en las pinturas de uso arquitectónico y en los productos de aseo de uso doméstico y productos cosméticos. Dichas normativas demostrarán su aplicación en un par de años, por lo que es importante informar a la población sobre el uso de productos sustentables. Se reconoce el esfuerzo que deberá realizar en los próximos años el sector industrial para la reformulación y cambio tecnológico, por lo que es fundamental llevar a cabo una evaluación que permita determinar el impacto en la calidad del aire y el beneficio a la población, una vez que finalice la gradualidad de las normas.

Dentro de los hogares también se generan COV por uso de plaguicidas y productos para el cuidado automotriz. Si bien existe regulación para los plaguicidas, esta se enfoca en prohibir el uso de sustancias tóxicas. De acuerdo con la NOM-189-SSA1/SCFI-2018, estos no se consideran en la definición de productos de aseo doméstico, por lo que no se lograron incluir en la propuesta de norma de productos de aseo de uso doméstico y productos cosméticos. En este contexto, la regulación de COV en plaguicidas y productos para el cuidado automotriz es un área de oportunidad para la reducción de emisiones de estos compuestos.

| Actividades | | | | | | | |
|-------------|---|---|---------------------------------|-------------------|-----------|--------------|-------------|
| Número | Descripción | Indicador | Entidad | Meta 2024 | Meta 2030 | Costo (M.N.) | |
| 4.1.1 | Publicar y evaluar la norma que regule el contenido de COV en productos de uso doméstico y de cuidado personal. | | | | | | |
| | 4.1.1.1 | Elaborar el proyecto y publicar la norma para su entrada en vigor. | Norma publicada | FED (SE) | 1 | 1 | \$196,500 |
| | 4.1.1.2 | Evaluar los impactos ambientales y de salud por la implementación de la norma. Dicha evaluación deberá realizarse a los cuatro años de la entrada en vigor y será la base para la propuesta de modificación o ratificación en la revisión quinquenal. La evaluación deberá incluir la revisión de la normativa internacional que aplique a la fecha, la eliminación de sustancias prohibidas y tóxicas, así como la revisión de compuestos exentos. Se deberá generar la propuesta de actualización quinquenal de los LMP basados en criterios de toxicidad y reactividad, así como la propuesta de etiquetado con base en revisiones de acuerdos económicos internacionales en los que participa México. | Reporte de evaluación de norma | FED (SEMARNAT/SE) | 0 | 1 | \$1,886,000 |
| 4.1.2 | Desarrollar una norma que regule el contenido de COV en plaguicidas de uso doméstico y productos para el cuidado automotriz. | | | | | | |
| | 4.1.2.1 | Elaborar el anteproyecto de norma, con propuesta previamente aprobada, incluyendo: los LMP de contenido de COV en plaguicidas de uso doméstico y productos para el cuidado automotriz, que considere criterios de toxicidad y reactividad, tipos, ventas y costos de los productos de mayor venta. Se revisará la normatividad internacional para determinar las áreas de oportunidad de la normativa, por ejemplo, la inclusión de otros productos como los adhesivos y selladores. Además, se elaborará la propuesta de etiquetado con base en revisiones de acuerdos económicos internacionales en los que participa México y se realizará un análisis de costo-beneficio, económico y de salud. | Anteproyecto de norma elaborado | FED (SEMARNAT/SE) | 1 | 1 | \$3,027,375 |
| | 4.1.2.2 | Elaborar el proyecto y publicar la norma para su entrada en vigor. | Norma publicada | FED (SE) | 1 | 1 | \$589,500 |
| | 4.1.2.3 | Evaluar los impactos ambientales y de salud por la implementación de la norma a los cuatro años de entrada en vigor, lo cual será la base para su modificación o ratificación. | Reporte de evaluación de norma | FED (SEMARNAT/SE) | 0 | 1 | \$1,886,000 |

| | | | | | | | |
|-------|--|--|--|-------------------|---|---|-------------|
| 4.1.3 | Publicar y evaluar la norma que regule el contenido de COV en recubrimientos arquitectónicos. | | | | | | |
| | 4.1.3.1 | Elaborar el proyecto y publicar la norma para su entrada en vigor. | Norma publicada | FED (SE) | 1 | 1 | \$196,500 |
| 4.1.3 | 4.1.3.2 | Evaluar los impactos ambientales y de salud por la implementación de la norma. Dicha evaluación deberá realizarse a los cuatro años de la entrada en vigor y será la base para la propuesta de modificación o ratificación en la revisión quinquenal. La evaluación deberá incluir la revisión de la normativa internacional, la eliminación de sustancias prohibidas y tóxicas, así como la revisión de los compuestos exentos. Se deberá desarrollar una propuesta de actualización de LMP con base en criterios de toxicidad y reactividad. | Reporte de evaluación de norma | FED (SEMARNAT/SE) | 0 | 1 | \$1,886,000 |
| 4.1.4 | Promover el consumo de productos de bajo impacto ambiental, a través de campañas orgánicas de comunicación y sensibilización dirigidas a la ciudadanía. | | | | | | |
| | 4.1.4.1 | Realizar publicaciones anuales en redes sociales institucionales y en las páginas oficiales de las dependencias, promoviendo el uso de productos de bajo contenido de COV (productos de uso doméstico y cosméticos, pinturas, insecticidas, entre los principales). | Campaña orgánica de comunicación y sensibilización | CDMX EDOMEX | 3 | 9 | \$517,200 |

| Responsables e involucrados | |
|-----------------------------------|--|
| Entidades responsables | <ul style="list-style-type: none"> Gobierno Federal, Ciudad de México y Estado de México |
| Instituciones responsables | <ul style="list-style-type: none"> Gobierno Federal: Secretaría de Economía (SE)- Dirección General de Normas, y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) – Dirección General de Industria y Dirección General Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas Ciudad de México: Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA) Estado de México: Secretaría del Medio Ambiente (SMAGEM) |
| Actores involucrados | <ul style="list-style-type: none"> Gobierno Federal: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) Coordinación Ejecutiva de la Comisión Ambiental de la Megalópolis (CE-CAME) Estado de Hidalgo: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNATH) Otros: Industrias y cámaras del sector de pinturas, productos domésticos y cosméticos, de cuidado automotriz y plaguicidas |

| Marco normativo | |
|--|--|
| Fundamento jurídico | |
| Fundamentos en leyes generales o federales | |
| De acuerdo con las fracciones VIII y IX del artículo 3 de la Ley de Infraestructura de la Calidad (LIC), compete exclusivamente a las dependencias o entidades de la Administración Pública Federal elaborar las propuestas de Normas Oficiales Mexicanas (NOM), someterlas al conocimiento de los comités consultivos nacionales de normalización, expedirlas y, en su caso, modificarlas con base en el procedimiento previsto en el artículo 35 de este ordenamiento. | |
| Por otro lado, el artículo 36 del Reglamento interior de la Secretaría de Economía establece en su fracción IX que la Dirección General de Normas tiene las atribuciones de elaborar, expedir, revisar, modificar, cancelar y difundir las normas oficiales mexicanas y normas mexicanas en el ámbito de competencia de la Secretaría y coordinarse con otras dependencias de la Administración Pública Federal para la elaboración conjunta de normas oficiales mexicanas. | |
| Además, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) señala en su artículo 13 que los Estados podrán suscribir entre sí y con el Gobierno de la Ciudad de México, en su caso, convenios o acuerdos de coordinación y colaboración administrativa, con el propósito de atender y resolver problemas ambientales comunes y ejercer sus atribuciones a través de las instancias que al efecto determinen, atendiendo a lo dispuesto en las leyes locales que resulten aplicables. Las mismas facultades podrán ejercer los municipios entre sí, aunque pertenezcan a entidades federativas diferentes, de conformidad con lo que establezcan las leyes señaladas. | |
| En cuanto a la normativa relevante, se tiene la NOM-123-SEMARNAT-1998, que establece el contenido máximo permisible de compuestos orgánicos volátiles, en la fabricación de pinturas de secado al aire base disolvente para uso doméstico y los procedimientos para la determinación del contenido de los mismos en pinturas y recubrimientos. | |
| En lo relativo a la promoción del uso de productos de bajo contenido de COV en mecanismos informativos y de difusión a cargo de los gobiernos de las entidades federativas, se estima que dichas acciones encuadran en la facultad genérica prevista en la fracción XV del artículo 7o de la LGEEPA, que faculta a los estados para promover la participación de la sociedad en materia ambiental. | |
| <u>Ciudad de México</u> | |
| El artículo 21 de la Ley Ambiental para la Protección de la Tierra del Distrito Federal faculta a la SEDEMA para “promover y garantizar la participación corresponsable de la ciudadanía”, para lo cual la fracción III del artículo 22 de la misma Ley faculta a la persona titular de la Jefatura de Gobierno y a la SEDEMA para celebrar “convenios con los medios de comunicación masiva para la difusión, divulgación, información y promoción de acciones de conservación del equilibrio ecológico, de protección al ambiente y de educación”. | |
| <u>Estado de México</u> | |
| La fracción XXII del artículo 2.8 del Código para la Biodiversidad del Estado de México faculta a la SMAGEM para “conducir la política estatal de difusión en materia de medio ambiente”, lo cual es materializado a través de varias acciones, tales como la prevista en la fracción III del artículo 2.202 en materia de participación social, que le faculta para promover “la celebración de convenios, acuerdos con los diversos medios de comunicación masiva para la difusión, información y promoción de acciones ecológicas”. | |
| Reformas legislativas, regulatorias o normativas | |
| En virtud de los fundamentos legales existentes, es posible establecer esta acción para promover ante las autoridades federales competentes la actualización de la normatividad aplicable a los límites máximos permisibles de contenido de COV en recubrimientos arquitectónicos y productos de consumo doméstico y cuidado personal, con base en el procedimiento previsto en la LIC. | |
| La acción contempla las siguientes actividades: | |
| <ul style="list-style-type: none"> Publicar ANTEPROY-NOM-XXX-SE-2020, pinturas – límites máximos permisibles de contenido de compuestos orgánicos volátiles (COV) de pinturas y recubrimientos para uso arquitectónico. Publicar el ANTEPROY-NOM-XXX-SE-2020, productos de aseo de uso doméstico y productos cosméticos – límites máximos permisibles de contenido de compuestos orgánicos volátiles (COV). Desarrollar regulación para plaguicidas domésticos y productos de cuidado automotriz. | |

| Factores económicos | |
|----------------------------------|--|
| Costo estimado | \$10,200,000 M.N. Incluye el costo de elaboración de un anteproyecto de norma, la participación de personal de dos dependencias en los grupos de trabajo, así como las evaluaciones de las normas. |
| Fuentes de financiamiento | Algunas alternativas para el financiamiento de la acción son: <ul style="list-style-type: none"> Inversión pública utilizando recursos presupuestales federales y locales, recursos autogenerados, fideicomisos locales (Fideicomiso 1490 y Fondo Ambiental Público) y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Inversión de particulares mediante la observancia obligatoria de la normatividad. Alternativas de asistencia técnica internacional como el Banco de Desarrollo de América Latina (CAF) y la Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional (GIZ). |

| Barreras de implementación | | | | | | | |
|---|------------|----------|-----------|-----------------|------------|--------------------|--------------|
| Descripción de las barreras y supuestos identificados | | | | | | | |
| La acción puede presentarse a barreras económicas por el cambio de precios de los productos y del sector involucrado como la oposición del sector regulado para el establecimiento de los LMP. No obstante, se ha detectado que algunos de los productos a normar pudieran ya cumplir con límites de COV similares a los de Estados Unidos, pues varios de ellos se exportan. | | | | | | | |
| Presupuestales | Económicas | Sociales | Políticas | Institucionales | Operativas | Sector involucrado | Tecnológicas |
| | X | | | | | X | |

| Beneficios ambientales esperados | | | | | | | | | | |
|---|--|------------------|-------------------|-----------------|----|-----------------|---------|--------------------|----|---------|
| Reducción de emisiones (toneladas reducidas) ¹ | Año | PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | CO | NO _x | COV | CO ₂ eq | CN | Tóxicos |
| | 2024 | NA | NA | NA | NA | NA | 17 285 | NA | NA | 4849 |
| | 2030 | NA | NA | NA | NA | NA | 120 045 | NA | NA | 43 717 |
| Costo-efectividad | Costo medida M.N. / toneladas reducidas | NA | NA | NA | NA | NA | \$85 | NA | NA | ND |
| Cobeneficios | Se espera que la acción provoque beneficios en la salud por la reducción de la exposición de COV en el interior de viviendas y por la reducción de compuestos tóxicos en el ambiente y en interiores, los cuales también pueden verse reducidos a nivel nacional. Además, se observa un área de oportunidad para la exportación de estos productos para su comercialización en el mercado de Estados Unidos. | | | | | | | | | |

| Seguimiento y evaluación | | | | | |
|--------------------------|---------------------------------|-----------|-------------------|-------------------------------------|--|
| Indicadores | | | | | |
| No. | Nombre | Unidades | Método de cálculo | Frecuencia de medición ⁴ | Medios de verificación |
| 4.1.1.1 | Norma publicada | Documento | Conteo | Única vez (año 1) | Publicación de norma en el Diario Oficial de la Federación |
| 4.1.1.2 | Reporte de evaluación de norma | Documento | Conteo | Única vez (año 6) | Documento de evaluación |
| 4.1.2.1 | Anteproyecto de norma elaborado | Documento | Conteo | Única vez (año 3) | Documento |
| 4.1.2.2 | Norma publicada | Documento | Conteo | Única vez (año 5) | Publicación de norma en el Diario Oficial de la Federación |
| 4.1.2.3 | Reporte de evaluación de norma | Documento | Conteo | Única vez (año 10) | Documento de evaluación |
| 4.1.3.1 | Norma publicada | Documento | Conteo | Única vez (año 1) | Publicación de norma en el Diario Oficial de la Federación |
| 4.1.3.2 | Reporte de evaluación de norma | Documento | Conteo | Única vez (año 6) | Documento de evaluación |

³ Se utilizan las siguientes siglas: NA para no aplica, ND para no determinado y NA* en caso de que se espere un incremento de emisiones de dicho contaminante.

⁴ El porcentaje de avance a la fecha de medición del indicador puede tener avances parciales en años previos, por lo que se presenta el porcentaje de avance estimado en el cronograma de ejecución.

| | | | | | |
|---------|--|--------------------|--------|----------------------------|---|
| 4.1.4.1 | Campaña orgánica de comunicación y sensibilización | Número de campañas | Conteo | Anual (a partir del año 2) | Listado de infografías de campañas publicadas |
|---------|--|--------------------|--------|----------------------------|---|

| Cronograma de ejecución | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Metas y avances ⁵ | | | | | | | | | | | |
| Actividad | Indicador | Año | | | | | | | | | |
| | | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
| 4.1.1 | 4.1.1.1 | 80% | | | | | | | | | |
| | 4.1.1.2 | | | | | | 20% | | | | |
| 4.1.2 | 4.1.2.1 | | | 30% | | | | | | | |
| | 4.1.2.2 | | | | 25% | 50% | | | | | |
| | 4.1.2.3 | | | | | | | | | | 20% |
| 4.1.3 | 4.1.3.1 | 80% | | | | | | | | | |
| | 4.1.3.2 | | | | | | 20% | | | | |
| 4.1.4 | 4.1.4.1 | | 20% | 30% | 40% | 50% | 60% | 70% | 80% | 90% | 100% |

⁵ Los porcentajes por indicador son acumulativos y están establecidos con base en el nivel de esfuerzo requerido para completar la actividad que conforman. La ejecución total de la actividad corresponde al 100%, el cual se obtiene al sumar la aportación final de cada indicador.

| | |
|------------|--|
| Medida 4 | Reducción de emisiones en el sector doméstico |
| Acción 4.2 | Disminución de las emisiones por el uso de gas L.P. en las viviendas |
| Subsector | Fugas en instalaciones de gas L.P. e hidrocarburos no quemados (HCNQ) en la combustión de gas L.P. |

| Descripción |
|---|
| Reducir las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV) que se generan por el uso de gas L.P. en las viviendas, a través de la disminución de fugas, el cambio tecnológico y el consumo responsable. Se plantea la realización de acciones coordinadas entre las dependencias para incrementar el uso de tecnologías de aprovechamiento de energía solar, así como promover el consumo responsable y disminuir las fugas de gas L.P. en viviendas, mediante campañas dirigidas a la ciudadanía. Adicionalmente, se busca fomentar el uso de gas natural en el sector doméstico, a través de la ampliación de la red de gas natural en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM). |

| Diagnóstico |
|---|
| Estudios realizados durante la campaña MILAGRO-2005-2006 y por el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) en 2015 ¹ , muestran cantidades considerables de propano y butano en la atmósfera de la Ciudad de México (CDMX), las cuales pueden asociarse al aprovechamiento/uso de gas L.P. Al respecto, se ha reportado que su contribución en las emisiones de COV continúa siendo alta y que sus componentes (propano y butano) son las especies de alcanos más representativas en los sitios muestreados ² . |
| El gas L.P. es el combustible fósil más utilizado en los hogares de la ZMVM; se estima que el 57% del consumo total de este combustible es destinado para el sector residencial. Se ha identificado una correspondencia entre las fugas domésticas de gas L.P. y los incrementos matutinos en las concentraciones atmosféricas de propano y butano ³ . En particular, las emisiones se asocian a los procesos de combustión en estufas y calentadores de agua y, principalmente, a las fugas de combustible generadas por falta de mantenimiento, antigüedad y rezago tecnológico en los equipos, contenedores, accesorios y conexiones. De acuerdo con un estudio realizado por la Secretaría del Medio Ambiente de la CDMX (SEDEMA) y el Instituto Mexicano del Petróleo en el año 2016 ⁴ , cuatro de cada diez viviendas en la ZMVM presentan algún tipo de fuga en sus instalaciones. |
| En el Inventario de Emisiones de la ZMVM 2018, las emisiones de COV del sector residencial por uso de gas L.P. se cuantifican dentro de las categorías de Fugas en instalaciones de gas L.P. e HCNQ en la combustión de gas L.P. Las actividades específicas desarrolladas por el sector doméstico en estas categorías representan una emisión de COV de más de 85 mil toneladas anuales, lo cual representa el 20.7% de las emisiones totales (ver la siguiente tabla). A su vez, se estima que las fugas de este combustible representan una pérdida económica de 5.1 millones de pesos diarios ⁵ . |
| Por lo anterior, los esfuerzos para reducir las emisiones de gas L.P. deben enfocarse en sensibilizar a la población en la detección y reparación oportuna de fugas. Asimismo, se debe buscar armonizar acciones con los ejes estratégicos en materia de energía y sustentabilidad, en particular, el aprovechamiento de la energía solar. |

¹ Magaña, R.M., Hernández, A.L., González, V.S., Cárdenas, G.B. (2015). *Evaluación de Compuestos Orgánicos Volátiles en la Zona Metropolitana del Valle de México*. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). México. 77 pp.
² Garzón, J.P., Huertas, J.I., Magaña, M., Huertas, M.E., Cárdenas, B., Watanabe, T., Maeda, T., Wakamatsu, S., Blanco, S. (2015). *Volatile organic compounds in the atmosphere of Mexico City*, Atmospheric Environment. 119: 415-429.
³ Jaimes, P.M. (2017). *Diseño del monitoreo de compuestos precursores de ozono en la atmósfera de la Ciudad de México y su Área Metropolitana*. Tesis doctoral. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.
⁴ SEDEMA (2016). *Diagnóstico de equipos a gas L.P. y actualización de factores de emisión de fugas y combustión de gas L.P. en viviendas de la ZMVM*. Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México (SEDEMA). México.
⁵ Estimación propia con datos de la Comisión Reguladora de Energía. (2020). *Precios de GLP en CDMX por venta de cilindros (kg)*. Recuperado el 15 de noviembre de 2020, de <https://www.gob.mx/cre/documentos/precios-al-publico-de-gas-lp-reportados-por-los-distribuidores>.

Emisiones contaminantes generadas por el subsector, ZMVM-2018⁶ (t/año)

| Fuente contaminante | COV |
|---|-----------|
| Total, ZMVM | 413 820.9 |
| | 100.0% |
| Total, fuentes de área | 271 133.4 |
| | 65.5% |
| Total, categorías relevantes | 93 964.1 |
| | 22.7% |
| Fugas en instalaciones de gas L.P. | 82 763.6 |
| | 20.0% |
| HCNQ en la combustión de gas L.P. | 11 200.5 |
| | 2.7% |
| Total, fugas e HCNQ en el sector doméstico ⁷ | 85 827.4 |
| | 20.7% |
| Fugas del sector doméstico | 82 498.8 |
| | 19.9% |
| HCNQ por encendido de equipos, del sector doméstico | 2 415.8 |
| | 0.6% |
| HCNQ por combustión incompleta, del sector doméstico | 912.8 |
| | 0.2% |

| Actividades | | | | | | | |
|-------------|--|---|---|-----------|-----------|--------------|---------------|
| Número | Descripción | Indicador | Entidad | Meta 2024 | Meta 2030 | Costo (M.N.) | |
| 4.2.1 | Incrementar el uso de tecnologías sustentables para disminuir el consumo de agua, así como de gas L.P. para su calentamiento. | | | | | | |
| | 4.2.1.1 | Instalar calentadores solares en las viviendas unifamiliares previamente valoradas y aprobadas por la Comisión para la Reconstrucción CDMX - componente <i>Reconstrucción</i> . | Porcentaje de viviendas unifamiliares con calentadores solares instalados | CDMX | 50% | 50% | \$33,380,435 |
| | 4.2.1.2 | Generar un instrumento de colaboración intersectorial, para determinar la factibilidad de financiamiento para la adquisición e instalación de regaderas ahorradoras y calentadores solares en viviendas. Se realizará un acercamiento con las instituciones que actualmente cuentan con apoyos y se establecerán metas, indicadores de seguimiento y estrategias de difusión. La entrega de regaderas puede ser por un esquema de canje; en el caso de los calentadores se puede otorgar financiamiento de adquisición y la instalación realizarse por el personal técnico capacitado en el Instituto de Capacitación para el Trabajo CDMX. | Instrumento intersectorial elaborado y operando | CDMX | 1 | 1 | \$167,726,333 |
| | | EDOMEX | 1 | 1 | | | |

⁶ En la tabla se incluyen únicamente aquellos contaminantes de interés cuyas emisiones son atendidas por la acción descrita. Se utilizan las siguientes siglas: NS cuando las emisiones del contaminante expuesto no son significativas, NA cuando la actividad no emite dicho contaminante y NE cuando las emisiones no fueron estimadas. Los porcentajes pueden variar por el redondeo de cifras.

⁷ Las emisiones de COV por fugas en instalaciones de gas L.P. e HCNQ en la combustión de gas L.P. para el sector doméstico no se reportan desglosadas en el Inventario de Emisiones 2018, sin embargo, durante el proceso de cálculo de cada categoría se calculan las emisiones específicas de este sector, mismo que se presenta en esta tabla.

| | | | | | | | |
|-------|--|--|---|------------------------|----|-----|---------------------------|
| 4.2.2 | Promover el consumo responsable y disminuir las fugas de gas L.P. en viviendas, a través de campañas dirigidas a la ciudadanía. | | | | | | |
| | 4.2.2.1 | Realizar campañas intersectoriales para la detección, reparación de fugas y ahorro de gas L.P. en las viviendas de la ZMVM. Se contempla la detección y reparación de fugas a través de personal capacitado y contar con esquemas de financiamiento para reparaciones. Se deberá dar difusión sobre los requisitos, términos y plazos de las campañas, mismos que debe centralizar alguna institución. | Campañas de detección y reparación de fugas | CDMX | 1 | 2 | \$487,919,916 |
| | | | EDOMEX | 1 | 2 | | |
| | 4.2.2.2 | Realizar publicaciones en redes sociales institucionales, promoviendo la reducción de emisiones de gas L.P. en la vivienda. Se elaborarán propuestas de contenido con base en el público objetivo y los espacios de difusión, y se informará sobre los impactos ambientales y económicos asociados a las fugas. | Publicaciones en redes sociales | CDMX | 36 | 108 | \$468,000 |
| | 4.2.2.3 | Realizar una campaña orgánica permanente de comunicación y sensibilización para el uso eficiente del gas L.P. y detección de fugas en la vivienda. | Campaña orgánica de comunicación y sensibilización | CDMX | 1 | 1 | \$5,900,800 |
| | 4.2.2.4 | Desarrollar actividades y cursos de capacitación, incluyendo el tema de reducción de emisiones de gas L.P. en la vivienda. | Actividades y/o cursos de capacitación que incluyen temas de reducción de emisiones de gas L.P. | CDMX | 2 | 5 | \$1,056,667 |
| 4.2.3 | Fomentar el uso de gas natural en el sector doméstico, a través de la ampliación de la red de gas natural en la ZMVM. | | | | | | |
| | 4.2.3.1 | Crear instrumentos de colaboración con la participación de alcaldías, municipios, dependencias federales y estatales, con la finalidad de apoyar la gestión de los trámites en las dependencias. Puede incluir convenios, comités, grupos de trabajo por zona a ampliar, entre otros. | Instrumento creado | FED (CRE) | 1 | 2 | ND ⁸ |
| | 4.2.3.2 | Revisar los proyectos de ampliación de la red de gas natural y dar seguimiento a la gestión de los trámites, generando estadísticas de avance. Se contempla un incremento de la red del 20%, a partir del año base 2021. | Porcentaje de ampliación de la red de gas natural en viviendas | FED (CRE) ⁹ | 5% | 20% | \$1,200,000 ¹⁰ |

⁸ El costo de la actividad 4.2.3.1 se considera dentro de la actividad 5.2.2.1, por tratarse del mismo instrumento. Este se estima en \$32,000.

⁹ La ampliación se tiene contemplada para la Ciudad de México y los municipios del Estado de México pertenecientes al Valle de México.

¹⁰ Sólo incluye costo por participación de personal de dependencias.

| Responsables e involucrados | |
|------------------------------------|--|
| Entidades responsables: | Gobierno Federal, Ciudad de México y Estado de México |
| Instituciones responsables: | <ul style="list-style-type: none"> Gobierno Federal: Comisión Reguladora de Energía (CRE) Ciudad de México: Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA) y Secretaría de Desarrollo Económico (SEDECO) Estado de México: Secretaría del Medio Ambiente (SMAGEM) |
| Actores involucrados: | <ul style="list-style-type: none"> Gobierno Federal: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE), Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI), Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU), Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT), Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), Comisión Federal de Electricidad (CFE) y Procuraduría Federal del Consumidor (PROFECO) Coordinación Ejecutiva de la Comisión Ambiental de la Megalópolis (CE-CAME) Ciudad de México: Instituto de Vivienda (INVI), Secretaría de Obras y Servicios (SOBSE), Sistema de Aguas (SACMEX), Instituto de Capacitación para el Trabajo (ICAT), Secretaría de Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil (SGIRPC), Secretaría de Administración y Finanzas (SAF), Secretaría del Trabajo y Fomento al Empleo (STYFE), LOCATEL, Heroico Cuerpo de Bomberos, Procuraduría Social (PROSOC) y alcaldías Estado de México: Instituto Mexiquense de la Vivienda Social (IMEVIS), Secretaría de Desarrollo Urbano y Obra (SOP), Comisión del Agua (CAEM), Coordinación General de Protección Civil (CGPC), Instituto de Capacitación y Adiestramiento para el Trabajo Industrial (ICATI), Instituto Estatal de Energía y Cambio Climático (IECC) y gobiernos municipales Otros: Sector de distribución de gas L.P. y ciudadanía |

| Marco normativo |
|---|
| Fundamento jurídico |
| Fundamentos en leyes generales o federales |
| <p>La fracción I del artículo 112 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente faculta a los gobiernos de las entidades federativas, de los municipios y de las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México para, entre otras cosas, controlar la contaminación del aire en los bienes y zonas de jurisdicción local, así como en fuentes fijas que funcionen como establecimientos industriales, comerciales y de servicios de su competencia.</p> <p>Por su parte, la fracción III del artículo 33 de la Ley General de Cambio Climático (LGCC) establece como uno de los objetivos de las políticas públicas de mitigación promover, de manera gradual, la sustitución del uso y consumo de los combustibles fósiles por fuentes renovables de energía. Asimismo, los incisos a) y c) de la fracción I del artículo 34 de la LGCC ordenan a la Federación, a las entidades federativas y a los municipios a: (i) fomentar prácticas de eficiencia energética y promover el uso de fuentes renovables de energía; así como la transferencia de tecnología de bajas en emisiones de carbono, y (ii) establecer los mecanismos viables técnico económicamente que promuevan el uso de mejores prácticas, para evitar las emisiones fugitivas de gas en las actividades de extracción, transporte, procesamiento y utilización de hidrocarburos.</p> |
| Fundamentos en leyes locales |
| <u>Ciudad de México</u> |
| <p>El artículo 16 de la Constitución Política de la Ciudad de México en su fracción A.2 dicta que la Ciudad de México minimizará su huella ecológica, en los términos de emisión de gases de efecto invernadero, a través de (...) nuevas tecnologías, uso de energía renovable, medidas y políticas de eficiencia energética (...); y en su fracción A.4 menciona que las autoridades aplicarán las medidas necesarias para reducir las causas, prevenir, mitigar y revertir las consecuencias del cambio climático, y se crearán políticas públicas y un sistema eficiente con la mejor tecnología disponible de prevención ambiental de emisiones de gases de efecto invernadero y contaminantes. Además, en su artículo 56 fracción 2, II, ordena que los y las integrantes de las alcaldías deberán promover la participación de la ciudadanía en los programas, generales y específicos, de desarrollo de la demarcación; en la ejecución de programas y acciones públicas territoriales; en el presupuesto participativo; uso del suelo, obras públicas.</p> <p>También, la Ley Ambiental de Protección a la Tierra en el Distrito Federal (LAPTFD) establece en el artículo 9° que corresponde a la Secretaría (SEDEMA) el ejercicio de las siguientes atribuciones, entre otras: (XVII) promover la participación ciudadana en materia ambiental individual, colectiva o a través de los órganos de representación ciudadana e instrumentos de participación ciudadana; (XIX) coordinar la participación de las dependencias y entidades de la administración pública de la Ciudad de México, y de las delegaciones en las acciones de educación ambiental, de prevención y control del deterioro ambiental, conservación, protección y restauración del ambiente en el territorio de la Ciudad de México, así como celebrar con éstas y con la sociedad, los acuerdos que sean necesarios con el propósito de dar cumplimiento a la presente Ley; y (XX) realizar y promover programas para el desarrollo de técnicas, ecotecnias y procedimientos que permitan prevenir, controlar y abatir el deterioro ambiental, propiciar el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la conservación de los ecosistemas, con instituciones de educación superior, centros de investigación, instituciones privadas y grupos civiles, con los sectores industrial, comercial y de servicio.</p> |

| |
|---|
| <p>A su vez, en el artículo 22 fracción III de la LAPTFD destaca que la Jefa de Gobierno de la Ciudad de México y la Secretaría celebrarán convenios con los medios de comunicación masiva para la difusión, divulgación, información y promoción de acciones de conservación del equilibrio ecológico, de protección al ambiente y de educación. Igualmente importante, el artículo 86 Bis 6 fracción IV, establece que el Gobierno de la Ciudad de México tiene la obligación de desarrollar políticas y campañas de promoción a fin de asegurar la sustentabilidad energética a largo plazo a partir de una cultura del ahorro, el aumento de la eficiencia y la incorporación paulatina de fuentes alternativas limpias y renovables entre los habitantes de la Ciudad de México.</p> <p>Respecto a la normatividad aplicable, se cuenta con la Norma Ambiental NADF-008-AMBT-2017, que establece las especificaciones técnicas para el aprovechamiento de la energía solar en el calentamiento de agua en edificaciones, instalaciones y establecimientos.</p> <p><u>Estado de México</u></p> <p>La Constitución Política del Estado Libre y Soberano de México, en el artículo 139, fracción II, sostiene que en materia metropolitana, el Gobierno del Estado y los Ayuntamientos de los municipios deberán en forma coordinada y en términos de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos: a) participar en la planeación y ejecución de acciones coordinadas con la Federación, y con las entidades federativas colindantes con el Estado, en las materias de: (...) Desarrollo Económico, Asentamientos Humanos (...) Protección al Ambiente, Protección Civil, Restauración del Equilibrio Ecológico (...) y conformar con dichas entidades las comisiones metropolitanas en las que concurren y participen con apego a sus atribuciones y conforme a las leyes de la materia; d) regular la ejecución conjunta y coordinada de los planes, programas y acciones que de ellos deriven a través de las comisiones metropolitanas; y e) suscribir convenios con la Federación, los Estados y municipios limítrofes y la Ciudad de México, en su caso, para la ejecución de obras, operación y prestación de servicios públicos o la realización de acciones en las materias que fueron determinadas por las comisiones metropolitanas y relacionados con los diversos ramos administrativos.</p> <p>Por otro lado, el Código para la Biodiversidad del Estado de México, establece en la fracción VI del artículo 2.7 que el titular del Poder Ejecutivo del Estado tendrá la atribución de celebrar convenios de coordinación con la Federación en las materias de este Libro para realizar actividades o ejercer facultades en bienes y zonas de jurisdicción federal de conformidad con las disposiciones aplicables, y celebrar acuerdos y convenios con Ayuntamientos sobre acciones de beneficio ambiental y ecológico.</p> |
| Reformas legislativas, regulatorias o normativas |
| En virtud de que existen disposiciones legales que fundamentan la adopción de la acción, no se estima necesario proponer reformas o adiciones en la materia. |

| Factores económicos | |
|----------------------------------|--|
| Costo estimado | <p>\$697,700,000 M.N.</p> <p>Incluye el costo del equipo necesario y personal técnico para su instalación, así como el personal administrativo y de diseño para las campañas de detección de fugas, comunicación y capacitación. No se incluye el costo de la subactividad 4.2.3.1 debido a que este está contemplado en la ficha de la acción 5.2, referente a gas L.P. en industria, comercio y servicios.</p> |
| Fuentes de financiamiento | <p>Algunas fuentes de financiamiento potenciales son:</p> <ul style="list-style-type: none"> Inversión pública utilizando recursos presupuestales federales y locales, recursos autogenerados, fideicomisos locales (Fideicomiso 1490 y Fondo Ambiental Público) y el Programa Banobras-FAIS. Se buscará colaborar con entidades como la SEDECO, INVI, CONUEE, CONAVI y SEDATU. Inversión de particulares mediante el Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE), la observancia obligatoria de la normatividad e incentivos de autorregulación. Alternativas de asistencia técnica internacional como la Coalición Clima y Aire Limpio (CCAC), el Banco de Desarrollo de América Latina (CAF) y la Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional (GIZ). |

| Barreras de implementación |
|--|
| Descripción de las barreras y supuestos identificados |
| <p>Algunas barreras a las cuales se pueden enfrentar las autoridades al implementar la acción son escasez de recursos presupuestales para la ejecución de las acciones, falta de coordinación interinstitucional, poca difusión de los programas ambientales existentes con los sectores potenciales, falta de evaluación de instrumentos regulatorios por personal insuficiente, falta de claridad en las competencias establecidas y de atribuciones entre instituciones, mecanismos deficientes que faciliten la transparencia y acceso a la información pública, falta de instrumentos y mecanismos efectivos para la implementación de la regulación existente, falta de estrategias de comunicación y sensibilización ambiental dirigidas a audiencias específicas, desaprovechamiento de interacciones en redes sociales, y poca consideración de políticas ambientales para la población juvenil.</p> <p>Asimismo, se detecta que los usuarios potenciales del sector vivienda pueden presentar desconfianza generalizada en la asignación de recursos para programas sociales, falta de recursos económicos para la adquisición de nuevas tecnologías, desigualdad estructural en las condiciones de la vivienda, desconocimiento de la existencia y funcionamiento de las tecnologías, resistencia al cambio asociada a razones culturales, desconocimiento de la existencia de programas gratuitos, y desconfianza asociada a los riesgos de nuevas tecnologías. Además, existen otras posibles limitantes asociadas al sector de distribución de gas natural, como son la falta de interés para colaborar con instituciones gubernamentales y comunicación insuficiente sobre los beneficios del uso del combustible con los usuarios.</p> |

| Presupuestales | Económicas | Sociales | Políticas | Institucionales | Operativas | Sector involucrado | Tecnológicas | | | | |
|--|--|------------------|-------------------|-----------------|------------|--------------------|--------------|--------------------|-----|---------|----|
| X | X | X | | X | X | X | | | | | |
| Beneficios ambientales esperados | | | | | | | | | | | |
| Reducción de emisiones (toneladas reducidas) ¹¹ | Año | PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | CO | NO _x | COV | CO ₂ eq | CN | Tóxicos | |
| | 2024 | NA* | NA* | 23 | 41 | NA* | 6406 | 2551 | NA* | 18 | |
| | 2030 | NA* | NA* | 272 | 440 | NA* | 121 646 | NA* | NA* | 209 | |
| Costo-efectividad ¹² | Costo medida M.N. / toneladas reducidas | | NA | NA | ND | ND | NA | 55,735 | NA | NA | ND |
| Cobeneficios | La acción se asocia a beneficios a la salud por reducción de la exposición al gas L.P. de la población dentro de las viviendas, a la reducción de accidentes provocados por este compuesto y a ahorros económicos de los usuarios por su reducción de consumo. | | | | | | | | | | |

| Seguimiento y evaluación | | | | | |
|--------------------------|---|----------------------------------|--|--------------------------------------|---|
| Indicadores | | | | | |
| No. | Nombre | Unidades | Método de cálculo | Frecuencia de medición ¹³ | Medios de verificación |
| 4.2.1.1 | Porcentaje de viviendas unifamiliares con calentadores solares instalados | Porcentaje | (Viviendas por reconstruir con calentador solar/viviendas por reconstruir totales)*100 | 2 años (años 2 y 4) | Reporte de avance |
| 4.2.1.2 | Instrumento intersectorial elaborado y operando | Instrumento | Conteo | Única vez (año 5) | Documento del instrumento elaborado, y estadísticas de calentadores y regaderas instaladas una vez operando |
| 4.2.2.1 | Campañas de detección y reparación de fugas | Número de campañas | Conteo | 2 años (años 5 y 10) | Informes, documentación y resultados de campaña implementada |
| 4.2.2.2 | Publicaciones en redes sociales | Número de publicaciones | Conteo | Anual (a partir del año 2) | Listado de publicaciones en redes sociales |
| 4.2.2.3 | Campaña orgánica de comunicación y sensibilización | Número de campañas | Conteo | 3 años (años 3, 6 y 9) | Informes y documentación de campaña |
| 4.2.2.4 | Actividades y/o cursos de capacitación que incluyen temas de reducción de emisiones de gas L.P. | Número de actividades y/o cursos | Conteo | 2 años (años 2, 4, 6, 8,10) | Informes y documentación de cursos |
| 4.2.3.1 | Instrumento creado | Documento | Conteo | 2 años (años 4 y 6) | Documento elaborado |
| 4.2.3.2 | Porcentaje de ampliación de la red de gas natural en viviendas | Porcentaje | (Kilómetros ampliados/kilómetro s existentes en 2020)*100 | 2 años (años 3, 5, 7, 9, 10) | Estadísticas de avance y minutas de las sesiones |

¹¹ Se utilizan las siguientes siglas: NA para no aplica, ND para no determinado y NA* en caso de que se espere un incremento de emisiones de dicho contaminante.

¹² El valor de costo-efectividad expresado puede variar por el redondeo de cifras.

¹³ El porcentaje de avance a la fecha de medición del indicador, puede tener avances parciales en años previos, por lo que se presenta el porcentaje de avance estimado en el cronograma de ejecución.

| Cronograma de ejecución | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Metas y avances ¹⁴ | | | | | | | | | | | |
| Actividad | Indicador | Año | | | | | | | | | |
| | | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
| 4.2.1 | 4.2.1.1 | | 30% | | 60% | | | | | | |
| | 4.2.1.2 | | | | | 40% | | | | | |
| 4.2.2 | 4.2.2.1 | | | | | 30% | | | | | 70% |
| | 4.2.2.2 | | 1% | 2% | 3% | 4% | 5% | 6% | 7% | 8% | 9% |
| | 4.2.2.3 | | | 4% | | | 8% | | | 12% | |
| | 4.2.2.4 | | 1% | | 3% | | 5% | | 7% | | 9% |
| 4.2.3 | 4.2.3.1 | | | | 10% | | 20% | | | | |
| | 4.2.3.2 | | | 20% | | 40% | | 60% | | 80% | |

¹⁴ Los porcentajes por indicador son acumulativos y están establecidos con base en el nivel de esfuerzo requerido para completar la actividad que conforman. La ejecución total de la actividad corresponde al 100%, el cual se obtiene al sumar la aportación final de cada indicador.

| | |
|-------------------|--|
| Medida 5 | Disminución de emisiones provenientes del gas L.P. en los sectores industrial, comercial y de servicios |
| Acción 5.1 | Disminución de las emisiones de COV durante el almacenamiento y distribución de gas L.P. |
| Subsector | Distribución y almacenamiento de gas L.P. |

| Descripción |
|--|
| Reducir las emisiones de gas L.P. asociadas al desacoplamiento por carga y descarga de combustible en las plantas de distribución, estaciones de carburación y operaciones de trasiego en unidades vehiculares que distribuyen gas L.P., a través de la actualización de la normatividad aplicable. La acción plantea ampliar el alcance y contemplar la reducción de fugas de combustible durante el trasiego en la NOM-001-SESH-2014, Plantas de distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación; la NOM-003-SEDG-2004, Estaciones de gas L.P. para carburación. Diseño y construcción; y la NOM-007-SESH-2010, Vehículos para el transporte y distribución de Gas L.P. Condiciones de seguridad, operación y mantenimiento. |

| Diagnóstico |
|---|
| El gas L.P. consumido en actividades productivas y en viviendas es almacenado en las 71 plantas de distribución ubicadas en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM). Este llega a las plantas de distribución en semirremolques y, mediante tuberías y válvulas, se realiza el trasvase de combustible (trasiego) para llenar los contenedores de almacenamiento instalados. Una vez suministrado el combustible, se realiza el llenado de cilindros portátiles a través de trenes de llenado, así como el suministro de autotanques, "pipas", que posteriormente distribuyen combustible a usuarios con tanques estacionarios y a las estaciones de carburación. Cabe destacar que la mayoría de las operaciones de llenado de los cilindros que son consumidos en el sector doméstico, comercial y de servicios, es realizada en plantas de distribución, estimándose un total de 65 mil operaciones al día ¹ . No obstante, casi en la totalidad de las operaciones, el llenado ocurre sin algún control de emisiones. |
| Adicionalmente, en la ZMVM se estima la existencia de más de 28 mil vehículos que utilizan gas L.P. para desplazarse, cuyo despacho de combustible se lleva a cabo en las 223 estaciones de carburación. Igualmente, en estas se carece de un sistema de control de emisiones en el llenado. |
| Durante las actividades descritas anteriormente, se realiza la conexión y desconexión continua de válvulas, lo cual genera emisiones a la atmósfera y pérdidas monetarias. De acuerdo con las especificaciones de algunas válvulas instaladas en las plantas de distribución y estaciones de carburación, se sabe que estas pueden estar emitiendo hasta 10.5 cm ³ en cada desconexión. Además, en el Inventario de Emisiones de la ZMVM 2018 se estima que las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV) generadas por estas actividades de trasiego durante la distribución y almacenamiento de gas L.P ascienden a 674 toneladas (ver la siguiente tabla). En este contexto, se destaca que no se cuenta con regulación en México que establezca la obligatoriedad de contar con válvulas de baja o mínima emisión. |

Emisiones contaminantes generadas por el subsector, ZMVM-2018² (t/año)

| Fuente contaminante | COV |
|---|-----------|
| Total, ZMVM | 413 820.9 |
| | 100.0% |
| Total, fuentes de área | 271 133.4 |
| | 65.5% |
| Distribución y almacenamiento de gas L.P. | 4328.5 |
| | 1.1% |
| Emisiones asociadas a operaciones de trasiego | 674.1 |
| | 0.2% |

La regulación del diseño, construcción y condiciones de operación de las plantas de distribución y estaciones de carburación se encuentran especificadas en la NOM-001-SESH-2014 y NOM-003-SEDG-2004, respectivamente. En lo concerniente a las condiciones de seguridad, operación y mantenimiento de los vehículos de transporte y distribución de gas L.P., la regulación se establece en la NOM-007-SESH-2010. Al respecto, se ha publicado y sometido a proceso de consulta pública, el proyecto de norma PROY-NOM-002-ASEA-2019 (en atención a la antes NOM-007-SESH-2010, vehículos de gas L.P.); sin embargo, esta no contempla el uso de equipos de control de emisiones. Del mismo modo, en abril de 2021 se ha publicado para consulta pública el PROY-NOM-012-ASEA-2021 para estaciones de carburación, la cual contempla el uso de estos dispositivos.

Por otra parte, existen las normas NMX-X-020-SCFI-2019 y NMX-X-023-SCFI-2018 que establecen entre otros criterios, el volumen de desconexión de 0.5 cm³ para la carga y descarga de combustible a tanques de almacenamiento y para autotanques y semirremolques, respectivamente. Si bien estos parámetros se encuentran en la normatividad y son significativamente inferiores a los volúmenes de los

¹ Estimación propia, con base en información proporcionada por asociaciones de gas L.P.

² En la tabla se incluyen únicamente aquellos contaminantes de interés cuyas emisiones son atendidas por la acción descrita. Se utilizan las siguientes siglas: NS cuando las emisiones del contaminante expuesto no son significativas, NA cuando la actividad no emite dicho contaminante y NE cuando las emisiones no fueron estimadas. Los porcentajes pueden variar por el redondeo de cifras.

dispositivos instalados actualmente, estas normas no son obligatorias. Por lo anterior, se considera necesario que, como parte de la actualización de los instrumentos regulatorios, se contemple el uso de dispositivos de desconexión denominados "de bajas emisiones o de desconexión seca", considerando dichas normas, con la finalidad de reducir las fugas de combustible liberadas en los trasiegos, así como la implementación de buenas prácticas que permitan mejorar el funcionamiento de los equipos y prevenir fugas.

| Actividades | | | | | | |
|-------------|--|---------------------------------|------------|-----------|-----------|--------------|
| Número | Descripción | Indicador | Entidad | Meta 2024 | Meta 2030 | Costo (M.N.) |
| 5.1.1 | Actualizar la NOM-001-SESH-2014, Plantas de distribución de Gas L.P. diseño, construcción y condiciones seguras en su operación, incluyendo el uso de tecnologías para la reducción de fugas de combustible durante el trasiego. | | | | | |
| | 5.1.1.1 Elaborar el anteproyecto de norma, con propuesta previamente aprobada, incluyendo: <ul style="list-style-type: none"> El uso de dispositivos de desconexión de bajas emisiones en todos los puntos y actividades de trasiego de combustible (llenado de tanques de almacenamiento, líneas de llenado a autotanques "pipas" y trenes de llenado de cilindros), estableciendo un volumen máximo de emisión por desacoplamiento conforme a lo establecido en las NMX-X-020-SCFI-2019 y NMX-X-023-SCFI-2018 o, en su caso, la regulación internacional existente que permita reducir emisiones. El método de medición de las NMX-X-020-SCFI-2019 y NMX-X-023-SCFI-2018 para la determinación del volumen de emisión de desconexión seca, así como el método para los trenes de llenado de cilindros. La entrega de bitácoras de mantenimiento a dispositivos de desconexión y la aplicación de buenas prácticas operativas. | Anteproyecto de norma elaborado | FED (ASEA) | 1 | 1 | \$212,000 |
| | 5.1.1.2 Elaborar el proyecto y publicar la norma para su entrada en vigor. | Norma publicada | FED (ASEA) | 0 | 1 | \$756,000 |
| 5.1.2 | Actualizar la NOM-003-SEDG-2004, Estaciones de Gas L.P. para carburación. Diseño y construcción, incluyendo el uso de tecnologías para la reducción de fugas de combustible durante el trasiego. | | | | | |
| | 5.1.2.1 Elaborar el anteproyecto de norma, con propuesta previamente aprobada, incluyendo: <ul style="list-style-type: none"> El uso de dispositivos de desconexión de bajas emisiones en todos los puntos y actividades de trasiego en las estaciones de carburación (llenado de tanques de almacenamiento, despachadoras de combustible a vehículos que funcionan con gas L.P.), estableciendo un volumen máximo de emisión por desacoplamiento conforme a la NMX-X-020-SCFI-2019 o, en su caso, la regulación internacional existente que permita reducir emisiones. El método de medición de la NMX-X-020-SCFI-2019 para la determinación del volumen de emisión de desconexión seca, así como el método para las mangueras dispensadoras de combustible a los vehículos que usan gas L.P. La entrega de bitácoras de mantenimiento a dispositivos de desconexión y la aplicación de buenas prácticas operativas. | Anteproyecto de norma elaborado | FED (ASEA) | 1 | 1 | \$212,000 |
| | 5.1.2.2 Elaborar el proyecto y publicar la norma para su entrada en vigor. | Norma publicada | FED (ASEA) | 1 | 1 | \$756,000 |

| | | | | | | |
|---|---|---------------------------------|------------|---|---|-----------|
| Actualizar la NOM-007-SESH-2010, Vehículos para el transporte y distribución de Gas L.P. Condiciones de seguridad, operación y mantenimiento, contemplando la reducción de fugas de combustible durante el trasiego. | | | | | | |
| 5.1.3 | 5.1.3.1 Elaborar el anteproyecto de norma, con propuesta previamente aprobada, incluyendo: <ul style="list-style-type: none"> El uso de dispositivos de desconexión de bajas emisiones en el sistema de trasiego de combustible (válvula para llenado del autotanque “pipa” y semirremolque, y válvula para el suministro a tanques estacionarios), estableciendo un volumen máximo de emisión por desacoplamiento conforme a la NOMX-X-020-SCFI-2019 o, en su caso, la regulación internacional existente que permita reducir emisiones. El método de medición de la NOMX-X-020-SCFI-2019 para la determinación del volumen de emisión de desconexión seca. La entrega de bitácoras de mantenimiento a dispositivos de desconexión y la aplicación de buenas prácticas operativas. | Anteproyecto de norma elaborado | FED (ASEA) | 1 | 1 | \$145,800 |
| | 5.1.3.2 Elaborar el proyecto y publicar la norma para su entrada en vigor. | Norma publicada | FED (ASEA) | 0 | 1 | \$252,000 |

| Responsables e involucrados | |
|------------------------------------|---|
| Entidades responsables: | Gobierno Federal |
| Instituciones responsables: | <ul style="list-style-type: none"> Gobierno Federal: Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (ASEA) - Unidad de Normatividad y Regulación |
| Actores involucrados: | <ul style="list-style-type: none"> Gobierno Federal: Comisión Reguladora de Energía (CRE) e Instituto Mexicano del Petróleo (IMP) Coordinación Ejecutiva de la Comisión Ambiental de la Megalópolis (CE-CAME) Ciudad de México: Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA) Estado de México: Secretaría del Medio Ambiente (SMAGEM) Estado de Hidalgo: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNATH) Otros: Instituciones académicas, Entidades de Acreditación, industrias del ramo y asociaciones de gas L.P. |

| Marco normativo |
|--|
| Fundamento jurídico Fundamentos en leyes generales o federales De acuerdo con las fracciones VIII y IX del artículo 3 de la Ley de Infraestructura de la Calidad (LIC), compete exclusivamente a las dependencias o entidades de la Administración Pública Federal elaborar las propuestas de NOM, someterlas al conocimiento de los comités consultivos nacionales de normalización, expedirlas y, en su caso, modificarlas con base en el procedimiento previsto en el artículo 35 de este ordenamiento. Por su parte, el artículo 129 de la Ley de Hidrocarburos mantiene que corresponde a la Agencia (ASEA) emitir la regulación y la normatividad aplicable en materia de seguridad industrial y operativa, así como de protección al medio ambiente en la industria de Hidrocarburos, a fin de promover, aprovechar y desarrollar de manera sustentable las actividades de la industria de Hidrocarburos. Este artículo también sostiene que la Agencia deberá reportar los elementos técnicos para el diseño y la definición de la política pública en materia energética, de protección al medio ambiente y recursos naturales, así como para la formulación de los programas sectoriales en la materia, que se relacionen con su objeto. Adicionalmente, el artículo 5 de la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del sector Hidrocarburos, en la fracción IV, dicta que la Agencia tendrá la atribución de regular a través de lineamientos, directrices, criterios u otras disposiciones administrativas de carácter general necesarias en las materias de su competencia y, en su caso, normas oficiales mexicanas, previa opinión de la Secretaría (SEMARNAT), en materia de protección al medio ambiente y de la Secretaría de Energía, la Comisión Nacional de Hidrocarburos y la Comisión Reguladora de Energía, en materia de Seguridad Industrial y Seguridad Operativa. En este contexto, son relevantes las siguientes normas: |

| |
|---|
| Plantas de distribución <ul style="list-style-type: none"> NOM-001-SESH-2014, Plantas de distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación. NMX-X-020-SCFI-2019, Industria del Gas-Válvula de suministro de desconexión seca para uso en trasiego, entre recipientes no desmontables-Especificaciones y métodos de prueba. NMX-X-023-SCFI-2018, Industria del Gas-Acoplamiento de llenado de desconexión seca para carga y descarga de los vehículos que transportan Gas L.P.-Especificaciones y métodos de prueba. Estaciones de carburación <ul style="list-style-type: none"> NOM-003-SESG-2004, Estaciones de gas L.P. para carburación. Diseño y construcción NMX-X-020-SCFI-2019, Industria del Gas-Válvula de suministro de desconexión seca para uso en trasiego, entre recipientes no desmontables-Especificaciones y métodos de prueba. Vehículos para el transporte y distribución de gas L.P. <ul style="list-style-type: none"> NOM-007-SESH-2010, Vehículos para el transporte y distribución de Gas L.P.- Condiciones de seguridad, operación y mantenimiento. NMX-X-023-SCFI-2018, Industria del Gas-Acoplamiento de llenado de desconexión seca para carga y descarga de los vehículos que transportan Gas L.P.-Especificaciones y métodos de prueba. |
| Reformas legislativas, regulatorias o normativas En virtud de los fundamentos legales existentes, es posible establecer esta acción para promover ante las autoridades federales competentes la actualización de la normatividad aplicable a la distribución y almacenamiento de gas L.P., con base en el procedimiento previsto en la LIC. Se deberá publicar la actualización de: <ul style="list-style-type: none"> NOM-001-SESH-2014, Plantas de distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación, ampliando su alcance y contemplando la reducción de fugas de combustible durante el trasiego. NOM-003-SESG-2004, Estaciones de gas L.P. para carburación. Diseño y construcción., ampliando su alcance y contemplando la reducción de fugas de combustible durante el trasiego. NOM-007-SESH-2010, Vehículos para el transporte y distribución de Gas L.P.- Condiciones de seguridad, operación y mantenimiento., ampliando su alcance y contemplando la reducción de fugas de combustible durante el trasiego. |

| Factores económicos | |
|----------------------------------|---|
| Costo estimado | \$2,400,000 M.N. Incluye los costos por la elaboración de proyectos de modificación de las normas, la participación de tres dependencias gubernamentales en el grupo de trabajo de cada norma y la publicación de las tres normas oficiales mexicanas. |
| Fuentes de financiamiento | Algunas alternativas para el financiamiento de la acción son: <ul style="list-style-type: none"> Inversión pública utilizando recursos presupuestales federales y recursos autogenerados. Inversión de particulares mediante la observancia obligatoria de la normatividad. |

| Barreras de implementación | | | | | | | |
|--|------------|----------|-----------|-----------------|------------|--------------------|--------------|
| Descripción de las barreras y supuestos identificados | | | | | | | |
| Algunos retos que pueden enfrentar las autoridades al ejecutar la acción son falta de coordinación y comunicación interinstitucional, recursos presupuestales limitados, y falta de mecanismos efectivos para la implementación de la regulación y la evaluación. A su vez, el sector regulado se asocia a barreras como la resistencia al cambio tecnológico por los costos asociados, falta de recursos económicos para la implementación de tecnologías de reducción de emisiones y largos periodos de discusión dentro de los grupos de trabajo de elaboración de instrumentos regulatorios. | | | | | | | |
| Presupuestales | Económicas | Sociales | Políticas | Institucionales | Operativas | Sector involucrado | Tecnológicas |
| X | X | | | X | X | X | |

| Beneficios ambientales esperados | | | | | | | | | | |
|---|--|------------------|-------------------|-----------------|----|-----------------|---------|--------------------|----|---------|
| Reducción de emisiones (toneladas reducidas) ³ | Año | PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | CO | NO _x | COV | CO ₂ eq | CN | Tóxicos |
| | | 2024 | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| | 2030 | NA | NA | NA | NA | NA | 670 | 1 | NA | NA |
| Costo-efectividad ⁴ | Costo medida M.N. / toneladas reducidas | NA | NA | NA | NA | NA | \$3,582 | ND | NA | NA |
| Cobeneficios | Se espera que además de reducir las emisiones de COV, la acción genere ahorros en usuarios de gas L.P. por la reducción de consumo y que provoque beneficios en la salud por la disminución a la exposición de propano y butano en trabajadores del sector de distribución de gas L.P. | | | | | | | | | |

| Seguimiento y evaluación | | | | | |
|--------------------------|---------------------------------|-----------|-------------------|-------------------------------------|--|
| Indicadores | | | | | |
| No. | Nombre | Unidades | Método de cálculo | Frecuencia de medición ⁵ | Medios de verificación |
| 5.1.1.1 | Anteproyecto de norma elaborado | Documento | Conteo | Única vez (año 4) | Documento elaborado |
| 5.1.1.2 | Norma publicada | Documento | Conteo | Única vez (año 6) | Publicación de norma en el Diario Oficial de la Federación |
| 5.1.2.1 | Anteproyecto de norma elaborado | Documento | Conteo | Única vez (año 1) | Documento elaborado |
| 5.1.2.2 | Norma publicada | Documento | Conteo | Única vez (año 2) | Publicación de norma en el Diario Oficial de la Federación |
| 5.1.3.1 | Anteproyecto de norma elaborado | Documento | Conteo | Única vez (año 4) | Documento elaborado |
| 5.1.3.2 | Norma publicada | Documento | Conteo | Única vez (año 5) | Publicación de norma en el Diario Oficial de la Federación |

| Cronograma de ejecución | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Metas y avances ⁶ | | | | | | | | | | | |
| Actividad | Indicador | Año | | | | | | | | | |
| | | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
| 5.1.1 | 5.1.1.1 | | | 15% | 30% | | | | | | |
| | 5.1.1.2 | | | | | 35% | 70% | | | | |
| 5.1.2 | 5.1.2.1 | 30% | | | | | | | | | |
| | 5.1.2.2 | 35% | 70% | | | | | | | | |
| 5.1.3 | 5.1.3.1 | | | 15% | 30% | | | | | | |
| | 5.1.3.2 | | | | 35% | 70% | | | | | |

³ Se utilizan las siguientes siglas: NA para no aplica, ND para no determinado y NA* en caso de que se espere un incremento de emisiones de dicho contaminante.

⁴ El valor de costo-efectividad expresado puede variar por el redondeo de cifras.

⁵ El porcentaje de avance a la fecha de medición del indicador puede tener avances parciales en años previos, por lo que se presenta el porcentaje de avance estimado en el cronograma de ejecución.

⁶ Los porcentajes por indicador son acumulativos y están establecidos con base en el nivel de esfuerzo requerido para completar la actividad que conforman. La ejecución total de la actividad corresponde al 100%, el cual se obtiene al sumar la aportación final de cada indicador.

| | |
|------------|---|
| Medida 5 | Disminución de emisiones provenientes del gas L.P. en los sectores industrial, comercial y de servicios |
| Acción 5.2 | Reducción de emisiones por consumo de gas L.P. en los sectores industrial, comercial y de servicios |
| Subsector | Fugas en instalaciones de gas L.P. e hidrocarburos no quemados (HCNQ) en la combustión de gas L.P. |

| Descripción |
|---|
| Reducir las emisiones por el consumo de gas L.P. en los establecimientos industriales, comerciales y de servicios, a través de la promoción de tecnologías que aprovechen la energía solar, el fomento del uso de gas natural y el establecimiento de esquemas de autorregulación para plantas de distribución, estaciones de carburación y unidades vehiculares que transportan gas L.P. |

| Diagnóstico |
|-------------|
|-------------|

Las emisiones del sector industrial, comercial y de servicios por uso de gas L.P. se cuantifican en el Inventario de Emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) 2018 en las categorías de combustión industrial y comercial-institucional, así como junto con las contribuciones de otros sectores en las categorías de fugas en instalaciones de gas L.P. e HCNQ en la combustión de gas L.P. Particularmente, las emisiones de COV generadas por fugas de gas L.P. en tuberías y accesorios, así como por HCNQ durante la combustión en industrias, comercios y servicios dentro de las fuentes de área, se estiman en poco más de 7800 toneladas anuales (ver la siguiente tabla). Estas emisiones se componen básicamente de propano y butano; compuestos que se encuentran entre los diez principales COV identificados en la atmósfera de la ZMVM.

Emisiones contaminantes generadas por el subsector, ZMVM-2018¹ (t/año)

| Fuente contaminante | COV |
|---|-----------|
| Total, ZMVM | 413 820.9 |
| | 100.0% |
| Total, fuentes de área | 271 133.4 |
| | 65.5% |
| Total, categorías relevantes | 93 964.1 |
| | 22.7% |
| Fugas en instalaciones de gas L.P. | 82 763.6 |
| | 20.0% |
| HCNQ en la combustión de gas L.P. | 11 200.5 |
| | 2.7% |
| Total, fugas e HCNQ en comercios, servicios e industrias ² | 7824.9 |
| | 1.9% |
| Fugas en instalaciones industriales, comercio y servicios | 264.8 |
| | 0.1% |
| HCNQ por encendido de equipos en industrias, comercios y servicios | 7519.6 |
| | 1.8% |
| HCNQ por combustión incompleta en industrias no reguladas | 7.4 |
| | <0.1% |
| HCNQ por combustión incompleta comercial-institucional | 33.1 |
| | <0.1% |

Por otra parte, las políticas de energía y sustentabilidad a nivel local y nacional están enfocando sus esfuerzos en la disminución del uso de combustibles fósiles y el aprovechamiento de la energía solar mediante el uso de calentadores solares, lo que se considera una opción para que las pequeñas y medianas empresas reduzcan el uso del gas L.P., y por consiguiente, su emisión. La creación de políticas dirigidas a este sector puede generar un cambio de paradigma en el sector productivo, a través del impulso a la reconversión tecnológica.

Otro de los pasos para alcanzar la transición energética en el sector industrial, comercial y de servicios es mediante el uso de gas natural. Algunas empresas han mostrado interés en utilizar este combustible; sin embargo, los canales de comunicación y seguimiento a los trámites para obtener las autorizaciones de diversas dependencias pueden generar retrasos para la ampliación de la red de suministro. Por ello, se considera necesario agilizar los procesos de gestión administrativa en la materia correspondiente.

¹ En la tabla se incluyen únicamente aquellos contaminantes de interés cuyas emisiones son atendidas por la acción descrita. Se utilizan las siguientes siglas: NS cuando las emisiones del contaminante expuesto no son significativas, NA cuando la actividad no emite dicho contaminante y NE cuando las emisiones no fueron estimadas. Los porcentajes pueden variar por el redondeo de cifras.

² Las emisiones de COV por fugas en instalaciones de gas L.P. e HCNQ en la combustión de gas L.P. para la industria no regulada, comercios y servicios no se reportan desglosadas en el Inventario de Emisiones 2018, sin embargo, durante el proceso de cálculo de cada categoría se calculan las emisiones específicas de estos sectores, mismos que se presentan en esta tabla.

| Actividades | | | | | | | |
|-------------|---|---|---|------------------------|-----------|--------------|--------------------------|
| Número | Descripción | Indicador | Entidad | Meta 2024 | Meta 2030 | Costo (M.N.) | |
| 5.2.1 | Incrementar el uso de tecnologías de aprovechamiento de energía solar para calentamiento de agua en la industria, comercios y servicios. | | | | | | |
| | 5.2.1.1 | Crear un instrumento regulatorio en el Estado de México, para que se instalen calentadores solares en establecimientos nuevos y/o existentes. El instrumento que se genere deberá contemplar indicadores de desempeño y mecanismos de seguimiento. | Instrumento regulatorio creado | EDOMEX | 0 | 1 | \$322,667 |
| | 5.2.1.2 | Desarrollar estudios de factibilidad para el aprovechamiento de energía solar en edificios públicos. | Estudio de factibilidad elaborado | CDMX | 1 | 1 | \$187,200 |
| | 5.2.1.3 | Implementar campañas de apoyo con instituciones públicas y privadas para el uso de energía solar para calentamiento de agua. Se deberá realizar un acercamiento con las instituciones que cuentan con apoyos para la adquisición de calentadores solares de agua, así como establecer metas, periodos de implementación, indicadores de seguimiento y responsables. | Campañas de apoyo implementadas | CDMX | 1 | 2 | \$8,593,200 |
| | 5.2.1.4 | Realizar la difusión sobre el uso de energía solar en establecimientos, con la participación de diferentes dependencias gubernamentales, para dar a conocer los beneficios ambientales y económicos, así como los programas de financiamiento existentes. | Campaña orgánica de difusión para el uso de calentadores solares en establecimientos | CDMX | 1 | 1 | \$468,000 |
| | 5.2.1.5 | Otorgar subsidio de al menos 25% del costo total de la compra e instalación de calentadores solares en MiPyMES ubicadas en la Ciudad de México, con la participación de dependencias locales y federales. | Porcentaje promedio de subsidio en compra e instalación de calentadores solares en establecimientos | CDMX | 25% | 25% | \$11,152,800 |
| 5.2.2 | Fomentar el uso de gas natural en el sector industrial, comercial y de servicios, a través de la ampliación de la red de gas natural en la ZMVM. | | | | | | |
| | 5.2.2.1 | Crear instrumentos de colaboración con la participación de alcaldías, municipios y dependencias federales y estatales, con la finalidad de apoyar la gestión de los trámites en las dependencias. Puede incluir convenios, comités, grupos de trabajo por zona a ampliar, entre otros. | Instrumento creado | FED (CRE) | 1 | 2 | \$32,000 ³ |
| | 5.2.2.2 | Revisar los proyectos de ampliación de la red de gas natural y dar seguimiento a la gestión de los trámites, generando estadísticas de avances. Se contempla un incremento de la red del 20%, a partir del año base 2021. | Porcentaje de ampliación de la red de gas natural en industria, comercios y servicios | FED (CRE) ⁴ | 5% | 20% | \$1,200,000 ⁵ |

³ Este costo contempla la creación de los instrumentos.

⁴ La ampliación se tiene contemplada para la Ciudad de México y los municipios del Estado de México pertenecientes al Valle de México.

⁵ Sólo incluye costo por participación de personal de dependencias.

| | | | | | | | |
|-------|--|---|--|------|----|-----------|-----------|
| 5.2.3 | Establecer esquemas de autorregulación para plantas de distribución, estaciones de carburación y unidades vehiculares que transportan gas LP., con la finalidad de promover la instalación de tecnologías para la reducción de emisiones en la desconexión. | | | | | | |
| | 5.2.3.1 | Crear un mecanismo de autorregulación en colaboración interinstitucional, que incluya la instalación de dispositivos de desconexión seca en plantas de distribución, estaciones de carburación y unidades vehiculares. Se contempla que las empresas inscritas puedan operar durante episodios de contingencia ambiental atmosférica. | Instrumento de colaboración acordado por las instituciones participantes locales y federales | CDMX | 1 | 1 | \$10,600 |
| | | | EDOMEX | 1 | 1 | \$10,600 | |
| | 5.2.3.2 | Realizar la inscripción de empresas al esquema de autorregulación y cumplimiento de acuerdos de las partes. | Plantas o estaciones en autorregulación y cumpliendo con los requisitos | CDMX | 15 | 20 | \$638,400 |
| | | | EDOMEX | 20 | 30 | \$638,400 | |

| Responsables e involucrados | |
|------------------------------------|--|
| Entidades responsables: | Gobierno Federal, Ciudad de México y Estado de México |
| Instituciones responsables: | <ul style="list-style-type: none"> Gobierno Federal: Comisión Reguladora de Energía (CRE) Ciudad de México: Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA) y Secretaría de Desarrollo Económico (SEDECO) Estado de México: Secretaría del Medio Ambiente (SMAGEM) e Instituto Estatal de Energía y Cambio Climático (IEECC) |
| Actores involucrados: | <ul style="list-style-type: none"> Gobierno Federal: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE), Comisión Federal de Electricidad (CFE) y Secretaría de Energía (SENER) Coordinación Ejecutiva de la Comisión Ambiental de la Megalópolis (CE-CAME) Ciudad de México: Secretaría de Obras y Servicios (SOBSE), Secretaría de Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación (SECTEI), Secretaría de Administración y Finanzas (SAF), Sistema de Aguas (SACMEX), Secretaría de Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil (SGIRPC) y alcaldías Estado de México: Secretaría de Finanzas, Secretaría de Desarrollo Urbano y Obra (SOP), Comisión del Agua (CAEM), Coordinación General de Protección Civil (CGPC) y gobiernos municipales Otros: Asociaciones y empresas de los sectores productivos, Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE) y Nacional Financiera (NAFIN) |

| Marco normativo |
|---|
| Fundamento jurídico |
| Fundamentos en leyes generales o federales |
| La fracción I del artículo 112 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente faculta a los gobiernos de las entidades federativas, de los municipios y de las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México para, entre otras cosas, controlar la contaminación del aire en los bienes y zonas de jurisdicción local, así como en fuentes fijas que funcionen como establecimientos industriales, comerciales y de servicios de su competencia. |
| Por su parte, la fracción III del artículo 33 de la Ley General de Cambio Climático (LGCC) comprende como uno de los objetivos de las políticas públicas de mitigación el promover, de manera gradual, la sustitución del uso y consumo de los combustibles fósiles por fuentes renovables de energía. Asimismo, el inciso c) de la fracción V del artículo 34 de la LGCC ordena a la Federación, a las entidades federativas y a los municipios el promover, diseñar y elaborar políticas y acciones de mitigación, incluyendo la reducción de emisiones en el sector de procesos industriales, mediante, entre otras cosas, el uso de combustibles fósiles alternos que reduzcan el uso de combustibles fósiles. |
| Fundamentos en leyes locales |
| <u>Ciudad de México</u> |
| De acuerdo con el artículo 16 de la Constitución Política de la Ciudad de México, fracción A.2., la Ciudad de México minimizará su huella ecológica, en los términos de emisión de gases de efecto invernadero, a través de (...) nuevas tecnologías, uso de energía renovable, medidas y políticas de eficiencia energética (...). Asimismo, en el artículo 19 fracción 3, señala que la Jefatura de Gobierno, en el ámbito de sus atribuciones, podrá suscribir convenios y concertar con la Federación, los Estados y municipios conurbados, la ejecución y operación de obras, prestación de servicios públicos o la realización de acciones conjuntas en la materia. Se promoverá la creación de instrumentos y mecanismos |

que contribuyan a garantizar la aplicación de políticas y servicios suficientes y de calidad para las personas que habitan la Zona Metropolitana del Valle de México, con una visión territorial ecosistémica, incluyente y participativa.

La Ley Ambiental de Protección a la Tierra en el Distrito Federal (LAPTFD) también cuenta con artículos relacionados a la acción. El artículo 9° establece que le corresponde a la Secretaría (SEDEMA), el ejercicio de las siguientes atribuciones, entre otras: (XX) realizar y promover programas para el desarrollo de técnicas, ecotecnias y procedimientos que permitan prevenir, controlar y abatir el deterioro ambiental, propiciar el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la conservación de los ecosistemas, con instituciones de educación superior, centros de investigación, instituciones privadas y grupos civiles, con los sectores industrial, comercial y de servicio; (XXII) participar en coordinación con la Federación, en asuntos que afecten el equilibrio ecológico, el ambiente y la salud en la Ciudad de México y los municipios conurbados; (XXIX) ordenar la realización de visitas de inspección para verificar el cumplimiento de los preceptos de esta ley, su reglamento, normas aplicables en materia ambiental (...); y (XL) promover el uso de fuentes de energías alternas.

A su vez, el artículo 72 de la LAPTFD señala que la Secretaría promoverá el otorgamiento de estímulos fiscales, financieros y administrativos a quienes (I) adquieran, instalen y operen las tecnologías, sistemas, equipos y materiales o realicen las acciones que acrediten prevenir o reducir las emisiones contaminantes establecidas por las normas oficiales mexicanas y las ambientales para la Ciudad de México, o prevenir y reducir el consumo de agua o de energía (...), de conformidad con los programas que al efecto se establezcan o (V) desarrollen infraestructura y equipamiento, así como de edificaciones que en su diseño de concepto incorporen criterios de sustentabilidad. El artículo 86 Bis 6, fracción IV, dicta que el Gobierno de la Ciudad de México tiene la obligación de desarrollar políticas y campañas de promoción a fin de asegurar la sustentabilidad energética a largo plazo a partir de una cultura del ahorro, el aumento de la eficiencia y la incorporación paulatina de fuentes alternativas limpias y renovables entre los habitantes de la Ciudad de México. Igualmente importante, el artículo 138 faculta a la SEDEMA para establecer las medidas preventivas y correctivas que permitan reducir las emisiones contaminantes producidas por fuentes fijas, así como promover ante los responsables de operación de las fuentes, la aplicación de nuevas tecnologías con el propósito de reducir sus emisiones a la atmósfera.

Estado de México

La Constitución Política del Estado Libre y Soberano de México establece en el artículo 18 que corresponde al Estado procurar el desarrollo integral de los pueblos y personas, garantizando que fortalezca la Soberanía del Estado y su régimen democrático y que, mediante la competitividad, el fomento del crecimiento económico, una política estatal para el desarrollo industrial que incluya vertientes sectoriales y regionales, el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege esta Constitución y las disposiciones legales de la Federación. En esta se menciona que el desarrollo se basará en el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, cuidando la integridad de los ecosistemas, fomentando un justo equilibrio de los factores sociales y económicos, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras. Además, señala en el artículo 139 fracción II que, en materia metropolitana, el Gobierno del Estado y los Ayuntamientos de los municipios deberán en forma coordinada y en términos de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos: a) participar en la planeación y ejecución de acciones coordinadas con la Federación, y con las entidades federativas colindantes con el Estado, en las materias de: (...) Desarrollo Económico, Asentamientos Humanos (...) Protección al Ambiente, Protección Civil, Restauración del Equilibrio Ecológico (...) y conformar con dichas entidades las comisiones metropolitanas en las que concurren y participan con apego a sus atribuciones y conforme a las leyes de la materia; y e) suscribir convenios con la Federación, los Estados y municipios limítrofes y la Ciudad de México, en su caso, para la ejecución de obras, operación y prestación de servicios públicos o la realización de acciones en las materias que fueron determinadas por las comisiones metropolitanas y relacionados con los diversos ramos administrativos.

Adicionalmente, el Código para la Biodiversidad del Estado de México (CPBEM) determina en su artículo 1.6 fracción IV que son atribuciones de las autoridades estatales y municipales a que se refiere en las materias que les corresponde el expedir normas técnicas estatales en los casos previstos en el presente Código y realizar directamente o a través de terceros autorizados la evaluación de conformidad, y que la expedición estará reservada a las dependencias de la administración pública estatal encargadas de aplicar el ordenamiento. Las fracciones I y III del artículo 2.144 del CPBEM facultan a la SMAGEM para: (i) establecer medidas preventivas y correctivas para reducir las emisiones contaminantes a la atmósfera producidas por fuentes fijas, y (iii) requerir la instalación de equipos o sistemas de control de emisiones contaminantes. Además, de acuerdo con el artículo 2.7 fracción VI, el titular del Poder Ejecutivo del Estado tendrá la atribución de celebrar convenios de coordinación con la Federación en las materias del Libro para realizar actividades o ejercer facultades en bienes y zonas de jurisdicción federal de conformidad con las disposiciones aplicables, y celebrar acuerdos y convenios con Ayuntamientos sobre acciones de beneficio ambiental y ecológico.

Reformas legislativas, regulatorias o normativas

En virtud de que existen disposiciones legales que fundamentan la adopción de la acción, no se estima necesario proponer reformas o adiciones en la materia.

| Factores económicos | |
|----------------------------------|---|
| Costo estimado | \$23,500,000 M. N. Incluye el costo de tecnologías, campañas y la participación de personal en el Comité. |
| Fuentes de financiamiento | Algunas alternativas para el financiamiento de la acción son: <ul style="list-style-type: none"> • Inversión pública utilizando recursos presupuestales federales y locales, recursos autogenerados y fideicomisos locales (Fideicomiso 1490 y Fondo Ambiental Público). Se buscará colaborar con entidades como la SEDECO y CONUEE. • Inversión de particulares mediante el Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE), la observancia obligatoria de la normatividad e incentivos de autorregulación. |

Barreras de implementación

Descripción de las barreras y supuestos identificados:
Existen diferentes barreras con las que se pueden encontrar las autoridades al ejecutar la acción. Entre ellas se tiene la escasez de recursos presupuestales para la ejecución de las acciones, falta de coordinación interinstitucional, poca difusión de los programas ambientales existentes con los sectores potenciales, falta de evaluación de instrumentos regulatorios por personal insuficiente, falta de claridad en las competencias establecidas y de atribuciones entre instituciones, mecanismos deficientes que no facilitan la transparencia y acceso a la información pública, así como la falta de instrumentos y mecanismos efectivos para la implementación de la regulación existente.

A su vez, los usuarios potenciales del sector industrial, comercio y servicios pueden presentar falta de interés por el desconocimiento del funcionamiento de la tecnología o por la inversión inmediata para la adquisición de equipos, resistencia al cambio tecnológico por la necesidad de modificación de los equipos y/o procesos actuales y costos asociados, y desconfianza asociada a los riesgos de nuevas tecnologías. También, relativo al sector de distribución de gas natural, puede existir falta de interés para colaborar con instituciones gubernamentales, comunicación insuficiente sobre los beneficios del uso del combustible con los usuarios y oposición de la población ubicada en las zonas de ampliación de la red.

| Presupuestales | Económicas | Sociales | Políticas | Institucionales | Operativas | Sector involucrado | Tecnológicas |
|----------------|------------|----------|-----------|-----------------|------------|--------------------|--------------|
| X | X | X | | X | X | X | |

| Beneficios ambientales esperados | | | | | | | | | | |
|---|---|------------------|-------------------|-----------------|-----|-----------------|---------|--------------------|----|---------|
| Reducción de emisiones (toneladas reducidas) ⁶ | Año | PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | CO | NO _x | COV | CO ₂ eq | CN | Tóxicos |
| | 2024 | NA* | NA* | <1 | 2 | 11 | 1447 | 17 155 | <1 | 87 |
| | 2030 | NA* | NA* | 1 | NA* | 83 | 6652 | 146 917 | <1 | 854 |
| Costo-efectividad⁷ | Costo medio M.N. / toneladas reducidas | NA | NA | ND | NA | ND | \$3,533 | ND | ND | ND |
| Cobeneficios | La acción cuenta con beneficios adicionales como ahorros económicos a usuarios de gas L.P. por la reducción de consumo y la promoción al uso de tecnologías de energías renovables. | | | | | | | | | |

⁶ Se utilizan las siguientes siglas: NA para no aplica, ND para no determinado y NA* en caso de que se espere un incremento de emisiones de dicho contaminante.
⁷ El valor de costo-efectividad expresado puede variar por el redondeo de cifras.

| Seguimiento y evaluación | | | | | |
|--------------------------|---|---|---|-------------------------------------|---|
| Indicadores | | | | | |
| No. | Nombre | Unidades | Método de cálculo | Frecuencia de medición ⁸ | Medios de verificación |
| 5.2.1.1 | Instrumento regulatorio creado | Documento | Conteo | Única vez (año 5) | Documento publicado en el periódico oficial |
| 5.2.1.2 | Estudio de factibilidad elaborado | Documento | Conteo | Única vez (año 3) | Documento elaborado |
| 5.2.1.3 | Campañas de apoyo implementadas | Número de campañas | Conteo | 3 años (años 4, 7 y 10) | Documentación de campaña con resultados obtenidos |
| 5.2.1.4 | Campaña orgánica de difusión para el uso de calentadores solares en establecimientos | Número de campañas | Conteo | 2 años (años 2, 4, 6, 8 y 10) | Documentación de campaña con resultados obtenidos |
| 5.2.1.5 | Porcentaje promedio de subsidio en compra e instalación de calentadores solares en establecimientos | Porcentaje promedio de subsidio | Media aritmética del porcentaje de los subsidios otorgados en todos los años previos. | 2 años (años 2, 4, 6, 8 y 10) | Estadísticas de porcentaje de subsidio para instalación de calentadores solares en establecimientos |
| 5.2.2.1 | Instrumento creado | Documento | Conteo | 2 años (años 4 y 6) | Documento elaborado |
| 5.2.2.2 | Porcentaje de ampliación de la red de gas natural en industria, comercios y servicios. | Porcentaje | (Kilómetros ampliados/Kilómetros existentes en 2020)*100 | 2 años (años 3, 5, 7, 9 y 10) | Estadísticas de avance |
| 5.2.3.1 | Instrumento de colaboración acordado por las instituciones participantes locales y federales | Documento | Conteo | Única vez (año 2) | Documento elaborado |
| 5.2.3.2 | Plantas o estaciones en autorregulación y cumpliendo con los requisitos | Número de plantas o estaciones autorreguladas | Conteo | 2 años (años 2, 4, 6) | Número de plantas o estaciones inscritas |

| Cronograma de ejecución | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Metas y avances ⁹ | | | | | | | | | | | |
| Actividad | Indicador | Año | | | | | | | | | |
| | | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
| 5.2.1 | 5.2.1.1 | | | 5% | 10% | 15% | | | | | |
| | 5.2.1.2 | | 2% | 5% | | | | | | | |
| | 5.2.1.3 | | | | 15% | | | 40% | | | 45% |
| | 5.2.1.4 | | 1% | | 2% | | 3% | | 4% | | 5% |
| | 5.2.1.5 | | 10% | | 15% | | 20% | | 25% | | 30% |
| 5.2.2 | 5.2.2.1 | | | | 10% | | 20% | | | | |
| | 5.2.2.2 | | | 20% | | 40% | | 60% | | 80% | |
| 5.2.3 | 5.2.3.1 | | 20% | | | | | | | | |
| | 5.2.3.2 | | 10% | | 50% | | 80% | | | | |

⁸ El porcentaje de avance a la fecha de medición del indicador, puede tener avances parciales en años previos, por lo que se presenta el porcentaje de avance estimado en el cronograma de ejecución.

⁹ Los porcentajes por indicador son acumulativos y están establecidos con base en el nivel de esfuerzo requerido para completar la actividad que conforma. La ejecución total de la actividad corresponde al 100%, el cual se obtiene al sumar la aportación final de cada indicador.

| | |
|------------|--|
| Medida 6 | Reducción de emisiones generadas por el tránsito en vialidades |
| Acción 6.1 | Limpieza de vialidades |
| Subsector | Vialidades pavimentadas y vialidades sin pavimentar |

| Descripción |
|---|
| Reducir la emisión de partículas que se generan por el uso de las vialidades pavimentadas y no pavimentadas. Las actividades que conforman esta acción se enfocan en la pavimentación de aquellas calles que tienen el suelo expuesto al paso de los vehículos, y en tener un barrido eficiente en las vialidades con mayor tránsito vehicular, de forma que se eliminen las partículas constantemente y se evite su re-suspensión. |

| Diagnóstico |
|-------------|
|-------------|

La circulación de vehículos en vialidades pavimentadas y no pavimentadas da lugar a la emisión de partículas fugitivas, siendo una de las principales fuentes no combustivas de emisión de PM₁₀ y PM_{2.5}. Estas emisiones se atribuyen a las partículas que son arrastradas y re-suspendidas por el rodamiento de las llantas y por la turbulencia que se produce en la superficie del camino después de que el vehículo ha pasado.

Las emisiones de estas categorías (vialidades pavimentadas y sin pavimentar) dependen de la temporada climática, la carga de material susceptible de suspenderse en la superficie de rodamiento, y el flujo vehicular (medido comúnmente como kilómetros recorridos totales de la flota).

En 2018, el tránsito sobre vialidades contribuyó con 24.3% de las emisiones totales de PM₁₀ en la ZMVM, 10.0% de PM_{2.5} y 5.4% de carbono negro, como se muestra en la siguiente tabla. Se observa también que la mayoría de las emisiones corresponden a la categoría de vialidades pavimentadas, y en menor medida a las no pavimentadas, básicamente por la cantidad de kilómetros que se recorren sobre las primeras.

Emisiones contaminantes generadas por el subsector, ZMVM-2018¹ (t/año)

| Fuente contaminante | PM ₁₀ | PM _{2.5} | Carbono negro |
|------------------------------|------------------|-------------------|---------------|
| Total, ZMVM | 34 799.5 | 16 500.1 | 2615.3 |
| | 100.0% | 100.0% | 100.0% |
| Total, fuentes de área | 15 385.4 | 5096.1 | 554.7 |
| | 44.2% | 35.8% | 21.2% |
| Total, categorías relevantes | 8457.9 | 1654.6 | 104.4 |
| | 24.3% | 10.0% | 5.4% |
| Vialidades pavimentadas | 5725.9 | 1381.9 | 126.7 |
| | 16.5% | 8.4% | 4.8% |
| Vialidades sin pavimentar | 2732.0 | 272.7 | 13.7 |
| | 7.9% | 1.7% | 0.5% |

Considerando lo anterior, se plantean acciones para reducir dichas emisiones. Estas consisten en incrementar la superficie de pavimentación, así como actividades de repavimentación con materiales y recubrimientos sustentables que consideren criterios de economía circular (por ejemplo, a través del uso de materiales reciclados). Asimismo, es importante contar con programas de mantenimiento que contemplen la limpieza de la red vial, ya sea con barredoras mecánicas como las barredoras-aspiradoras o las barredoras-húmedas, así como el barrido manual en húmedo.

| Actividades | | | | | | | |
|-------------|---|---|-----------------------|-----------|-----------|--------------|-------------|
| Número | Descripción | Indicador | Entidad | Meta 2024 | Meta 2030 | Costo (M.N.) | |
| 6.1.1 | Elaborar un programa de pavimentación y mantenimiento de vialidades de mayor alcance. | | | | | | |
| | 6.1.1.1 | Integrar un diagnóstico general de vialidades sin pavimentar susceptibles de pavimentación y vialidades pavimentadas que requieren repavimentación y mantenimiento. | Diagnóstico elaborado | CDMX | 1 | 1 | \$2,500,000 |
| | | | | EDOMEX | 1 | 1 | \$2,500,000 |
| | 6.1.1.2 | Desarrollar el programa de pavimentación y mantenimiento correctivo y preventivo de vialidades, que incorpore criterios para el uso de | Programa elaborado | CDMX | 1 | 1 | \$1,000,000 |

¹ En la tabla se incluyen únicamente aquellos contaminantes de interés cuyas emisiones son atendidas por la acción descrita. Se utilizan las siguientes siglas: NS cuando las emisiones del contaminante expuesto no son significativas, NA cuando la actividad no emite dicho contaminante y NE cuando las emisiones no fueron estimadas. Los porcentajes pueden variar por el redondeo de cifras.

| | | | | | | |
|--|---|---|--------|-----|-----|----------------------------|
| | materiales sustentables y reciclados, así como actividades de limpia y barrido para la mitigación de emisiones. | | EDOMEX | 1 | 1 | \$1,000,000 |
| Ejecutar acciones de conservación y mantenimiento permanente en los pavimentos de la red vial primaria. | | | | | | |
| 6.1.2 | 6.1.2.1 Llevar a cabo trabajos de reencarpetao que incorporen el uso de tecnologías para el reciclado de pavimentos en sitio y planta, así como el uso de materiales sustentables, en aquellas vialidades primarias que así lo requieran como resultado de los trabajos de diagnóstico. | Kilómetros de red vial primaria repavimentada | CDMX | 50 | 116 | \$1,160,000,000 |
| | | | EDOMEX | 40 | 40 | \$ 236,525,000 |
| Ejecutar acciones de pavimentación en vialidades sin pavimentar. | | | | | | |
| 6.1.3 | 6.1.3.1 Llevar a cabo trabajos de encarpetao, en aquellas vialidades en uso de la ZMVM que no estén pavimentadas, incorporando el uso de materiales sustentables y reciclados que logren evitar la suspensión de polvos. | Kilómetros de vialidades nuevas pavimentadas ² | CDMX | 40 | 100 | \$112,000,000 |
| | | | EDOMEX | 100 | 300 | \$225,000,000 ³ |
| Eficientar e incrementar el barrido húmedo de vialidades de mayor tránsito. | | | | | | |
| 6.1.4 | 6.1.4.1 Ejecutar trabajos de barrido húmedo en vialidades de mayor tránsito, que evite la suspensión de partículas. | Porcentaje de la red vial pavimentada con barrido húmedo diario | CDMX | 35% | 50% | \$37,500,000 ⁴ |
| | | | EDOMEX | 40% | 47% | ND |

| Responsables e involucrados | |
|-----------------------------|---|
| Entidades responsables | Ciudad de México y Estado de México |
| Instituciones responsables | <ul style="list-style-type: none"> Ciudad de México: Secretaría de Obras y Servicios (SOBSE) Estado de México: Secretaría de Movilidad, Secretaría de Desarrollo Urbano y Obra (SEDUO) |
| Actores involucrados | <ul style="list-style-type: none"> Gobierno Federal: Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) Coordinación Ejecutiva de la Comisión Ambiental de la Megalópolis (CE-CAME) Ciudad de México: Áreas de servicios públicos y de limpia de alcaldías Estado de México: Área de servicios públicos y de limpia de municipios |

| Marco normativo |
|--|
| Fundamento jurídico: |
| Fundamentos en leyes generales o federales |
| Las fracciones I y II del artículo 110 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) establecen que: (i) la calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país, y (ii) las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico. La fracción I del artículo 112 de la LGEEPA faculta a las entidades federativas y a los municipios para controlar la contaminación del aire en los bienes y zonas de jurisdicción local, y el artículo 113 ordena que no se emitan contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. |
| Por su parte, la fracción II del artículo 72 de la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano faculta a los tres órdenes de gobierno para, entre otras cosas, establecer zonas de bajas o nulas emisiones. El artículo 74 de esta misma Ley establece como una prioridad para los diferentes órdenes de gobierno, la creación, recuperación y mantenimiento del espacio público para todo tipo de usos y para la movilidad. |
| Fundamentos en leyes locales |

² Se asume que el costo por metro cuadrado es de \$375 pesos. Se asume que son vialidades de un carril con 3 metros cuadrados de ancho.

³ Se asume un costo adicional de \$76,796,532.35, mismo que se ve reflejado en el costo total de la acción

⁴ Se asume que cada barredora tiene un costo de 75,000 USD, un tipo de cambio de 20 pesos por dólar, y la adquisición de 26 unidades más para el 2030.

| Reformas legislativas, regulatorias o normativas |
|---|
| <p>Ciudad de México</p> <p>La fracción CVI del artículo 9 de la Ley de Movilidad de la Ciudad de México define a la vialidad como el conjunto integrado de vías de uso común que conforman la traza urbana de la ciudad, destacando que su función es facilitar el tránsito eficiente y seguro de personas y vehículos, mientras que la fracción III del artículo 7 define a la eficiencia como la maximización de los desplazamientos, sin que su diseño y operación produzcan externalidades negativas desproporcionadas a sus beneficios, incluyendo la contaminación atmosférica. La fracción VI del artículo 37 de esta misma Ley establece que la planeación de la movilidad y de la seguridad vial en la ciudad deberá garantizar que la movilidad fomente el desarrollo urbano sustentable y la funcionalidad de la vía pública.</p> <p>Por su parte, las fracciones I y II del artículo 131 de la Ley Ambiental de Protección a la Tierra del Distrito Federal establecen que para la protección a la atmósfera se considerará que: (i) las políticas y programas de las autoridades ambientales deberán estar dirigidas a garantizar que la calidad del aire sea satisfactoria en la Ciudad de México con base en los niveles máximos permisibles de emisión de contaminantes a la atmósfera, establecidos en las normas oficiales mexicanas y demás normativa aplicable, y (ii) las emisiones de todo tipo de contaminantes a la atmósfera, sean de fuentes fijas o móviles, deben ser prevenidas, reguladas, reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para la salud y bienestar de la población y el mantenimiento del equilibrio ecológico.</p> <p>Finalmente, la fracción I del artículo 36 de la Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal establece que el servicio público de limpia comprende el barrido de vías públicas y vialidades, así como la recolección de los residuos sólidos, estando a cargo de la Secretaría de Obras y Servicios, en el caso de vialidades primarias, y las Alcaldías, en el caso de vialidades secundarias.</p> <p>Estado de México</p> <p>Las fracciones V y VIII del artículo 9 de la Ley de Movilidad del Estado de México facultan a los municipios para hacer los estudios necesarios para conservar y mejorar, entre otras cosas, las vialidades, así como sobre tránsito de vehículos, para lograr una mejor utilización de las vías que conduzcan a la más eficaz protección del ambiente. Asimismo, la fracción VI del artículo 27 establece que el eje del desarrollo urbano deberá considerar calles completas, que cuenten con banquetas, señalización vial, mobiliario urbano, ciclovías, vialidades para el transporte público y particular.</p> <p>Por su parte, las fracciones I y II del artículo 2.142 del Código para la Biodiversidad del Estado de México establecen que para la prevención y control de la contaminación de la atmósfera se considerará que: (i) la calidad del aire debe ser satisfactoria en los asentamientos humanos, y (ii) la emisión de contaminantes a la atmósfera, sea de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser controladas y reducidas para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio de los ecosistemas. La fracción IV del artículo 2.146 faculta a la SMAGEM para, entre otras cosas, implementar las medidas necesarias para el mejoramiento de la vialidad, con el fin de evitar la concentración de emisiones contaminantes, en tanto que el artículo 4.67 ordena a los municipios el asegurar la recolección de residuos sólidos urbanos en las vialidades, a efecto de que sea llevada a cabo con la debida regularidad.</p> |
| <p>En virtud de que existen disposiciones legales que fundamentan la adopción de la acción, no se estima necesario proponer reformas o adiciones en la materia.</p> |

| Factores económicos | |
|---------------------------|--|
| Costo estimado | \$1,854,900,000 M.N. Incluye el costo de pavimentación de vías prioritarias y las vialidades más transitadas, así como costos asociados al mantenimiento, repavimentación y barrido. |
| Fuentes de financiamiento | <p>Algunas alternativas para el financiamiento de la acción son:</p> <ul style="list-style-type: none"> Inversión pública utilizando recursos presupuestales federales y locales, recursos autogenerados, fideicomisos locales (Fideicomiso 1490 y Fondo Ambiental Público) y programas como el Programa de Mejoramiento Urbano (PMU) y el Programa Banobras-FAIS. Alternativas de asistencia internacional como el Banco de Desarrollo de América Latina (CAF). |

⁵ No considera los costos de las actividades 6.1.2 y 6.1.4 que implementará el Estado de México por no contar con una estimación específica. Sin embargo, la Junta de Caminos del Estado calcula una inversión aproximada al 2030 de \$1,911,491,267 M.N.

| Barreras de implementación | | | | | | | |
|--|------------|----------|-----------|-----------------|------------|--------------------|--------------|
| Descripción de las barreras y supuestos identificados | | | | | | | |
| <p>Las vialidades de la ZMVM registran, año con año, un deterioro continuo como consecuencia del tránsito intenso y pesado, el intemperismo por lluvias y altas temperaturas, hundimientos, fallas geológicas, el tipo de suelo, entre otros factores. Este desgaste se manifiesta, entre otras consecuencias, en el surgimiento de fisuras, grietas, irregularidades superficiales, pérdida de agregados y la generación de polvo y partículas finas.</p> <p>Tanto la pavimentación de vialidades como el barrido de las vías de comunicación son elementos deseables para los actores sociales, públicos y privados. La razón por la que no se lleva a cabo es por las limitaciones presupuestales que tienen los gobiernos locales que conforman la ZMVM. Por ejemplo, en la Ciudad de México, para finales del año 2018, el 62% de la superficie de rodamiento se encontraba en mal estado y requería trabajos correctivos urgentes, mientras que el restante necesitaba mantenimiento preventivo. En cuanto al servicio de limpia, la Ciudad de México cuenta con una fuerza de trabajo de 380 trabajadores para el barrido manual y 25 barredoras mecánicas. La SOBSE reporta que, en cada jornada diaria de limpieza con barredoras mecánicas, se atienden en promedio alrededor de 1300 km, que equivale al 26.4% de la red vial pavimentada de la Ciudad de México (5018 km), mientras que el barrido manual se realiza en 1117 km. Para el Estado de México el 30% de la superficie de rodamiento se encontraba en mal estado, se contaba con 40 trabajadores que llevan a cabo el barrido de 2.4 km diarios, adicionalmente se cuenta con 7 equipos mecánicos que limpian diariamente 9.8 km; se destaca que, en los 59 municipios del Estado de México, la red vial cubre 8833 km pavimentados, mientras que para Tizayuca se tienen registrados 265 km.</p> <p>En cuanto a las vialidades sin pavimentar, en la Ciudad de México se tiene una extensión de 456 km (8.3% de la red vial total), 2092 km en el Estado de México (19.1%) y 301 km en Tizayuca (12.0%).</p> | | | | | | | |
| Presupuestales | Económicas | Sociales | Políticas | Institucionales | Operativas | Sector involucrado | Tecnológicas |
| X | | | | X | X | | |

| Beneficios ambientales esperados | | | | | | | | | | |
|---|---|-----------------------|-------------------|-----------------|----|-----------------|-----|--------------------|-----|---------|
| Reducción de emisiones (toneladas reducidas) ⁶ | Año | PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | CO | NO _x | COV | CO ₂ eq | CN | Tóxicos |
| | | 2024 | 1136 | 247 | NA | NA | NA | NA | NA | 22 |
| | 2030 | 5621 | 1242 | NA | NA | NA | NA | NA | 111 | 124 |
| Costo-efectividad ⁷ | Costo medida M.N. / toneladas reducidas | \$66,625 ⁸ | ND | NA | NA | NA | NA | NA | ND | ND |

| | |
|---------------------|--|
| Cobeneficios | La ejecución de esta acción también contribuye a la reducción en los tiempos de traslados, incrementos en la seguridad vial y el confort en los viajes a través de la red vial de la ZMVM, en cualquier tipo de transporte. Se contemplan también beneficios ambientales por el uso de materiales sustentables en la conservación y mantenimiento de la red. La pavimentación de vialidades con tierra expuesta también ayudará a disminuir los tiempos de traslado de los transeúntes, así como el desgaste automotriz de las unidades que transitan por ellas. |
|---------------------|--|

| Seguimiento y evaluación | | | | | |
|--------------------------|-----------------------|-------------|-------------------|-------------------------------------|---|
| Indicadores | | | | | |
| No. | Nombre | Unidades | Método de cálculo | Frecuencia de medición ⁹ | Medios de verificación |
| 6.1.1.1 | Diagnóstico elaborado | Instrumento | Conteo | Única vez (año 2) | Documento del instrumento elaborado y publicado |

⁶ Se utilizan las siguientes siglas: NA para no aplica, ND para no determinado y NA* en caso de que se espere un incremento de emisiones de dicho contaminante.

⁷ El valor de costo-efectividad expresado puede variar por el redondeo de cifras.

⁸ Se considera únicamente el costo de las actividades 6.1.3 y 6.1.4, que inciden en la reducción de emisiones. Este costo se estimó en \$374,500,000 M.N.

⁹ El porcentaje de avance a la fecha de medición del indicador puede tener avances parciales en años previos, por lo que se presenta el porcentaje de avance estimado en el cronograma de ejecución.

| | | | | | |
|---------|---|-------------|---|-------------------|---|
| 6.1.1.2 | Programa elaborado | Instrumento | Conteo | Única vez (año 2) | Documento del instrumento elaborado y publicado |
| 6.1.2.1 | Kilómetros de red vial primaria repavimentada | Kilómetros | Conteo | Anual | Reportes y estadísticas de avance |
| 6.1.3.1 | Kilómetros de nuevas vialidades pavimentadas | Kilómetros | Conteo | Anual | Reportes y estadísticas de avance |
| 6.1.4.1 | Porcentaje de la red vial pavimentada con barrido húmedo diario | Porcentaje | (Kilómetros con barrido húmedo por día / kilómetros de la red vial primaria) *100 | Anual | Reportes y estadísticas de avance |

| Cronograma de ejecución | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Metas y avances ¹⁰ | | | | | | | | | | | |
| Actividad | Indicador | Año | | | | | | | | | |
| | | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
| 6.1.1 | 6.1.1.1 | 25% | 50% | | | | | | | | |
| | 6.1.1.2 | | 50% | | | | | | | | |
| 6.1.2 | 6.1.2.1 | 10% | 20% | 30% | 40% | 50% | 60% | 70% | 80% | 90% | 100% |
| 6.1.3 | 6.1.3.1 | 10% | 20% | 30% | 40% | 50% | 60% | 70% | 80% | 90% | 100% |
| 6.1.4 | 6.1.4.1 | 10% | 20% | 30% | 40% | 50% | 60% | 70% | 80% | 90% | 100% |

¹⁰ Los porcentajes por indicador son acumulativos y están establecidos con base en el nivel de esfuerzo requerido para completar la actividad que conforman. La ejecución total de la actividad corresponde al 100%, el cual se obtiene al sumar la aportación final de cada indicador.

| | |
|-------------------|---|
| Medida 7 | Fomento de buenas prácticas en la labranza y cosecha agrícola para la reducción de emisiones |
| Acción 7.1 | Control de emisiones agrícolas |
| Subsector | Labranza y cosecha |

| Descripción | |
|---|--|
| Disminuir las emisiones de PM ₁₀ y PM _{2.5} generadas por las actividades productivas de agricultura, como el levantamiento de polvo por el movimiento de tierra para la preparación del suelo, la aplicación de fertilizantes y el uso de maquinaria agrícola. | |

| Diagnóstico | |
|-------------|--|
|-------------|--|

De acuerdo con la Serie VI de uso de suelo y vegetación del INEGI¹, el 39.8% de la superficie de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) corresponde a tierras agrícolas, traduciéndose en una extensión de 3134.1 km². De esta superficie, aproximadamente una quinta parte es utilizada para agricultura de temporal y el resto para agricultura de riego. La mayoría del uso de suelo agrícola se ubica en la periferia de la mancha urbana de la ZMVM y se concentra principalmente al norte y oriente del Estado de México. En la región también se registran actividades pecuarias, destacándose la avicultura y la producción bovina y porcina.

Las actividades del sector primario son una de las fuentes de emisiones contaminantes en la región. Los cambios de uso de suelo forestal a uso agrícola inciden a través de la reducción de la cobertura vegetal proveedora de diversos servicios ecosistémicos y a través de la creación de condiciones favorables para la erosión del suelo que representa una fuente de emisión de partículas suspendidas. Las prácticas de roza y quema, los incendios accidentales, la aplicación de fertilizantes nitrogenados, el uso de combustibles fósiles en maquinaria agrícola y las emisiones de CH₄ por fermentación entérica y el manejo del estiércol, son algunas otras actividades que emiten contaminantes atmosféricos dentro de la cuenca del Valle de México. En este contexto, de acuerdo con el inventario de la ZMVM 2018, a las actividades de labranza y cosecha se les atribuye la emisión del 7.6% del total de PM₁₀ y del 3.6% de PM_{2.5} (ver la siguiente tabla).

Emisiones contaminantes generadas por el subsector, ZMVM-2018² (t/año)

| Fuente contaminante | PM ₁₀ | PM _{2.5} |
|------------------------|------------------|-------------------|
| Total, ZMVM | 34 799.5 | 16 500.1 |
| | 100.0% | 100.0% |
| Total, fuentes de área | 15 385.4 | 5906.1 |
| | 44. 2% | 35.8% |
| Labranza y cosecha | 2655.5 | 590.1 |
| | 7.6% | 3.6% |

| Actividades | | | | | | |
|---|--|---|-------------|-----------|-----------|-----------------|
| Número | Descripción | Indicador | Entidad | Meta 2024 | Meta 2030 | Costo (M.N.) |
| Fomentar las buenas prácticas en la labranza y cosecha agrícola. | | | | | | |
| 7.1.1 | 7.1.1.1 Brindar capacitación y asistencia técnica en agricultura de conservación para establecer y desarrollar sistemas productivos agroecológicos, promover y fortalecer la organización comunitaria e impulsar la cooperación para lograr la generación de bienes y diversificación de ingresos. | Capacitaciones en unidades de producción | CDMX | 320 | 800 | \$6,106,500 |
| | | | EDOMEX | 12 | 36 | \$6,106,500 |
| | | | HGO | 12 | 35 | ND ³ |
| | | | FED (SADER) | 12 | 36 | \$6,106,500 |
| | 7.1.1.2 Realizar eventos demostrativos de prácticas sustentables de “corta, pica y reincorpora” en sustitución del “roza, tumba y quema” para la conservación de materia orgánica. | Número de eventos de prácticas sustentables | CDMX | 192 | 480 | \$900,000 |
| FED (SADER) | 6 | 18 | \$900,000 | | | |

¹ INEGI. (2020a). Biblioteca digital de Mapas. Recuperado el 8 de abril de 2020, de <https://www.inegi.org.mx/app/mapas/>

² En la tabla se incluyen únicamente aquellos contaminantes de interés cuyas emisiones son atendidas por la acción descrita. Se utilizan las siguientes siglas: NS cuando las emisiones del contaminante expuesto no son significativas, NA cuando la actividad no emite dicho contaminante y NE cuando las emisiones no fueron estimadas. Los porcentajes pueden variar por el redondeo de cifras.

³ Se asume un costo aproximado de \$6,106,500 el cual se considera en el costo total de la acción.

| | | | | | |
|---|---|-------------|---|---|-----------|
| 7.1.1.3 Crear y definir mecanismos para limitar y organizar el uso de fuego en quemas agropecuarias durante los periodos pico de concurrencia de incendios, durante el periodo crítico del estiaje, durante contingencias atmosféricas y durante las festividades de diciembre. | Definición de mecanismos para limitar y organizar el uso de fuego | CDMX | 1 | 1 | \$900,000 |
| | | EDOMEX | 1 | 1 | \$900,000 |
| | | FED (SADER) | 1 | 1 | \$900,000 |

| Responsables e involucrados | |
|-----------------------------|--|
|-----------------------------|--|

| | |
|-----------------------------------|---|
| Entidades responsables | Gobierno Federal, Ciudad de México, Estado de México y estado de Hidalgo |
| Instituciones responsables | <ul style="list-style-type: none"> Gobierno Federal: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) - Dirección General de Políticas, Prospección y Cambio Climático Ciudad de México: Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA) Estado de México: Secretaría del Medio Ambiente (SMAGEM) Estado de Hidalgo: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNATH) |
| Actores involucrados | <ul style="list-style-type: none"> Coordinación Ejecutiva de la Comisión Ambiental de la Megalópolis (CE-CAME) Ciudad de México: Secretaría de Administración y Finanzas (SAF) y Secretaría de Inclusión y Bienestar Social (SIBISO), alcaldías. Estado de México: Secretaría del Campo y municipios Estado de Hidalgo: Secretaría de Desarrollo Agropecuario Otros: Comunidades |

| Marco normativo | |
|-----------------|--|
|-----------------|--|

| Fundamentos jurídicos | |
|-----------------------|--|
|-----------------------|--|

Fundamentos en leyes generales o federales

La fracción XIII del artículo 5º de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente faculta a la Federación para fomentar la aplicación de tecnologías, equipos y procesos que reduzcan las emisiones y descargas contaminantes provenientes de cualquier tipo de fuente, en coordinación con las autoridades de los Estados, la Ciudad de México y los municipios. Adicionalmente, la fracción I del artículo 112 faculta a las entidades federativas, a los municipios y a las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, para controlar la contaminación del aire en los bienes y zonas de jurisdicción local.

Por su lado, el inciso c) de la fracción III del artículo 34 de la Ley General de Cambio Climático ordena a la Federación, a las entidades federativas y a los municipios el promover, diseñar y elaborar políticas y acciones de mitigación, incluyendo el reconvertir las tierras agropecuarias degradadas a productivas mediante prácticas de agricultura sustentable o bien, destinarlas para zonas de conservación ecológica y recarga de acuíferos.

Fundamentos en leyes locales

Ciudad de México

Las fracciones I y II del artículo 131 de la Ley Ambiental de Protección a la Tierra en el Distrito Federal (LAPTRDF) establecen que para la protección a la atmósfera se considerará que: (i) las políticas y programas de las autoridades ambientales deberán estar dirigidas a garantizar que la calidad del aire sea satisfactoria en la Ciudad de México con base en los niveles máximos permisibles de emisión de contaminantes a la atmósfera, establecidos en las normas oficiales mexicanas y demás normativa aplicable, y (ii) las emisiones de todo tipo de contaminantes a la atmósfera, sean de fuentes fijas o móviles, deben ser prevenidas, reguladas, reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para la salud y bienestar de la población y el mantenimiento del equilibrio ecológico. La fracción VI del artículo 111 establece como criterio para la conservación, restauración, protección y aprovechamiento sustentable del suelo, el que deben evitarse las prácticas que causen alteraciones en el suelo y perjudiquen su aprovechamiento, uso o explotación, o que provoquen riesgos o problemas de salud, y la fracción I del artículo 112 establece que dicho criterio debe ser considerado en los apoyos a las actividades agropecuarias que otorguen las dependencias de la Administración Pública de la Ciudad de México. Finalmente, el artículo 165 de la LAPTRDF ordena a las autoridades locales que tengan a su cargo la promoción y el fomento de las actividades agropecuarias, vigilar que, en la aplicación y empleo de plaguicidas, fertilizantes o sustancias tóxicas, no se provoque degradación, pérdida o contaminación del suelo y, con ello, evitar daños a los seres humanos y al ambiente.

Estado de México

Las fracciones I y II del artículo 2.142 del Código para la Biodiversidad del Estado de México (CPBEM) establecen que para la prevención y control de la contaminación de la atmósfera se considerará que: (i) la calidad del aire debe ser satisfactoria en los asentamientos humanos, y (ii) la emisión de contaminantes a la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser controladas y reducidas para

asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio de los ecosistemas. Además, la fracción III del artículo 2.129 del CPBEM establece que las actividades agrícolas, ganaderas y forestales deben propiciar un uso racional del suelo.

Estado de Hidalgo

Las fracciones I y II del artículo 131 de la Ley para la Protección al Ambiente del Estado de Hidalgo establecen que, para la prevención y control de la contaminación ambiental se considerará que: (i) la calidad del aire debe ser satisfactoria, para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico, y (ii) las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes fijas, naturales o móviles, deben ser reducidas y controladas para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.

Reformas legislativas, regulatorias o normativas

En virtud de que existen disposiciones legales que fundamentan la adopción de la acción, no se estima necesario proponer reformas o adiciones en la materia.

Factores económicos

| | |
|----------------------------------|--|
| Costo estimado | \$29,000,000 M.N. Incluye capacitaciones agrícolas, asistencia técnica y eventos demostrativos. |
| Fuentes de financiamiento | Algunas alternativas para el financiamiento de esta acción son: <ul style="list-style-type: none"> • Inversión pública utilizando recursos presupuestales federales y locales, recursos autogenerados, fideicomisos locales (Fideicomiso 1490 y Fondo Ambiental Público) y el Programa Banobras-FAIS para el financiamiento de infraestructura agrícola. Se buscará la colaboración con entidades como la CONAFOR. • Inversión de particulares mediante Bonos Verdes, Bonos de Carbono, la observancia obligatoria de la normatividad e incentivos de autorregulación. • Alternativas de apoyo internacional como la Coalición Clima y Aire Limpio (CCAC), el Banco Mundial, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). |

Barreras de implementación

Descripción de las barreras y supuestos identificados

Los principales retos para la implementación de la acción son operativos y de participación ciudadana. Por un lado, se depende de recursos operativos para ejecutar las capacitaciones y asistencias técnicas planeadas, mientras que se espera una buena aceptación y participación ciudadana por parte de los agricultores.

| Presupuestales | Económicas | Sociales | Políticas | Institucionales | Operativas | Sector involucrado | Tecnológicas |
|----------------|------------|----------|-----------|-----------------|------------|--------------------|--------------|
| | | X | | | X | | |

Beneficios ambientales esperados

| Reducción de emisiones (toneladas reducidas) ⁴ | Año | PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | CO | NO _x | COV | CO ₂ eq | CN | Tóxicos |
|---|---|------------------|-------------------|-----------------|----|-----------------|-----|--------------------|----|---------|
| | 2024 | 266 | 59 | NA | NA | NA | NA | NA | NA | ND |
| 2030 | 1432 | 318 | NA | NA | NA | NA | NA | NA | ND | ND |
| Costo-efectividad⁵ | Costo medida M.N. / toneladas reducidas | \$20,251 | ND | NA | NA | NA | NA | NA | ND | ND |
| Cobeneficios | Los cobeneficios identificados incluyen la reducción de los impactos a la diversidad biológica y disminución de la erosión de suelos productivos. Adicionalmente se espera reducir eventos de altas concentraciones de partículas que podrían derivar en eventos extraordinarios de alta concentración de partículas. | | | | | | | | | |

⁴ Se utilizan las siguientes siglas: NA para no aplica, ND para no determinado y NA* en caso de que se espere un incremento de emisiones de dicho contaminante.

⁵ El valor de costo-efectividad expresado puede variar por el redondeo de cifras.

Seguimiento y evaluación

| Indicadores | | | | | |
|-------------|---|------------------------------|-------------------|-------------------------------------|---|
| No. | Nombre | Unidades | Método de cálculo | Frecuencia de medición ⁶ | Medios de verificación |
| 7.1.1.1 | Capacitaciones en unidades de producción | Número de capacitaciones | Conteo | Anual | Informe de gobierno de la SEDEMA (CDMX) Solicitar vía oficio a la SMAGEM Solicitar vía oficio a la SEMARNATH Solicitud vía oficio a la SADER |
| 7.1.1.2 | Número de eventos de prácticas sustentables | Número de eventos realizados | Conteo | Anual | Informe de gobierno de la SEDEMA Solicitar vía oficio a SADER |
| 7.1.1.3 | Definición de mecanismos para limitar y organizar el uso de fuego | Número | Conteo | Única vez (año 4) | Publicación oficial. Solicitud vía oficio a la SEDEMA |

Cronograma de ejecución

| Metas y avances ⁷ | | Año | | | | | | | | | |
|------------------------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Actividad | Indicador | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
| 7.1.1 | 7.1.1.1 | 4% | 8% | 12% | 16% | 20% | 24% | 28% | 32% | 36% | 40% |
| | 7.1.1.2 | 4% | 8% | 12% | 16% | 20% | 24% | 28% | 32% | 36% | 40% |
| | 7.1.1.3 | | | | 20% | | | | | | |

⁶ El porcentaje de avance a la fecha de medición del indicador puede tener avances parciales en años previos, por lo que se presenta el porcentaje de avance estimado en el cronograma de ejecución.

⁷ Los porcentajes por indicador son acumulativos y están establecidos con base en el nivel de esfuerzo requerido para completar la actividad que conforma. La ejecución total de la actividad corresponde al 100%, el cual se obtiene al sumar la aportación final de cada indicador.

| | |
|-------------------|--|
| Medida 8 | Control de emisiones generadas por las actividades industriales |
| Acción 8.1 | Marco regulatorio para la reducción de COV, partículas, tóxicos y gases de combustión |
| Subsector | Sector industrial¹ |

| Descripción |
|---|
| Actualizar y crear el marco normativo aplicable al sector industrial que comprende las fuentes fijas de competencia local y federal de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) para el control de la emisión de contaminantes criterio y gases de efecto invernadero. Se propone la creación, homologación, actualización y vigilancia de diversos instrumentos normativos que aplican a dicho sector. |

| Diagnóstico |
|-------------|
|-------------|

De acuerdo con el Inventario de Emisiones de la ZMVM 2018, el sector industrial contribuye con casi una tercera parte de las emisiones totales de SO₂ y con cerca de la quinta parte de las emisiones totales de PM_{2.5}, aunado a que participa en la emisión de otros contaminantes atmosféricos como los compuestos orgánicos volátiles (COV), óxidos de nitrógeno y compuestos tóxicos. Cabe destacar que los sectores prioritarios para reducir la contaminación por SO₂ son la industria del cemento y el papel (ver la siguiente tabla). Asimismo, el sector impresión e industrias conexas es relevante en términos de COV, con un aporte anual de 7416.7 toneladas anuales; por su parte, las industrias metálicas básicas y la fabricación de productos a base de minerales no metálicos son emisores importantes de partículas.

Emisiones contaminantes generadas por el subsector, ZMVM-2018² (t/año)

| Fuente contaminante | PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | NO _x | COV | Tóxicos |
|---|--------------------|--------------------|------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Total, ZMVM | 34 779.5 100.0% | 16 500.1 100.0% | 3068.1 100.0% | 144 597.8 100.0% | 413 820.9 100.0% | 122 004.8 100.0% |
| Total, fuentes puntuales | 4184.2 12.0% | 3174.4 19.2% | 1018.5 33.2% | 9506.2 6.6% | 19002.6 4.6% | 8550.5 7.0% |
| Total, sector industrial | 3172.9 9.1% | 2173.3 13.2% | 930.1 30.3% | 6277.8 4.3% | 17 822.9 4.3% | 8117.5 6.7% |
| Total, sectores relevantes | 1949.1 5.6% | 1387.6 8.4% | 808.2 26.3% | 3437.6 2.3% | 8939.1 2.2% | 3291.1 2.7% |
| Industria del papel | 369.2 1.1% | 305.2 1.8% | 168.8 5.5% | 967.7 0.7% | 1181.2 0.3% | 382.8 0.3% |
| Impresión e industrias conexas | 17.5 0.1% | 13.8 0.1% | 0.9 <0.1% | 33.3 <0.1% | 7416.7 1.8% | 2335.7 1.9% |
| Fabricación de productos a base de minerales no metálicos | 459.9 1.3% | 289.6 1.8% | 540.1 17.6% | 2183.6 1.5% | 74.4 <0.1% | 44.3 <0.1% |
| Industrias metálicas básicas | 1102.5 3.2% | 779.0 4.7% | 98.4 3.2% | 253.0 0.2% | 266.8 0.1% | 528.3 0.4% |
| Otros ³ | 1223.8 3.5% | 785.7 4.8% | 121.9 4.0% | 2840.2 2.0% | 8883.8 2.1% | 4826.4 4.0% |

Actualmente, la normatividad en la materia se conforma por diferentes normas: NOM-085-SEMARNAT-2011, NADF-016-AMBT-2016, NOM-043-SEMARNAT-1993, NOM-040-SEMARNAT-2002, NADF-021-AMBT-2011, NADF-011-AMBT-2018, NOM-016-CRE-2016.

La NOM-085-SEMARNAT-2011, que regula la emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto, fue modificada en el año 2014; y excluyó a los equipos de baja capacidad menores a 15 caballos caldera (CC) regulados en su versión anterior; considerando que los gobiernos locales regulan establecimientos medianos y pequeños, que pueden usar equipos de baja capacidad, se desarrolló la norma local para la

¹ Las categorías que conforman el sector industrial están incluidas en las fuentes puntuales, excluyendo a las categorías de: *Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica; Minería de materiales metálicos y no metálicos, excepto petróleo y gas; Comercios y servicios regulados y el Almacenamiento de combustibles líquidos.*

² En la tabla se incluyen únicamente aquellos contaminantes de interés cuyas emisiones son atendidas por la acción descrita. Se utilizan las siguientes siglas: NS cuando las emisiones del contaminante expuesto no son significativas, NA cuando la actividad no emite dicho contaminante y NE cuando las emisiones no fueron estimadas. Los porcentajes pueden variar por el redondeo de cifras.

³ Se agrupan las siguientes categorías: *Industria alimentaria; Industria de las bebidas y del tabaco; Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles; Fabricación de productos textiles, excepto prendas de vestir; Fabricación de prendas de vestir; Curtido y acabado de cuero y piel, y fabricación de productos de cuero, piel y materiales sucedáneos; Industria de la madera; Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón; Industria química; Industria del plástico y del hule; Fabricación de productos metálicos; Fabricación de maquinaria y equipo; Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos; Fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica; Fabricación de equipo de transporte; Fabricación de muebles, colchones y persianas; y Otras industrias manufactureras.*

Ciudad de México NADF-016-AMBT-2016, que establece límites de emisión para equipos de combustión de calentamiento indirecto de 5 cc (176.5 MJ/h) hasta 15 cc (529.5 MJ/h); no obstante, se considera que en el Estado de México existen empresas que cuentan con este tipo de equipos, por lo que sería recomendable crear un instrumento similar en esta entidad. Dado que la norma NOM-085-SEMARNAT-2011 no se ha actualizado, es factible realizar su revisión.

La NOM-043-SEMARNAT-1993, que establece los niveles máximos permisibles de emisión de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas, fue publicada en el año 1993 y desde entonces no ha sufrido modificaciones. Esta norma no define de manera precisa cuáles son aquellos puntos de emisión que regula, por lo cual es importante definir el objeto y campo de aplicación. Además, es necesaria una reducción adecuada de los LMP por sector y la medición de PM10.

Para regular las emisiones por la fabricación de cemento hidráulico, la NOM-040-SEMARNAT-2002, establece los LMP de emisiones de partículas en la calcinación de Clinker (hornos), así como en los procesos de trituración, enfriamiento, molienda de materia prima y de cemento hidráulico. Es importante mencionar que esta norma no incluye criterios para otras etapas del proceso, como almacenamiento de materiales y alimentación, los cuales también generan emisiones de polvo fugitivo. Considerando lo anterior, es fundamental la actualización de esta norma.

Por otra parte, la norma NADF-021-AMBT-2011 controla las emisiones de partículas en la industria de concreto premezclado; actividad de competencia local de la Ciudad de México. En esta norma se establece que las empresas deben instalar sistemas de control para los silos de cemento, en las tolvas primarias, tolvas secundarias y dosificación de carga; sin embargo, no contempla acciones para garantizar el funcionamiento óptimo de dichos sistemas. Por ello, es pertinente la inclusión de criterios de cumplimiento, además de realizar una evaluación del cumplimiento en la cual se indique el estado actual de las empresas y áreas de oportunidad. Actualmente el Estado de México no cuenta con una norma similar que regule las partículas generadas por este proceso; por consiguiente, es necesario la creación de una norma técnica similar a esta norma.

Referente a la regulación de emisiones de COV, en 2020 se publicó la norma para la Ciudad de México NADF-011-AMBT-2018, que establece los criterios para la reducción de las emisiones a la atmósfera de COV emitidos por fuentes fijas de competencia de la Ciudad de México. La norma establece criterios para reducir las emisiones tanto en los procesos productivos como en servicios auxiliares; se establecen umbrales de emisión según el sector y tipo de actividad. Tomando como base el Inventario de Emisiones de la ZMVM 2018, se tienen 1264 empresas que emiten COV que pudieran quedar bajo la regulación en toda la ZMVM, de las cuales se regulan a 900 en la Ciudad de México. Dada la variedad de actividades, equipos, procesos y sustancias tóxicas en el sector industrial, es recomendable trabajar en la homologación de instrumentos a nivel local y a nivel federal, para apoyar en la disminución de COV y de compuestos tóxicos de manera paralela.

La NOM-016-CRE-2016 regula la calidad de los combustibles que se producen y comercializan en el territorio nacional; esta establece criterios específicos para los combustibles que se utilizan en la industria dentro de diferentes zonas metropolitanas y corredores industriales. Asimismo, la norma establece los mecanismos de medición y los reportes de resultados que los responsables de la producción, almacenamiento, transporte y venta deben realizar a los combustibles y reportarse ante la CRE. Es importante mencionar que la delimitación de la ZMVM en la NOM-016-CRE-2016 considera únicamente a 28 de los 59 municipios del Estado de México y omite a Tizayuca, ubicado en el estado de Hidalgo. Como resultado, en estos municipios se pueden seguir distribuyendo combustibles con calidades inferiores, lo cual puede resultar en un aporte significativo de SO₂. Dicho lo anterior, se considera de gran importancia que se verifique el cumplimiento de la NOM-016-CRE-2016 con la vigilancia en su comercialización y extender la cobertura de la norma a otros municipios del Estado de México.

| Actividades | | | | | | |
|---|--|---------------------------------|----------------|-----------|-----------|--------------|
| Número | Descripción | Indicador | Entidad | Meta 2024 | Meta 2030 | Costo (M.N.) |
| Actualizar la NOM-085-SEMARNAT-2011 de equipos de combustión de calentamiento indirecto en el sector industrial. | | | | | | |
| 8.1.1 | 8.1.1.1 Elaborar el anteproyecto de norma, con propuesta previamente aprobada, incluyendo: <ul style="list-style-type: none"> Revisión de la normativa internacional y situación de la industria (empresas que cuentan con equipos de calentamiento directo de más de 15 CC, los equipos de control con los que cuentan, emisiones actuales y equipos o sistemas de control disponibles en el mercado). Propuesta de actualización de LMP más estrictos y metodologías de medición. Análisis de impacto regulatorio del anteproyecto. | Anteproyecto de norma elaborado | FED (SEMARNAT) | 1 | 1 | \$3,027,375 |
| | 8.1.1.2 Elaborar el proyecto y publicar la norma para su entrada en vigor. | Norma publicada | FED (SEMARNAT) | 0 | 1 | \$709,500 |

| | | | | | | |
|--------------|---|---------------------------------|----------------|---|---|-------------|
| | 8.1.1.3 Realizar una evaluación de los impactos ambientales y de salud por la implementación de la norma, donde se revise si la industria efectivamente está cumpliendo con la nueva normatividad y la reducción de emisiones obtenida. Dicha evaluación deberá realizarse a los cuatro años de entrada en vigor y será la base para la propuesta de modificación o ratificación en la revisión quinquenal. | Reporte de evaluación de norma | FED (SEMARNAT) | 0 | 1 | \$1,886,000 |
| 8.1.2 | Actualizar la NOM-043-SEMARNAT-1993 de partículas, estableciendo límites máximos de emisión más estrictos. | | | | | |
| | 8.1.2.1 Elaborar el anteproyecto de norma, con propuesta previamente aprobada, incluyendo: <ul style="list-style-type: none"> Análisis para identificar empresas con equipos que emitan partículas, equipos de control, emisiones actuales y equipos o sistemas de control disponibles en el mercado. Propuesta de actualización de LMP, contemplando la revisión de las metodologías de medición establecidas para partículas PM₁₀. Así como valorar si los LMP debe reportarse en masa anual emitida. Se deberá incluir la revisión de la normativa internacional que aplique. Actualización del campo de aplicación definiendo si los LMP pueden desarrollarse por sector o de manera específica a los equipos y procesos. Análisis de impacto regulatorio del anteproyecto. | Anteproyecto de norma elaborado | FED (SEMARNAT) | 1 | 1 | \$3,027,375 |
| | 8.1.2.2 Elaborar el proyecto y publicar la norma para su entrada en vigor. | Norma publicada | FED (SEMARNAT) | 0 | 1 | \$709,500 |
| | 8.1.2.3 Realizar una evaluación de los impactos ambientales y de salud por la implementación de la norma donde se revise si la industria efectivamente está cumpliendo con la nueva normatividad y la reducción de emisiones obtenida. Dicha evaluación deberá realizarse a los cuatro años de entrada en vigor y será la base para la propuesta de modificación o ratificación en la revisión quinquenal. | Reporte de evaluación de norma | FED (SEMARNAT) | 0 | 1 | \$1,886,000 |
| | Actualizar la NOM-040-SEMARNAT-2002 de emisiones en la fabricación del cemento para ampliar el alcance de las actividades reguladas. | | | | | |
| 8.1.3 | 8.1.3.1 Elaborar el anteproyecto de norma, con propuesta previamente aprobada, para lo cual se debe generar información de la industria de fabricación de cemento, incluyendo: <ul style="list-style-type: none"> Número de empresas cementeras que se encuentran funcionando y el aporte de emisiones de partículas, así como los puntos de generación de partículas, conducidas y fugitivas, y si cuentan con sistemas de control. Regulación internacional, tecnologías de control actuales y sus costos, acciones para el control de emisiones fugitivas, LMP y buenas prácticas operativas en el almacenamiento, transporte de materiales y alimentación al proceso. Métodos vigentes para medir emisiones de partículas. Análisis de impacto regulatorio del anteproyecto. | Anteproyecto de norma elaborado | FED (SEMARNAT) | 1 | 1 | \$1,125,000 |
| | 8.1.3.2 Elaborar el proyecto y publicar la norma para su entrada en vigor. | Norma publicada | FED (SEMARNAT) | 0 | 1 | \$504,000 |

| | | | | | | |
|--------------|---|-----------------------------------|----------------|---|---|-------------|
| 8.1.4 | Actualizar la NADF-021-AMBT-2011 que regula las emisiones de partículas en concreteiras y homologar la regulación en el Estado de México. | | | | | |
| | 8.1.4.1 Generar información del cumplimiento normativo, que incluya: <ul style="list-style-type: none"> Identificación de puntos de emisión de partículas y equipos con sistemas de control instalados. Revisión de reportes de sanciones a estas empresas y medidas correctivas implementadas, o acciones de revisión en campo (a través del seguimiento documental de reportes de desempeño ambiental y revisión en campo). | Reporte de cumplimiento normativo | CDMX | 1 | 1 | \$87,500 |
| | 8.1.4.2 Elaborar el anteproyecto para la modificación de la norma, que incluya: <ul style="list-style-type: none"> Revisión de prácticas internacionales para reducir las emisiones fugitivas. Inclusión de una bitácora donde se indique el mantenimiento realizado a los sistemas de control, así como la programación y su cumplimiento. | Anteproyecto de norma elaborado | CDMX | 1 | 1 | \$33,750 |
| | 8.1.4.3 Elaborar el proyecto y publicar la norma para su entrada en vigor. | Norma publicada | CDMX | 0 | 1 | \$252,000 |
| | 8.1.4.4 Crear una norma técnica similar a la NADF-021-AMBT-2011 para su aplicación en el Estado de México. | Norma publicada | EDOMEX | 0 | 1 | \$120,668 |
| 8.1.5 | Homologar la norma NADF-011-AMBT-2018 para su aplicación en el Estado de México y crear una norma para regular las emisiones de COV en las fuentes fijas de competencia federal. | | | | | |
| | 8.1.5.1 Publicar la norma homóloga del Estado de México para su entrada en vigor. | Norma publicada | EDOMEX | 1 | 1 | \$205,500 |
| | 8.1.5.2 Elaborar el anteproyecto de norma federal, con propuesta previamente aprobada, incluyendo: la regulación de las emisiones de COV en las fuentes fijas, los límites máximos permisibles con base en tecnologías de control disponibles y un análisis de impacto regulatorio. Se deberá valorar si aplica una regulación que contemple a todos los sectores o si esta deberá enfocarse a sectores o actividades prioritarias, tales como la industria química y las actividades relacionadas con el tratamiento y pintado de piezas metálicas. | Anteproyecto de norma elaborado | FED (SEMARNAT) | 1 | 1 | \$3,027,375 |
| | 8.1.5.3 Elaborar el proyecto y publicar la norma para su entrada en vigor. | Norma publicada | FED (SEMARNAT) | 0 | 1 | \$709,500 |
| | 8.1.5.4 Realizar la evaluación de los impactos ambientales y de salud por la implementación de la norma, donde se revise si la industria efectivamente está cumpliendo con la nueva normatividad y la reducción de emisiones obtenida. Dicha evaluación deberá realizarse a los cuatro años de entrada en vigor y será la base para la propuesta de modificación o ratificación en la revisión quinquenal. | Reporte de evaluación de norma | FED (SEMARNAT) | 0 | 1 | \$1,886,000 |

| Homologar la norma NADF-016-AMBT-2016 para su aplicación en el Estado de México. | | | | | | |
|--|--|-----------------------------------|---------------------|---|---|-----------------------|
| 8.1.6 | 8.1.6.1 Elaborar el anteproyecto de norma homóloga para el Estado de México, donde se regulen las emisiones de los equipos de calentamiento indirecto de baja capacidad. Esta deberá incluir la propuesta de LMP. | Anteproyecto de norma elaborado | EDOMEX | 1 | 1 | \$70,668 |
| | 8.1.6.2 Elaborar el proyecto y publicar la norma para su entrada en vigor. | Norma publicada | EDOMEX | 1 | 1 | \$205,500 |
| | 8.1.6.3 Realizar la evaluación de los impactos ambientales y de salud por la implementación de la norma, donde se revise si la industria efectivamente está cumpliendo con la nueva normatividad y la reducción de emisiones obtenida. Dicha evaluación deberá realizarse a los cuatro años de entrada en vigor y será la base para la propuesta de modificación o ratificación en la revisión quinquenal. | Reporte de evaluación de norma | EDOMEX | 0 | 1 | \$1,886,000 |
| Vigilar que el combustible industrial distribuido en la ZMVM cumpla con la calidad establecida en la NOM-016-CRE-2016. | | | | | | |
| 8.1.7 | 8.1.7.1 Generar información de las industrias que consuman diésel, gasóleo y/o combustóleo con calidad "resto del país", así como de aquellas asentadas en el corredor Tula-Vito-Apasco, para conocer la calidad del combustible y los proveedores. Se deberá incluir aquellas empresas dentro de ZMVM que reporten calidades mayores a lo que establece la NOM. | Reporte de información del sector | FED (CRE /SEMARNAT) | 1 | 1 | \$212,000 |
| | 8.1.7.2 Hacer una revisión documental de los estudios reportados ante la CRE, sobre la calidad del combustible de las empresas proveedoras. Se deberá analizar la pertinencia de hacer estudios de laboratorio de la calidad del combustible de los proveedores analizados. | Reporte de evaluación | FED (CRE/ SEMARNAT) | 1 | 1 | \$212,000 |
| | 8.1.7.3 Elaborar el anteproyecto de norma, con propuesta previamente aprobada, para modificar la NOM-016-CRE-2016, donde se incluya a los 59 municipios del Estado de México y al municipio de Tizayuca en la delimitación de la ZMVM. | Norma publicada | FED (CRE) | 1 | 1 | \$50,000 ⁴ |

| Responsables e involucrados | |
|-----------------------------------|--|
| Entidades responsables | Gobierno Federal, Ciudad de México y Estado de México |
| Instituciones responsables | <ul style="list-style-type: none"> Gobierno Federal: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) - Dirección General de Industria y Dirección General de Energía y Actividades Extractivas, y la Comisión Reguladora de Energía (CRE) - Dirección General de Normalización y Verificación de Hidrocarburos Ciudad de México: Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA) Estado de México: Secretaría del Medio Ambiente (SMAGEM) |

4 Contempla únicamente el costo por la inclusión de los 59 municipios del Estado de México y al municipio de Tizayuca en la delimitación de la ZMVM.

| | |
|-----------------------------|--|
| Actores involucrados | <ul style="list-style-type: none"> Gobierno Federal: Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), Secretaría de Energía (SENER), y Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (ASEA) Coordinación Ejecutiva de la Comisión Ambiental de la Megalópolis (CE-CAMe) Ciudad de México: Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial (PAOT) Estado de México: Procuraduría de Protección al Ambiente (PROPAEM) Estado de Hidalgo: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNATH) Otros: Centro de Normalización y Certificación de Productos, A.C. (CNCP), Asociación Nacional de la Industria Química, A.C. (ANIQ), Entidad Mexicana de Acreditación, A.C. (EMA), gremios de la industria, laboratorios de medición e instituciones de investigación |
|-----------------------------|--|

| Marco normativo |
|---|
| <p>Fundamento jurídico</p> <p>Fundamentos en leyes generales o federales</p> <p>De acuerdo con el artículo 13 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), los Estados podrán suscribir entre sí y con el Gobierno de la Ciudad de México, en su caso, convenios o acuerdos de coordinación y colaboración administrativa, con el propósito de atender y resolver problemas ambientales comunes y ejercer sus atribuciones a través de las instancias que al efecto determinen, atendiendo a lo dispuesto en las leyes locales que resulten aplicables. Las mismas facultades podrán ejercer los Municipios o las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México entre sí, aunque pertenezcan a entidades federativas diferentes, de conformidad con lo que establezcan las leyes señaladas.</p> <p>Así mismo, la fracción III del artículo 36 establece que, para garantizar la sustentabilidad de las actividades económicas, la Secretaría (SEMARNAT) emitirá normas oficiales mexicanas (NOM) en materia ambiental y para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, que tengan por objeto estimular o inducir a los agentes económicos para reorientar sus procesos y tecnologías a la protección del ambiente y al desarrollo sustentable. Por su lado, el artículo 38 indica que los productores, empresas u organizaciones empresariales podrán desarrollar procesos voluntarios de autorregulación ambiental, a través de los cuales mejoren su desempeño ambiental, respetando la legislación y normatividad vigente en la materia y se comprometan a superar o cumplir mayores niveles, metas o beneficios en materia de protección ambiental. Aunado a esto, la fracción III del artículo 111 de la LGEEPA faculta a la SEMARNAT para expedir las normas oficiales mexicanas (NOM) que establezcan, por contaminante y por fuente de contaminación, los niveles máximos permisibles de emisión de gases y partículas a la atmósfera provenientes de fuentes fijas y móviles.</p> <p>Por su parte, las fracciones VIII y IX del artículo 3 de la Ley de Infraestructura de la Calidad establecen que compete exclusivamente a las dependencias o entidades de la Administración Pública Federal elaborar las propuestas de NOM, someterlas al conocimiento de los comités consultivos nacionales de normalización, expedirlas y, en su caso, modificarlas con base en el procedimiento previsto en el artículo 35 de este ordenamiento.</p> <p>A su vez, la Ley de Hidrocarburos señala en los artículos 78 y 79 que las especificaciones de calidad de los petrolíferos serán establecidas en las NOM que al efecto expida la CRE y que las especificaciones de calidad corresponderán con los usos comerciales, nacionales e internacionales, en cada etapa de la cadena de producción y suministro. Los métodos de prueba, muestreo y verificación aplicables a las características cualitativas, así como al volumen en el transporte, almacenamiento, distribución y, en su caso, el expendio al público de petrolíferos, se establecerán en las NOM que para tal efecto expidan la CRE y la Secretaría de Economía, en el ámbito de sus atribuciones.</p> <p>En cuanto a la normatividad relevante, se identifican las siguientes NOM:</p> <ul style="list-style-type: none"> NOM-085-SEMARNAT-2011, Contaminación atmosférica-Niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición. NOM-043-SEMARNAT-1993, que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas. NOM-040-SEMARNAT-2002, Protección ambiental- Fabricación de cemento hidráulico-Niveles máximos de emisión a la atmósfera. NOM-016-CRE-2016, Especificaciones de calidad de los petrolíferos. <p>Fundamentos en leyes locales</p> <p>Ciudad de México</p> <p>La fracción VII y XXIII del artículo 9° de la Ley Ambiental de Protección a la Tierra en el Distrito Federal faculta a la SEDEMA para expedir normas ambientales para la Ciudad de México en materias de competencia local; además de promover y celebrar, convenios de coordinación, concertación y colaboración con el gobierno federal, de las entidades federativas y de los municipios de la zona conurbada, así como con los particulares, para la realización conjunta y coordinada de acciones de protección ambiental.</p> <p>En cuanto a la normatividad local relevante, se identifican las siguientes normas ambientales:</p> <ul style="list-style-type: none"> NADF-011-AMBT-2018, que establece los criterios para la reducción de las emisiones a la atmósfera de compuestos orgánicos volátiles emitidos por fuentes fijas de competencia de la Ciudad de México. |

- NADF-016-AMBT-2016, que establece los límites permisibles de emisión y su medición, de los equipos de combustión de calentamiento indirecto de 5 cc (176.5 MJ/h) hasta 15 cc (529.5 MJ/h), que deberán de cumplir los responsables de industrias, comercios y servicios ubicados en el territorio de la Ciudad de México.
- NADF-021-AMBT-2011, que establece los requisitos mínimos de equipamiento y especificaciones técnicas que deben cumplir las personas físicas o morales y dependencias gubernamentales que lleven a cabo actividades de elaboración de concreto premezclado en el Distrito Federal, para controlar las emisiones atmosféricas de partículas suspendidas totales (PST), partículas PM10 y menores.

Estado de México

La fracción IV del artículo 1.6 del Código para la Biodiversidad del Estado de México le atribuye a las autoridades estatales y municipales a que se refiere el Código en las materias que les corresponde expedir normas técnicas estatales en los casos previstos en el Código y realizar directamente o a través de terceros autorizados la evaluación de conformidad y establece que la expedición estará reservada a las dependencias de la administración pública estatal encargadas de aplicar el ordenamiento. Además, la fracción VI del artículo 2.7 indica que, el titular del Poder Ejecutivo del Estado tendrá la atribución de celebrar convenios de coordinación con la Federación para realizar actividades o ejercer facultades en bienes y zonas de jurisdicción federal de conformidad con las disposiciones aplicables, y celebrar acuerdos y convenios con Ayuntamientos sobre acciones de beneficio ambiental y ecológico.

Reformas legislativas, regulatorias o normativas

En virtud de los fundamentos legales existentes, se determina que es posible establecer la acción para promover ante las autoridades federales competentes la actualización de la normatividad aplicable a la emisión de COV, partículas, tóxicos y gases de combustión, con base en el procedimiento previsto en la LIC.

Además, las autoridades locales pueden expedir normas técnicas que regulen materias de su competencia, como es el caso de la Norma Ambiental para el Distrito Federal NADF-011-AMBT-2013, que establece los criterios para la reducción de las emisiones a la atmósfera de Compuestos Orgánicos Volátiles emitidas por Fuentes Fijas de competencia de la Ciudad de México.

De manera específica, para completar la acción se requerirá:

- Elaborar el anteproyecto de actualización de las siguientes normas: NOM-085-SEMARNAT-2011, NOM-040-SEMARNAT-2002, NOM-043-SEMARNAT-1993 y NOM-016-CRE-2016.
- Desarrollar anteproyectos de norma, para la Federación y el Estado de México, con la finalidad de reducir las emisiones de compuestos orgánicos volátiles.
- Desarrollar anteproyectos para el Estado de México, con la finalidad de regular equipos de calentamiento indirecto de baja capacidad, excluidos por la NOM-085 y para contar con una regulación en actividades de elaboración de concreto premezclado.

Factores económicos

| | |
|----------------------------------|---|
| Costo estimado | \$22,000,000 M.N. Incluye la participación de personal de los gobiernos local y federal involucrados en cada norma, así como el costo de los estudios, la elaboración de anteproyectos y la consultoría necesaria. |
| Fuentes de financiamiento | Algunas alternativas para el financiamiento de la acción son: <ul style="list-style-type: none"> • Inversión pública utilizando recursos presupuestales federales y locales, recursos autogenerados y fideicomisos locales (Fideicomiso 1490 y Fondo Ambiental Público), el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y asistencia técnica de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE). • Alternativas de asistencia técnica internacional como el Banco Mundial. |

Barreras de implementación

Descripción de las barreras y supuestos identificados

Se identifican como posibles barreras de implementación la falta de recursos para el desarrollo de estudios y la creación de los proyectos de normas, la oposición del sector regulado para el establecimiento de los LMP y el incremento de los costos de producción por la implementación de tecnologías para cumplimiento de los nuevos límites de emisión. Inclusive, pueden existir barreras tecnológicas como la falta de oferta de tecnologías de control para el cumplimiento generalizado de los posibles nuevos límites de emisión en algunos sectores o equipos particulares. Además, se pueden presentar retos institucionales y operativos como la falta de información por parte de los gobiernos interestatales y el federal, ya que se debe contar con datos que se generan en las áreas de regulación de cada entidad, y la falta de personal para la vigilancia del cumplimiento de las normas.

| Presupuestales | Económicas | Sociales | Políticas | Institucionales | Operativas | Sector involucrado | Tecnológicas |
|----------------|------------|----------|-----------|-----------------|------------|--------------------|--------------|
| X | X | | | X | X | X | X |

Beneficios ambientales esperados

| Reducción de emisiones (toneladas reducidas) ⁵ | Año | PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | CO | NO _x | COV | CO ₂ eq | CN | Tóxicos |
|---|--|------------------|-------------------|-----------------|------|-----------------|--------|--------------------|-----|---------|
| | 2024 | NA | NA | NA | NA | NA | 4194 | NA | NA | 3353 |
| | 2030 | 2580 | 1785 | 1682 | 1483 | 520 | 34 508 | 5609 | 143 | 13 121 |
| Costo-efectividad⁶ | Costo medida M.N. / toneladas reducidas | \$6,047 | ND | \$297 | ND | ND | \$241 | ND | ND | ND |
| Cobeneficios | Además de que la acción permitirá homologar la regulación de la Ciudad de México con el Estado de México, se espera que esta provoque una reducción de emisiones en sectores industriales prioritarios a nivel nacional. | | | | | | | | | |

Seguimiento y evaluación

| Indicadores | | | | | |
|-------------|-----------------------------------|-----------|-------------------|-------------------------------------|---|
| No. | Nombre | Unidades | Método de cálculo | Frecuencia de medición ⁷ | Medios de verificación |
| 8.1.1.1 | Anteproyecto de norma elaborado | Documento | Conteo | Única vez (año 4) | Documento elaborado |
| 8.1.1.2 | Norma publicada | Documento | Conteo | Única vez (año 6) | Publicación del documento en el DOF |
| 8.1.1.3 | Reporte de evaluación de norma | Documento | Conteo | Única vez (año 10) | Documento de evaluación |
| 8.1.2.1 | Anteproyecto de norma elaborado | Documento | Conteo | Única vez (año 3) | Documento elaborado |
| 8.1.2.2 | Norma publicada | Documento | Conteo | Única vez (año 5) | Publicación del documento en el DOF |
| 8.1.2.3 | Reporte de evaluación de norma | Documento | Conteo | Única vez (año 9) | Documento de evaluación |
| 8.1.3.1 | Anteproyecto de norma elaborado | Documento | Conteo | Única vez (año 3) | Documento elaborado |
| 8.1.3.2 | Norma publicada | Documento | Conteo | Única vez (año 5) | Publicación del documento en el DOF |
| 8.1.4.1 | Reporte de cumplimiento normativo | Documento | Conteo | Única vez (año 3) | Documento elaborado |
| 8.1.4.2 | Anteproyecto de norma elaborado | Documento | Conteo | Única vez (año 3) | Documento elaborado |
| 8.1.4.3 | Norma publicada | Documento | Conteo | Única vez (año 6) | Publicación del documento en la GOCDMX |
| 8.1.4.4 | Norma publicada | Documento | Conteo | Única vez (año 8) | Publicación de norma en Periódico Oficial |
| 8.1.5.1 | Norma publicada | Documento | Conteo | Única vez (año 2) | Publicación de norma en Periódico Oficial |
| 8.1.5.2 | Anteproyecto de norma elaborado | Documento | Conteo | Única vez (año 4) | Documento elaborado |
| 8.1.5.3 | Norma publicada | Documento | Conteo | Única vez (año 5) | Publicación de norma en DOF |

⁵ Se utilizan las siguientes siglas: NA para no aplica, ND para no determinado y NA* en caso de que se espere un incremento de emisiones de dicho contaminante.

⁶ Para el cálculo de costo-efectividad, se considera el costo estimado de \$15,600,000 M.N. para atender la contaminación por PM₁₀ con las actividades 8.1.1, 8.1.2, 8.1.3, 8.1.4 y 8.1.6; el costo de \$500,000 M.N. para atender la emisión de SO₂ con la actividad 8.1.7; y el costo de \$5,900,000 M.N. para reducir la contaminación por COV al realizar la actividad 8.1.5.

⁷ El porcentaje de avance a la fecha de medición del indicador puede tener avances parciales en años previos, por lo que se presenta el porcentaje de avance estimado en el cronograma de ejecución.

| | | | | | |
|---------|-----------------------------------|-----------|--------|-------------------|---|
| 8.1.5.4 | Reporte de evaluación de norma | Documento | Conteo | Única vez (año 9) | Documento de evaluación |
| 8.1.6.1 | Anteproyecto de norma elaborado | Documento | Conteo | Única vez (año 2) | Documento elaborado |
| 8.1.6.2 | Norma publicada | Documento | Conteo | Única vez (año 4) | Publicación de norma en Periódico Oficial |
| 8.1.6.3 | Reporte de evaluación de norma | Documento | Conteo | Única vez (año 8) | Documento de evaluación |
| 8.1.7.1 | Reporte de información del sector | Documento | Conteo | Única vez (año 2) | Reporte elaborado |
| 8.1.7.2 | Reporte de evaluación | Documento | Conteo | Única vez (año 2) | Reporte elaborado |
| 8.1.7.3 | Norma publicada | Documento | Conteo | Única vez (año 4) | Publicación de norma en el DOF |

| Cronograma de ejecución | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Metas y avances ⁸ | | | | | | | | | | | |
| Actividad | Indicador | Año | | | | | | | | | |
| | | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
| 8.1.1 | 8.1.1.1 | | | 20% | 30% | | | | | | |
| | 8.1.1.2 | | | | 10% | 30% | 50% | | | | |
| | 8.1.1.3 | | | | | | | | | | 20% |
| 8.1.2 | 8.1.2.1 | | 20% | 30% | | | | | | | |
| | 8.1.2.2 | | | 10% | 30% | 50% | | | | | |
| | 8.1.2.3 | | | | | | | | | 20% | |
| 8.1.3 | 8.1.3.1 | | 30% | 40% | | | | | | | |
| | 8.1.3.2 | | | 15% | 45% | 60% | | | | | |
| 8.1.4 | 8.1.4.1 | | 20% | 30% | | | | | | | |
| | 8.1.4.2 | | | 10% | | | | | | | |
| | 8.1.4.3 | | | | 15% | 25% | 30% | | | | |
| | 8.1.4.4 | | | | | | | 15% | 30% | | |
| 8.1.5 | 8.1.5.1 | 5% | 10% | | | | | | | | |
| | 8.1.5.2 | | 15% | 30% | 45% | | | | | | |
| | 8.1.5.3 | | | | 20% | 35% | | | | | |
| | 8.1.5.4 | | | | | | | | | 10% | |
| 8.1.6 | 8.1.6.1 | | 25% | | | | | | | | |
| | 8.1.6.2 | | | 30% | 60% | | | | | | |
| | 8.1.6.3 | | | | | | | 15% | | | |
| 8.1.7 | 8.1.7.1 | | 20% | | | | | | | | |
| | 8.1.7.2 | | 20% | | | | | | | | |
| | 8.1.7.3 | | | 30% | 60% | | | | | | |

⁸ Los porcentajes por indicador son acumulativos y están establecidos con base en el nivel de esfuerzo requerido para completar la actividad que conforman. La ejecución total de la actividad corresponde al 100%, el cual se obtiene al sumar la aportación final de cada indicador.

| | |
|------------|--|
| Medida 8 | Control de emisiones generadas por las actividades industriales |
| Acción 8.2 | Reducción de la emisión de partículas en los sectores industriales de mayor contribución |
| Subsector | Fabricación de productos a base de minerales no metálicos e industrias metálicas básicas |

| Descripción |
|--|
| Reducir las emisiones de partículas generadas en los sectores de fabricación de productos a base de minerales no metálicos e industrias metálicas básicas, al identificar los puntos de los procesos donde se generan partículas y al desarrollar esquemas para mitigar las emisiones y fomentar el uso de tecnologías de control. Adicionalmente, estas acciones deben ser complementadas con la actualización del marco regulatorio del sector industrial ¹ . |

| Diagnóstico |
|-------------|
|-------------|

De acuerdo con el Inventario de Emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) 2018, en la ZMVM se encuentran asentadas un total de 1925 industrias. Se distinguen dos sectores relevantes que, en conjunto, contribuyen con el 4.5% de PM₁₀ y 6.5% de PM_{2.5} del total emitido en la ZMVM, que corresponden a la fabricación de productos a base de minerales no metálicos y la industria metálica básica (ver la siguiente tabla).

Emisiones contaminantes generadas por el subsector, ZMVM-2018² (t/año)

| Fuente contaminante | PM ₁₀ | PM _{2.5} |
|---|------------------|-------------------|
| Total, ZMVM | 34 779.5 | 16 500.1 |
| | 100.0% | 100.0% |
| Total, fuentes puntuales | 4184.2 | 3174.4 |
| | 12.0% | 19.3% |
| Total, categorías relevantes | 1562.4 | 1068.6 |
| | 4.5% | 6.5% |
| Fabricación de productos a base de minerales no metálicos | 459.8 | 289.6 |
| | 1.3% | 1.8% |
| Industrias metálicas básicas | 1102.5 | 779.0 |
| | 3.2% | 4.7% |

Dentro de la fabricación de productos a base de minerales no metálicos se identificaron doce empresas que contribuyen con el 62% de las emisiones de partículas, dedicadas a la fabricación de cemento, elaboración de concreto premezclado, fabricación de vidrio y envasado de cemento. Si bien algunas empresas cuentan con control de emisiones, estos sectores son representativos por sus volúmenes de producción.

Respecto a la industria metálica básica, ocho empresas aportan el 94% de las emisiones de partículas del sector, principalmente generadas por la industria del aluminio y el moldeo por fundición de piezas metálicas no ferrosas; ambas de competencia federal. Cabe mencionar que, dentro de las ocho empresas prioritarias, una empresa reporta equipo de control. Por otro lado, la fabricación del vidrio también aporta partículas por las actividades de recepción y traslado de materias primas, fundición, formado de vidrio, recocido, acabado (pulido y esmerilados) y molienda.

En este contexto, y considerando que las actividades de estos sectores son específicas y diferenciadas, es necesario identificar las condiciones actuales de estas industrias. Esto incluye los puntos de generación de partículas y las tecnologías actuales de control, con la finalidad de generar información para la actualización de las normas vigentes y promover que estas empresas ingresen a un proceso de auditoría ambiental para mejorar la eficiencia de sus procesos de producción y su desempeño ambiental. Es por esto que se considera que adicionalmente se deberán regular las emisiones por la fabricación de cemento hidráulico, a través de la actualización de la NOM-040-SEMARNAT-2002, que establece los límites máximos permisibles de emisiones de partículas en la calcinación de Clinker (hornos), la NOM-043-SEMARNAT-1993 para incluir otros puntos de emisión, y la NADF-021-AMBT-2011, la cual regula las emisiones de partículas en la industria de concreto premezclado; actividad de competencia local de la Ciudad de México.

¹ La actualización de la regulación para estos sectores industriales se describe en la Acción 8.1 Marco regulatorio para la reducción de COV, partículas, tóxicos y gases de combustión.
² En la tabla se incluyen únicamente aquellos contaminantes de interés cuyas emisiones son atendidas por la acción descrita. Se utilizan las siguientes siglas: NS cuando las emisiones del contaminante expuesto no son significativas, NA cuando la actividad no emite dicho contaminante y NE cuando las emisiones no fueron estimadas. Los porcentajes pueden variar por el redondeo de cifras.

| Actividades | | | | | | | |
|-------------|--|--|--|--|-----------|--------------|-----------|
| Número | Descripción | Indicador | Entidad | Meta 2024 | Meta 2030 | Costo (M.N.) | |
| 8.2.1 | Establecer acciones de reducción de contaminantes en la industria metalúrgica del aluminio. | | | | | | |
| | 8.2.1.1 | Generar información de la industria metalúrgica del aluminio a través de la Cédula de Operación Anual, así como mediante la inspección y vigilancia, para identificar todos los puntos del proceso que generan partículas y si tienen sistemas de control. | Reporte de la industria del aluminio elaborado | FED (SEMARNAT/PROFEPA) ³ | 1 | 1 | \$56,250 |
| | 8.2.1.2 | Desarrollar esquemas de reducción de emisiones con el fin de mejorar sus procesos de producción a través de auditorías ambientales, creación de convenios, incentivos fiscales y/o ambientales. | Número de empresas en esquemas de reducción de emisiones o con instalaciones de equipos de control | FED (SEMARNAT/PROFEPA) ⁴ | 2 | 2 | \$80,000 |
| | 8.2.1.3 | Homologar los criterios de auditorías ambientales con la Ciudad de México entre los órdenes de gobierno. | Propuesta de criterios de homologación para auditorías ambientales | CDMX FED (SEMARNAT/PROFEPA) ⁵ EDOMEX FED (SEMARNAT/PROFEPA) ⁶ | 1 | 1 | \$40,333 |
| 8.2.2 | Establecer acciones de reducción de contaminantes en la industria siderúrgica. | | | | | | |
| | 8.2.2.1 | Generar información de la industria a través de la Cédula de Operación Anual, así como mediante la inspección y vigilancia, con la finalidad de identificar los puntos del proceso que generan partículas y si tienen sistemas de control. | Reporte de la industria siderúrgica elaborado | FED (SEMARNAT/PROFEPA) ³ | 1 | 1 | \$196,875 |
| | 8.2.2.2 | Desarrollar esquemas de reducción de emisiones con el fin de mejorar sus procesos de producción a través de auditorías ambientales, creación de convenios, incentivos fiscales y/o ambientales. | Número de empresas en esquemas de reducción de emisiones o con instalaciones de equipos de control | FED (SEMARNAT-PROFEPA) ⁶ FED (SEMARNAT-PROFEPA) ⁴ | 1 | 2 5 | \$280,000 |
| 8.2.3 | Establecer acciones de reducción de contaminantes en la industria de fabricación de vidrio. | | | | | | |
| | 8.2.3.1 | Generar información de la industria de fabricación de vidrio, a través de la Cédula de Operación Anual, así como mediante la inspección y vigilancia, con la finalidad de identificar todos los puntos de generación de partículas conducidas y fugitivas e identificar si cuenta con sistemas de control. | Reporte de la industria del vidrio elaborado | FED (SEMARNAT/PROFEPA) ³ | 1 | 1 | \$140,625 |

³ Las industrias con mayor contribución de emisiones son de competencia federal, por ello, tanto la SEMARNAT como la PROFEPA deberán desarrollar los diagnósticos de las acciones 8.2.1.1, 8.2.2.1 y 8.2.3.1.
⁴ Las industrias contempladas en esta sub-actividad se ubican en el Estado de México.
⁵ La Ciudad de México y el Estado de México colaborarán con la SEMARNAT y la PROFEPA para homologar los criterios a considerar durante las auditorías ambientales.
⁶ Las industrias contempladas en esta sub-actividad se ubican en la Ciudad de México.

| | | | | | | |
|---------|---|--|-------------------------------------|---|---|-----------|
| 8.2.3.2 | Desarrollar esquemas de reducción de emisiones con el fin de mejorar sus procesos de producción a través de auditorías ambientales, creación de convenios, incentivos fiscales y/o ambientales. | Número de empresas en esquemas de reducción de emisiones o con instalaciones de equipos de control | FED (SEMARNAT/PROFEPA) ⁴ | 1 | 1 | \$200,000 |
| | | | FED (SEMARNAT/PROFEPA) ⁴ | 1 | 4 | |

| Responsables e involucrados | |
|-----------------------------------|---|
| Entidades responsables | Gobierno Federal, Ciudad de México y Estado de México |
| Instituciones responsables | <ul style="list-style-type: none"> Gobierno Federal: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) – Dirección General de Industria, y Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) Ciudad de México: Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA) Estado de México: Secretaría del Medio Ambiente (SMAGEM) |
| Actores involucrados | <ul style="list-style-type: none"> Coordinación Ejecutiva de la Comisión Ambiental de la Megalópolis (CE-CAME) Estado de México: Procuraduría de Protección al Ambiente (PROPAEM) Otros: Gremio de la industria del concreto, cementera, aluminio, vidrio y metalúrgica; universidades y laboratorios |

Marco normativo

Fundamentos jurídicos

Fundamentos en leyes generales o federales

Por una parte, la fracción XII del artículo 5o de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) establece como facultad de la Federación la regulación de la contaminación de la atmósfera, proveniente de todo tipo de fuentes emisoras, así como la prevención y el control en zonas o en caso de fuentes fijas y móviles de jurisdicción federal. De manera expresa, el artículo 111 BIS considera fuentes fijas de jurisdicción federal a la industria metalúrgica, cementera y del vidrio. Por otra parte, la fracción III del artículo 7o señala que corresponde a las entidades federativas la prevención y control de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas que funcionen como establecimientos industriales, así como por fuentes móviles, que conforme a lo establecido en esta Ley no sean de competencia federal. Sin embargo; de acuerdo con la fracción VI del artículo 11, la Federación puede suscribir convenios o acuerdos de coordinación con el objeto de que los gobiernos de las entidades federativas prevengan y controlen la contaminación de la atmósfera proveniente de fuentes fijas y móviles de jurisdicción federal. Además, el artículo 13 señala que los Estados podrán suscribir entre sí y con el Gobierno de la Ciudad de México, convenios o acuerdos de coordinación y colaboración administrativa, con el propósito de atender y resolver problemas ambientales comunes y ejercer sus atribuciones a través de las instancias que al efecto determinen, atendiendo a lo dispuesto en las leyes locales que resulten aplicables. Las mismas facultades podrán ejercer los municipios entre sí, aunque pertenezcan a entidades federativas diferentes, de conformidad con lo que establezcan las leyes señaladas.

Fundamentos en leyes locales

Ciudad de México
 El artículo 9° de la Ley Ambiental de Protección a la Tierra en el Distrito Federal (LAPTFD) faculta a la SEDEMA para expedir normas ambientales para la Ciudad de México en materias de competencia local (fracción VII), y promover y celebrar, convenios de coordinación, concertación y colaboración con el gobierno federal, de las entidades federativas y de los municipios de la zona conurbada, así como con los particulares, para la realización conjunta y coordinada de acciones de protección ambiental (fracción XXIII). El artículo 64 señala que los productores, empresas u organizaciones empresariales que cumplan con la normatividad vigente en materia ambiental, podrán convenir con la Secretaría el establecimiento de procesos voluntarios de autorregulación a través de los cuales mejoren su desempeño ambiental, y se comprometan a superar o cumplir mayores niveles, metas o beneficios en materia de protección ambiental.

Estado de México
 La fracción VI del artículo 2.7 del Código para la Biodiversidad del Estado de México (CPBEM), señala que el titular del Poder Ejecutivo del Estado puede celebrar convenios de coordinación con la Federación para realizar actividades o ejercer facultades en bienes y zonas de jurisdicción federal de conformidad con las disposiciones aplicables, y celebrar acuerdos y convenios con Ayuntamientos sobre acciones de beneficio ambiental y ecológico. Adicionalmente, la fracción VI del artículo 2.39 del CPBEM dicta que, para la formulación y conducción de la política ambiental estatal y municipal, la SMAGEM y los Gobiernos Municipales, observarán y aplicarán los principios que se establecen en el artículo 2.35 y los que al respecto prevé la Ley General; siendo unos de los instrumentos de política ambiental la autorregulación y auditorías ambientales.

Reformas legislativas, regulatorias o normativas
 Se prevé actualizar los criterios de auditoría / autorregulación ambiental homologados entre el gobierno federal y local.

| Factores económicos | |
|----------------------------------|---|
| Costo estimado | \$1,100,000 M.N. Incluye los costos por la vigilancia, análisis de gabinete y gestores del trámite que se dedica a implementar la acción con la industria (auditoría, convenio, autorregulación, otros). |
| Fuentes de financiamiento | Algunas alternativas para el financiamiento de la acción son: <ul style="list-style-type: none"> • Inversión pública utilizando recursos presupuestales federales y locales, recursos autogenerados y fideicomisos locales (Fideicomiso 1490 y Fondo Ambiental Público). • Inversión de particulares mediante la observancia obligatoria de la normatividad e incentivos de autorregulación. • Alternativas de asistencia técnica internacional como el Banco Mundial. |

| Barreras de implementación | | | | | | | |
|--|------------|----------|-----------|-----------------|------------|--------------------|--------------|
| Descripción de las barreras y supuestos identificados | | | | | | | |
| Las autoridades que implementen la acción se pueden enfrentar a retos como la falta de personal para la vigilancia, revisión documental y revisión de auditorías ambientales. Por otro lado, el sector regulado puede presentar una falta de recursos económicos para iniciar procesos de auditoría/autorregulación y para la compra de sistemas de control; además de que puede mostrar oposición a cumplir con las condicionantes establecidas y a ser inspeccionados por PROFEPA. | | | | | | | |
| Presupuestales | Económicas | Sociales | Políticas | Institucionales | Operativas | Sector involucrado | Tecnológicas |
| | X | | | | X | X | |

| Beneficios ambientales esperados | | | | | | | | | | |
|---|--|------------------|-------------------|-----------------|----|-----------------|-----|--------------------|----|---------|
| Reducción de emisiones (toneladas reducidas) ⁷ | Año | PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | CO | NO _x | COV | CO ₂ eq | CN | Tóxicos |
| | | 2024 | 188 | 136 | NA | NA | NA | NA | NA | <1 |
| | 2030 | 1494 | 1045 | NA | NA | NA | NA | NA | 7 | 355 |
| Costo-efectividad | Costo medida M.N. / toneladas reducidas | \$736 | ND | NA | NA | NA | NA | NA | ND | ND |
| Cobeneficios | Adicional a la reducción de emisiones, la acción permitirá la homologación de instrumentos de autorregulación en los tres niveles de gobierno. | | | | | | | | | |

⁷ Se utilizan las siguientes siglas: NA para no aplica, ND para no determinado y NA* en caso de que se espere un incremento de emisiones de dicho contaminante.

| Seguimiento y evaluación | | | | | |
|--------------------------|---|--------------------|-------------------|-------------------------------------|--|
| Indicadores | | | | | |
| No. | Nombre | Unidades | Método de cálculo | Frecuencia de medición ⁸ | Medios de verificación |
| 8.2.1.1 | Reporte de la industria del aluminio elaborado | Documento | Conteo | Única vez (año 3) | Diagnóstico |
| 8.2.1.2 | Número de empresas en esquemas de reducción de emisiones o con instalaciones de equipos de control. | Número de empresas | Conteo | Única vez (año 4) | Documentos donde se reporte el número de empresas en esquemas de reducción de emisiones o con instalación de equipos de control. |
| 8.2.1.3 | Propuesta de criterios de homologación para auditorías ambientales | Documento | Conteo | Única vez (año 3) | Criterios homologados de evaluación para auditorías ambientales. |
| 8.2.2.1 | Reporte de la industria siderúrgica elaborado | Documento | Conteo | Única vez (año 3) | Diagnóstico |
| 8.2.2.2 | Número de empresas en esquemas de reducción de emisiones o con instalaciones de equipos de control. | Número de empresas | Conteo | 4 años (años 4, 5, 6, 7) | Documentos donde se reporte el número de empresas en esquemas de reducción de emisiones o con instalación de equipos de control. |
| 8.2.3.1 | Reporte de la industria del vidrio elaborado | Documento | Conteo | Única vez (año 3) | Diagnóstico |
| 8.2.3.2 | Número de empresas en esquemas de reducción de emisiones o con instalaciones de equipos de control. | Número de empresas | Conteo | 3 años (años 4, 5, 6) | Documentos donde se reporte el número de empresas en esquemas de reducción de emisiones o con instalación de equipos de control. |

| Cronograma de ejecución | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Metas y avances ⁹ | | | | | | | | | | | |
| Actividad | Indicador | Año | | | | | | | | | |
| | | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
| 8.2.1 | 8.2.1.1 | | 10% | 20% | | | | | | | |
| | 8.2.1.2 | | | | 40% | | | | | | |
| | 8.2.1.3 | | 30% | 40% | | | | | | | |
| 8.2.2 | 8.2.2.1 | | 10% | 20% | | | | | | | |
| | 8.2.2.2 | | | | 20% | 40% | 60% | 80% | | | |
| 8.2.3 | 8.2.3.1 | | 10% | 20% | | | | | | | |
| | 8.2.3.2 | | | | 45% | 65% | 80% | | | | |

⁸ El porcentaje de avance a la fecha de medición del indicador puede tener avances parciales en años previos, por lo que se presenta el porcentaje de avance estimado en el cronograma de ejecución.

⁹ Los porcentajes por indicador son acumulativos y están establecidos con base en el nivel de esfuerzo requerido para completar la actividad que conforman. La ejecución total de la actividad corresponde al 100%, el cual se obtiene al sumar la aportación final de cada indicador.

| | |
|-------------------|--|
| Medida 9 | Reducción de las emisiones asociadas a la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica |
| Acción 9.1 | Reducción de las emisiones de contaminantes asociadas a la generación de electricidad |
| Subsector | Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica |

| Descripción |
|--|
| Reducir las emisiones de partículas finas, óxidos de nitrógeno y carbono negro asociadas a la generación de electricidad, a través de establecer una regulación de emisiones y de operación en los procesos y equipos que las generan. Se proponen acciones para acelerar la publicación del PROY-NOM168-SEMARNAT-ASEA-2016, con el cual se contará con monitoreo continuo de emisiones y se instalarán sistemas de control de emisiones para el cumplimiento de la norma, y para establecer un registro de plantas generadoras de energía eléctrica de emergencia (PGEEE) que permita desarrollar lineamientos para su operación y/o fabricación. |

| Diagnóstico |
|--|
| La generación de energía eléctrica es un sector relevante por la demanda de combustibles y las correspondientes emisiones que genera, así como un tema prioritario en cambio climático por la cantidad de gases y compuestos de efecto invernadero con los que contribuye a las emisiones nacionales y mundiales. Dentro de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) se localizan 19 empresas de este sector, importantes por su contribución de partículas finas, carbono negro y CO ₂ eq, lo que equivale al 5.6%, 13.5% y al 4.0%, respectivamente, del total emitido por todas las fuentes en la zona (ver la siguiente tabla). |

Emisiones contaminantes generadas por el subsector, ZMVM-2018¹ (t/año)

| Fuente contaminante | PM ₁₀ | PM _{2.5} | NO _x | Carbono negro | CO ₂ eq |
|---|------------------|-------------------|-----------------|---------------|--------------------|
| Total, ZMVM | 34 779.5 | 16 500.1 | 144 597.8 | 2615.3 | 75 165 506.7 |
| | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% |
| Total, fuentes puntuales | 4184.2 | 3174.4 | 9506.2 | 534.2 | 14 239 552.0 |
| | 12.0% | 19.2% | 6.6% | 20.4% | 18.9% |
| Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica | 918.4 | 918.3 | 2841.9 | 352.6 | 3 019 602.6 |
| | 2.6% | 5.6% | 2.0% | 13.5% | 4.0% |

En particular, se identifican cinco empresas que aportan más del 60% de las emisiones de contaminantes dentro del sector, una en la Ciudad de México y cuatro en el Estado de México, mismas que consumen en su totalidad gas natural para la generación de electricidad. Por otra parte, la termoeléctrica Francisco Pérez Ríos ubicada en Tula en Hidalgo, que utiliza combustóleo, genera emisiones de SO₂ que pueden llegar hasta la ZMVM. Se ha determinado que las emisiones de esa zona han ocasionado incrementos extraordinarios en las mediciones matutinas durante la época fría e incluso hasta el mes de marzo².

Con la finalidad de reducir emisiones en este sector, es necesario el establecimiento de límites de emisión y monitoreo continuos. En este contexto, se identificó que existe un proyecto de norma que se emitió para consulta pública en el año 2016, la cual al año 2021 cuenta con un avance superior al 80%³. El PROY-NOM168-SEMARNAT-ASEA-2016, establece niveles máximos permisibles de emisión provenientes de turbinas de gas, a ciclo abierto o ciclo combinado, aeroderivadas y su medición, con potencia mayor a 0.5 MW. Los niveles de emisión se establecen en función de la capacidad de la turbina de gas, tipo de combustible y condiciones de referencia. Aquellas que tienen una capacidad nominal mayor a 50 MW, deben contar con un sistema de monitoreo continuo de emisiones (SMCE) para medir NO_x y SO₂. Las turbinas con capacidad de generación menor a 50 MW pueden determinar sus emisiones por un SMCE o a través de mediciones periódicas. La conformidad de la norma se realiza mediante la evaluación documental de la bitácora y de los resultados de los monitoreos de emisiones, así como la verificación de la calibración, operación y mantenimiento del SMCE e informes de resultados, además de la verificación documental en caso de que se utilicen combustibles no definidos en la norma. Se considera conveniente que para la evaluación de la conformidad de los SMCE se establezca un repositorio de datos, con la finalidad de contar con la información en tiempo real y que la revisión documental se realice con información registrada previamente.

Por otra parte, es necesario destacar que los establecimientos industriales, comerciales y de servicios cuentan con plantas generadoras de energía eléctrica de emergencia (PGEEE) cuando existen fallas en el sistema eléctrico. Sin embargo, algunos de estos establecimientos, también las utilizan en horarios en donde la tarifa eléctrica es la más alta, con la finalidad de disminuir el costo de su consumo energético. De acuerdo con el Inventario de Emisiones de la ZMVM 2018, se contabilizaron 704 PGEEE, las cuales tuvieron un incremento del 11% comparado con el año 2016, aun cuando hubo una reducción de establecimientos industriales. Adicionalmente, se identificó que ninguno reporta contar con alguna tecnología o sistema para el control de emisiones. En este contexto, es necesario contar con un padrón de equipos, así como

¹ En la tabla se incluyen únicamente aquellos contaminantes de interés cuyas emisiones son atendidas por la acción descrita. Se utilizan las siguientes siglas: NS cuando las emisiones del contaminante expuesto no son significativas, NA cuando la actividad no emite dicho contaminante y NE cuando las emisiones no fueron estimadas. Los porcentajes pueden variar por el redondeo de cifras.

² SEDEMA (2020). *Calidad del aire en la Ciudad de México, Informe 2018*. Dirección General de Calidad del Aire, Dirección de Monitoreo de Calidad del Aire. Consultado en 2020, de: <http://www.aire.cdmx.gob.mx/descargas/publicaciones/informe-anual-calidad-del-aire-2018.pdf>

³ DOF (25 de febrero de 2021). *Programa Nacional de Infraestructura de la Calidad 2021*. Diario Oficial de la Federación. México. Consultado en 2021, de: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5612188&fecha=25/02/2021

establecer las especificaciones mínimas de operación y mantenimiento, para determinar su impacto en las emisiones atmosféricas y en la salud, toda vez que en su mayoría operan con diésel. Así mismo, en un futuro se puede establecer una regulación a nivel nacional.

Es importante mencionar que, de acuerdo con la Ley de la Industria Eléctrica, las Centrales Eléctricas de cualquier capacidad que sean destinadas exclusivamente al uso propio en emergencias o interrupciones en el Suministro Eléctrico no requieren permiso. Por ello, actualmente las PGEEE no solicitan permiso de funcionamiento eléctrico y, por ende, no hay registro alguno de estos equipos que permita identificar tipos y capacidades.

| Actividades | | | | | | |
|--|---|---------------------------------|---------------------------|-----------|-----------|-----------------|
| Número | Descripción | Indicador | Entidad | Meta 2024 | Meta 2030 | Costo (M.N.) |
| Establecer el monitoreo continuo de las emisiones del sistema de generación eléctrica, para el cumplimiento de normas. | | | | | | |
| 9.1.1 | 9.1.1.1 Publicar la NOM-168-SEMARNAT-ASEA-2016, Niveles máximos permisibles de emisión provenientes de turbinas de gas, a ciclo abierto o ciclo combinado, aeroderivadas y su medición, para su entrada en vigor. | Norma publicada | FED (SEMARNAT/ASEA/SENER) | 1 | 1 | \$32,000 |
| | 9.1.1.2 Establecer un sistema de seguimiento de la norma por parte de las autoridades federales para la revisión y evaluación de registros, que considere la NMX-AA-181-SCFI-2020. Se propone determinar la factibilidad de contar con un repositorio de datos para las autoridades ambientales, en el cual se dispongan los datos del monitoreo continuo de manera automática para la vigilancia del cumplimiento y seguimiento. | Sistema de seguimiento operando | FED (SEMARNAT/ASEA/SENER) | 1 | 1 | ND ⁴ |
| Establecer un registro de las plantas generadoras de energía eléctrica de emergencia (PGEEE) y desarrollar lineamientos de operación. | | | | | | |
| 9.1.2 | 9.1.2.1 Crear un registro que contenga la siguiente información: datos generales del responsable de la operación de las PGEEE, especificaciones (marca, modelo, capacidad (kW), combustible y ficha técnica del equipo) y características de operación (consumo de combustible, horas anuales de operación y bitácora de mantenimiento a cargo de una empresa certificada). | Registro PGEEE operando | FED (SEMARNAT/SAT) | 1 | 1 | \$500,000 |
| | 9.1.2.2 Desarrollar un lineamiento de operación con base en la información que aporte el registro. | Lineamientos publicados | FED (SEMARNAT/SAT) | 0 | 1 | \$128,000 |
| | | | CDMX | 0 | 1 | \$128,000 |
| EDOMEX | 0 | 1 | \$64,000 | | | |

⁴ El costo estimado de la actividad 9.1.1.2 es de \$2,500,00 MN, el cual se considera dentro del costo de la actividad 16.2.2.

| Responsables e involucrados | |
|-----------------------------------|--|
| Entidades responsables | Gobierno Federal, Ciudad de México y Estado de México |
| Instituciones responsables | <ul style="list-style-type: none"> Gobierno Federal: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) - Dirección General de Energía y Actividades Extractivas, Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (ASEA) – Unidad de Normatividad y Regulación, Secretaría de Energía (SENER) y Servicio de Administración Tributaria (SAT) Ciudad de México: Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA) Estado de México: Secretaría del Medio Ambiente (SMAGEM) |
| Actores involucrados | <ul style="list-style-type: none"> Gobierno Federal: Comisión Reguladora de Energía (CRE) Coordinación Ejecutiva de la Comisión Ambiental de la Megalópolis (CE-CAME) Otros: Empresas privadas dedicadas a la generación de electricidad y Comisión Federal de Electricidad (CFE) |

| Marco normativo |
|---|
| Fundamento jurídico |
| <p>Fundamentos en leyes generales o federales</p> <p>El párrafo segundo del artículo 1 de la Ley de la Industria Eléctrica (LIE) establece como una de las finalidades de dicha Ley el cumplimiento de las obligaciones de reducción de emisiones contaminantes. Por su parte, la fracción V del artículo 4 señala como una de las obligaciones de servicio público y universal cumplir con las obligaciones en materia de reducción de emisiones contaminantes que al efecto se establezcan en las disposiciones aplicables. El artículo 17 establece que las Centrales Eléctricas con capacidad mayor o igual a 0.5 MW y las Centrales Eléctricas de cualquier tamaño representadas por un Generador en el Mercado Eléctrico Mayorista requieren permiso otorgado por la CRE para generar energía eléctrica en el territorio nacional; no obstante, las Centrales Eléctricas de cualquier capacidad que sean destinadas exclusivamente al uso propio en emergencias o interrupciones en el Suministro Eléctrico no requieren permiso. Finalmente, el artículo 129 de la LIE faculta a la SEMARNAT para establecer, a través de normas oficiales mexicanas (NOM) y los demás instrumentos o disposiciones aplicables, las obligaciones de reducción de emisiones contaminantes relativas a la industria eléctrica.</p> <p>De acuerdo con las fracciones VIII y IX del artículo 3 de la Ley de Infraestructura de la Calidad (LIC), compete exclusivamente a las dependencias o entidades de la Administración Pública Federal elaborar las propuestas de NOM, someterlas al conocimiento de los comités consultivos nacionales de normalización, expedirlas y, en su caso, modificarlas con base en el procedimiento previsto en el artículo 35 de este ordenamiento.</p> <p>Por su parte la fracción III del artículo 36 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente señala que, para garantizar la sustentabilidad de las actividades económicas, la Secretaría (SEMARNAT) emitirá normas oficiales mexicanas en materia ambiental y para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, que tengan por objeto estimular o inducir a los agentes económicos para reorientar sus procesos y tecnologías a la protección del ambiente y al desarrollo sustentable. La fracción III del artículo 111 de dicha ley establece que, para controlar, reducir o evitar la contaminación de la atmósfera, la Secretaría tendrá la facultad de expedir las normas oficiales mexicanas que establezcan por contaminante y por fuente de contaminación, los niveles máximos permisibles de emisión de olores, gases, así como de partículas sólidas y líquidas a la atmósfera provenientes de fuentes fijas y móviles. Además, el artículo 111 bis indica que para la operación y funcionamiento de las fuentes fijas de jurisdicción federal que emitan o puedan emitir olores, gases o partículas sólidas o líquidas a la atmósfera, se requerirá autorización de la Secretaría; considerándose fuentes fijas de jurisdicción federal, la industria química, del petróleo y petroquímica, de pinturas y tintas, automotriz, de celulosa y papel, metalúrgica, del vidrio, de generación de energía eléctrica, del asbesto, cementera y calera y de tratamiento de residuos peligrosos (...).</p> <p>Por otro lado, de acuerdo con el artículo 45 fracción XI de la Ley de la Comisión Federal de Electricidad, le corresponde al Director General dirigir el diseño y la implementación de los programas de prevención en materia eléctrica, y los demás que, en materia de seguridad operativa, equilibrio ecológico y preservación del medio ambiente sean aplicables.</p> <p>Fundamentos en leyes locales</p> <p>Ciudad de México</p> <p>El artículo 16 de la Constitución Política de la Ciudad de México en su fracción A.2 dicta que la Ciudad de México minimizará su huella ecológica, en los términos de emisión de gases de efecto invernadero, a través de nuevas tecnologías, uso de energía renovable, medidas y políticas de eficiencia energética, entre otros. Asimismo, en su fracción A.4 menciona que las autoridades aplicarán las medidas necesarias para reducir las causas, prevenir, mitigar y revertir las consecuencias del cambio climático, y que se crearán políticas públicas y un sistema eficiente con la mejor tecnología disponible de prevención ambiental de emisiones de gases de efecto invernadero y contaminantes.</p> <p>También, la Ley Ambiental de Protección a la Tierra en el Distrito Federal (LAPTRDF) establece en el artículo 133, fracción I, que, para regular, prevenir, controlar, reducir o evitar la contaminación de la atmósfera, la SEDEMA tendrá la facultad de coordinarse con la Federación, entidades federativas y municipios de la zona conurbada para la planeación y ejecución de acciones coordinadas en materia de gestión de la calidad del aire. A su vez, el artículo 138 establece que, en materia de prevención y control de la contaminación atmosférica producida por fuentes fijas, la SEDEMA establecerá las medidas preventivas y correctivas para reducir las emisiones contaminantes; y promoverá ante los responsables de operación de las fuentes, la aplicación de nuevas tecnologías con el propósito de reducir sus emisiones a la atmósfera.</p> |

| |
|--|
| <p>Estado de México</p> <p>La fracción IV del artículo 1.6 del Código para la Biodiversidad del Estado de México le atribuye a las autoridades estatales y municipales a que se refiere el Código en las materias que les corresponde, expedir normas técnicas estatales en los casos previstos en el Código y realizar directamente o a través de terceros autorizados la evaluación de conformidad; la expedición estará reservada a las dependencias de la administración pública estatal encargadas de aplicar el ordenamiento.</p> |
| Reformas legislativas, regulatorias o normativas |
| <p>En virtud de los fundamentos legales existentes, es posible establecer esta acción para promover ante las autoridades federales competentes la actualización de la normatividad aplicable para regular las emisiones y la operación en los procesos y equipos generadores de emisiones del sector eléctrico, con base en el procedimiento previsto en la LIC.</p> <p>Para completar esta acción se deberá concluir el procedimiento de elaboración de norma:</p> <ul style="list-style-type: none"> PROY-NOM-168-SEMARNAT-ASEA-2016, Niveles máximos permisibles de emisión provenientes de turbinas de gas, a ciclo abierto o ciclo combinado, aeroderivadas y su medición. |

| Factores económicos | |
|----------------------------------|---|
| Costo estimado | <p>\$900,000 M.N.</p> <p>Incluye el costo de publicación de la norma y elaboración de lineamientos, así como el desarrollo del registro de las PGEEE. El costo de la subactividad 9.1.1.2 está contemplado en la ficha 16.2 Desarrollo de plataformas de seguimiento institucional para sectores altamente contaminantes; en la actividad referente al desarrollo de sistemas de reporte de desempeño ambiental.</p> |
| Fuentes de financiamiento | <p>Algunas fuentes de financiamiento potenciales son:</p> <ul style="list-style-type: none"> Inversión pública utilizando recursos presupuestales y recursos autogenerados, así como con asistencia técnica de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE). Inversión de particulares mediante la observancia obligatoria de la normatividad e incentivos de autorregulación. |

| Barreras de implementación | | | | | | | |
|---|------------|----------|-----------|-----------------|------------|--------------------|--------------|
| Descripción de las barreras y supuestos identificados | | | | | | | |
| Se considera que las principales barreras a las que se pueden enfrentar las autoridades son las diferencias en puntos de vista por parte de las instituciones para llegar a acuerdos en los límites máximos permisibles, especificaciones y métodos de medición; falta de coordinación institucional; recursos económicos escasos o limitados para generar un sistema de seguimiento; así como falta de personal para la gestión, administración y vigilancia de la normatividad. Adicionalmente, el sector regulado puede mostrar resistencia para la instalación de sistemas de monitoreo continuo y equipos de control de emisiones, falta de recursos para instalar las tecnologías antes mencionadas, inconformidad de brindar información específica de las PGEEE y falta de veracidad de la información proporcionada. | | | | | | | |
| Presupuestales | Económicas | Sociales | Políticas | Institucionales | Operativas | Sector involucrado | Tecnológicas |
| X | X | | | X | X | X | |

| Beneficios ambientales esperados | | | | | | | | | | |
|---|--|------------------|-------------------|-----------------|----|-----------------|-----|--------------------|------|---------|
| Reducción de emisiones (toneladas reducidas) ⁵ | Año | PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | CO | NO _x | COV | CO ₂ eq | CN | Tóxicos |
| | 2024 | 735 | 735 | NA | NA | 2179 | NA | NA | 282 | NA |
| | 2030 | 2939 | 2938 | NA | NA | 8715 | NA | NA | 1128 | NA |
| Costo-efectividad | Costo medida M.N. / toneladas reducidas | ND | ND | NA | NA | \$103 | NA | NA | ND | NA |
| Cobeneficios | Los cobeneficios esperados son la reducción de emisiones a nivel nacional y beneficios a la salud por la reducción de la exposición de la población a contaminantes. | | | | | | | | | |

⁵ Se utilizan las siguientes siglas: NA para no aplica, ND para no determinado y NA* en caso de que se espere un incremento de emisiones de dicho contaminante.

| Seguimiento y evaluación | | | | | |
|--------------------------|---------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------------------------|---|
| Indicadores | | | | | |
| No. | Nombre | Unidades | Método de cálculo | Frecuencia de medición ⁶ | Medios de verificación |
| 9.1.1.1 | Norma publicada | Documento | Conteo | Única vez (año 2) | Publicación del documento en el Diario Oficial de la Federación |
| 9.1.1.2 | Sistema de seguimiento operando | Sistema operando | Conteo | Única vez (año 4) | Sistema operando |
| 9.1.2.1 | Registro de PGEEE operando | Registro operando | Conteo | Única vez (año 4) | Registro operando |
| 9.1.2.2 | Lineamientos publicados | Documento | Conteo | Única vez (año 6) | Publicación de lineamientos en el Diario Oficial de la Federación, GOCDMX y Periódico Oficial |

| Cronograma de ejecución | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Metas y avances ⁷ | | | | | | | | | | | |
| Actividad | Indicador | Año | | | | | | | | | |
| | | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
| 9.1.1 | 9.1.1.1 | | 40% | | | | | | | | |
| | 9.1.1.2 | | | 40% | 60% | | | | | | |
| 9.1.2 | 9.1.2.1 | | | 25% | 50% | | | | | | |
| | 9.1.2.2 | | | | | 25% | 50% | | | | |

⁶ El porcentaje de avance a la fecha de medición del indicador puede tener avances parciales en años previos, por lo que se presenta el porcentaje de avance estimado en el cronograma de ejecución.

⁷ Los porcentajes por indicador son acumulativos y están establecidos con base en el nivel de esfuerzo requerido para completar la actividad que conforman. La ejecución total de la actividad corresponde al 100%, el cual se obtiene al sumar la aportación final de cada indicador.

| | |
|-------------|--|
| Medida 10 | Mitigación de emisiones por quema a cielo abierto de residuos |
| Acción 10.1 | Reducción de emisiones por quema a cielo abierto y residuos no gestionados |
| Subsector | Quema a cielo abierto y residuos sólidos no gestionados |

| Descripción |
|---|
| Reducir las emisiones provenientes de la quema a cielo abierto y residuos no gestionados para mejorar la calidad del aire y disminuir la exposición de la población a contaminantes. Para lograrlo, esta medida está enfocada a tratar de incrementar la frecuencia y eficiencia de recolección de residuos sólidos urbanos (RSU) e involucra la modificación y/o actualización de la logística de recolección. Además, se deberá fortalecer la vigilancia y cultura ambiental en alcaldías y municipios de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM). |

| Diagnóstico |
|-------------|
|-------------|

En 2018, de acuerdo con cifras del Inventario de Residuos Sólidos de la Ciudad de México (IRS), se recolectaron más de 13 mil toneladas diarias de residuos sólidos. En el Estado de México y Tizayuca, Hidalgo, se estimó una generación de casi 12 mil y 113 toneladas al día de RSU respectivamente (Inventario de Emisiones de la ZMVM 2018).

Si bien el objetivo de las entidades es impulsar la cultura ambiental y dar cumplimiento a la normatividad para reducir la generación de RSU y recolectar la totalidad de estos, esto no se logra debido a deficiencias en la logística para el diseño de rutas, condiciones geográficas inaccesibles, unidades insuficientes y al mal estado en el que se encuentran algunas de ellas. Esta situación ocasiona que la población recurra a la quema de residuos, así como a depositarlos en tiraderos clandestinos; actividades que generan contaminantes atmosféricos que afectan la salud humana.

Cabe mencionar que en los tiraderos clandestinos se han encontrado residuos electrónicos y eléctricos; mismos que pueden tener componentes valorizables. Para poder obtenerlos tienden a ser quemados, lo que contribuye a la emisión de contaminantes que causan efectos nocivos a la salud y al ambiente.

De acuerdo con el Inventario de Emisiones de la ZMVM 2018, estas actividades aportan cantidades importantes de partículas, carbono negro y compuestos tóxicos (ver la siguiente tabla). En cuanto a los Compuestos y Gases de Efecto Invernadero (CyGEI), si bien su contribución en el inventario de emisiones es baja, pudieran estar subestimadas ya que no se tienen datos precisos de la cantidad de RSU que se eliminan de las formas descritas.

Emisiones contaminantes generadas por el subsector, ZMVM-2018¹ (t/año)

| Fuente contaminante | PM _{2.5} | PM ₁₀ | SO ₂ | CN | Tóxicos | CH ₄ |
|---------------------------------|-------------------|------------------|-----------------|--------|-----------|-----------------|
| Total, ZMVM | 34 779.5 | 16 500.1 | 3068.1 | 2615.3 | 122 004.8 | 295 699.8 |
| | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% |
| Total, fuentes de área | 15 385.4 | 5906.1 | 990.7 | 554.7 | 84 185.2 | 290 798.3 |
| | 44.2% | 35.8% | 32.3% | 21.2% | 69.0% | 98.3% |
| Total, categorías relevantes | 1884.0 | 1786.4 | 111.6 | 134.0 | 3850.4 | 7197.1 |
| | 5.4% | 10.8% | 3.6% | 5.1% | 3.2% | 2.4% |
| Quema a cielo abierto | 1884.0 | 1786.4 | 111.6 | 134.0 | 3850.4 | 886.5 |
| | 5.4% | 10.8% | 3.6% | 5.1% | 3.2% | 0.3% |
| Residuos sólidos no gestionados | NA | NA | NA | NA | NA | 6310.6 |
| | NA | NA | NA | NA | NA | 2.1% |

¹ En la tabla se incluyen únicamente aquellos contaminantes de interés cuyas emisiones son atendidas por la acción descrita. Se utilizan las siguientes siglas: NS cuando las emisiones del contaminante expuesto no son significativas, NA cuando la actividad no emite dicho contaminante y NE cuando las emisiones no fueron estimadas. Los porcentajes pueden variar por el redondeo de cifras.

| Actividades | | | | | | |
|---|--|--|----------------|-----------------|-----------|-----------------|
| Número | Descripción | Indicador | Entidad | Meta 2024 | Meta 2030 | Costo (M.N.) |
| Incrementar la recolección de RSU para evitar la quema a cielo abierto y los tiraderos clandestinos. | | | | | | |
| 10.1.1 | 10.1.1.1 Mejorar la logística para eficientar la recolección de RSU. Se buscará incrementar la frecuencia y eficiencia en la recolección a través de mejorar la logística, que considera trazado de rutas, horarios, vigilancia con ayuda de brigadas, entre otros. Asimismo, con ello se pretende eliminar y sanear los tiraderos clandestinos. | Porcentaje de tiraderos eliminados | CDMX | 25% | 70% | \$27,331,200 |
| | | | EDOMEX | 20% | 50% | \$100,783,800 |
| | | | HGO | 2 | 2 | ND ² |
| 10.1.1 | 10.1.1.2 Erradicar la quema a cielo abierto de RSU. El cumplimiento de esta acción depende de la mejora y eficiencia que se tenga en la recolección de residuos, la adquisición y sustitución de unidades de recolección, así como de campañas de difusión para dar a conocer los beneficios ambientales y en la salud que se obtienen al hacer una correcta disposición de los RSU. | Porcentaje de quemados a cielo abierto evitados ³ | CDMX EDOMEX | 40% | 100% | \$70,434,782 |
| Vigilar e impulsar la cultura ambiental para reducir la disposición inadecuada de RSU. | | | | | | |
| 10.1.2 | 10.1.2.1 Fomentar la denuncia ambiental. La ciudadanía tiene un papel importante para erradicar la quema de residuos y los tiraderos clandestinos, para ello es necesario crear conciencia ambiental para que denuncien estas actividades a las autoridades competentes, por lo que será fundamental trabajar en coordinación con alcaldías, municipios y áreas de vigilancia. | Porcentaje de denuncias atendidas | CDMX | 4% ⁴ | 16% | ND ⁵ |

| Responsables e involucrados | |
|-----------------------------------|--|
| Entidades responsables | Ciudad de México, Estado de México y estado de Hidalgo |
| Instituciones responsables | <ul style="list-style-type: none"> Ciudad de México: Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA) y Secretaría de Obras y Servicios (SOBSE) Estado de México: Secretaría del Medio Ambiente (SMAGEM) Estado de Hidalgo: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNATH) |
| Actores involucrados | <ul style="list-style-type: none"> Coordinación Ejecutiva de la Comisión Ambiental de la Megalópolis (CE-CAME) Ciudad de México: Alcaldías Estado de México: Municipios Estado de Hidalgo: Municipio de Tizayuca |

² La meta del estado de Hidalgo considera el saneamiento de dos tiraderos clandestinos para su eliminación, a través de la presentación y aprobación de los Planes de Saneamiento respectivos. Las metas se expresan como cantidad, por lo que el indicador específico es *tiraderos saneados* y su método de cálculo corresponde al conteo. Se asume un costo aproximado de \$3,112,200 M.N. por dos brigadas, sin embargo, el costo por saneamiento puede ser mayor.

³ La meta para 2030 es erradicar la actividad de quema a cielo abierto en toda la ZMVM, con ello ya no se generarán emisiones por esta actividad; incluye la adquisición de 3 vehículos de recolección anualmente por cada uno de los 59 municipios del Estado de México y las 16 alcaldías de la Ciudad de México.

⁴ Se espera que anualmente se incrementará el número de denuncias 1% a partir del 2021 y 2% a partir del 2025.

⁵ El costo de la actividad está vinculado con la acción de 10.1.1.1. que considera gastos por brigada de vigilancia en la entidad (una brigada tres veces a la semana), mismas que atenderán las denuncias ambientales.

| | |
|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> Otros: Miembros del servicio de limpia, personas que viven del reciclaje de los residuos sólidos urbanos y la población en general |
|--|--|

| Marco normativo |
|---|
| <p>Fundamentos jurídicos</p> <p>Fundamentos en leyes generales o federales</p> <p>La fracción II del artículo 100 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) establece que la legislación que expidan las entidades federativas en materia de residuos puede prohibir la incineración de residuos a cielo abierto. Asimismo, el artículo 10 señala que los municipios tienen a su cargo las funciones de manejo integral de residuos sólidos urbanos, que consisten en la recolección, traslado, tratamiento y su disposición final.</p> <p>Fundamentos en leyes locales</p> <p><u>Ciudad de México</u></p> <p>En congruencia con lo mandado en la LGPGIR, la fracción III del artículo 25 de la Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal prohíbe quemar a cielo abierto o en lugares no autorizados, cualquier tipo de los residuos sólidos. Asimismo, la fracción II del artículo 10 faculta a las alcaldías para prestar el servicio público de recolección de los residuos sólidos. Finalmente, la fracción X del mismo artículo les faculta a establecer las rutas, horarios y frecuencias en que debe prestarse el servicio de recolección selectiva de los residuos sólidos de su competencia pudiendo, una vez escuchados los vecinos, modificarlos de acuerdo con las necesidades de dicho servicio.</p> <p><u>Estado de México</u></p> <p>La fracción XI del artículo 2.149 del Código para la Biodiversidad del Estado de México faculta a la SMAGEM y a los municipios para emitir disposiciones y establecer medidas tendientes a evitar la quema de cualquier tipo de residuo sólido. Por su parte, el artículo 4.68 señala que la recolección domiciliar regular de los residuos sólidos urbanos correspondientes a los pequeños generadores por los servicios de limpia se realizará de acuerdo con planes previamente establecidos, mediante los cuales se definirá la periodicidad con la que ocurrirá, los horarios y días en los que tendrá lugar, así como las rutas que se seguirán y los puntos en los que tendrá lugar.</p> <p><u>Estado de Hidalgo</u></p> <p>La fracción III del artículo 44 de la Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Hidalgo prohíbe quemar a cielo abierto o en lugares no autorizados, cualquier tipo de residuos. Asimismo, el artículo 67 de dicha Ley establece que la recolección domiciliar regular de los residuos sólidos urbanos correspondientes a los pequeños generadores, por los servicios de limpia, se realizará de acuerdo con planes previamente establecidos, mediante los cuales se definirá la periodicidad con la que ocurrirá, los horarios y días en los que tendrá lugar, así como las rutas que se seguirán y los puntos en los que tendrán lugar. Además, en la Ley para la Protección al Ambiente del Estado de Hidalgo, en su artículo 146, se estipula que queda prohibida la quema de cualquier tipo de material o residuo sólido o líquido a cielo abierto, salvo en los casos especificados y previo aviso a la SEMARNATH.</p> <p>Reformas legislativas, regulatorias o normativas</p> <p>En virtud de que existen disposiciones legales que fundamentan la adopción de la acción, no se estima necesario proponer reformas o adiciones en la materia.</p> |

| Factores económicos | |
|----------------------------------|---|
| Costo estimado | \$201,700,000 M.N. Incluye costo por brigadas de vigilancia, incremento en la infraestructura, especialmente en vehículos de recolección. |
| Fuentes de financiamiento | <p>Algunas alternativas para el financiamiento de la acción son:</p> <ul style="list-style-type: none"> Inversión pública utilizando recursos presupuestales federales y locales y recursos autogenerados, fideicomisos locales (Fideicomiso 1490 y Fondo Ambiental Público), y fondos locales y nacionales como el Fondo de Capitalidad y el Fondo Nacional de Infraestructura (FONADIN). Inversión de particulares mediante la observancia obligatoria de la normatividad, incentivos de autorregulación y acciones coordinadas de participación público-privada. Alternativas de apoyo internacional como la Coalición Clima y Aire Limpio (CCAC) y la Agencia Francesa para el Desarrollo (AFD). |

| Barreras de implementación | | | | | | | |
|--|------------|----------|-----------|-----------------|------------|--------------------|--------------|
| Descripción de las barreras y supuestos identificados | | | | | | | |
| La implementación de la acción puede presentar barreras operativas como el no contar con personal suficiente para cumplir con la vigilancia y recolección de RSU en tiraderos, el no cubrir todas las rutas de recolección que permitan la recolección eficiente de residuos sólidos en toda la ZMVM, así como el difícil acceso de los vehículos recolectores a algunas zonas de la metrópoli por sus condiciones geográficas; supuesto que se debe contemplar para incrementar la frecuencia y eficiencia de recolección de los residuos. Además, se identifican retos institucionales, como la coordinación estatal con alcaldías y municipios para aplicar la legislación y sanciones administrativas; de asignación de recursos presupuestales que se destinen a cada alcaldía y municipio para la contratación de personal y la adquisición o renovación de infraestructura; y sociales por la importancia de la colaboración de la población para lograr la acción, lo cual incluye la modificación de sus hábitos de consumo, reciclaje y disposición de residuos. | | | | | | | |
| Presupuestales | Económicas | Sociales | Políticas | Institucionales | Operativas | Sector involucrado | Tecnológicas |
| X | | X | | X | X | | |

| Beneficios ambientales esperados | | | | | | | | | | |
|---|---|------------------|-------------------|-----------------|--------|-----|---------|-----------------|-----------------|--------------------|
| Reducción de emisiones (toneladas reducidas) ⁶ | Año | PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | COV | CN | Tóxicos | CO ₂ | CH ₄ | CO ₂ eq |
| | 2024 | 2025 | 1920 | 120 | 2773 | 144 | 2194 | 384 490 | 4578 | 512 685 |
| | 2030 | 11 478 | 10 883 | 680 | 15 716 | 816 | 12 435 | 2 179 406 | 25 369 | 2 889 750 |
| Costo-efectividad | Costo medida M.N. / toneladas reducidas | ND | \$18,533 | ND | ND | ND | ND | ND | \$7,951 | ND |
| Cobeneficios | La acción se asocia a cobeneficios como la reducción de fauna nociva, mejora del paisaje y al mayor aprovechamiento de residuos gracias a su recolección. | | | | | | | | | |

| Seguimiento y evaluación | | | | | |
|--------------------------|---|------------|---|-------------------------------------|--|
| Indicadores | | | | | |
| No. | Nombre | Unidades | Método de cálculo | Frecuencia de medición ⁷ | Medios de verificación |
| 10.1.1.1 | Porcentaje de tiraderos eliminados | Porcentaje | (Número de tiraderos eliminados/total de tiraderos identificados) * 100 | Anual | Inventario de residuos sólidos de la CDMX. Información solicitada a SAMGEM y SEMARNATH a través de oficios. |
| 10.1.1.2 | Porcentaje de quemados a cielo abierto evitados | Porcentaje | (Toneladas de RSU no quemados / toneladas de RSU susceptibles a ser quemados) * 100 | Anual (a partir del año 2) | Balances de residuos sólidos del IE-ZMVM. |
| 10.1.2.1 | Porcentaje de denuncia atendidas | Porcentaje | (Denuncias atendidas / Total de denuncias) * 100 | Anual | Solicitud a cada alcaldía |

⁶ Se utilizan las siguientes siglas: NA para no aplica, ND para no determinado y NA* en caso de que se espere un incremento de emisiones de dicho contaminante.

⁷ El porcentaje de avance a la fecha de medición del indicador puede tener avances parciales en años previos, por lo que se presenta el porcentaje de avance estimado en el cronograma de ejecución.

| Cronograma de ejecución | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Metas y avances ⁸ | | | | | | | | | | | |
| Actividad | Indicador | Año | | | | | | | | | |
| | | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
| 10.1.1 | 10.1.1.1 | 5% | 10% | 15% | 20% | 25% | 30% | 35% | 45% | 50% | 55% |
| | 10.1.1.2 | | 5% | 10% | 15% | 20% | 25% | 30% | 35% | 40% | 45% |
| 10.1.2 | 10.1.2.1 | 10% | 20% | 30% | 40% | 50% | 60% | 70% | 80% | 90% | 100% |

⁸ Los porcentajes por indicador son acumulativos y están establecidos con base en el nivel de esfuerzo requerido para completar la actividad que conforman. La ejecución total de la actividad corresponde al 100%, el cual se obtiene al sumar la aportación final de cada indicador.

| | |
|--------------------|---|
| Medida 11 | Mejora de la gestión de los residuos sólidos para reducir las emisiones del sector |
| Acción 11.1 | Tratamiento y aprovechamiento de residuos sólidos urbanos |
| Subsector | RelLENOS sanitarios y tratamiento biológico de residuos |

| Descripción |
|--|
| Controlar las emisiones de gases contaminantes del sector residuos sólidos mediante la reducción de la cantidad de residuos sólidos urbanos (RSU) enviados a sitios de disposición final, a través del tratamiento y aprovechamiento con nuevas tecnologías. La acción contempla el fomentar el aprovechamiento del biogás en rellenos sanitarios para la reducir las emisiones de metano, la formación regional de ozono y coadyuvar a la mitigación del cambio climático. Además, se busca fortalecer e incentivar el reciclaje desde la fuente a partir de los programas que fomenten la cultura del reciclaje y campañas de sensibilización. |

| Diagnóstico | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------------------|-----------------|------------------|--------------------|--------------------|-------------|-----------|-----------|--------|--------------|--|--------|--------|--------|--------|------------------------|-----------|-----------|-------|--------------|--|-------|-------|-------|-------|------------------------------|--------|-----------|-------|-------------|--|------|-------|------|------|---------------------|--------|-----------|------|-------------|--|------|-------|----|------|-----------------------------------|--------|--------|-------|-----------|--|------|------|------|------|
| De acuerdo con datos obtenidos en el balance de residuos del Inventario de Emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) 2018, en la ZMVM se generaron al día más de 25 mil toneladas de residuos sólidos urbanos (RSU). La infraestructura para el manejo de los residuos varía por entidad; sin embargo, el tratamiento y aprovechamiento de los residuos se centra en el composteo, reciclado de los residuos valorizables y uso en combustibles alternos. No obstante, de la generación total de residuos en la ZMVM, entre el 60% y 90% son enviados a sitios de disposición final, también llamados rellenos sanitarios. Asimismo, entre 5% y 35% de los residuos que no son gestionados de manera correcta, suelen terminar en tiraderos clandestinos o quemados a cielo abierto. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Para el Inventario de Emisiones de la ZMVM 2018, se estimaron las emisiones que se generan por la disposición de RSU en 11 rellenos sanitarios. Para el 2021, cuatro de ellos han concluido su vida útil y, para 2024, se clausurará un relleno más. Ante esta situación, la gestión de los residuos será un problema ambiental de gran magnitud, ya que se deberán enviar a sitios de disposición final ubicados fuera de la ZMVM, lo cual incrementará los costos de transporte y disposición. Por ello, es necesario adoptar e invertir en nuevas tecnologías y programas que permitan el tratamiento y aprovechamiento de los residuos y, en algunos casos, ser aprovechados dentro de la misma zona que se generen; así como la implementación de medidas para reducir la generación de residuos al atender el problema desde su origen. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| De acuerdo con el Inventario de Emisiones de la ZMVM 2018, los rellenos sanitarios y el tratamiento biológico de residuos (compostaje) tienen una contribución del 70.6% del total de las emisiones de metano; además de que emiten compuestos orgánicos volátiles (COV), óxidos de nitrógeno y otros gases de efecto invernadero (ver la siguiente tabla). | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Emisiones contaminantes generadas por el subsector, ZMVM-2018¹ (t/año) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>Fuente contaminante</th> <th>COV</th> <th>CH₄</th> <th>N₂O</th> <th>CO₂eq</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Total, ZMVM</td> <td>413 820.9</td> <td>295 699.8</td> <td>2544.1</td> <td>75,165,506.7</td> </tr> <tr> <td></td> <td>100.0%</td> <td>100.0%</td> <td>100.0%</td> <td>100.0%</td> </tr> <tr> <td>Total, fuentes de área</td> <td>271 133.4</td> <td>290 798.3</td> <td>879.9</td> <td>17 069 895.0</td> </tr> <tr> <td></td> <td>65.5%</td> <td>98.3%</td> <td>34.6%</td> <td>22.7%</td> </tr> <tr> <td>Total, categorías relevantes</td> <td>6351.5</td> <td>208 847.7</td> <td>170.1</td> <td>5 902 759.3</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1.5%</td> <td>70.6%</td> <td>6.7%</td> <td>7.8%</td> </tr> <tr> <td>Rellenos sanitarios</td> <td>5081.4</td> <td>206 778.0</td> <td>0.02</td> <td>5 799 729.5</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1.2%</td> <td>69.9%</td> <td>NS</td> <td>7.7%</td> </tr> <tr> <td>Tratamiento biológico de residuos</td> <td>1270.1</td> <td>2069.7</td> <td>170.1</td> <td>103 029.8</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0.3%</td> <td>0.7%</td> <td>6.7%</td> <td>0.1%</td> </tr> </tbody> </table> | Fuente contaminante | COV | CH ₄ | N ₂ O | CO ₂ eq | Total, ZMVM | 413 820.9 | 295 699.8 | 2544.1 | 75,165,506.7 | | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | Total, fuentes de área | 271 133.4 | 290 798.3 | 879.9 | 17 069 895.0 | | 65.5% | 98.3% | 34.6% | 22.7% | Total, categorías relevantes | 6351.5 | 208 847.7 | 170.1 | 5 902 759.3 | | 1.5% | 70.6% | 6.7% | 7.8% | Rellenos sanitarios | 5081.4 | 206 778.0 | 0.02 | 5 799 729.5 | | 1.2% | 69.9% | NS | 7.7% | Tratamiento biológico de residuos | 1270.1 | 2069.7 | 170.1 | 103 029.8 | | 0.3% | 0.7% | 6.7% | 0.1% |
| Fuente contaminante | COV | CH ₄ | N ₂ O | CO ₂ eq | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Total, ZMVM | 413 820.9 | 295 699.8 | 2544.1 | 75,165,506.7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Total, fuentes de área | 271 133.4 | 290 798.3 | 879.9 | 17 069 895.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 65.5% | 98.3% | 34.6% | 22.7% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Total, categorías relevantes | 6351.5 | 208 847.7 | 170.1 | 5 902 759.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1.5% | 70.6% | 6.7% | 7.8% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rellenos sanitarios | 5081.4 | 206 778.0 | 0.02 | 5 799 729.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1.2% | 69.9% | NS | 7.7% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tratamiento biológico de residuos | 1270.1 | 2069.7 | 170.1 | 103 029.8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0.3% | 0.7% | 6.7% | 0.1% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

¹ En la tabla se incluyen únicamente aquellos contaminantes de interés cuyas emisiones son atendidas por la acción descrita. Se utilizan las siguientes siglas: NS cuando las emisiones del contaminante expuesto no son significativas, NA cuando la actividad no emite dicho contaminante y NE cuando las emisiones no fueron estimadas. Los porcentajes pueden variar por el redondeo de cifras.

| Actividades | | | | | | |
|-------------|--|---|---------------------|-----------|-----------|-----------------|
| Número | Descripción | Indicador | Entidad | Meta 2024 | Meta 2030 | Costo (M.N.) |
| | Fortalecer la separación de RSU para reducir las toneladas de residuos enviados a sitios de disposición final, a través de tratamientos alternativos y reciclaje. | | | | | |
| 11.1.1 | 11.1.1.1 Reducir las toneladas de RSU que son enviadas a relleno sanitario. Esto a través del aprovechamiento y tratamiento de los residuos como el reciclaje, compostaje, combustibles alternos y tratamientos con nuevas tecnologías. | Porcentaje de RSU aprovechados | CDMX ² | 54% | 65% | \$7,997,341 |
| | | | EDOMEX ³ | 34% | 46% | \$20,860,637 |
| | 11.1.1.2 Incentivar el reciclaje de los RSU desde la fuente a través de programas y actividades que contribuyan a la cultura del reciclaje. Se sugiere llevar al menos un programa anual con la participación de alcaldías y municipios. | Eventos realizados ⁴ | CDMX | 3 | 9 | \$2,745,000 |
| | | | EDOMEX | 3 | 9 | \$2,745,000 |
| | 11.1.1.3 Implementar campañas orgánicas de sensibilización. Las campañas de concientización y cultura ambiental deberán abordar: <ul style="list-style-type: none"> La cultura del reciclaje. Beneficios a la salud y al ambiente que se obtienen por la correcta disposición de los RSU. Fomento de la denuncia ambiental. Las campañas se conformarán por infografías y videos anuales, y serán difundidas a través de las redes sociales institucionales (Facebook, Twitter, Instagram) y la página oficial de la SEDEMA. Además, se deberá capacitar al personal de limpia. | Publicaciones en redes sociales | CDMX | 36 | 108 | \$468,000 |
| | | | EDOMEX | 36 | 108 | \$468,000 |
| | Aprovechar las emisiones de biogás generado en sitios de disposición final de RSU. | | | | | |
| 11.1.2 | 11.1.2.1 Aprovechar el biogás generado en rellenos sanitarios. Se buscará reducir las emisiones de los rellenos activos e inactivos a través de la recuperación del biogás y transformarlo en energía eléctrica. | Sitios con aprovechamiento de biogás ⁵ | CDMX | 1 | 1 | \$2,500,000,000 |
| | | | EDOMEX | 1 | 1 | \$2,875,000,000 |

² El aprovechamiento de RSU será a través de nuevas tecnologías y como combustibles alternos a implementar en la CDMX. El costo se estimó de acuerdo a las toneladas de residuos enviadas a relleno sanitario con información publicada en el Inventario de Residuos 2019 de la Ciudad de México.

³ El costo se estimó considerando las toneladas de residuos enviadas a relleno sanitario con información publicada en la Cédula de Registro del Trámite o Servicio del Estado de México del Gobierno del Estado de México.

⁴ Basados en el presupuesto asignado por evento en la Ciudad de México se estimó el costo para ambas entidades.

⁵ Costo de recuperación de biogás estimada en Bordo Poniente proporcionada por la Dirección Ejecutiva de Transferencia y Disposición Final de Residuos Sólidos Urbanos de Secretaría de Obras y Servicios de la Ciudad de México (octubre 8, 2020). Para el caso del Estado de México se asume un costo aproximado.

| Responsables e involucrados | |
|-----------------------------------|---|
| Entidades responsables | Ciudad de México y Estado de México |
| Instituciones responsables | <ul style="list-style-type: none"> Ciudad de México: Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA) y Secretaría de Obras y Servicios (SOBSE) Estado de México: Secretaría del Medio Ambiente (SMAGEM) |
| Actores involucrados | <ul style="list-style-type: none"> Coordinación Ejecutiva de la Comisión Ambiental de la Megalópolis (CE-CAME) Ciudad de México: Alcaldías Estado de México: Municipios Otros: Personal de limpia, la ciudadanía y Comisión Federal de Electricidad (CFE) |

| Marco normativo |
|----------------------------|
| Fundamento jurídico |

Fundamentos en leyes generales o federales

De conformidad con el párrafo segundo de su artículo 1, la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) incluye como parte de su objeto prevenir la generación y valorizar los residuos y, particularmente: la valorización de los residuos para su aprovechamiento como insumos en las actividades productivas (fracción VI); fomentar la valorización de residuos, así como el desarrollo de mercados de subproductos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica y económica, y esquemas de financiamiento adecuados (fracción VII); y fortalecer la investigación y desarrollo científico, así como la innovación tecnológica, para reducir la generación de residuos y diseñar alternativas para su tratamiento, orientadas a procesos productivos más limpios (fracción XII). De manera especial, la fracción XXI del artículo 9 de la LGPGIR faculta a los gobiernos de las entidades federativas para fomentar el aprovechamiento de la materia orgánica de los residuos sólidos urbanos en procesos de generación de energía, en coordinación con los municipios.

Fundamentos en leyes locales

Ciudad de México

La fracción I del artículo 11 de la Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal establece como criterio de la política en materia de residuos la adopción de medidas para la reducción de la generación de los residuos sólidos, su reutilización y reciclaje, su separación en la fuente de origen, su recolección y transporte separados, así como su adecuado aprovechamiento, tratamiento y disposición final. Asimismo, el artículo 51 obliga a que los sitios de disposición final tengan un acceso restringido a materiales reutilizables o reciclables, debiendo recibir un menor porcentaje de residuos orgánicos, así como mecanismos para instalar sistemas de extracción de biogás y tratamiento de lixiviados para su recolección. En tal sentido, se mandata que los sitios de disposición final de los residuos sólidos que pertenezcan a la Ciudad de México cuenten con infraestructura tecnológica de vanguardia necesaria, para la realización del trabajo especializado que permita generar energía renovable y limpia.

Por otro lado, la Ley Orgánica del Poder Ejecutivo y de la Administración Pública de la Ciudad de México indica en su artículo 35 que le corresponde a la SEDEMA la formulación, ejecución y evaluación de la política de la Ciudad en materia ambiental, de los recursos naturales y del desarrollo rural sustentable, así como la garantía y promoción de los derechos ambientales. Además, la fracción XII indica que es necesario regular todas las actividades relacionadas con los residuos de manejo especial y los sólidos municipales, así como el ejercicio de las atribuciones locales en materia de residuos peligrosos.

En materia reglamentaria local, se cuenta con el Reglamento de la Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal y el Reglamento Interior del Poder Ejecutivo y de la Administración Pública de la Ciudad de México, los cuales cuentan con disposiciones que fundamentan esta acción y sus respectivas actividades.

Finalmente, la Ciudad de México cuenta con legislación en el tema de residuos vigente como la Norma Ambiental NADF-024-AMBT-2013 que establece los criterios y especificaciones técnicas bajo los cuales se deberá realizar la separación, clasificación, recolección selectiva y almacenamiento de los residuos en el Distrito Federal. Además, están otros programas locales como “Basura Cero” y “Programa de Gestión Integral de los Residuos Sólidos”, que permitirán transitar a la baja generación de basura.

Estado de México

La fracción XIV del artículo 4.9 del Código para la Biodiversidad del Estado de México mandata realizar acciones tendientes al tratamiento y disposición de residuos, considerando todo lo necesario para la prevención, minimización, reúso, reciclaje, tratamiento térmico industrializado y disposición final, considerando como criterio para ello el fomento al desarrollo y uso de tecnologías, métodos, prácticas y procesos de producción y comercialización que favorezcan la minimización, eliminación o reaprovechamiento de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial en forma sanitariamente segura, ambientalmente eficiente y económicamente viable sin provocar daño a la biodiversidad. Por su parte, el artículo 4.91 establece que la disposición de residuos sólidos urbanos o de manejo especial en rellenos sanitarios es considerada una opción para la disposición final y tratamiento ya que se hayan agotado las posibilidades de aprovechar o tratar los residuos con tecnologías ambientales alternativas y adecuadas u otros medios; así como que los rellenos sanitarios emplearán mecanismos para instalar sistemas de extracción de gas para su recolección y posterior uso para producir electricidad o utilizarlo como combustible alterno, sistemas de recolección y tratamiento de lixiviados.

Además, el Estado de México cuenta con la Norma Técnica Estatal Ambiental NTEA-013-SMA-RS-2011, que establece las especificaciones para la separación en la fuente de origen, almacenamiento separado y entrega separada al servicio de recolección de residuos sólidos urbanos y de

manejo especial, para el Estado de México. Sin embargo, es fundamental la concientización y participación de la población y del personal de limpia, para la correcta aplicación de dichas normas.

Reformas legislativas, regulatorias o normativas

En virtud de que existen disposiciones legales que fundamentan la adopción de la acción, no se estima necesario proponer reformas o adiciones en la materia.

| Factores económicos | |
|----------------------------------|--|
| Costo estimado | <p>\$5,410,300,000 M.N.</p> <p>Incluye los costos estimados por el pago por toneladas de residuos sólidos enviadas a sitios de disposición final, eventos realizados a los programas que contribuyen al reciclaje y cultura ambiental, campañas de concientización y la construcción y operación de plantas de aprovechamiento de biogás en rellenos sanitarios.</p> |
| Fuentes de financiamiento | <p>Algunas alternativas para el financiamiento de la acción son:</p> <ul style="list-style-type: none"> Inversión pública utilizando recursos presupuestales federales y locales, recursos autogenerados, fideicomisos locales (Fideicomiso 1490 y Fondo Ambiental Público), y fondos y programas locales y nacionales como el Fondo de Capitalidad, el Fondo Nacional de Infraestructura (FONADIN) y el Programa Banobras-FAIS. Inversión de particulares mediante Bonos Verdes, Bonos de Carbono, la observancia obligatoria de la normatividad, incentivos de autorregulación y acciones coordinadas de participación público-privada. Alternativas de apoyo internacional como la Coalición Clima y Aire Limpio (CCAC), el Banco Mundial, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), la Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional (GIZ), la Agencia Francesa para el Desarrollo (AFD) y la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). |

| Barreras de implementación |
|--|
| Descripción de las barreras y supuestos identificados |

Entre las barreras identificadas está la oposición de la población a la instalación de las plantas de tratamiento y aprovechamiento; esto se debe a que habrá un mayor tránsito de vehículos recolectores a los sitios donde se instalarán, además esto podrá generar plagas que podrán migrar a los domicilios cercanos, provocando así el descontento de los residentes. También es posible encontrar barreras presupuestales, si bien al año se asignan recursos para las dependencias involucradas, estos gastos no contemplan en su mayoría la instalación de nuevas tecnologías, mismo que se ve afectado el número de plantas a instalar y operar, lo que no permite dar tratamiento a más RSU y finalmente son enviados a sitios de disposición final. A su vez, las barreras operativas se pueden presentar cuando las condiciones de la materia prima, en este caso los RSU, no cumplen las condiciones adecuadas para el ingreso en la planta, por ejemplo, si se encuentran mezclados con residuos no aptos para las condiciones de tratamiento, lo que implica la necesidad de un acondicionamiento.

| Presupuestales | Económicas | Sociales | Políticas | Institucionales | Operativas | Sector involucrado | Tecnológicas |
|----------------|------------|----------|-----------|-----------------|------------|--------------------|--------------|
| X | | X | | | X | | |

| Beneficios ambientales esperados | | | | | | | | | | |
|---|--|------------------|-------------------|-----|------|----|---------|-----------------|------------------|--------------------|
| Reducción de emisiones (toneladas reducidas) ⁶ | Año | PM ₁₀ | PM _{2.5} | CO | COV | CN | Tóxicos | CH ₄ | N ₂ O | CO ₂ eq |
| | 2024 | NA | NA | NA* | NA* | NA | 214 | 28 533 | NA* | 743 099 |
| | 2030 | NA | NA | NA* | 1558 | NA | 2381 | 336 548 | NA* | 9 209 098 |
| Costo-efectividad | Costo medida M.N. / toneladas reducidas | NA | NA | NA | NA | NA | NA | \$16,076 | NA | NA |
| Cobeneficios | Adicional a la reducción de emisiones, la acción representa beneficios por el aprovechamiento energético de los RSU. | | | | | | | | | |

⁶ Se utilizan las siguientes siglas: NA para no aplica, ND para no determinado y NA* en caso de que se espere un incremento de emisiones de dicho contaminante.

| Seguimiento y evaluación | | | | | |
|--------------------------|--------------------------------------|------------|--|-------------------------------------|--|
| Indicadores | | | | | |
| No. | Nombre | Unidades | Método de cálculo | Frecuencia de medición ⁷ | Medios de verificación |
| 11.1.1.1 | Porcentaje de RSU aprovechados | Porcentaje | (Toneladas RSU aprovechados/ Toneladas RSU año base) * 100 | Anual | Inventario de Residuos Sólidos de la Ciudad de México Solicitud de información EDOMEX |
| 11.1.1.2 | Eventos realizados | Número | Conteo | Anual (a partir del año 2) | Inventario de Residuos Sólidos de la Ciudad de México Solicitud de información EDOMEX |
| 11.1.1.3 | Publicaciones en redes sociales | Número | Conteo | Anual (a partir del año 2) | Informe breve de publicaciones en redes sociales |
| 11.1.2.1 | Sitios con aprovechamiento de biogás | Número | Conteo | 7 años (años 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10) | Inventario de Residuos Sólidos de la Ciudad de México Solicitud de información EDOMEX |

| Cronograma de ejecución | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Metas y avances ⁸ | | | | | | | | | | | |
| Actividad | Indicador | Año | | | | | | | | | |
| | | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
| 11.1.1 | 11.1.1.1 | 6% | 12% | 18% | 24% | 30% | 36% | 42% | 48% | 54% | 60% |
| | 11.1.1.2 | | 2% | 4% | 6% | 8% | 10% | 14% | 16% | 18% | 20% |
| | 11.1.1.3 | | 2% | 4% | 6% | 8% | 10% | 14% | 16% | 18% | 20% |
| 11.1.2 | 11.1.2.1 | | 10% | 20% | 50% | | | 70% | 80% | 90% | 100% |

⁷ El porcentaje de avance a la fecha de medición del indicador puede tener avances parciales en años previos, por lo que se presenta el porcentaje de avance estimado en el cronograma de ejecución.

⁸ Los porcentajes por indicador son acumulativos y están establecidos con base en el nivel de esfuerzo requerido para completar la actividad que conforman. La ejecución total de la actividad corresponde al 100%, el cual se obtiene al sumar la aportación final de cada indicador.

| | |
|-------------|--|
| Medida 12 | Mejora de la gestión de aguas residuales tratadas y no tratadas para la reducción de emisiones |
| Acción 12.1 | Tratamiento y redes de agua residual |
| Subsector | Aguas residuales no tratadas y tratamiento de aguas residuales |

| Descripción |
|---|
| Reducir las emisiones contaminantes y de gases de efecto invernadero generados por las aguas residuales, mediante la rehabilitación de infraestructura, campañas de sensibilización y la creación de incentivos y programas que permitan reducir la crisis hídrica en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM). |

| Diagnóstico |
|-------------|
|-------------|

La ZMVM tiene un suministro de 81.9 m³/s de agua¹, equivalente a un consumo per cápita de 170 litros diarios. De acuerdo con datos de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), el Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACMEX) y la Comisión del Agua del Estado de México (CAEM) solo un 13% de estas recibe tratamiento después de utilizarse. Estas aguas residuales contribuyen a la contaminación del aire y al calentamiento global, por lo que es necesario reducir el volumen de aguas residuales y eficientar su tratamiento. De acuerdo con los datos reportados por CONAGUA para el Inventario de Emisiones de la ZMVM 2018, las emisiones de metano que se generan por las aguas residuales representan el 19% del total de la ZMVM, además de que contribuyen a la emisión de compuestos orgánicos volátiles (COV), compuestos tóxicos y óxidos de nitrógeno (ver la siguiente tabla).

Emisiones contaminantes generadas por el subsector, ZMVM-2018² (t/año)

| Fuente contaminante | COV | Tóxicos | CH ₄ | H ₂ O | CO ₂ eq |
|---------------------------------|-----------|-----------|-----------------|------------------|--------------------|
| Total, ZMVM | 413 820.9 | 122 004.8 | 295 699.8 | 2544.1 | 75 165 506.7 |
| | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% |
| Total, fuentes de área | 271 133.4 | 84 185.2 | 290 798.3 | 879.9 | 17 069 895.0 |
| | 65.5% | 69.0% | 98.3% | 34.6% | 22.7% |
| Total, categorías relevantes | 18 017.9 | 9761.0 | 56 136.3 | 228.0 | 1 632 229.8 |
| | 4.3% | 8.0% | 19.0% | 9.0% | 2.2% |
| Aguas residuales no tratadas | 15 920.4 | 8624.7 | 37 154.3 | 228.0 | 1 100 732.5 |
| | 3.8% | 7.1% | 12.6% | 9.0% | 1.5% |
| Tratamiento de aguas residuales | 2097.5 | 1136.3 | 18 982.0 | NA | 531 497.3 |
| | 0.5% | 0.9% | 6.4% | NA | 0.7% |

| Actividades | | | | | | |
|-------------|--|---|------------------------|-------------------|-----------|--------------|
| Número | Descripción | Indicador | Entidad | Meta 2024 | Meta 2030 | Costo (MLN.) |
| 12.1.1 | Incrementar y rehabilitar la infraestructura hidráulica. | | | | | |
| | 12.1.1.1 | Incrementar y rehabilitar la infraestructura hidráulica ³ , considerando la infraestructura para tratamiento de aguas. | Plantas de tratamiento | CDMX ⁴ | 1 | 2 |
| | | | EDOMEX ⁵ | 4 | 6 | \$4,200,000 |

¹ Programa de Sustentabilidad Hídrica de la Cuenca del Valle de México. Disponible en: https://www.riob.org/fr/file/265225/download?token=Hu_MXIC.

² En la tabla se incluyen únicamente aquellos contaminantes de interés cuyas emisiones son atendidas por la acción descrita. Se utilizan las siguientes siglas: NS cuando las emisiones del contaminante expuesto no son significativas, NA cuando la actividad no emite dicho contaminante y NE cuando las emisiones no fueron estimadas. Los porcentajes pueden variar por el redondeo de cifras.

³ Programa Nacional Hídrico 2020-2024. Objetivo 1.

⁴ Acción considerada en el Plan General de Desarrollo de la Ciudad de México.

⁵ En el Programa Hídrico Integral del Estado de México 2017-2023 se considera la rehabilitación de plantas de tratamiento de agua residual.

| Fomentar la cultura hídrica. | | | | | | |
|--|--|--|---------------------|----|-----|---------------|
| 12.1.2 | 12.1.2.1 Implementar campañas de sensibilización. Estas campañas y pláticas estarán enfocadas a modificar los patrones de consumo de la población para generar una cultura hídrica. Se harán a través de publicaciones en redes sociales institucionales (Facebook, Instagram y Twitter). Se tiene como meta aspiracional una reducción del consumo de agua del 10% con la finalidad de lograr una reducción de emisiones. | Publicaciones en redes sociales ⁶ | CDMX | 36 | 108 | \$468,000 |
| | | | EDOMEX | 36 | 108 | \$468,000 |
| 12.1.2.2 | Incrementar los programas enfocados a reducir la crisis hídrica y actividades que contribuyan al aprovechamiento del agua de lluvia. Se sugiere contar con la participación de todas las alcaldías y aumentar el número de municipios. | Programas locales aplicados por alcaldía/municipio | CDMX ⁷ | 11 | 16 | \$134,254,800 |
| | | | EDOMEX ⁸ | 12 | 30 | \$134,254,800 |
| Fomentar el uso y tratamiento de aguas residuales. | | | | | | |
| 12.1.3 | 12.1.3.1 Incrementar el volumen de agua residual que recibe tratamiento. | Porcentaje de volumen tratado ⁹ | CDMX | 4% | 10% | ND |
| | | | EDOMEX | 4% | 10% | ND |
| 12.1.3 | 12.1.3.2 Sustituir el recurso hídrico ¹⁰ . Se sustituirá el agua potable por agua tratada en el sector comercial, industrial y agrícola. Esta acción incrementará el reúso del agua tratada en toda la ZMVM. Se podrán impulsar programas tarifarios o beneficios ambientales (auditorías ambientales, programas de edificación sustentables y exenciones en periodos con contingencias) que incentiven el consumo de agua tratada. | Porcentaje de reúso de agua tratada | CDMX | 4% | 10% | ND |
| | | | EDOMEX | 4% | 10% | ND |

| Responsables e involucrados | |
|-----------------------------|--|
| Entidades responsables | Ciudad de México y Estado de México |
| Instituciones responsables | <ul style="list-style-type: none"> Ciudad de México: Sistema de Aguas (SACMEX) y Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA) Estado de México: Comisión del Agua del Estado de México (CAEM) y Secretaría del Medio Ambiente (SMAGEM) |
| Actores involucrados | <ul style="list-style-type: none"> Gobierno Federal: Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) Coordinación Ejecutiva de la Comisión Ambiental de la Megalópolis (CE-CAME) |

| Marco normativo | |
|--|--|
| Fundamento jurídico | Fundamentos en leyes generales o federales |
| El párrafo sexto del artículo 4º de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece, entre otras cosas, el derecho humano al acceso, disposición y saneamiento de agua, mientras que el artículo 115 dispone que es responsabilidad de los municipios prestar el servicio | |

⁶ Se considera una publicación mensual. Los costos incluyen al personal requerido por un periodo de 9 años en las tres entidades.

⁷ Actualmente el Programa Cosecha de Lluvia opera en ocho alcaldías de la ciudad, se espera que al 2024 este implementado en 11 Alcaldías de la Ciudad de México y al 2030 una cobertura total.

⁸ De acuerdo con datos de la Comisión del Agua del Estado de México (CAEM, marzo de 2021), el Programa Captación de Lluvia en Escuelas en 2020 inicio con 8 municipios, no contabilizados en las metas, y se considera que al 2030 participarán 30 municipios. Se asume el mismo costo que el Programa Cosecha de Lluvia, sólo como referencia.

⁹ Información proporcionada por el Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACMEX) el 03 de noviembre del 2020.

¹⁰ Programa de Gobierno 2019-2024 del Gobierno de la Ciudad de México. Apartado 2.3.2.

público de agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de sus aguas residuales. Además, en la Ley de Aguas Nacionales se establecen disposiciones legales en las que se basa el actuar público en materia de aguas residuales. Particularmente se destacan los artículos 7, 9, 12 BIS 6, 14 BIS 5, y 104.

Fundamentos en leyes locales

Ciudad de México

El artículo 3 de la Ley del Derecho al Acceso, Disposición y Saneamiento del Agua de la Ciudad de México (LDADSA) considera como de utilidad pública el tratamiento de aguas residuales. En la fracción II del artículo 16 de la LDADSA faculta al Sistema de Aguas para planear, organizar, controlar y prestar los procesos de tratamiento de aguas residuales. Asimismo, la fracción IV del artículo 77 lo faculta para revisar y aprobar los proyectos de los sistemas de tratamiento de aguas residuales. Por su parte, el artículo 23 de la LDADSA faculta a la SEDEMA para formular, evaluar y vigilar el Programa de Gestión Integral de los Recursos Hídricos, incluyendo los mecanismos necesarios para el tratamiento de aguas residuales.

Estado de México

Las fracciones I y VI del artículo 8 de la Ley del Agua para el Estado de México y Municipios (LAEMM) consideran como de utilidad pública el tratamiento de aguas residuales y la ampliación, rehabilitación, mejoramiento y mantenimiento de los sistemas correspondientes. La fracción IV del artículo 67 de la LAEMM incluye expresamente al tratamiento de aguas residuales como uno de los servicios de saneamiento regulados por el presente ordenamiento, y el artículo 68 encarga dicho servicio directamente a los municipios o a través de prestadores de servicios. Por su parte, la fracción IV del artículo 46 incluye al tratamiento de aguas residuales como parte de la programación hídrica.

Reformas legislativas, regulatorias o normativas

En virtud de que existen disposiciones legales que fundamentan la adopción de la acción, no se estima necesario proponer reformas o adiciones en la materia.

| Factores económicos | |
|---------------------------|--|
| Costo estimado | \$368,700,000 M.N Incluye costos por infraestructura, campañas de concientización y programas locales. |
| Fuentes de financiamiento | <p>Algunas alternativas para el financiamiento de la acción son:</p> <ul style="list-style-type: none"> Inversión pública utilizando recursos presupuestales federales y locales, entre ellos el presupuesto anual asignado en el Programa Anual de Obra Pública para el Sistema de Aguas de la Ciudad de México; recursos autogenerados; fideicomisos locales (Fideicomiso 1490 y Fondo Ambiental Público); y fondos y programas locales y nacionales como el Fondo Nacional de Infraestructura (FONADIN) y el Programa Banobras-FAIS. Inversión de particulares mediante Bonos Verdes, la observancia obligatoria de la normatividad, incentivos de autorregulación y acciones coordinadas de participación público-privada. Alternativas de apoyo internacional como el Banco Mundial, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el Banco de Desarrollo de América Latina (CAF), la Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional (GIZ), la Agencia Francesa para el Desarrollo (AFD) y la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). |

| Barreras de implementación | | | | | | | |
|---|------------|----------|-----------|-----------------|------------|--------------------|--------------|
| Descripción de las barreras y supuestos identificados | | | | | | | |
| La implementación de la acción puede enfrentar barreras presupuestales, aspecto primordial para poder llevar a cabo el mantenimiento de la infraestructura hidráulica, ya sea en plantas de tratamiento existentes, redes de drenaje, así como la construcción de nuevas plantas de tratamiento. Además, se pueden presentar barreras sociales por la baja colaboración de la población para cambiar los hábitos de consumo del agua, así como la negativa de algunos sectores para la reutilización de agua tratada. | | | | | | | |
| Presupuestales | Económicas | Sociales | Políticas | Institucionales | Operativas | Sector involucrado | Tecnológicas |
| X | | X | | | | | |

| Beneficios ambientales esperados | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|------|------------------|-------------------|--------|--------|----|---------|-----------------|------------------|--------------------|
| Reducción de emisiones | Año | PM ₁₀ | PM _{2.5} | COT | COV | CN | Tóxicos | CH ₄ | N ₂ O | CO ₂ eq |
| | 2024 | NA | NA | 2036 | 1873 | NA | 1015 | 5489 | 28 | 160 980 |
| | 2030 | NA | NA | 11 302 | 10 398 | NA | 5633 | 26 470 | 157 | 782 657 |

| | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|---|----|----|----|----|----|----|----------|----|----|--|
| (toneladas reducidas) ¹¹ | | | | | | | | | | | |
| Costo-efectividad | Costo medida M.N. / toneladas reducidas | NA | NA | ND | ND | NA | ND | \$13,929 | ND | ND | |
| Cobeneficios | Además de que la acción contribuirá a mejorar la calidad del aire de la ZMVM, esta puede contribuir a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y a reducir la carga de contaminantes en las aguas superficiales y acuíferos de la región. | | | | | | | | | | |

| Seguimiento y evaluación | | | | | |
|--------------------------|--|---|---|--------------------------------------|--|
| Indicadores | | | | | |
| No. | Nombre | Unidades | Método de cálculo | Frecuencia de medición ¹² | Medios de verificación |
| 12.1.1.1 | Plantas de tratamiento | Número de plantas de tratamiento nuevas | Conteo | 4 años (años 2, 3, 6, 7) | Solicitud por oficio a SACMEX Informe de Gobierno del Estado de México |
| 12.1.2.1 | Publicaciones en redes sociales | Número de publicaciones | Conteo | Anual | Informe breve de publicaciones en redes sociales |
| 12.1.2.2 | Programas locales aplicados por alcaldía/municipio | Número de alcaldías/municipios con programa local | Conteo | Anual | Informe de Gobierno de la Ciudad de México Solicitud por oficio a la CAEM |
| 12.1.3.1 | Porcentaje de volumen tratado | Porcentaje | (Volumen de agua residual tratado/Volumen total de agua residual) * 100 | Anual | Solicitud por oficio a SACMEX Solicitud por oficio a CAEM Solicitud por oficio a CONAGUA |
| 12.1.3.2 | Porcentaje de reúso de agua tratada | Porcentaje | (Volumen de agua tratada reusado/Volumen total de agua tratada disponible para reúso) * 100 | Anual | Solicitud por oficio a SACMEX Solicitud por oficio a la CAEM |

| Cronograma de ejecución | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Metas y avances ¹¹ | | | | | | | | | | | |
| Actividad | Indicador | Año | | | | | | | | | |
| | | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
| 12.1.1 | 12.1.1.1 | | 25% | 50% | | | 75% | 100% | | | |
| 12.1.2 | 12.1.2.1 | 5% | 10% | 15% | 20% | 25% | 30% | 35% | 40% | 45% | 50% |
| | 12.1.2.2 | 5% | 10% | 15% | 20% | 25% | 30% | 35% | 40% | 45% | 50% |
| 12.1.3 | 12.1.3.1 | 5% | 10% | 15% | 20% | 25% | 30% | 35% | 40% | 45% | 50% |
| | 12.1.3.2 | 5% | 10% | 15% | 20% | 25% | 30% | 35% | 40% | 45% | 50% |

¹¹ Se utilizan las siguientes siglas: NA para no aplica, ND para no determinado y NA* en caso de que se espere un incremento de emisiones de dicho contaminante.
¹² El porcentaje de avance a la fecha de medición del indicador puede tener avances parciales en años previos, por lo que se presenta el porcentaje de avance estimado en el cronograma de ejecución.
¹³ Los porcentajes por indicador son acumulativos y están establecidos con base en el nivel de esfuerzo requerido para completar la actividad que conforman. La ejecución total de la actividad corresponde al 100%, el cual se obtiene al sumar la aportación final de cada indicador.

| | |
|-------------|--|
| Medida 13 | Control de emisiones en fuentes naturales |
| Acción 13.1 | Mejora de la capacidad de manejo del fuego |
| Subsector | Incendios forestales |

| Descripción |
|---|
| Evitar eventos de elevada concentración de partículas derivadas de incendios forestales. Esto se realizará mejorando el manejo del fuego mediante el fortalecimiento de las capacidades institucionales, equipamiento y tecnología de las agencias encargadas del manejo del fuego y combate a incendios forestales, de forma que se eviten, detecten y controlen desde una etapa temprana, y que se reduzcan las posibles afectaciones. Particularmente importante será contar con un centro de monitoreo de incendios y sensores térmicos que vigilen la aparición de incendios desde su inicio para que el tiempo de respuesta para atenderlos se reduzca. Además, se contemplan labores de vinculación social con los poseedores de las tierras y actividades preventivas para establecer rutas de atención, brechas cortafuego y remover masa combustible. |

| Diagnóstico | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------------|-------------------|-------------------|----|-------------|----------|----------|-----------|--|--------|--------|--------|------------------------|----------|--------|----------|--|--------|-------|------|----------------------|------|------|-------|--|------|------|------|
| Los cambios climáticos y el comportamiento humano aumentan la probabilidad de incendios forestales que tienen un efecto adverso en la calidad del aire de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM). El 99% de los incendios forestales son provocados; algunas causas son las actividades agropecuarias, aunque también pueden acontecer por la quema de basura, fogatas, colillas de cigarro, limpieza de vías en carreteras y el uso del fuego en otras actividades productivas dentro de áreas forestales ¹ . Se destaca que las causas principales de los incendios en el Estado de México son las actividades agropecuarias, en tanto que la Ciudad de México registra un importante número de incendios asociados a actividades vandálicas ² . | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| La magnitud de un incendio forestal depende de las condiciones meteorológicas, el tipo de vegetación, el contenido de humedad y la cantidad de material vegetal por unidad de área. Los incendios forestales tienen como consecuencia la pérdida de suelo y el incremento de emisiones como CO ₂ , monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO _x) y partículas suspendidas en la atmósfera; la dirección y los patrones de viento determinarán el transporte atmosférico de estos contaminantes y las afectaciones sobre poblaciones específicas ³ . Además, la disminución de vegetación causada por los incendios expone al suelo a la erosión por viento y lluvia ⁴ . | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| En la ZMVM, la temporada de incendios abarca principalmente los meses de abril y mayo, durante la época seca-caliente. La Ciudad de México y el Estado de México se encuentran dentro de las primeras cinco entidades con mayor número de incendios forestales en el país, donde el Estado de México es el primer lugar ⁵ a nivel nacional. En la ZMVM se registraron 973 incendios en el 2018, 590 en la Ciudad de México y 383 en los municipios conurbados del Estado de México, de los cuales el 63.7% fueron incendios forestales y con mayores afectaciones en zonas con suelo de conservación. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A pesar de que las emisiones de incendios forestales no contribuyen significativamente a las emisiones de la ZMVM (ver la siguiente tabla), es importante destacar la importancia de su erradicación por la afectación a los bosques y su contribución de emisiones en días de alta contaminación. Es decir que, si bien en un día normal las emisiones no tienen afectaciones significativas, en épocas de alta contaminación o cuando los vientos van en dirección a la zona urbana, los incendios son un factor que agrava la contaminación. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Emisiones contaminantes generadas por el subsector, ZMVM-2018⁶ (t/año) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>Fuente contaminante</th> <th>PM₁₀</th> <th>PM_{2.5}</th> <th>CO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Total, ZMVM</td> <td>34 799.5</td> <td>16 500.1</td> <td>728 891.1</td> </tr> <tr> <td></td> <td>100.0%</td> <td>100.0%</td> <td>100.0%</td> </tr> <tr> <td>Total, fuentes de área</td> <td>15 385.4</td> <td>5906.1</td> <td>33 897.6</td> </tr> <tr> <td></td> <td>44.2 %</td> <td>35.8%</td> <td>4.6%</td> </tr> <tr> <td>Incendios forestales</td> <td>79.0</td> <td>66.9</td> <td>693.1</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0.2%</td> <td>0.4%</td> <td>0.1%</td> </tr> </tbody> </table> | Fuente contaminante | PM ₁₀ | PM _{2.5} | CO | Total, ZMVM | 34 799.5 | 16 500.1 | 728 891.1 | | 100.0% | 100.0% | 100.0% | Total, fuentes de área | 15 385.4 | 5906.1 | 33 897.6 | | 44.2 % | 35.8% | 4.6% | Incendios forestales | 79.0 | 66.9 | 693.1 | | 0.2% | 0.4% | 0.1% |
| Fuente contaminante | PM ₁₀ | PM _{2.5} | CO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Total, ZMVM | 34 799.5 | 16 500.1 | 728 891.1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 100.0% | 100.0% | 100.0% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Total, fuentes de área | 15 385.4 | 5906.1 | 33 897.6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 44.2 % | 35.8% | 4.6% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Incendios forestales | 79.0 | 66.9 | 693.1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0.2% | 0.4% | 0.1% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

¹ CONAFOR. (2014). Incendios Forestales, Serie Fascículos. (V. Ramos Radilla, Ed.) (3a edición). México: Centro Nacional de Prevención de Desastres.
² CONAFOR. (2019). Reporte de Resultados de Incendios Forestales 2018. Recuperado de <https://snigf.cnf.gob.mx/wp-content/uploads/Incendios/Informes anuales/2018-CIERRE.pdf>
³ Bravo, A. H., Sosa, E. R., Sánchez, A. P., Jaimes, P. M., & Saavedra, R. M. I. (2002). Impact of wildfires on the air quality of Mexico City, 1992–1999. Environmental Pollution, 117(2), 243–253. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0269-7491\(01\)00277-9](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0269-7491(01)00277-9)
⁴ CENAPRED. (s/f). Incendios Forestales. Boletín Informativo. Recuperado de: <http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/115.pdf>
⁵ CONAFOR. (2019). Reporte de Resultados de Incendios Forestales 2018. Recuperado de <https://snigf.cnf.gob.mx/wp-content/uploads/Incendios/Informes anuales/2018-CIERRE.pdf>
⁶ En la tabla se incluyen únicamente aquellos contaminantes de interés cuyas emisiones son atendidas por la acción descrita. Se utilizan las siguientes siglas: NS cuando las emisiones del contaminante expuesto no son significativas, NA cuando la actividad no emite dicho contaminante y NE cuando las emisiones no fueron estimadas. Los porcentajes pueden variar por el redondeo de cifras.

| Actividades | | | | | | |
|---|--|--|---------------|-----------|-------------|-----------------|
| Número | Descripción | Indicador | Entidad | Meta 2024 | Meta 2030 | Costo (M.N.) |
| 13.1.1 | Fortalecer las capacidades de combate a incendios. | | | | | |
| | 13.1.1.1 Realizar capacitaciones dentro de las instancias responsables de atender incendios forestales. Se deberá instruir en la manera de actuar en caso de incendios y la importancia de la coordinación entre las dependencias de los gobiernos locales (Centros Estatales de Manejo del Fuego), los municipios y el gobierno federal; tomando en consideración que el primer recurso de atención debe de efectuarse a nivel local. | Capacitaciones realizadas | CDMX | 6 | 18 | \$6,106,500 |
| | | | EDOMEX | 6 | 18 | |
| | | | HGO | 3 | 6 | |
| | | | FED (CONAFOR) | 6 | 18 | |
| | 13.1.1.2 Mejorar el equipamiento de las agencias de incendios forestales, principalmente a través de sistemas de detección temprana. Otro tipo de equipamiento pueden ser aeronaves, material de combate, unidades contra incendios, tinas inflables, pipas, entre otros. | Porcentaje de brigadas con nuevo equipo integral | CDMX | 50% | 100% | \$2,347,850 |
| EDOMEX | | | 50% | 100% | | |
| FED (CONAFOR) | | | 50% | 100% | | |
| 13.1.1.3 Realizar un estudio diagnóstico para la mejora de los programas de incendios forestales a nivel estatal que incluya un análisis de la normatividad susceptible de actualización. | Estudio | FED (CONAFOR) | 1 | 1 | \$3,000,000 | |
| 13.1.2 | Realizar campañas de concientización y vigilancia para prevenir incendios forestales. | | | | | |
| | 13.1.2.1 Realizar campañas de concientización a través de capsulas o videos e infografías con las causas más frecuentes de incendios forestales y acciones para prevenirlas. | Publicaciones en redes sociales | CDMX | 90 | 270 | \$189,000 |
| | | | EDOMEX | 90 | 270 | \$189,000 |
| | | | HGO | 90 | 270 | ND ⁷ |
| | 13.1.2.2 Vigilar de manera continua el suelo forestal con la finalidad de detectar tala, cambios de uso de suelo e incendios. | Visitas de inspección | CDMX | 6 | 18 | \$59,706 |
| | | | EDOMEX | 6 | 18 | \$59,706 |
| FED (CONAFOR) | | | 6 | 18 | \$59,706 | |

| Responsables e involucrados | |
|-----------------------------------|--|
| Entidades responsables | Gobierno Federal, Ciudad de México, Estado de México y estado de Hidalgo |
| Instituciones responsables | <ul style="list-style-type: none"> Gobierno Federal: Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) Ciudad de México: Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA) Estado de México: Protectora de Bosques (PROBOSQUE) Estado de Hidalgo: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNATH) |
| Actores involucrados | <ul style="list-style-type: none"> Gobierno Federal: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) Ciudad de México: Secretaría de Administración y alcaldías Estado de México: Secretaría de Medio Ambiente (SMAGEM), Secretaría de Finanzas y gobiernos municipales Estado de Hidalgo: Secretaría de Finanzas Públicas Otros: Comunidades y otros propietarios de tierras |

| Marco normativo |
|---|
| Fundamento jurídico |
| <p>Fundamentos en leyes generales o federales</p> <p>La fracción XV del artículo 11 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable faculta a las Entidades Federativas para llevar a cabo acciones de prevención, capacitación y combate de incendios forestales. Asimismo, la fracción V del artículo 141 faculta al Gobierno Federal para que, en coordinación con los gobiernos locales, promueva el desarrollo de instalaciones y equipos para la detección y combate de incendios forestales. Por otra parte, no se debe perder de vista que, de conformidad con el artículo 119 de la Ley de referencia, la CONAFOR tiene a su cargo la coordinación del Programa de Manejo del Fuego, que incluye la coordinación con los gobiernos locales.</p> <p>Fundamentos en leyes locales</p> <p><u>Ciudad de México</u></p> <p>El artículo 121 de la Ley Ambiental de Protección a la Tierra en el Distrito Federal faculta a la SEDEMA para establecer en los programas respectivos las medidas necesarias para evitar los incendios forestales.</p> <p><u>Estado de México</u></p> <p>El artículo 3.54 del Código para la Biodiversidad del Estado de México faculta a PROBOSQUE para establecer la planificación, coordinación y ejecución de las medidas precisas para la regulación, prevención, detección, combate y extinción de los incendios forestales. Asimismo, de acuerdo con el artículo 3.55, dicho organismo descentralizado elaborará un Plan de Protección de Ecosistemas Forestales contra los incendios donde deberá establecer mecanismos de coordinación entre los tres órdenes de gobierno. Por su parte, el artículo 3.59 lo faculta para promover la celebración de convenios y acuerdos de colaboración con la Federación, los municipios, organizaciones y asociaciones en las regiones que así se requiera con la finalidad de constituir agrupaciones de defensa forestal que tendrán como objeto el planear, dirigir y difundir programas y acciones de prevención y combate a incendios forestales. Finalmente, el artículo 3.65 ordena que la SMAGEM y PROBOSQUE fomenten la capacitación y formación permanente del personal del Estado y de los municipios que participen en la defensa contra incendios forestales.</p> <p><u>Estado de Hidalgo</u></p> <p>La fracción II del artículo 5 de la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable para el Estado de Hidalgo faculta a la SEMARNATH para suscribir convenios o acuerdos de coordinación con el gobierno federal para programar y operar las tareas de prevención, detección y combate de incendios forestales en la entidad. Asimismo, el artículo 93 faculta a la SEMARNATH para dirigir, en coordinación con la Federación y los municipios, las acciones de prevención, combate y control especializado de incendios forestales; y señala que el Comité contra Incendios Forestales, organizará campañas permanentes de educación, capacitación y difusión de las medidas para prevenir, combatir y controlar los incendios forestales.</p> |
| Reformas legislativas, regulatorias o normativas |
| En virtud de que existen disposiciones legales que fundamentan la adopción de la acción, no se estima necesario proponer reformas o adiciones en la materia, para el caso del Estado de México e Hidalgo. Sin embargo, para el caso de la Ciudad de México, se estima necesario incorporar en el artículo 121 de la Ley Ambiental de Protección a la Tierra en el Distrito Federal la posibilidad de implementar mecanismos de coordinación con los tres órdenes de gobierno en materia de regulación, prevención, detección, combate y extinción de los incendios forestales. |

| Factores económicos | |
|----------------------------------|---|
| Costo estimado | \$12,200,000 M.N. Incluye el costo estará distribuido en capacitaciones, equipo de monitoreo y material para campañas informativas. |
| Fuentes de financiamiento | Algunas alternativas para el financiamiento de esta acción son: <ul style="list-style-type: none"> Inversión pública utilizando recursos presupuestales federales y locales, recursos autogenerados y fideicomisos locales (Fideicomiso 1490 y Fondo Ambiental Público). Se buscará la cooperación de entidades como la CONAFOR. Inversión de particulares mediante Bonos de Carbono. Alternativas de apoyo internacional como el Banco Mundial, el programa México - UK PACT y la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). |

⁷ Se asumen costos por infografías y cápsulas de difusión. Para el estado de Hidalgo se asume un costo aproximado de \$94,500 por infografías y cápsulas, mismo que se ve reflejado en costo total de la acción.

| Barreras de implementación | | | | | | | |
|--|------------|----------|-----------|-----------------|------------|--------------------|--------------|
| Descripción de las barreras y supuestos identificados | | | | | | | |
| Los componentes necesarios para implementar esta acción existen, pues las instituciones responsables del combate a incendios han funcionado bien en la ZMVM y la participación social también se ha realizado históricamente entre comunidades y gobierno. La limitante es presupuestal, dado que el sector carece de todos los insumos económicos necesarios para mejorar sus capacidades tecnológicas y de equipamiento. | | | | | | | |
| Presupuestales | Económicas | Sociales | Políticas | Institucionales | Operativas | Sector involucrado | Tecnológicas |
| X | | | | | | | |

| Beneficios ambientales esperados | | | | | | | | | | |
|---|--|------------------|-------------------|-----|-----|----|-----------------|-----------------|------------------|--------------------|
| Reducción de emisiones (toneladas reducidas) ⁸ | Año | PM ₁₀ | PM _{2.5} | CO | COV | CN | CO ₂ | CH ₄ | N ₂ O | CO ₂ eq |
| | 2024 | 8 | 7 | 69 | ND | ND | 1517 | 4 | <1 | 1669 |
| | 2030 | 43 | 37 | 381 | ND | ND | 8341 | 19 | 1 | 9181 |
| Costo-efectividad | Costo medida M.N. / toneladas reducidas | ND | \$329,730 | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| Cobeneficios | La implementación de esta acción disminuye las afectaciones a la biodiversidad y a los servicios ambientales que otorgan las zonas forestales a la ZMVM. | | | | | | | | | |

| Seguimiento y evaluación | | | | | |
|--------------------------|--|--------------------------|--|-------------------------------------|--|
| Indicadores | | | | | |
| No. | Nombre | Unidades | Método de cálculo | Frecuencia de medición ⁹ | Medios de verificación |
| 13.1.1.1 | Capacitaciones realizadas | Número de capacitaciones | Conteo | Anual (a partir de año 2) | Informe de gobierno de la SEDEMA (CDMX) Solicitud vía oficio a la Secretaría del Medio Ambiente (EDOMEX) Solicitud vía oficio a la SEMARNATH (Hidalgo) Solicitud vía oficio a CONAFOR |
| 13.1.1.2 | Porcentaje de brigadas con nuevo equipo integral | Porcentaje | (Brigadas con equipo nuevo/brigadas totales) * 100 | Anual (a partir de año 2) | Informe de gobierno de la SEDEMA (CDMX) Solicitud vía oficio a la Secretaría del Medio Ambiente (EDOMEX) Solicitud vía oficio a la SEMARNATH (Hidalgo) Solicitud vía oficio a CONAFOR |
| 13.1.1.3 | Estudio | Documento | Conteo | Única vez (año 3) | Documento publicado |
| 13.1.2.1 | Publicaciones en redes sociales | Número de publicaciones | Conteo | Anual (a partir de año 2) | Informe breve de publicaciones en redes sociales. |

⁸ Se utilizan las siguientes siglas: NA para no aplica, ND para no determinado y NA* en caso de que se espere un incremento de emisiones de dicho contaminante. Para el cálculo se asume una reducción del 10% de incendios; línea base 2018.

⁹ El porcentaje de avance a la fecha de medición del indicador, puede tener avances parciales en años previos, por lo que se presenta el porcentaje de avance estimado en el cronograma de ejecución.

| | | | | | |
|----------|-----------------------|-------------------|--------|---------------------------|--|
| 13.1.2.2 | Visitas de inspección | Número de visitas | Conteo | Anual (a partir de año 2) | Reportes de operativos PROFEPA/CONAFOR/SADER |
|----------|-----------------------|-------------------|--------|---------------------------|--|

| Cronograma de ejecución | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Metas y avances ¹⁰ | | | | | | | | | | | |
| Actividad | Indicador | Año | | | | | | | | | |
| | | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
| 13.1.1 | 13.1.1.1 | | 4% | 8% | 12% | 16% | 20% | 24% | 28% | 32% | 40% |
| | 13.1.1.2 | | 4% | 8% | 12% | 16% | 20% | 24% | 28% | 32% | 40% |
| | 13.1.1.3 | | | 20% | | | | | | | |
| 13.1.2 | 13.1.2.1 | 5% | 10% | 15% | 20% | 25% | 30% | 35% | 40% | 45% | 50% |
| | 13.1.2.2 | 5% | 10% | 15% | 20% | 25% | 30% | 35% | 40% | 45% | 50% |

¹⁰ Los porcentajes por indicador son acumulativos y están establecidos con base en el nivel de esfuerzo requerido para completar la actividad que conforman. La ejecución total de la actividad corresponde al 100%, el cual se obtiene al sumar la aportación final de cada indicador.

| | |
|--------------------|--|
| Medida 13 | Control de emisiones en fuentes naturales |
| Acción 13.2 | Control de partículas fugitivas |
| Subsector | Erosión eólica del suelo |

| Descripción | |
|--|--|
| Reducir la pérdida de cubierta vegetal en suelo urbano y forestal, con la finalidad de controlar las emisiones de partículas generadas por la erosión eólica en suelos desprovistos de vegetación. Se plantean actividades de identificación de espacios susceptibles a la pérdida de vegetación y de reforestación de los suelos forestal y áreas verdes urbanas (AVU). | |

Diagnóstico

Los cambios de los usos de suelo y vegetación han sido modificados continuamente; entre los principales usos de suelo que componen a la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) están las áreas forestales y las zonas urbanas y agrícolas (temporal y riego). De acuerdo con el conjunto de datos geoespaciales de INEGI (serie VI, 2014) y los datos del Sistema de Información del Patrimonio Ambiental y Urbano PAOT (2008), la superficie total de la ZMVM al año 2014 alcanzaba las 788 mil hectáreas, de las cuales el 25% se distribuía en suelo forestal y AVU. No obstante, respecto a la serie anterior (serie V, 2011), se registró una pérdida significativa de 14% de AVU y 1% de zonas forestales. Las cifras muestran que, a pesar del firme compromiso de restaurar y conservar estos usos de suelo con la aplicación de programas de manejo de las áreas verdes, la degradación del suelo continúa debido al incremento del desarrollo urbano, al aumento en el número de viviendas y los asentamientos humanos irregulares, entre otros. A partir de la información de Uso del Suelo y Vegetación de INEGI, se calcula que en 2014 el 75% del área en la ZMVM correspondía a estas superficies de suelo con uso urbano, las cuales presentaron una tasa de crecimiento del 12% con relación a la serie V^{1,2}.

Considerando los datos de la Comisión Nacional Forestal (2014)³, se identifica que el deterioro progresivo de la estructura del suelo deriva del aumento de la superficie desprovista de vegetación, favoreciendo el fenómeno de la erosión eólica. Aunado a esto, las condiciones meteorológicas y diversas actividades agrícolas, pecuarias, industriales, de urbanización y de sobreexplotación de la vegetación propias de los habitantes, acentúan este fenómeno. De acuerdo con datos del Inventario de Emisiones de la ZMVM 2018, dicho año se emitieron 1446.6 toneladas de partículas menores a 10 micrómetros (PM₁₀) por la erosión eólica del suelo, de las cuales 322.1 toneladas fueron menores a 2.5 micrómetros (PM_{2.5}) (ver la siguiente tabla).

Emisiones contaminantes generadas por el subsector, ZMVM-2018⁴ (t/año)

| Fuente contaminante | PM ₁₀ | PM _{2.5} |
|----------------------------|------------------|-------------------|
| Total, ZMVM | 34 779.5 | 16 500.1 |
| | 100.0% | 100.0% |
| Total, vegetación y suelos | 1446.6 | 322.1 |
| | 4.2% | 2.0% |
| Erosión eólica del suelo | 1446.6 | 322.1 |
| | 4.2% | 2.0% |

Cabe mencionar que la cobertura vegetal influye en lo social, ambiental y en el paisaje; por lo que la problemática debe ser incluida en los proyectos relacionados con urbanización sustentable contemplando un adecuado manejo de distribución y mantenimiento preventivo, y promoviendo el libre acceso y la disponibilidad de estos espacios a los habitantes. Por ende, el marco regulatorio, la normatividad y los programas deben considerar el control de la degradación del suelo, tomando en cuenta los suelos de conservación, agrícolas, pecuarios, forestales, así como la intensificación de las áreas verdes.

¹ INEGI. (2014). Conjunto de datos vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación, Serie VI, del Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Recuperado en enero 2019, de <https://www.inegi.org.mx/temas/usuariosuelo/#Descargas>.
² PAOT. (2008). Sistema de Información del Patrimonio Ambiental y Urbano PAOT, de la Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial. Recuperado en enero 2019, de <http://www.paot.org.mx/micrositios/mapoteca/geovisor.php>.
³ CNF. (2014). Inventarios Estatales Forestales y de Suelos, de la Comisión Nacional Forestal. Recuperado en maro de 2019, de <https://snigf.cnf.gob.mx/sistemas-estatales-de-informacion-forestal-seifs/>.
⁴ En la tabla se incluyen únicamente aquellos contaminantes de interés cuyas emisiones son atendidas por la acción descrita. Se utilizan las siguientes siglas: NS cuando las emisiones del contaminante expuesto no son significativas, NA cuando la actividad no emite dicho contaminante y NE cuando las emisiones no fueron estimadas. Los porcentajes pueden variar por el redondeo de cifras.

| Actividades | | | | | | |
|---|---|---|---------|-----------|-----------|---------------|
| Número | Descripción | Indicador | Entidad | Meta 2024 | Meta 2030 | Costo (M.N.) |
| Realizar un estudio de identificación de zonas susceptibles de pérdida de vegetación. | | | | | | |
| 13.2.1 | 13.2.1.1 Realizar un estudio de identificación de espacios susceptibles de pérdida de vegetación en alcaldías y municipios, el cual considere suelo forestal o con clasificación de valor ambiental (suelo de conservación, áreas naturales protegidas (ANP), áreas de valor ambiental (AVA)) y áreas verdes urbanas (calles, avenidas, camellones, parques urbanos). Esta acción se enfocará en reorientar programas locales ya existentes, para reducir las superficies detectadas como erosionadas. | Estudio de identificación de superficies susceptibles de erosión | CDMX | 1 | 1 | \$1,824,114 |
| | | | EDOMEX | 1 | 1 | 2,531,992 |
| Controlar la emisión de partículas fugitivas en zonas desprovistas de vegetación y susceptibles de erosión eólica en AVU. | | | | | | |
| 13.2.2 | 13.2.2.1 Reducir la superficie de AVU susceptibles de erosión eólica. Estas áreas incluyen los espacios públicos como calles, avenidas, camellones y parques urbanos ⁵ . Se contempla la reforestación de estos sitios con ejemplares que tengan potencial de captura de partículas para incrementar los servicios ambientales que recibe la ciudadanía. | Reforestación de áreas verdes urbanas ⁶ | CDMX | 20% | 40% | \$30,878,184 |
| | | | EDOMEX | 15% | 30% | \$16,692,345 |
| Controlar las emisiones de partículas fugitivas en zonas desprovistas de vegetación y susceptibles de erosión eólica en suelo forestal o con clasificación de valor ambiental. | | | | | | |
| 13.2.3 | 13.2.3.1 Reducir la superficie erosionable de suelo forestal o con clasificación de valor ambiental (suelo de conservación, áreas naturales protegidas (ANP) y áreas de valor ambiental (AVA)). A través de los programas locales y federales se podrá atender la deforestación y el cambio de uso de suelo. La reforestación permitirá sustituir arbolado dañado y/o muerto, fortaleciendo la retención de suelos y el potencial para la captura de partículas, lo que permitirá reducir las emisiones generadas por la erosión eólica. Además, esta acción coadyuvará a la conservación de la vida silvestre y de la biodiversidad. | Reforestación de suelo forestal o de valor ambiental ⁷ | CDMX | 21% | 52% | \$132,912,643 |
| | | | EDOMEX | 11% | 26% | \$212,894,636 |

Responsables e involucrados

| | |
|-----------------------------------|--|
| Entidades responsables | Ciudad de México y Estado de México |
| Instituciones responsables | <ul style="list-style-type: none"> Ciudad de México: Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA) Estado de México: Secretaría del Medio Ambiente (SMAGEM) |

⁵ Como se establece en los Programas siguientes: Reto Verde de la CDMX, Sembrando parques CDMX, de Acción Climática de la CDMX 2021-2030, Ambiental y de Cambio Climático de la CDMX 2019-2024 y de Reforestación del Estado de México
⁶ Se estimó la superficie considerando la cartografía serie VI de INEGI y la información contenida en los Programas Reto Verde y Sembrando árboles de la CDMX, para el resto de la ZMVM se consideró un 75% de las metas de la CDMX; además se consideraron los costos reportados en los Programas Reto Verde y Sembrando parques de la CDMX.
⁷ Se estimó la superficie considerando la cartografía serie VI de INEGI, datos de la Estrategia Local de Acción Climática y PACC 2021-2030 y Programa Altépetl 2021-2024 de la CDMX, y se propone para el Estado de México el 50% de la meta establecida para la CDMX.

| | |
|-----------------------------|---|
| Actores involucrados | <ul style="list-style-type: none"> Gobierno Federal: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) Ciudad de México: Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda (SEDUVI) Estado de México: Secretaría de Desarrollo Urbano y Obra (SEDUO) |
|-----------------------------|---|

Marco normativo

Fundamento jurídico

Fundamentos en leyes generales o federales

La fracción V del artículo 8 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) faculta a los municipios para crear y administrar zonas de preservación ecológica de los centros de población, parques urbanos, jardines públicos y demás áreas análogas previstas por la legislación local. Las fracciones III y V del artículo 23 de la LGEEPA establecen como criterios que deberán ser considerados en la planeación del desarrollo urbano y la vivienda que: (i) en la determinación de las áreas para el crecimiento de los centros de población, se fomentará la mezcla de los usos habitacionales con los productivos que no representen riesgos o daños a la salud de la población y se evitará que se afecten áreas con alto valor ambiental, y (ii) se establecerán y manejarán en forma prioritaria las áreas de conservación ecológica en torno a los asentamientos humanos. El artículo 46 señala que los gobiernos de las entidades federativas podrán establecer parques, reservas de las entidades federativas y demás categorías de manejo que establezca la legislación local en la materia; además de que corresponde a los municipios establecer las zonas de conservación ecológica municipales, así como las demás categorías, conforme a lo previsto en la legislación local. A su vez, la fracción IV del artículo 98 de la LGEEPA establece como criterio para la preservación y el aprovechamiento sustentable del suelo que se deberán considerar las medidas necesarias para prevenir o reducir su erosión, deterioro de las propiedades físicas, químicas o biológicas del suelo y la pérdida duradera de la vegetación natural.

Por su parte, la fracción X del artículo 10 de la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (LGAHOTDU) faculta a las entidades federativas para participar en la protección de las zonas de valor ambiental del equilibrio ecológico de los centros de población.

Fundamentos en leyes locales

Ciudad de México

Las fracciones IV y XIV del artículo 9 de la Ley Ambiental de Protección a la Tierra en el Distrito Federal (LAPTFDF) facultan a la SEDEMA para: (i) aplicar los instrumentos de política ambiental previstos en esta Ley, para conservar y restaurar el equilibrio ecológico, proteger al ambiente e impulsar la resiliencia en materias de su competencia, y (ii) proponer la creación de áreas de valor ambiental, áreas naturales protegidas, y las áreas comunitarias de conservación ecológica, así como regularlas, vigilarlas y administrarlas en el ámbito de su competencia. Las fracciones I y IV del artículo 10 de la LAPTFDF facultan a las alcaldías a: (i) proponer y opinar, según el caso, respecto del establecimiento de áreas de valor ambiental, áreas verdes en suelo urbano y áreas naturales protegidas dentro de su demarcación territorial, y participar en su vigilancia, e (ii) implementar acciones de conservación, restauración y vigilancia del equilibrio ecológico, así como la protección al ambiente e impulsar acciones orientadas a la construcción de resiliencia desde el ámbito de su competencia.

Asimismo, la fracción III del artículo 111 de la LAPTFDF establece como criterio para la conservación, restauración, protección y aprovechamiento sustentable del suelo, la necesidad de prevenir o reducir su erosión, deterioro de las propiedades físicas, químicas o biológicas del suelo y la pérdida de la vegetación natural. Las fracciones I, I Bis, II, III, IV y VII del artículo 112 de la LAPTFDF establecen que dicho criterio deberá ser considerado en los apoyos a las actividades agropecuarias; la formulación y desarrollo de programas que establezcan mecanismos de retribución por la protección, conservación o ampliación de servicios ambientales; la autorización de fraccionamientos habitacionales y asentamientos humanos en general; la modificación y elaboración de los programas de desarrollo urbano; el establecimiento de usos, reservas y destinos, en los programas de desarrollo urbano, así como en las acciones de restauración y conservación de los centros de población; y la formulación del programa de ordenamiento ecológico.

Adicionalmente, las fracciones I, II y III del artículo 5 de la Ley para la Retribución por la Protección de los Servicios Ambientales del Suelo de Conservación del Distrito Federal señala que se deberá dar apoyos dirigidos a actividades productivas y de conservación de los recursos naturales tales como: (i) vigilancia y conservación de las áreas decretadas con alguna figura de protección en los ejidos y comunidades del Suelo de Conservación, (ii) vigilancia y protección de los recursos naturales en Suelo de Conservación, y (iii) restauración ecológica de las zonas degradadas en el Suelo de Conservación.

Estado de México

Las fracciones II y IV del artículo 2.8 del Código para la Biodiversidad del Estado de México (CPBEM) facultan a la SMAGEM para: (i) aplicar, en coordinación con las dependencias o entidades competentes, los instrumentos de política ambiental y los programas a que se refiere el artículo 2.7 del presente ordenamiento, y (ii) elaborar y someter a consideración del titular del Poder Ejecutivo las declaratorias de las áreas naturales protegidas. Las fracciones III y IX del artículo 2.9 del CPBEM facultan a los municipios para: (i) aplicar los instrumentos de política ambiental previstos en el presente ordenamiento, previniendo, protegiendo y fomentando la conservación de los recursos del bosque y del suelo, y (iii) crear y administrar zonas de preservación y conservación ecológica de los centros de población, parques urbanos, jardines públicos y demás áreas de su competencia.

También, la fracción IV del artículo 2.130 del CPBEM establece como criterio para la preservación y aprovechamiento sostenible del suelo, que deberán considerarse las medidas necesarias para prevenir o reducir su erosión, desertificación o deterioro de las propiedades físicas, químicas o biológicas de éste y la pérdida duradera de la vegetación natural. Las fracciones I, II, V, VI y VII del artículo 2.131 del CPBEM establecen que dicho criterio deberá ser observado en los planes y programas rectores para el desarrollo urbano del Estado; los usos y destinos del suelo y el establecimiento de reservas territoriales para desarrollo urbano, así como en las acciones de mejoramiento y conservación de los centros de población; el establecimiento de áreas naturales protegidas; la formulación del Programa de Ordenamiento Ecológico del

Territorio Estatal y de los Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio Municipal; y los apoyos a las actividades agrícolas que otorgue el Gobierno Estatal.

Reformas legislativas, regulatorias o normativas

En virtud de que existen disposiciones legales que fundamentan la adopción de la acción, no se estima necesario proponer reformas o adiciones en la materia.

| Factores económicos | |
|----------------------------------|--|
| Costo estimado | \$397,800,000 M.N. Incluye costos por el estudio de identificación de suelo desprovisto de vegetación, así como ejemplares requeridos en la reforestación de suelo urbano y forestal. |
| Fuentes de financiamiento | <p>Algunas alternativas para el financiamiento de la acción son:</p> <ul style="list-style-type: none"> Inversión pública utilizando recursos presupuestales federales y locales, recursos autogenerados, fideicomisos locales (Fideicomiso 1490 y Fondo Ambiental Público), y el Programa de Mejoramiento Urbano (PMU). Se buscará colaborar con entidades como la CONAFOR. Inversión de particulares mediante Bonos Verdes, Bonos de Carbono, la observancia obligatoria de la normatividad e incentivos de autorregulación. Alternativas de apoyo internacional como el Banco Mundial, el Banco de Desarrollo de América Latina (CAF), el Programa México - UK PACT y la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). |

| Barreras de implementación | | | | | | | |
|--|------------|----------|-----------|-----------------|------------|--------------------|--------------|
| Descripción de las barreras y supuestos identificados | | | | | | | |
| La implementación de la acción puede presentar barreras presupuestales, según los recursos que se le asignen a cada entidad para la ejecución de las actividades, y sociales, dada la inclusión social para prevenir la sobreexplotación de las áreas verdes. Además, se pueden encontrar barreras operativas relacionadas con la coordinación y recursos asignados entre los gobiernos federal, estatal, alcaldías y municipios para constituir un desarrollo integral de actividades y acciones de manejo de áreas verdes, pues se requerirán de un arduo compromiso y de planificación técnica, diseño urbano, análisis de impacto ambiental, gestión de riesgos por erosión eólica, análisis de restauración y conservación ambiental, que evalúe de manera integral los impactos económicos, ambientales y de salud. También, significa un reto la escasez de personal para llevar a cabo mantenimiento preventivo y correctivo en áreas verdes urbanas, áreas de suelo de conservación y áreas naturales protegidas. | | | | | | | |
| Presupuestales | Económicas | Sociales | Políticas | Institucionales | Operativas | Sector involucrado | Tecnológicas |
| X | | X | | | X | | |

| Beneficios ambientales esperados | | | | | | | | | | |
|---|--|------------------|-------------------|-----------------|----|-----------------|-----|--------------------|----|---------|
| Reducción de emisiones (toneladas reducidas) ⁸ | Año | PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | CO | NO _x | COV | CO ₂ eq | CN | Tóxicos |
| | 2024 | 164 | 39 | NA | NA | NA | NA | NA | <1 | 2 |
| | 2030 | 920 | 221 | NA | NA | NA | NA | NA | <1 | 9 |
| Costo-efectividad | Costo medida M.N. / toneladas reducidas | \$432,391 | ND | NA | NA | NA | NA | NA | ND | ND |
| Cobeneficios | La recuperación de suelos desprovisto de vegetación implica múltiples beneficios que influirán para evitar la prolongada degradación del suelo. Esta contribuirá al control de escorrentías y la retención de agua, la regulación de factores climáticos como la temperatura y humedad, la retención de carbono y nutrientes permitiendo la biodiversidad de especies urbanas y la conservación del suelo, la recreación y mejora de la imagen urbana, así como la reducción de la toxicidad de los contaminantes que llegan al suelo y de la exposición a partículas generadas por diferentes sectores. | | | | | | | | | |

⁸ Se utilizan las siguientes siglas: NA para no aplica, ND para no determinado y NA* en caso de que se espere un incremento de emisiones de dicho contaminante.

| Seguimiento y evaluación | | | | | |
|--------------------------|--|------------|--|-------------------------------------|--|
| Indicadores | | | | | |
| No. | Nombre | Unidades | Método de cálculo | Frecuencia de medición ⁹ | Medios de verificación |
| 13.2.1.1 | Estudio de identificación de superficie susceptible de erosión | Documento | Conteo | 2 años (años 2, 3) | Documento publicado |
| 13.2.2.1 | Reforestación de áreas verdes urbanas | Porcentaje | (Hectáreas recuperadas / Total de hectáreas a recuperar) * 100 | Anual | Informe de Gobierno de la SEDEMA Solicitud por oficio a la SMAGEM |
| 13.2.3.1 | Reforestación de suelo forestal o de valor ambiental | Porcentaje | (Hectáreas recuperadas / Total de hectáreas a recuperar) * 100 | Anual | Informe de Gobierno de la SEDEMA Solicitud por oficio a la SMAGEM |

| Cronograma de ejecución | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Metas y avances ¹⁰ | | | | | | | | | | | |
| Actividad | Indicador | Año | | | | | | | | | |
| | | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
| 13.2.1 | 13.2.1.1 | | 50% | 100% | | | | | | | |
| 13.2.2 | 13.2.2.1 | 10% | 20% | 30% | 40% | 50% | 60% | 70% | 80% | 90% | 100% |
| 13.2.3 | 13.2.3.1 | 10% | 20% | 30% | 40% | 50% | 60% | 70% | 80% | 90% | 100% |

⁹ El porcentaje de avance a la fecha de medición del indicador puede tener avances parciales en años previos, por lo que se presenta el porcentaje de avance estimado en el cronograma de ejecución.

¹⁰ Los porcentajes por indicador son acumulativos y están establecidos con base en el nivel de esfuerzo requerido para completar la actividad que conforman. La ejecución total de la actividad corresponde al 100%, el cual se obtiene al sumar la aportación final de cada indicador.

| | |
|--------------------|---|
| Medida 14 | Reducción de emisiones en fuentes misceláneas |
| Acción 14.1 | Reducción de las emisiones fugitivas de COV por la actividad de repintado automotriz |
| Subsector | Repintado automotriz |

| Descripción |
|--|
| Reducir las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV) generadas por la actividad de repintado automotriz, mediante la regulación de contenido de COV en pinturas y recubrimientos utilizados en dicha actividad. |

| Diagnóstico |
|--|
| En la Ciudad de México y su zona conurbada, el repintado automotriz en comercios establecidos y en vía pública es una práctica común. Durante esta actividad se consumen pinturas y solventes que generan emisiones no controladas de COV. De acuerdo al Inventario de Emisiones de la ZMVM 2018, la categoría de repintado automotriz representa el 1.0% de las emisiones totales de COV con la emisión de más de 4 mil toneladas anuales (ver la siguiente tabla). No obstante, actualmente la contribución de emisiones se contabiliza considerando las estadísticas de venta de recubrimientos con base de solventes, por ello, se estima que los inventarios de emisiones pueden subestimar entre 2 y 3 veces las emisiones por estos productos ¹ , por lo que los COV estimados en el inventario podrían incrementarse. Adicionalmente es de mencionar que el 70% de los COV generados por esta actividad se consideran compuestos tóxicos. |

Emisiones contaminantes generadas por el subsector, ZMVM-2018² (t/año)

| Fuente contaminante | COV | Tóxicos |
|------------------------|-----------|-----------|
| Total, ZMVM | 413 820.9 | 122 004.8 |
| | 100.0% | 100.0% |
| Total, fuentes de área | 271 133.4 | 84 185.2 |
| | 65.5% | 69.0% |
| Repintado automotriz | 4071.3 | 2862.0 |
| | 1.0% | 2.3% |

El repintado automotriz se desarrolla principalmente en pequeños establecimientos de menos de diez empleados e incluso de manera informal sin ningún control de emisiones, es por ello que para incidir en la reducción de emisiones es necesaria la regulación del contenido de COV en productos, como son las pinturas y recubrimientos utilizados. Actualmente, México no cuenta con regulación sobre el contenido de COV en los recubrimientos para el repintado en automóviles. A nivel internacional, Estados Unidos establece el límite de contenido de COV entre los 550 y 840 g/l (CFR³ 40 Subcapítulo C parte 59) y Canadá implementa un contenido de COV entre 250 y 840 g/l (SOR⁴ / 2009-19), el cual varía por tipo de recubrimiento y funcionalidad.

¹ Mc Donald, B, et al (2018). Volatile chemical products emerging as largest petrochemical source of urban organic emissions. Vol. 359, Issue 6377, pp. 760-764.

² En la tabla se incluyen únicamente aquellos contaminantes de interés cuyas emisiones son atendidas por la acción descrita. Se utilizan las siguientes siglas: NS cuando las emisiones del contaminante expuesto no son significativas, NA cuando la actividad no emite dicho contaminante y NE cuando las emisiones no fueron estimadas. Los porcentajes pueden variar por el redondeo de cifras.

³ e-CFR (2020). National Volatile Organic Compound Emission Standards for Automobile Refinish Coatings. Electronic Code of Federal Regulations. Recuperado 15 de diciembre de 2020, de https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=f8409f4d067b740940f69d27b3f07800&mc=true&node=pt40.6.59&rgn=div5#se40.6.59_1402

⁴ CanLII (2020). Volatile Organic Compound (VOC) Concentration Limits for Automotive Refinishing Products Regulations, SOR/2009-197. Canadian Institute of Legal Information. Recuperado 22 de diciembre de 2020, de <https://www.canlii.org/en/ca/laws/regu/sor-2009-197/latest/sor-2009-197.html>

| Actividades | | | | | | |
|-------------|--|---------------------------------|-------------------|-----------|-----------|--------------|
| Número | Descripción | Indicador | Entidad | Meta 2024 | Meta 2030 | Costo (M.N.) |
| 14.1.1.1 | Crear la Norma Oficial Mexicana, recubrimientos – límites máximos permisibles de contenido de compuestos orgánicos volátiles en recubrimientos de pintado automotriz. | | | | | |
| | <p>14.1.1.1.1 Elaborar el anteproyecto de norma, con propuesta previamente aprobada, incluyendo:</p> <ul style="list-style-type: none"> Desarrollo de una base técnica para la elaboración de la regulación de contenido de COV de los productos por medio de la realización de una encuesta al sector productor que contenga contenido de COV, regulación, importaciones, estadísticas de venta, entre otros, y el listado de los retos más significativos para la industria en la adecuación de los productos. Desarrollo del Análisis de Impacto Regulatorio; incluye evaluación económica, ambiental y de salud. Elaboración de anteproyecto (marco teórico, campo de aplicación, referencias internacionales, definiciones), LMP de COV, métodos de determinación y análisis de impacto regulatorio. | Anteproyecto de norma elaborado | FED (SEMARNAT/SE) | 1 | 1 | \$3,027,375 |
| | 14.1.1.1.2 Elaborar el proyecto y publicar la norma para su entrada en vigor. | Norma publicada | FED (SE) | 0 | 1 | \$709,500 |
| | 14.1.1.1.3 Dar seguimiento y evaluar la normatividad. Se realizará una evaluación de los impactos ambientales y de salud por su implementación a los cuatro años de entrada en vigor y será la base para su modificación o ratificación. | Reporte de evaluación de norma | FED (SEMARNAT/SE) | 0 | 1 | \$1,886,000 |

| Responsables e involucrados | |
|-----------------------------------|---|
| Entidades responsables | Gobierno Federal |
| Instituciones responsables | <ul style="list-style-type: none"> Gobierno Federal: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) – Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes, y Secretaría de Economía (SE) |
| Actores involucrados | <ul style="list-style-type: none"> Coordinación Ejecutiva de la Comisión Ambiental de la Megalópolis (CE-CAMe) Ciudad de México: Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA) Estado de México: Secretaría del Medio Ambiente (SMAGEM) Estado de Hidalgo: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNATH) Otros: Comité Técnico de Normalización Nacional de Pinturas, Barnices, Recubrimientos y Tintas para la impresión (COTENNAREC), Entidad Mexicana de Acreditación (EMA), Centro de Normalización y Certificación de Productos (CNCP), gremios de la industria, laboratorios de medición, instituciones de investigación y autoridades ambientales de los estados del país. |

| Marco normativo |
|---|
| Fundamento jurídico |
| <p>Fundamentos en leyes generales o federales</p> <p>El artículo 13 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) establece que los Estados podrán suscribir entre sí y con el gobierno de la Ciudad de México, en su caso, convenios o acuerdos de coordinación y colaboración administrativa, con el propósito de atender y resolver problemas ambientales comunes y ejercer sus atribuciones a través de las instancias que al efecto determinen, atendiendo a lo dispuesto en las leyes locales que resulten aplicables. Las mismas facultades podrán ejercer los municipios entre sí, aunque pertenezcan a entidades federativas diferentes, de conformidad con lo que establezcan las leyes señaladas.</p> <p>A su vez, de acuerdo con el artículo 3 de la Ley de Infraestructura de la Calidad (LIC), las Autoridades Normalizadoras están obligadas a procurar políticas públicas que contribuyan a la modernización del Sistema Nacional de Infraestructura de la Calidad, a impulsar una adecuada infraestructura de la calidad que permita estimular el crecimiento de la industria, así como a la consecución de los diversos objetivos legítimos de interés público previstos en esta Ley. En las fracciones VIII y IX de dicho artículo se sostiene que compete exclusivamente a las dependencias o entidades de la Administración Pública Federal elaborar las propuestas de NOM, someterlas al conocimiento de los comités consultivos nacionales de normalización, expedirlas y, en su caso, modificarlas con base en el procedimiento previsto en el artículo 35 de este ordenamiento.</p> <p>Por su parte, el Reglamento Interior de la Secretaría de Economía en su artículo 22 fracción IX señala que la Dirección General de Normas tiene la atribución de elaborar, expedir, revisar, modificar, cancelar y difundir las normas oficiales mexicanas y normas mexicanas en el ámbito de competencia de la Secretaría y coordinarse con otras dependencias de la Administración Pública Federal para la elaboración conjunta de normas oficiales mexicanas.</p> |
| Reformas legislativas, regulatorias o normativas |
| En virtud de los fundamentos legales existentes, es posible establecer esta acción para promover ante las autoridades federales competentes la creación y, en su caso, la actualización de la normatividad aplicable al contenido de COV en recubrimientos de pintado automotriz, con base en el procedimiento previsto en la LIC. |

| Factores económicos | |
|----------------------------------|--|
| Costo estimado | <p>\$5,700,000 M.N.</p> <p>Incluye el costo de un anteproyecto de norma con diagnóstico y evaluación por un consultor, así como la participación de personal de las dependencias en las sesiones del grupo de trabajo.</p> |
| Fuentes de financiamiento | <p>Algunas alternativas para el financiamiento de la acción son:</p> <ul style="list-style-type: none"> Inversión pública utilizando recursos presupuestales, recursos autogenerados, fideicomisos locales (Fideicomiso 1490 y Fondo Ambiental Público) y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Inversión de particulares mediante la observancia obligatoria de la normatividad e incentivos de autorregulación. |

| Barreras de implementación | | | | | | | |
|---|------------|----------|-----------|-----------------|------------|--------------------|--------------|
| Descripción de las barreras y supuestos identificados | | | | | | | |
| Se identifican como principales barreras de implementación de la acción la falta de recursos para la elaboración e implementación del diagnóstico en recubrimientos, oposición del sector regulado para el establecimiento de los LMP, posible incremento de los costos de producción por la implementación de tecnologías para el cumplimiento de los nuevos límites de emisión y falta de coordinación entre gobiernos federal y estatales. | | | | | | | |
| Presupuestales | Económicas | Sociales | Políticas | Institucionales | Operativas | Sector involucrado | Tecnológicas |
| X | X | | | X | | X | X |

| Beneficios ambientales esperados | | | | | | | | | | |
|---|--|------------------|-------------------|-----------------|----|-----------------|-------|--------------------|----|---------|
| Reducción de emisiones (toneladas reducidas) ⁵ | Año | PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | CO | NO _x | COV | CO ₂ eq | CN | Tóxicos |
| | 2024 | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| | 2030 | NA | NA | NA | NA | NA | 5996 | NA | NA | 4215 |
| Costo-efectividad | Costo medida M.N. / toneladas reducidas | NA | NA | NA | NA | NA | \$951 | NA | NA | ND |
| Cobeneficios | La acción se asocia a cobeneficios como la reducción de COV a nivel nacional, así como a beneficios en la salud por la reducción de la exposición personal a COV y compuestos tóxicos de la población dedicada a esta actividad. | | | | | | | | | |

| Seguimiento y evaluación | | | | | |
|--------------------------|---------------------------------|-----------|-------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Indicadores | | | | | |
| No. | Nombre | Unidades | Método de cálculo | Frecuencia de medición ⁶ | Medios de verificación |
| 14.1.1.1 | Anteproyecto de norma elaborado | Documento | Conteo | Única vez (año 3) | Documento elaborado |
| 14.1.1.2 | Norma publicada | Documento | Conteo | Única vez (año 5) | Publicación del documento en el DOF |
| 14.1.1.3 | Reporte de evaluación de norma | Documento | Conteo | Única vez (año 10) | Documento de evaluación |

| Cronograma de ejecución | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Metas y avances ⁷ | | | | | | | | | | | |
| Actividad | Indicador | Año | | | | | | | | | |
| | | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
| 14.1.1 | 14.1.1.1 | | | 20% | | | | | | | |
| | 14.1.1.2 | | | | 30% | 60% | | | | | |
| | 14.1.1.3 | | | | | | | | | | 20% |

5 Se utilizan las siguientes siglas: NA para no aplica, ND para no determinado y NA* en caso de que se espere un incremento de emisiones de dicho contaminante.

6 El porcentaje de avance a la fecha de medición del indicador puede tener avances parciales en años previos, por lo que se presenta el porcentaje de avance estimado en el cronograma de ejecución.

7 Los porcentajes por indicador son acumulativos y están establecidos con base en el nivel de esfuerzo requerido para completar la actividad que conforman. La ejecución total de la actividad corresponde al 100%, el cual se obtiene al sumar la aportación final de cada indicador.

| | |
|-------------|---|
| Medida 14 | Reducción de emisiones en fuentes misceláneas |
| Acción 14.1 | Limitación del contenido de COV en productos de limpieza y recubrimientos de superficies industriales |
| Subsector | Limpieza de superficies industriales y recubrimiento de superficies industriales |

| Descripción |
|---|
| Reducir las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV) generadas en la actividad del mantenimiento de superficies industriales, a través de la regulación del contenido de COV en limpiadores y recubrimientos industriales. |

| Diagnóstico | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------------|-----|-------------|-----------|--|--------|------------------------|-----------|--|-------|------------------------------|----------|--|------|--------------------------------------|----------|--|------|---|--------|--|------|
| El mantenimiento en superficies industriales es una práctica que se lleva a cabo en la industria, así como en algunos comercios y servicios. Durante esta actividad se consumen recubrimientos y limpiadores que generan emisiones fugitivas de COV. El inventario de Emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) 2018 estima una generación de alrededor de 20 mil toneladas anuales de COV, equivalente al 5.0% de la emisión de COV en la ZMVM. Asimismo, su contribución de compuestos tóxicos representa el 16.3% y corresponde principalmente a los limpiadores. No obstante, se tiene incertidumbre de la contribución real de estas emisiones. Esto se debe a que la estimación de las emisiones por aplicación de recubrimientos industriales se basa en estadísticas nacionales de venta y las correspondientes al uso de limpiadores industriales se calculan utilizando una metodología desarrollada por la EPA en 1991. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Emisiones contaminantes generadas por el subsector, ZMVM-2018¹ (t/año) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>Fuente contaminante</th> <th>COV</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Total, ZMVM</td> <td>413 820.9</td> </tr> <tr> <td></td> <td>100.0%</td> </tr> <tr> <td>Total, fuentes de área</td> <td>271 133.4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>65.5%</td> </tr> <tr> <td>Total, categorías relevantes</td> <td>20 560.4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>5.0%</td> </tr> <tr> <td>Limpieza de superficies industriales</td> <td>18 506.7</td> </tr> <tr> <td></td> <td>4.5%</td> </tr> <tr> <td>Recubrimiento de superficies industriales</td> <td>2053.7</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0.5%</td> </tr> </tbody> </table> | Fuente contaminante | COV | Total, ZMVM | 413 820.9 | | 100.0% | Total, fuentes de área | 271 133.4 | | 65.5% | Total, categorías relevantes | 20 560.4 | | 5.0% | Limpieza de superficies industriales | 18 506.7 | | 4.5% | Recubrimiento de superficies industriales | 2053.7 | | 0.5% |
| Fuente contaminante | COV | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Total, ZMVM | 413 820.9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 100.0% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Total, fuentes de área | 271 133.4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 65.5% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Total, categorías relevantes | 20 560.4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 5.0% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Limpieza de superficies industriales | 18 506.7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4.5% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Recubrimiento de superficies industriales | 2053.7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0.5% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| En México algunos recubrimientos industriales oscilan en su contenido de COV entre los 565-708 g/L, y en el caso de limpiadores industriales se desconoce. A nivel internacional, Estados Unidos establece un contenido de COV en recubrimientos entre 450-650 g/L (CFR40 ² Subcapítulo D Parte 59) y en limpiadores industriales establece un contenido de COV ³ de 50 g/L. Por consiguiente, se requiere establecer límites en el contenido COV en los limpiadores y recubrimientos. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

1 En la tabla se incluyen únicamente aquellos contaminantes de interés cuyas emisiones son atendidas por la acción descrita. Se utilizan las siguientes siglas: NS cuando las emisiones del contaminante expuesto no son significativas, NA cuando la actividad no emite dicho contaminante y NE cuando las emisiones no fueron estimadas. Los porcentajes pueden variar por el redondeo de cifras.

2 e-CFR (2020). National Volatile Organic Compound Emission Standards for Architectural Coatings. Electronic Code of Federal Regulations. Recuperado 09 de diciembre de 2020, de https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=f8409f4d067b740940f69d27b3f07800&mc=true&node=pt40.6.59&rgn=div5#se40.6.59_1402

3 CARB (2018). Solvent Cleaning Operations (Rule 1171). Recuperado 10 de diciembre de 2020, de <https://avaqmd.ca.gov/files/154665c35/AV+R-1171+082118.pdf>

| Actividades | | | | | | |
|-------------|--|---------------------------------|-------------------|-----------|-----------|--------------|
| Número | Descripción | Indicador | Entidad | Meta 2024 | Meta 2030 | Costo (M.N.) |
| 14.2.1 | Crear la Norma Oficial Mexicana, limpiadores y recubrimientos – límites máximos permisibles de contenido de compuestos orgánicos volátiles en limpiadores y recubrimientos industriales. | | | | | |
| | 14.2.1.1 Elaborar el anteproyecto de norma, con propuesta previamente aprobada, incluyendo: <ul style="list-style-type: none"> Desarrollo de una base técnica para la elaboración de la regulación de contenido de COV de los productos, por medio de la realización de una encuesta al sector productor, que contenga contenido de COV, regulación, importaciones, estadísticas de venta, entre otros, y el listado de los retos más significativos para la industria en la adecuación de los productos. Desarrollo del Análisis de Impacto Regulatorio; incluye evaluación económica, ambiental y de salud. Elaboración de anteproyecto (marco teórico, campo de aplicación, clasificación de los productos a regular, referencias internacionales, definiciones), LMP de COV, métodos de determinación y análisis de impacto regulatorio. | Anteproyecto de norma elaborado | FED (SEMARNAT/SE) | 1 | 1 | \$3,027,375 |
| | 14.2.1.2 Elaborar el proyecto y publicar la norma para su entrada en vigor. | Norma publicada | FED (SE) | 0 | 1 | \$709,500 |
| | 14.2.1.3 Dar seguimiento y evaluar la normatividad. Se realizará una evaluación de los impactos ambientales y de salud por su implementación a los cuatro años de entrada en vigor y será la base para su modificación o ratificación. | Reporte de evaluación de norma | FED (SEMARNAT/SE) | 0 | 1 | \$1,886,000 |

| Responsables e involucrados | |
|-----------------------------------|--|
| Entidades responsables | Gobierno Federal |
| Instituciones responsables | <ul style="list-style-type: none"> Gobierno Federal: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)– Dirección General de Industria y Secretaría de Economía (SE) |
| Actores involucrados | <ul style="list-style-type: none"> Coordinación Ejecutiva de la Comisión Ambiental de la Megalópolis (CE-CAME) Ciudad de México: Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA) Estado de México: Secretaría del Medio Ambiente (SMAGEM) Estado de Hidalgo: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNATH) Otros: Comité Técnico de Normalización Nacional de Pinturas, Barnices, Recubrimientos y Tintas para la impresión (COTENNAREC), Entidad Mexicana de Acreditación (EMA), Centro de Normalización y Certificación de Productos (CNCP), gremios de la industria, laboratorios de medición, instituciones de investigación y autoridades ambientales de los estados del país |

| Marco normativo |
|---|
| Fundamento jurídico |
| <p>Fundamentos en leyes generales o federales</p> <p>El artículo 13 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente establece que los Estados podrán suscribir entre sí y con el Gobierno del Distrito Federal, en su caso, convenios o acuerdos de coordinación y colaboración administrativa, con el propósito de atender y resolver problemas ambientales comunes y ejercer sus atribuciones a través de las instancias que al efecto determinen, atendiendo a lo dispuesto en las leyes locales que resulten aplicables. Las mismas facultades podrán ejercer los municipios entre sí, aunque pertenezcan a entidades federativas diferentes, de conformidad con lo que establezcan las leyes señaladas.</p> <p>A su vez, de acuerdo con el artículo 3 de la Ley de Infraestructura de la Calidad, las Autoridades Normalizadoras están obligadas a procurar políticas públicas que contribuyan a la modernización del Sistema Nacional de Infraestructura de la Calidad, a impulsar una adecuada infraestructura de la calidad que permita estimular el crecimiento de la industria, así como a la consecución de los diversos objetivos legítimos de interés público previstos en esta Ley. En las fracciones VIII y IX de dicho artículo se sostiene que compete exclusivamente a las dependencias o entidades de la Administración Pública Federal elaborar las propuestas de normas oficiales mexicanas (NOM), someterlas al conocimiento de los comités consultivos nacionales de normalización, expedirlas y, en su caso, modificarlas con base en el procedimiento previsto en el artículo 35 de este ordenamiento.</p> <p>Por su parte, el Reglamento Interior de la Secretaría de Economía en su artículo 22 fracción IX señala que la Dirección General de Normas tiene la atribución de elaborar, expedir, revisar, modificar, cancelar y difundir las normas oficiales mexicanas y normas mexicanas en el ámbito de competencia de la Secretaría y coordinarse con otras dependencias de la Administración Pública Federal para la elaboración conjunta de normas oficiales mexicanas.</p> |
| Reformas legislativas, regulatorias o normativas |
| En virtud de los fundamentos legales existentes, es posible establecer esta acción para promover ante las autoridades federales competentes la actualización de la normatividad aplicable a los límites máximos permisibles (LMP) de contenido de COV en limpiadores y recubrimientos industriales, con base en el procedimiento previsto en la LIC. |

| Factores económicos | |
|----------------------------------|---|
| Costo estimado | \$5,700,000 M.N. Incluye el costo de un anteproyecto de norma con diagnóstico y evaluación por un consultor, así como la participación de personal de las dependencias en las sesiones del grupo de trabajo. |
| Fuentes de financiamiento | Algunas alternativas para el financiamiento de la acción son: <ul style="list-style-type: none"> Inversión pública utilizando recursos presupuestales, recursos autogenerados, fideicomisos locales (Fideicomiso 1490 y Fondo Ambiental Público) y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Inversión de particulares mediante la observancia obligatoria de la normatividad e incentivos de autorregulación. |

| Barreras de implementación | | | | | | | |
|---|-------------------|-----------------|------------------|------------------------|-------------------|---------------------------|---------------------|
| Descripción de las barreras y supuestos identificados | | | | | | | |
| Se identifican como principales barreras de implementación de la acción la falta de recursos para la elaboración e implementación del diagnóstico en recubrimientos y limpiadores, oposición del sector regulado para el establecimiento de los LMP, posible incremento de los costos de producción por el cambio en la formulación de productos y la implementación de tecnologías para el cumplimiento de los nuevos límites de contenido de COV, y la falta de coordinación entre gobiernos federal y estatales. | | | | | | | |
| Presupuestales | Económicas | Sociales | Políticas | Institucionales | Operativas | Sector involucrado | Tecnológicas |
| X | X | | | X | | X | X |

| Beneficios ambientales esperados | | | | | | | | | | |
|---|--|------------------|-------------------|-----------------|----|-----------------|--------|--------------------|----|---------|
| Reducción de emisiones (toneladas reducidas) ⁴ | Año | PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | CO | NO _x | COV | CO ₂ eq | CN | Tóxicos |
| | 2024 | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| | 2030 | NA | NA | NA | NA | NA | 13 365 | NA | NA | 13 085 |
| Costo-efectividad | Costo medida M.N. / toneladas reducidas | NA | NA | NA | NA | NA | \$426 | NA | NA | ND |
| Cobeneficios | La acción se asocia a cobeneficios como la reducción de COV a nivel nacional, así como beneficios en la salud por la reducción de la exposición personal a COV y compuestos tóxicos de la población dedicada a esta actividad. | | | | | | | | | |

| Seguimiento y evaluación | | | | | |
|--------------------------|---------------------------------|-----------|-------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Indicadores | | | | | |
| No. | Nombre | Unidades | Método de cálculo | Frecuencia de medición ⁵ | Medios de verificación |
| 14.2.1.1 | Anteproyecto de norma elaborado | Documento | Conteo | Única vez (año 3) | Documento elaborado |
| 14.2.1.2 | Norma publicada | Documento | Conteo | Única vez (año 5) | Publicación del documento en el DOF |
| 14.2.1.3 | Reporte de evaluación de norma | Documento | Conteo | Única vez (año 10) | Documento de evaluación |

| Cronograma de ejecución | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Metas y avances ⁶ | | | | | | | | | | | |
| Actividad | Indicador | Año | | | | | | | | | |
| | | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
| 14.2.1 | 14.2.1.1 | | 10% | 20% | | | | | | | |
| | 14.2.1.2 | | | | 30% | 60% | | | | | |
| | 14.2.1.3 | | | | | | | | | | 20% |

⁴ Se utilizan las siguientes siglas: NA para no aplica, ND para no determinado y NA* en caso de que se espere un incremento de emisiones de dicho contaminante.

⁵ El porcentaje de avance a la fecha de medición del indicador puede tener avances parciales en años previos, por lo que se presenta el porcentaje de avance estimado en el cronograma de ejecución.

⁶ Los porcentajes por indicador son acumulativos y están establecidos con base en el nivel de esfuerzo requerido para completar la actividad que conforman. La ejecución total de la actividad corresponde al 100%, el cual se obtiene al sumar la aportación final de cada indicador.

| | |
|-------------|---|
| Medida 14 | Reducción de emisiones en fuentes misceláneas |
| Acción 14.1 | Regulación de emisiones provenientes de la maquinaria fuera de ruta |
| Subsector | Maquinaria agrícola y de construcción |

| Descripción |
|--|
| Reducir las emisiones de partículas y carbono negro mediante la elaboración de una norma que permita la regulación de la maquinaria agrícola y de construcción, el establecimiento de un registro que permita dar seguimiento a la maquinaria y verificar que se cumpla con los estándares de emisión establecidos y, adicionalmente, el desarrollo de lineamientos ambientales para la maquinaria de construcción en la ejecución de obras de gobierno. |

| Diagnóstico | | | | |
|---|-------------------|------------------|-----------------|---------------|
| De acuerdo con el Inventario de Emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) 2018, las emisiones generadas por la maquinaria agrícola y de construcción, en su mayoría a diésel, contribuyen con el 1.9% de las PM _{2.5} y con el 6.1% de carbono negro con respecto a las emisiones totales generadas en la ZMVM (5% y 29% respecto de las emisiones de fuentes de área) (ver la siguiente tabla). Adicionalmente, se estima que estas emisiones podrían ser considerablemente mayores, toda vez que no existe un registro que permita determinar la cantidad de unidades que desarrollan su actividad a nivel estatal. A falta de este registro, los estudios que se han realizado por autoridades ambientales en su mayoría aplican criterios económicos a estadísticas nacionales para contar con estimaciones estatales y/o municipales. | | | | |
| Emisiones contaminantes generadas por el subsector, ZMVM-2018 ¹ (t/año) | | | | |
| Fuente contaminante | PM _{2.5} | PM ₁₀ | NO _x | Carbono negro |
| Total, ZMVM | 16 500.1 | 34 779.5 | 144 597.8 | 2615.3 |
| | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% |
| Total, fuentes de área | 5906.1 | 15 385.4 | 10 623.5 | 554.7 |
| | 35.8% | 44.3% | 7.4% | 21.2% |
| Maquinaria agrícola y de construcción | 305.5 | 314.9 | 2994.2 | 158.2 |
| | 1.9% | 0.9% | 2.1% | 6.1% |

La combustión de los motores a diésel propicia altas emisiones de partículas finas y es de destacar que, en la ZMVM, estas rebasan los límites permisibles establecidos en las normas de salud varias veces al año. A su vez, las partículas derivadas del diésel son consideradas carcinogénicas (Grupo 1) por la Organización Mundial de la Salud. Adicionalmente, la maquinaria es importante generador de carbono negro; contaminante de vida corta que afecta significativamente en el cambio climático.

Actualmente, en México no se cuenta con una norma que regule las emisiones de escape de la maquinaria, ya sea nueva, usada o de importación. Por ello, es necesario regular tanto el registro de las unidades como las emisiones generadas y sus posibles tecnologías de control de emisiones, con lo que se espera gradualmente reducir las partículas emitidas y minimizar los efectos en la salud de la población. Además, es necesario desarrollar lineamientos de construcción y de adquisición, para reducir emisiones a la atmósfera de la maquinaria en uso, a través de la instalación de sistemas de control de emisiones (DPF retrofit o reacondicionamiento), tanto en obra privada como gubernamental.

¹ En la tabla se incluyen únicamente aquellos contaminantes de interés cuyas emisiones son atendidas por la acción descrita. Se utilizan las siguientes siglas: NS cuando las emisiones del contaminante expuesto no son significativas, NA cuando la actividad no emite dicho contaminante y NE cuando las emisiones no fueron estimadas. Los porcentajes pueden variar por el redondeo de cifras.

| Actividades | | | | | | | |
|-------------|---|--|---------------------------------|----------------------------|-----------|--------------|-------------|
| Número | Descripción | Indicador | Entidad | Meta 2024 | Meta 2030 | Costo (M.N.) | |
| 14.3.1 | Elaborar una NOM para maquinaria nueva de uso agrícola y de construcción, que incorpore LMP de emisión, así como los requisitos técnicos que debe cumplir el sector. | | | | | | |
| | 14.3.1.1 | Elaborar el anteproyecto de norma, con propuesta previamente aprobada, que incluya: LMP establecidos, definición de rangos de potencia, categorías a normar, certificaciones de control de emisiones, protocolos de medición, etiquetado de control de emisiones, requisitos de importación, consideración de retiro de maquinaria usada, evaluación de la conformidad para maquinaria nueva y usada, así como el análisis de impacto regulatorio. Se deberá contemplar el establecimiento de un registro para equipo y maquinaria fuera de ruta, así como requisitos mínimos para el mismo. | Anteproyecto de norma elaborado | FED (SEMARNAT/SAT/PROFEPA) | 1 | 1 | \$1,886,000 |
| | 14.3.1.2 | Elaborar el proyecto y publicar la norma para su entrada en vigor. | Publicación de norma | FED (SEMARNAT) | 1 | 1 | \$589,500 |
| 14.3.2 | Establecer un registro para equipo y maquinaria fuera de ruta (maquinaria que no circula por carretera). | | | | | | |
| | 14.3.2.1 | Establecer un registro a nivel federal que se considere en la elaboración de la norma de maquinaria que se desarrolle para regular las emisiones. El registro deberá establecer un formato de registro y contener como mínimo la siguiente información para la importación: inclusión de datos generales del responsable, importación y fecha, puerto de entrada y destino, especificaciones de los equipos (marca, modelo, capacidad o tamaño, categoría, combustible, año modelo o año de fabricación y ficha técnica del equipo). Adicionalmente, se deberá definir la facilidad de creación de registros estatales de seguimiento y operación para reportes anuales que consideren características de operación (consumo de combustible, horas anuales de operación, bitácora de mantenimiento a cargo de una empresa certificada, entre otros). | Registro | FED (SAT/PROFEPA) | 1 | 1 | \$500,000 |
| 14.3.3 | Desarrollar lineamientos ambientales para la maquinaria de construcción en la ejecución de obras de gobierno. | | | | | | |
| | 14.3.3.1 | Desarrollar lineamientos que especifiquen las condiciones de operación y control de emisiones de partículas en maquinaria a diésel, mismos que deben ser considerados en las licitaciones de obra pública y adquisición de maquinaria de gobierno. | Lineamientos para la maquinaria | CDMX | 1 | 1 | \$887,467 |
| | | EDOMEX | 1 | 1 | | | |

| Responsables e involucrados | |
|--|---|
| Entidades responsables | Gobierno Federal, Ciudad de México y Estado de México |
| Instituciones responsables | <ul style="list-style-type: none"> Gobierno Federal: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) -Dirección General de Industria, Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) y Servicio de Administración Tributaria (SAT) Ciudad de México: Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA) Estado de México: Secretaría del Medio Ambiente (SMAGEM) |
| Actores involucrados | <ul style="list-style-type: none"> Gobierno Federal: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), Secretaría de Economía (SE) e Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) Coordinación Ejecutiva de la Comisión Ambiental de la Megalópolis (CE-CAME) Ciudad de México: Secretaría de Obras y Servicios (SOOSE) Estado de México: Secretaría de Desarrollo Urbano y Obra (SEDUO) Estado de Hidalgo: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNATH) Otros: Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC), industria constructora y fabricantes importadores de maquinaria y equipo |
| Marco normativo | |
| Fundamento jurídico | |
| Fundamentos en leyes generales o federales | |
| <p>El artículo 13 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) establece que los Estados podrán suscribir entre sí y con el gobierno de la Ciudad de México, en su caso, convenios o acuerdos de coordinación y colaboración administrativa, con el propósito de atender y resolver problemas ambientales comunes y ejercer sus atribuciones a través de las instancias que al efecto determinen, atendiendo a lo dispuesto en las leyes locales que resulten aplicables. Las mismas facultades podrán ejercer los municipios entre sí, aunque pertenezcan a entidades federativas diferentes, de conformidad con lo que establezcan las leyes señaladas. Asimismo, la fracción III del artículo 111 de la LGEEPA faculta a la SEMARNAT para expedir las normas oficiales mexicanas (NOM) que establezcan, por contaminante y por fuente de contaminación, los niveles máximos permisibles de emisión de partículas sólidas a la atmósfera provenientes de fuentes fijas y móviles.</p> <p>A su vez, de acuerdo con el artículo 3 de la Ley de Infraestructura de la Calidad (LIC), las Autoridades Normalizadoras están obligadas a procurar políticas públicas que contribuyan a la modernización del Sistema Nacional de Infraestructura de la Calidad, a impulsar una adecuada infraestructura de la calidad que permita estimular el crecimiento de la industria, así como a la consecución de los diversos objetivos legítimos de interés público previstos en esta Ley. En las fracciones VIII y IX de dicho artículo se sostiene que compete exclusivamente a las dependencias o entidades de la Administración Pública Federal elaborar las propuestas de NOM, someterlas al conocimiento de los comités consultivos nacionales de normalización, expedirlas y, en su caso, modificarlas con base en el procedimiento previsto en el artículo 35 de este ordenamiento.</p> <p>Finalmente, en el caso de la importación de maquinaria agrícola y de construcción destaca que la fracción XII del artículo 31 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal faculta a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público para organizar y dirigir los servicios aduanales y de inspección; y, a su vez, la fracción II del artículo 7 de la Ley del Servicio de Administración Tributaria, establece que le compete al Servicio de Administración Tributaria, en su condición de órgano desconcentrado de dicha dependencia, dirigir los servicios aduanales y de inspección.</p> | |
| <u>Ciudad de México</u> | |
| <p>La fracción XIV BIS del artículo 2 de la Ley de Adquisiciones para el Distrito Federal define a las adquisiciones sustentables como la compra de cualquier bien mueble que en sus procesos de creación o elaboración no afecten o dañen gravemente al ambiente. Por su parte, el artículo 6 faculta a la Oficialía Mayor del Distrito Federal para elaborar el catálogo de precios de bienes y servicios de uso común, el cual deberá considerar a aquéllos que cumplan con el menor grado de impacto ambiental. Asimismo, faculta a la Oficialía Mayor y a la SEDEMA para dictar disposiciones administrativas de carácter obligatorio en la que se determinará el porcentaje mínimo de adquisiciones sustentables, así como las características y especificaciones que deben cumplir los bienes y servicios, en cuanto al menor grado de impacto ambiental.</p> | |
| <u>Estado de México</u> | |
| <p>La fracción I del artículo 13.10 del Código Administrativo del Estado de México ordena a las dependencias, entidades, ayuntamientos y tribunales administrativos a programar sus adquisiciones, arrendamientos y servicios, tomando en consideración los objetivos, estrategias y líneas de acción establecidos en el Plan de Desarrollo del Estado de México y las previsiones contenidas en los programas sectoriales correspondientes. En consecuencia, dichos procesos deberán considerar los objetivos y metas previstos en el programa sectorial en materia de medio ambiente que resulte aplicable. Sin embargo, se estima oportuno considerar posibles reformas y adiciones a este ordenamiento, para incluir disposiciones e instrumentos en materia de compras con criterios de sustentabilidad.</p> | |

| Reformas legislativas, regulatorias o normativas | |
|--|--|
| En virtud de los fundamentos legales existentes, es posible establecer esta acción para promover ante las autoridades federales competentes la elaboración de la normatividad aplicable a la maquinaria fuera de ruta, con base en el procedimiento previsto en la LIC. Además, es posible establecer lineamientos ambientales para adquisiciones y obras a nivel local. | |

| Factores económicos | |
|----------------------------------|--|
| Costo estimado | \$3,900,000 M.N. Incluye los costos de participación del personal en el grupo de trabajo de la norma, la adecuación del anteproyecto ya existente y la elaboración de lineamientos. |
| Fuentes de financiamiento | Algunas alternativas para el financiamiento de la acción son: <ul style="list-style-type: none"> • Inversión pública utilizando recursos presupuestales, recursos autogenerados, fideicomisos locales (Fideicomiso 1490 y Fondo Ambiental Público) y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). • Inversión de particulares mediante la observancia obligatoria de la normatividad e incentivos de autorregulación. • Alternativas de asistencia técnica internacional como el Banco de Desarrollo de América Latina (CAF) y la Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional (GIZ). |

| Barreras de implementación | | | | | | | |
|--|------------|----------|-----------|-----------------|------------|--------------------|--------------|
| Descripción de las barreras y supuestos identificados | | | | | | | |
| Se identifican como posibles barreras de implementación la falta de presupuesto y personal de las dependencias para la correcta ejecución de la acción, el impacto económico que representa para el sector regulado por el costo de la tecnología para el control de emisiones, así como la oposición del sector reglado para el establecimiento de límites máximos permisibles (LMP), para la instalación de filtros de partículas (DPF retrofit o reacondicionamiento) y por los requerimientos técnicos a la maquinaria de importación. | | | | | | | |
| Presupuestales | Económicas | Sociales | Políticas | Institucionales | Operativas | Sector involucrado | Tecnológicas |
| X | X | | | | X | X | |

| Beneficios ambientales esperados | | | | | | | | | | |
|---|---|------------------|-------------------|-----------------|------|-----------------|-----|--------------------|----------|---------|
| Reducción de emisiones (toneladas reducidas) ² | Año | PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | CO | NO _x | COV | CO ₂ eq | CN | Tóxicos |
| | | 2024 | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| | 2030 | 206 | 200 | 1 | 1097 | 1358 | 207 | 169 710 | 103 | 103 |
| Costo-efectividad | Costo medida M.N. / toneladas reducidas | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | \$37,864 | ND |
| Cobeneficios | Se espera que la acción cause beneficios adicionales como son los beneficios en la salud por la reducción a la exposición de las PM _{2.5} y carbono negro a nivel nacional. Además, la regulación a través del registro detallado de la maquinaria que se encuentra operando en el país permitirá contar con un padrón para mejorar futuras estimaciones y acciones de reducción de emisiones. | | | | | | | | | |

² Se utilizan las siguientes siglas: NA para no aplica, ND para no determinado y NA* en caso de que se espere un incremento de emisiones de dicho contaminante.

| Seguimiento y evaluación | | | | | |
|--------------------------|---------------------------------|-----------|-------------------|-------------------------------------|--|
| Indicadores | | | | | |
| No. | Nombre | Unidades | Método de cálculo | Frecuencia de medición ³ | Medios de verificación |
| 14.3.1.1 | Anteproyecto de norma elaborado | Documento | Conteo | Única vez (año 2) | Anteproyecto de norma |
| 14.3.1.2 | Publicación de la norma | Documento | Conteo | Única vez (año 5) | Publicación de NOM en el DOF |
| 14.3.2.1 | Registro | Documento | Conteo | Única vez (año 6) | Publicación en páginas web de las dependencias |
| 14.3.3.1 | Lineamientos publicados | Documento | Conteo | Única vez (año 3) | Documentos con lineamientos |

| Cronograma de ejecución | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Metas y avances ⁴ | | | | | | | | | | | |
| Actividad | Indicador | Año | | | | | | | | | |
| | | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
| 14.3.1 | 14.3.1.1 | | 10% | | | | | | | | |
| | 14.3.1.2 | | | 20% | 55% | 90% | | | | | |
| 14.3.2 | 14.3.2.1 | | | | | 50% | 100% | | | | |
| 14.3.3 | 14.3.3.1 | | 60% | 100% | | | | | | | |

³ El porcentaje de avance a la fecha de medición del indicador puede tener avances parciales en años previos, por lo que se presenta el porcentaje de avance estimado en el cronograma de ejecución.

⁴ Los porcentajes por indicador son acumulativos y están establecidos con base en el nivel de esfuerzo requerido para completar la actividad que conforman. La ejecución total de la actividad corresponde al 100%, el cual se obtiene al sumar la aportación final de cada indicador.

| | |
|--------------------|--|
| Medida 14 | Reducción de emisiones en fuentes misceláneas |
| Acción 14.4 | Monitoreo en estaciones de servicio |
| Subsector | Estaciones de servicio (gasolineras) |

| Descripción |
|---|
| Implementar acciones de vigilancia y de monitoreo directo en las estaciones de servicio, para verificar y garantizar el cumplimiento de los sistemas de recuperación de vapores. Esta acción también propone una modificación a la NOM-004-ASEA-2017, para ampliar su alcance territorial y facilitar que los sitios que distribuyen gasolina al público en general, incluyan sistemas de monitoreo continuo, permitiendo a la autoridad competente dar seguimiento y garantizar el cumplimiento de esta normativa. |

| Diagnóstico |
|--|
| Durante la distribución de gasolinas, se emiten compuestos orgánicos volátiles (COV), que son precursores del ozono troposférico y algunos pueden ser tóxicos al ser humano, por lo cual se considera fundamental la reducción de estos compuestos. Estas emisiones ocurren a lo largo de diferentes etapas del proceso: 1) pérdidas en tránsito, 2) descarga de autotanques a los tanques de las estaciones de servicio, 3) respiración de los tanques subterráneos, 4) recarga de gasolina en automóviles y 5) derrames durante el proceso de recarga. En conjunto, la distribución de gasolinas aporta 2.1% de las emisiones totales de COV y 3.0% de los compuestos tóxicos en la ZMVM, tal como se muestra en la siguiente tabla: |

Emisiones contaminantes generadas por el subsector, ZMVM-2018¹ (t/año)

| Fuente contaminante | COV | Tóxicos |
|---------------------------|-----------|-----------|
| Total, ZMVM | 413 820.9 | 122 004.8 |
| | 100.0% | 100.0% |
| Total, fuentes de área | 271 133.4 | 84 185.2 |
| | 65.5% | 69.0% |
| Distribución de gasolinas | 8869.0 | 3605.2 |
| | 2.1% | 3.0% |

Para mitigar las emisiones en las estaciones de servicio, la NOM-004-ASEA-2017 define la eficiencia, mantenimiento y los parámetros de operación que deberán acatar los Sistemas de Recuperación de Vapores (SRV) de gasolinas para el control de emisiones en estaciones de servicio para expendio al público. Los SRV están integrados por un conjunto de accesorios, tuberías, conexiones y equipos diseñados para controlar, recuperar, almacenar y/o procesar las emisiones de COV durante dos operaciones distintas: la descarga de gasolina, desde el autotanque hacia el tanque de almacenamiento de la estación de servicio, y la recarga de los vehículos automotores. La norma establece que los SRV deben operar con un 85% de eficiencia de destrucción y/o remoción de COV.

Esta NOM es de observancia obligatoria en las 16 alcaldías de la Ciudad de México y 28 de los 59 municipios conurbados del Estado de México, que forman parte de la ZMVM. La NOM antes referida entró en vigor el 14 de junio de 2018, fecha a partir de la cual todas las estaciones de servicio en las 16 alcaldías de la Ciudad de México y 18 de los municipios conurbados del Estado de México² debían contar con SRV en línea con la norma, según el artículo segundo transitorio. Las gasolineras en los 10 municipios restantes del Estado de México contemplados en la NOM³, tenían hasta el 14 de junio de 2019 para contar con un SRV en cumplimiento en línea con el artículo tercero transitorio. No obstante, el 14 de junio de 2019 se publicó un Acuerdo a través del cual se modificó este artículo de la NOM, otorgando un plazo de tres años a partir de la entrada en vigor para que los obligados cumplan con el instrumento normativo, permitiendo que se generen las condiciones adecuadas para que las estaciones de servicio cumplan con las obligaciones establecidas. Se destaca que, actualmente, en la ZMVM operan 1103 estaciones de servicio (CRE, 2021⁴), de las cuales la mayoría (92.6%) están obligados a cumplir con la NOM-004-ASEA-2017, dado que se encuentran dentro de las demarcaciones incluidas en la normativa.

¹ En la tabla se incluyen únicamente aquellos contaminantes de interés cuyas emisiones son atendidas por la acción descrita. Se utilizan las siguientes siglas: NS cuando las emisiones del contaminante expuesto no son significativas, NA cuando la actividad no emite dicho contaminante y NE cuando las emisiones no fueron estimadas. Los porcentajes pueden variar por el redondeo de cifras.

² Atizapán de Zaragoza, Coacalco, Cuautitlán, Cuautitlán Izcalli, Chalco, Chicoloapan, Chimalhuacán, Ecatepec, Huixquilucan, Ixtapaluca, Naucalpan, Nezahualcóyotl, Nicolás Romero, La Paz, Tecámac, Tlalnepantla de Baz, Tultitlán y Valle de Chalco.

³ Acolman, Atenco, Jaltenco, Melchor Ocampo, Nextlalpan, Teoloyucan, Tepotzotlán, Texcoco, Tultepec y Zumpango.

⁴ Listado de Estaciones de Servicio con Georreferencia, XML de CRE. Disponible aquí: <https://datos.gob.mx/busca/dataset/estaciones-de-servicio-gasolineras-y-precios-finales-de-gasolina-y-diesel/resource/6785ecc-7b9d-4238-8742-706e723c801a>

| Actividades | | | | | | |
|---|---|--|---|-----------|-----------|--------------------------|
| Número | Descripción | Indicador | Entidad | Meta 2024 | Meta 2030 | Costo (M.N.) |
| Actualizar la NOM-004-ASEA-2017. | | | | | | |
| 14.4.1 | 14.4.1.1 Elaborar el anteproyecto de norma, con propuesta previamente aprobada, considerando un aumento en el alcance territorial, para cubrir a toda la ZMVM, y mejoras en las capacidades de vigilancia de los SRV en estaciones de servicio para expendio de gasolinas al público en general. La modificación a la NOM incluirá parámetros tecnológicos para la eficiencia, operación y mantenimiento de sistemas de medición remota, que se deberán seguir para garantizar el cumplimiento normativo. Adicionalmente, se requerirá de una evaluación de sensores para definir su aplicación y en su caso, acreditación. | Anteproyecto de norma elaborado | FED (ASEA) | 1 | 1 | \$3,000,000 ⁵ |
| | 14.4.1.2 Elaborar el proyecto y publicar la norma para su entrada en vigor. | Norma publicada | FED (ASEA) | 0 | 1 | \$700,000 |
| Instalar sistemas de monitoreo remoto. | | | | | | |
| 14.4.2 | 14.4.2.1 Integrar un sistema centralizado de detección de la ASEA, en el cual se recolecten y analicen los datos generados por los sensores de medición remotos, y que sea capaz de generar alertas sobre posibles incumplimientos a la norma. | Sistema de detección en funcionamiento | FED (ASEA) | 0 | 1 | ND ⁶ |
| | 14.4.2.2 Instalar sistemas de monitoreo remoto en cada estación de servicio, de forma gradual, y conectarlos al sistema centralizado de la ASEA. | Porcentaje de estaciones de servicio con sistemas de monitoreo remoto instalados | Terceros obligados (estaciones de servicio) | 0 | 45% | ND ⁷ |

| Responsables e involucrados | |
|-----------------------------------|---|
| Entidades responsables | Gobierno Federal |
| Instituciones responsables | <ul style="list-style-type: none"> Gobierno Federal: Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (ASEA)- Unidad de Normatividad y Regulación |
| Actores involucrados | <ul style="list-style-type: none"> Gobierno Federal: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) Coordinación Ejecutiva de la Comisión Ambiental de la Megalópolis (CE-CAME) Ciudad de México: Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA) Estado de México: Secretaría del Medio Ambiente (SMAGEM) Estado de Hidalgo: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNATH) Otros: empresas destinadas a la distribución de gasolinas al público en general, laboratorios de pruebas acreditados y autorizados para conducir las pruebas y métodos establecidos en la NOM-004-ASEA-2017, Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), Asociación Mexicana de Proveedores de Estaciones de Servicio (AMPES) |

⁵ Contempla costos de investigación para evaluar el uso de sensores y sistemas de monitoreo remoto, así como su acreditación.

⁶ Si bien se estima un costo de \$3,750,000, este se asume dentro de la ficha 16.2 sobre plataformas de seguimiento institucional.

⁷ Se asume que el costo de implementación se traslada a los entes regulados.

| Marco normativo | |
|---|--|
| Fundamento jurídico | |
| Fundamentos en leyes generales o federales | |
| <p>El artículo 95 de la Ley de Hidrocarburos establece que dicha industria es de exclusiva jurisdicción federal. El artículo 129 de esta misma Ley define que corresponde a la ASEA emitir la regulación y la normatividad aplicable en materia de seguridad industrial y seguridad operativa, así como de protección al medio ambiente en esta industria.</p> <p>Por su parte, la fracción VIII del artículo 5 de la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos faculta a la Agencia para supervisar y vigilar el cumplimiento, por parte de los regulados, de los ordenamientos legales y reglamentarios aplicables, como es el caso de la Norma Oficial Mexicana (NOM) NOM-004-ASEA-2017, Sistemas de recuperación de vapores de gasolinas para el control de emisiones en estaciones de servicio para expendio al público de gasolinas – Métodos de prueba para determinar la eficiencia, mantenimiento y los parámetros para la operación.</p> <p>Por otro lado, de acuerdo con las fracciones VIII y IX del artículo 3 de la Ley de Infraestructura de Calidad (LIC), compete exclusivamente a las dependencias o entidades de la Administración Pública Federal elaborar las propuestas de NOM, someterlas al conocimiento de los comités consultivos nacionales de normalización, expedirlas y, en su caso, modificarlas con base en el procedimiento previsto en el artículo 35 de este ordenamiento.</p> <p>Por último, se destaca que dentro del Programa Nacional de Normalización 2017 se inscribió como tema estratégico el contar con límites máximos de emisión de vapores, los cuales se deberán observar durante el abastecimiento de gasolina en estaciones de servicio para expendio al público, y así evitar daños a la salud de las personas y reducir la emisión de precursores de ozono.</p> | |
| Reformas legislativas, regulatorias o normativas | |
| <p>En virtud de los fundamentos legales existentes, es posible establecer esta acción para implementar acciones de vigilancia y de monitoreo directo en las estaciones de servicio y gasolinas, para verificar y garantizar el cumplimiento de los sistemas de recuperación de vapores, así como para promover ante las autoridades federales competentes la actualización de la normatividad aplicable, con base en el procedimiento previsto en la LIC.</p> | |

| Factores económicos | |
|----------------------------------|---|
| Costo estimado | <p>\$3,700,000 M.N.</p> <p>Incluye la actualización de la NOM-004-ASEA-2017. El costo de instalación, operación y mantenimiento de los sensores es asumido por los entes regulados (estaciones de servicio), en tanto que el costo de desarrollo de un sistema centralizado para el procesamiento de la información registrada por sensores remotos se considera en la ficha 16.2 (plataformas de seguimiento institucional).</p> |
| Fuentes de financiamiento | <p>Algunas alternativas para el financiamiento de la acción son:</p> <ul style="list-style-type: none"> Inversión pública utilizando recursos presupuestales, recursos autogenerados, fideicomisos locales (Fideicomiso 1490 y Fondo Ambiental Público) y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Estas alternativas se pueden contemplar para la actualización de la NOM y el desarrollo del sistema centralizado para el procesamiento de las mediciones remotas. Inversión de particulares mediante la observancia obligatoria de la normatividad e incentivos de autorregulación. Se espera que el costo de implementación de la acción se traslade a los entes regulados, por lo que la adquisición de sensores será financiada por las propias estaciones de servicio que distribuyan gasolinas al público en la ZMVM. |

| Barreras de implementación | | | | | | | |
|--|-------------------|-----------------|------------------|------------------------|-------------------|---------------------------|---------------------|
| Descripción de las barreras y supuestos identificados | | | | | | | |
| <p>Si bien existen tecnologías de SRV para satisfacer la eficiencia requerida, actualmente el cumplimiento de la NOM-004-ASEA-2017 se ve mermado por la insuficiencia de laboratorios acreditados y aprobados para atender a la totalidad de los sujetos obligados. El actualizar la norma presenta retos adicionales, dado que el ajuste o modificación de cualquier NOM enfrenta barreras institucionales que deben librarse para que se autorice su publicación. Esta acción también conlleva un reto tecnológico, ya que se deben de ubicar sensores que sean capaces de medir y transmitir adecuadamente los datos de los SRV que controlan las emisiones en estaciones de servicio, y estos deberían contar con acreditaciones oficiales que garanticen su buen funcionamiento. Finalmente, la ASEA debe establecer un sistema centralizado que reciba la información y sea capaz de enviar alertas sobre las estaciones que estén incumpliendo la normativa ambiental, lo que implica asignar suficientes recursos humanos y económicos para el monitoreo y vigilancia.</p> | | | | | | | |
| Presupuestales | Económicas | Sociales | Políticas | Institucionales | Operativas | Sector involucrado | Tecnológicas |
| | | | | X | X | | X |

| Beneficios ambientales esperados | | | | | | | | | | |
|---|--|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------|-----------------------|------------|-------------------------|-----------|----------------|
| Reducción de emisiones (toneladas reducidas)⁸ | Año | PM₁₀ | PM_{2.5} | SO₂ | CO | NO_x | COV | CO₂eq | CN | Tóxicos |
| | 2024 | NA | NA | NA | NA | NA | 13 597 | NA | NA | 5527 |
| | 2030 | NA | NA | NA | NA | NA | 47 495 | NA | NA | 19 306 |
| Costo-efectividad | Costo medida M.N. / toneladas reducidas | NA | NA | NA | NA | NA | \$78 | NA | NA | ND |
| Cobeneficios | Esta acción disminuye el costo de vigilancia de la ASEA en materia de verificación del cumplimiento de la normatividad ambiental. Asimismo, al ser una norma de aplicación nacional, ofrecerá beneficios en otras entidades y zonas metropolitanas que registren problemas de calidad del aire, particularmente por ozono. | | | | | | | | | |

| Seguimiento y evaluación | | | | | |
|--------------------------|--|-----------------|--|---|---|
| Indicadores | | | | | |
| No. | Nombre | Unidades | Método de cálculo | Frecuencia de medición⁹ | Medios de verificación |
| 14.4.1.1 | Anteproyecto de norma elaborado | Documento | Conteo | 2 años (años 2 y 3) | Documento elaborado |
| 14.4.1.2 | Norma publicada | Documento | Conteo | 3 años (años 3, 4, 5) | Publicación del documento en el DOF |
| 14.4.2.1 | Sistema de detección en funcionamiento | Documento | Conteo | Única vez (año 5) | Sistema operativo en un servidor de la ASEA, información sobre el desarrollo y funcionamiento del sistema |
| 14.4.2.2 | Porcentaje de estaciones de servicio con sistemas de monitoreo remoto instalados | Porcentaje | (Estaciones de servicio con sistemas de monitoreo remoto instalados/ Total de estaciones de servicio) *100 | 5 años (años 6, 7, 8, 9, 10) | Bases de datos de la ASEA |

| Cronograma de implementación | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|------------------|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Metas y avances¹⁰ | | | | | | | | | | | |
| Actividad | Indicador | Año | | | | | | | | | |
| | | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
| 14.4.1 | 14.4.1.1 | | 20% | 30% | | | | | | | |
| | 14.4.1.2 | | | 10% | 40% | 70% | | | | | |
| 14.4.2 | 14.4.2.1 | | | | | 25% | | | | | |
| | 14.4.2.2 | | | | | | 15% | 30% | 45% | 60% | 75% |

⁸ Se utilizan las siguientes siglas: NA para no aplica, ND para no determinado y NA* en caso de que se espere un incremento de emisiones de dicho contaminante.

⁹ El porcentaje de avance a la fecha de medición del indicador puede tener avances parciales en años previos, por lo que se presenta el porcentaje de avance estimado en el cronograma de ejecución.

¹⁰ Los porcentajes por indicador son acumulativos y están establecidos con base en el nivel de esfuerzo requerido para completar la actividad que conforman. La ejecución total de la actividad corresponde al 100%, el cual se obtiene al sumar la aportación final de cada indicador.

| | |
|--------------------|--|
| Medida 15 | Comunicación y prevención de riesgos a la salud |
| Acción 15.1 | Regulación de calidad del aire para protección a la salud |
| Subsector | Protección a la salud y calidad del aire |

Descripción

Actualizar y desarrollar normatividad relacionada con las actividades de monitoreo atmosférico, con la finalidad de optimizar la medición y difusión de la información de calidad del aire, en beneficio de la salud de la población.

Diagnóstico

En materia ambiental, corresponde al Gobierno Federal y a los Estados adoptar medidas legislativas y administrativas con el propósito de asegurar la protección del medio ambiente, la preservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio ambiental, el derecho a un medio ambiente sano y la protección de la salud, así como garantizar el uso sostenible de los recursos naturales. Tales medidas comprenden, por lo menos, la generación y difusión de información sobre el medio ambiente; la evaluación previa y el control, autorización, reglamentación o prohibición de sustancias y actividades que pudieran ser nocivas para el medio ambiente; la disposición de condiciones para la participación pública en la adopción de decisiones sobre el medio ambiente; el establecimiento de recursos administrativos y judiciales y los medios de reparación efectivos a implementar cuando se presenten daños ambientales; así como asegurar que empresas y otros actores cumplan con sus deberes de protección ambiental y protección de la salud respecto de los derechos humanos en concordancia con los objetivos del desarrollo sostenible.

La protección del medio ambiente engloba el control de emisiones a la atmósfera, el conocimiento de la dispersión de los contaminantes, así como la vigilancia de los niveles de emisiones y las concentraciones de los contaminantes en el aire. En este sentido, los sistemas de monitoreo de la calidad del aire permiten dar seguimiento a los niveles de contaminantes. Los objetivos principales de estos sistemas son registrar los valores de concentración de los contaminantes atmosféricos para definir niveles de calidad del aire y activar protocolos de actuación en caso de registrar valores altos de contaminación que pongan en riesgo la salud de la población. Otros objetivos de estos sistemas son:

- Localizar zonas con problemas de contaminación y conocer su evolución espacio-temporal.
- Cumplir con la legislación en materia de protección del aire ambiente y contaminación atmosférica.
- Informar a la ciudadanía del estado de la calidad del aire.
- Generar información para el diseño e implementación de programas de gestión de la calidad del aire.

La operación de los sistemas de vigilancia de calidad del aire requiere contar con lineamientos que definan estándares de actuación, a través de normas oficiales mexicanas (NOM) y normas técnicas. El Gobierno Federal es el responsable de establecer los estándares para la protección de la salud pública y vigilar su cumplimiento, así como los métodos para la medición de los contaminantes en la atmósfera. En este sentido, están normados los límites permisibles en el aire ambiente para los siguientes contaminantes criterio: CO, NO₂, O₃, Pb, SO₂ y partículas PM₁₀ y PM_{2.5}. Además, se cuenta con normas para la operación de los sistemas de monitoreo y la difusión de la información de calidad del aire a través del Índice Aire y Salud. Los estándares y lineamientos publicados en las NOM son de observación obligatoria en todo el país y están condicionados a una revisión periódica que refleje la evidencia más reciente sobre los efectos en la salud y la gestión de la calidad del aire.

En relación con los efectos a la salud, diversas investigaciones refieren que se encuentran en la atmósfera otros compuestos que ocasionan daño a la salud de la población y los ecosistemas de forma directa o indirecta, por lo cual deben considerarse su regulación. Este es el caso del conjunto de compuestos tóxicos provenientes de la familia de hidrocarburos volátiles conocidos como BTX: Benceno, Tolueno y Xileno. Estos compuestos tienen la capacidad de dañar al cerebro, por su acción neurotóxica, y al sistema nervioso central, además de que el benceno se considera cancerígeno. Estos compuestos se encuentran comúnmente en disolventes de pintura y de laca, pegamentos, repelentes de polillas, aromatizantes del aire, materiales plásticos, conservadores de madera, sustancias en aerosol, disolventes de grasa, productos de uso automotriz, gasolina y líquidos para la industria de lavado en seco.

| Actividades | | | | | | |
|-------------|---|---------------------------------|----------------|-----------|-----------|--------------|
| Número | Descripción | Indicador | Entidad | Meta 2024 | Meta 2030 | Costo (MLN.) |
| 15.1.1 | Elaborar una norma de salud ambiental que establezca límites permisibles de compuestos tóxicos (BTX) en el aire ambiente y criterios para su evaluación. | | | | | |
| | 15.1.1.1 Elaborar el anteproyecto de norma, con propuesta previamente aprobada, que incluya información reciente sobre sus efectos a la salud y los límites permisibles impuestos en otras ciudades del mundo. Además, se deberá integrar un grupo de trabajo de expertos en salud y medioambiente para la revisión y discusión de la evidencia encontrada. | Anteproyecto de norma elaborado | FED (COFEPRIS) | 1 | 1 | \$3,027,375 |

| | | | | | | |
|--------|--|---------------------------------|----------------|---|---|-------------|
| | 15.1.1.2 Elaborar el proyecto y publicar la norma para su entrada en vigor. | Norma publicada | FED (COFEPRIS) | 1 | 1 | \$709,500 |
| | Actualizar los estándares nacionales de salud ambiental que establecen límites permisibles de contaminantes criterio en el aire ambiente como medida para la protección a la salud. | | | | | |
| 15.1.2 | <p>15.1.2.1 Publicar las siguientes normas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • NOM-020-SSA1-2014, Salud ambiental. Valor límite permisible para la concentración de ozono (O₃) en el aire ambiente y criterios para su evaluación. • NOM-021-SSA1-1993, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al monóxido de carbono (CO). Valor permisible para la concentración de monóxido de carbono (CO) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población. • NOM-023-SSA1-1993, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al bióxido de nitrógeno (NO₂). Valor normado para la concentración de bióxido de nitrógeno (NO₂) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población. • NOM-025-SSA1-2014, Salud ambiental. Valores límite permisibles para la concentración de partículas suspendidas PM₁₀ y PM_{2.5} en el aire ambiente y criterios para su evaluación. • NOM-026-SSA1-1993, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al Plomo (Pb). Valor normado para la concentración de Plomo (Pb) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población. Se deberá primero determinar la necesidad de actualización. <p>Es necesaria la revisión de la normatividad al menos cada cinco años y, en su caso, actualizar los límites permisibles de concentración en el aire ambiente para proteger la salud de la población.</p> | Normas publicadas | FED (COFEPRIS) | 5 | 5 | \$3,547,500 |
| | Revisar los criterios establecidos en la NOM-172-SEMARNAT-2019, Lineamientos para la obtención y comunicación del Índice de Calidad del Aire y Riesgos a la Salud. | | | | | |
| 15.1.3 | 15.1.3.1 Elaborar un anteproyecto de norma, con propuesta previamente aprobada. Se deberá conjuntar un grupo de trabajo de expertos en salud y medioambiente para la revisión y discusión de la evidencia encontrada. El anteproyecto deberá considerar los cambios en las normas que establecen los límites permisibles de concentración en el aire ambiente para los contaminantes criterio y el algoritmo de cálculo para el índice. Además, se buscará generar una escala que permita una mejor comunicación de la calidad del aire y riesgo a la salud. | Anteproyecto de norma elaborado | FED (SEMARNAT) | 1 | 1 | \$1,886,000 |
| | 15.1.3.2 Elaborar el proyecto y publicar la norma para su entrada en vigor. | Norma publicada | FED (SEMARNAT) | 1 | 1 | \$709,500 |

| Actualizar, o en su caso, definir nuevos métodos de medición de contaminantes criterio en el aire ambiente y sus especificaciones de operación. | | | | | | |
|---|---|---------------------------------|----------------|---|---|--------------|
| 15.1.4 | <p>15.1.4.1 Elaborar los anteproyectos de norma, con propuestas previamente aprobadas, que consideren una investigación de la información más reciente sobre los métodos de operación en otros países y en México, así como sus controles de calidad para un manejo adecuado de los instrumentos y equipos. En ese sentido, se deberá conjuntar un grupo de trabajo de expertos en salud y medioambiente para la revisión y discusión de la evidencia encontrada, y así proponer lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> Actualización de la NOM-034-SEMARNAT-1993 (monóxido de carbono, CO). Actualización de la NOM-035-SEMARNAT-1993 (partículas suspendidas totales, PST) Actualización de la NOM-036-SEMARNAT-1993 (ozono, O₃). Actualización de la NOM-037-SEMARNAT-1993 (dióxido de nitrógeno, NO₂). Actualización de la NOM-038-SEMARNAT-1993 (dióxido de azufre, SO₂). Creación de una norma para el método de medición y monitoreo de partículas suspendidas menores o igual a 10 y 2.5 micrómetros (PM₁₀ y PM_{2.5}, respectivamente). | Anteproyecto de norma elaborado | FED (SEMARNAT) | 2 | 6 | \$11,316,000 |
| | <p>15.1.4.2 Elaborar los proyectos y publicar las normas para su entrada en vigor.</p> | Normas publicadas | FED (SEMARNAT) | 2 | 6 | \$4,257,000 |

| Actualizar la NOM-156-SEMARNAT-2012, Establecimiento y operación de sistemas de monitoreo de la calidad del aire. | | | | | | |
|---|---|---------------------------------|----------------|---|---|-------------|
| 15.1.5 | <p>15.1.5.1 Elaborar el anteproyecto de norma, con propuesta previamente aprobada, con las siguientes consideraciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> Contar con información reciente sobre la operación de sistemas de monitoreo en otros países y en México, incluyendo precisión y exactitud deseada para cada contaminante criterio; controles mínimos requeridos en la operación de la caseta de monitoreo (tierras físicas, variaciones de corriente eléctrica, temperatura interna de la caseta, distancia entre tomas de muestra de equipos, etc.); criterios para la determinación de flujo de la muestra en la toma de muestra; criterios de instalación de una caseta de monitoreo para la medición continua de gases y partículas; controles de calidad para la operación de equipos manuales denominados métodos de referencia; criterios de instalación de equipo manuales denominados métodos de referencia; auditorías y manejo de datos. Se requerirá conjuntar un grupo de trabajo de expertos en salud y medioambiente para la revisión y discusión de la evidencia encontrada. | Anteproyecto de norma elaborado | FED (SEMARNAT) | 1 | 1 | \$1,886,000 |
| | <p>15.1.5.2 Elaborar el proyecto y publicar la norma para su entrada en vigor.</p> | Norma publicada | FED (SEMARNAT) | 1 | 1 | \$709,500 |

| Responsables e involucrados | |
|-----------------------------------|---|
| Entidades responsables | Gobierno Federal |
| Instituciones responsables | <ul style="list-style-type: none"> Gobierno Federal: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) – Dirección General de Fomento Ambiental, Urbano y Turístico, y Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) - Dirección Ejecutiva de Manejo de Riesgos |
| Actores involucrados | <ul style="list-style-type: none"> Gobierno Federal: Secretaría de Salud, Instituto Nacional de Salud Pública (INSP) e Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) Coordinación Ejecutiva de la Comisión Ambiental de la Megalópolis (CE-CAMe) Ciudad de México: Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA), el Sistema de Monitoreo Atmosférico (SIMAT) y Secretaría de Salud (SEDESA) Estado de México: Secretaría del Medio Ambiente (SMAGEM) y la Red de Monitoreo Atmosférico (RAMA) Estado de Hidalgo: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNATH) y Sistema de Monitoreo Atmosférico (SIMAEH) Otros: Instituciones académicas y de investigación tanto nacionales como internacionales, con experiencia en el monitoreo del aire ambiente respecto de contaminantes normados, tóxicos, incluyendo expertos en fisicoquímica, manejo de equipo analítico e impactos en salud |

| Marco normativo | |
|---|--|
| Fundamento jurídico | |
| Fundamentos en leyes generales o federales | |
| <p>La fracción I del artículo 111 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente faculta a la SEMARNAT para expedir NOM que establezcan la calidad ambiental de las distintas áreas, zonas o regiones del territorio nacional con base en los valores de concentración máxima permisible para la salud pública de contaminantes en el ambiente determinados por la Secretaría de Salud, en tanto que la fracción VI señala como otra de las facultades de la SEMARNAT el establecimiento y operación de los sistemas de monitoreo de la calidad del aire. Asimismo, la fracción VI del artículo 112 faculta a los gobiernos locales para establecer y operar, con el apoyo técnico de la SEMARNAT, sistemas de monitoreo de la calidad del aire.</p> <p>Por otro lado, la Ley General de Salud, en su artículo 116, establece que, en materia de efectos del ambiente en la salud de la población, las autoridades sanitarias establecerán las normas, tomarán medidas y realizarán las actividades a que se refiere esta Ley con el objetivo de protección a la salud humana ante los riesgos sanitarios y daños dependientes de las condiciones del ambiente. El artículo 118, fracción I, señala que corresponde a la Secretaría de Salud determinar los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente, mientras que el artículo 119 fracción I y I bis señalan que corresponde a la Secretaría de Salud y a los gobiernos de las entidades federativas, en sus respectivos ámbitos de competencia, desarrollar investigación permanente y sistemática de los riesgos y daños que para la salud de la población origine la contaminación del ambiente, y formular programas para la atención y control de los efectos nocivos del ambiente en la salud que consideren, entre otros, aspectos del cambio climático.</p> <p>En este sentido, las siguientes NOM establecen lineamientos para la operación de sistemas de calidad del aire, la comunicación del estado de la calidad del aire, y los métodos de medición de contaminantes criterio:</p> <ul style="list-style-type: none"> NOM-156-SEMARNAT-2012, Establecimiento y operación de sistemas de monitoreo de la calidad del aire. NOM-172-SEMARNAT-2019, Lineamientos para la obtención y comunicación del Índice de Calidad del Aire y Riesgos a la Salud. NOM-034-SEMARNAT-1993, Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de monóxido de carbono en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición. NOM-035-SEMARNAT-1993, Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de partículas suspendidas totales en el aire ambiente y el procedimiento para la calibración de los equipos de medición. NOM-036-SEMARNAT-1993, Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de ozono en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición. NOM-037-SEMARNAT-1993, Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de bióxido de nitrógeno en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición. NOM-038-SEMARNAT-1993, Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de bióxido de azufre en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición. <p>Por otro lado, las NOM de salud ambiental que establecen límites permisibles para la concentración de contaminantes criterio en el aire ambiente son:</p> <ul style="list-style-type: none"> NOM-020-SSA1-2014, Salud ambiental. Valor límite permisible para la concentración de ozono (O₃) en el aire ambiente y criterios para su evaluación. | |

- NOM-021-SSA1-1993, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al monóxido de carbono (CO). Valor permisible para la concentración de monóxido de carbono (CO) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.
- NOM-022-SSA1-2019, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al dióxido de azufre (SO₂). Valores normados para la concentración de dióxido de azufre (SO₂) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.
- NOM-023-SSA1-1993, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al bióxido de nitrógeno (NO₂). Valor normado para la concentración de bióxido de nitrógeno (NO₂) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.
- NOM-025-SSA1-2014, Salud ambiental. Valores límites permisibles para la concentración de partículas suspendidas PM₁₀ y PM_{2.5} en el aire ambiente y criterios para su evaluación.
- NOM-026-SSA1-1993, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al Plomo (Pb). Valor normado para la concentración de Plomo (Pb) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.

Reformas legislativas, regulatorias o normativas

En virtud de que existen disposiciones legales que fundamentan la adopción de la acción, no se estima necesario proponer reformas o adiciones en la materia, más que la revisión y, en su caso, actualización de las siguientes normas: NOM-156-SEMARNAT-2012, NOM-172-SEMARNAT-2019, NOM-020-SSA1-2014, NOM-021-SSA1-1993, NOM-023-SSA1-1993, NOM-025-SSA1-2014, NOM-026-SSA1-1993, NOM-034-SEMARNAT-1993, NOM-035-SEMARNAT-1993, NOM-036-SEMARNAT-1993, NOM-037-SEMARNAT-1993 y NOM-038-SEMARNAT-1993.

| Factores económicos | |
|----------------------------------|--|
| Costo estimado | \$28,100,000 M.N. Incluye participación de personal de dos dependencias gubernamentales y costo de elaboración de documentos para la actualización de las normas propuestas. |
| Fuentes de financiamiento | Algunas alternativas para el financiamiento de la acción son: <ul style="list-style-type: none"> • Inversión pública utilizando recursos presupuestales, recursos autogenerados y fideicomisos locales (Fideicomiso 1490 y Fondo Ambiental Público). Se buscará colaborar con entidades como el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) y la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación (SECTI). • Alternativas de apoyo internacional como la Coalición Clima y Aire Limpio (CCAC) y el Banco Mundial. |

| Barreras de implementación | | | | | | | |
|---|------------|----------|-----------|-----------------|------------|--------------------|--------------|
| Descripción de las barreras y supuestos identificados | | | | | | | |
| El actualizar la normatividad actual presenta retos importantes, dado que el ajuste o modificación de cualquier NOM enfrenta barreras institucionales que deben librarse para que se autorice su publicación. Es necesario contar con la voluntad política y el financiamiento para llevar a cabo las campañas y proyectos de investigación necesarios para actualizar las normas. Asimismo, se requiere contar con un equipo multidisciplinario e investigadores tanto nacionales como internacionales con experiencia para proponer los proyectos de norma. | | | | | | | |
| Presupuestales | Económicas | Sociales | Políticas | Institucionales | Operativas | Sector involucrado | Tecnológicas |
| X | | | X | X | X | | |

| Beneficios ambientales esperados | | | | | | | | | | |
|---|--|------------------|-------------------|-----------------|----|-----------------|-----|--------------------|----|---------|
| Reducción de emisiones (toneladas reducidas) ¹ | Año | PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | CO | NO _x | COV | CO ₂ eq | CN | Tóxicos |
| | 2024 | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| | 2030 | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| Costo-efectividad | Costo medida M.N. / toneladas reducidas | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| Cobeneficios | Esta acción permitirá contar con estándares de salud actualizados que apoyen a las políticas públicas en materia de calidad del aire. En específico, se desarrollarán lineamientos adecuados para la operación de los sistemas de vigilancia y monitoreo de contaminantes atmosféricos, que son de aplicación nacional, lo que a su vez facilita las acciones encaminadas a informar y prevenir a la población sobre los niveles de contaminantes normados en el aire ambiente y sus posibles riesgos a la salud | | | | | | | | | |

1 Se utilizan las siguientes siglas: NA para no aplica, ND para no determinado y NA* en caso de que se espere un incremento de emisiones de dicho contaminante.

en todo el país. Asimismo, se contempla contar con regulación para otros compuestos tóxicos y así ayudar a prevenir riesgos e impactos a la salud. En conjunto, actualizar la normatividad permitirá generar datos confiables para la evaluación y seguimiento de las estrategias de gestión de la calidad del aire instrumentadas en la Zona Metropolitana del Valle de México, para después actualizar las políticas de control, reducción y seguimiento de la contaminación atmosférica.

| Seguimiento y evaluación | | | | | |
|--------------------------|---------------------------------|-----------|-------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Indicadores | | | | | |
| No. | Nombre | Unidades | Método de cálculo | Frecuencia de medición ² | Medios de verificación |
| 15.1.1.1 | Anteproyecto de norma elaborado | Documento | Conteo | 2 años (años 2, 3) | Documento elaborado |
| 15.1.1.2 | Norma publicada | Documento | Conteo | 2 años (años 4, 5) | Publicación del documento en el DOF |
| 15.1.2.1 | Norma publicada | Documento | Conteo | 3 años (años 2, 3, 4) | Publicación del documento en el DOF |
| 15.1.3.1 | Anteproyecto de norma elaborado | Documento | Conteo | Única vez (año 3) | Anteproyecto publicado en DOF |
| 15.1.3.2 | Norma publicada | Documento | Conteo | Única vez (año 5) | Norma publicada en DOF |
| 15.1.4.1 | Anteproyecto de norma elaborado | Documento | Conteo | 6 años (años 2, 3, 5, 6, 7, 8) | Anteproyecto publicado en DOF |
| 15.1.4.2 | Norma publicada | Documento | Conteo | 6 años (años 3,4, 6, 7, 8, 9) | Norma publicada en DOF |
| 15.1.5.1 | Anteproyecto de norma elaborado | Documento | Conteo | Única vez (año 3) | Anteproyecto publicado en DOF |
| 15.1.5.2 | Norma publicada | Documento | Conteo | Única vez (año 4) | Norma publicada en DOF |

| Seguimiento y evaluación | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Metas y avances ³ | | | | | | | | | | | |
| Actividad | Indicador | Año | | | | | | | | | |
| | | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
| 15.1.1 | 15.1.1.1 | | 25% | 50% | | | | | | | |
| | 15.1.1.2 | | | | 25% | 50% | | | | | |
| 15.1.2 | 15.1.2.1 | | 40% | 80% | 100% | | | | | | |
| 15.1.3 | 15.1.3.1 | | | 50% | | | | | | | |
| | 15.1.3.2 | | | | 50% | | | | | | |
| 15.1.4 | 15.1.4.1 | | 5% | 10% | 15% | 20% | 25% | 30% | | | |
| | 15.1.4.2 | | | 20% | 30% | 40% | 50% | 60% | 70% | | |
| 15.1.5 | 15.1.5.1 | | | 50% | | | | | | | |
| | 15.1.5.2 | | | | 50% | | | | | | |

2 El porcentaje de avance a la fecha de medición del indicador puede tener avances parciales en años previos, por lo que se presenta el porcentaje de avance estimado en el cronograma de ejecución.
3 Los porcentajes por indicador son acumulativos y están establecidos con base en el nivel de esfuerzo requerido para completar la actividad que conforman. La ejecución total de la actividad corresponde al 100%, el cual se obtiene al sumar la aportación final de cada indicador.

| | |
|--------------------|---|
| Medida 15 | Comunicación y prevención de riesgos a la salud |
| Acción 15.2 | Actualización del Programa de Contingencias Ambientales Atmosféricas |
| Subsector | Comunicación de riesgos y protección a la salud |

| Descripción |
|--|
| Actualizar y desarrollar instrumentos regulatorios y mecanismos de comunicación, para su aplicación en episodios de contingencia ambiental atmosférica con el objetivo de reducir la exposición y proteger la salud de la población. |

| Diagnóstico |
|---|
| <p>La contaminación atmosférica es considerada uno de los problemas más apremiantes de la actualidad. En muchas ciudades de México y del mundo, incluida la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), el nivel de contaminantes en la atmósfera supera los valores recomendados en las guías de calidad del aire de la Organización Mundial de la Salud (OMS) para proteger la salud humana. La OMS estima que cada año la contaminación del aire da lugar a siete millones de muertes prematuras provocadas por enfermedades cardíacas, derrames cerebrales, cáncer de pulmón, enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) e infecciones respiratorias y es, en este sentido, que la OMS considera a la contaminación del aire como el determinante ambiental que más afecta la salud de la población. La dificultad para atender este problema se atribuye a su naturaleza compleja y multifactorial, dada la gran cantidad y diversidad de actividades generadoras de contaminantes, la importante influencia que tienen la química atmosférica y las condiciones meteorológicas locales y globales en los niveles de contaminación y que a su vez se ven afectadas por el cambio climático.</p> <p>Cabe destacar que ciertas particularidades de la ZMVM, como su ubicación geográfica y características orográficas, ejercen una función determinante en la calidad del aire, dificultando la circulación del viento y la dispersión de contaminantes al localizarse a una altitud promedio de 2240 metros sobre el nivel del mar (m s.n.m.) y en una cuenca rodeada por una cadena montañosa que supera los 5000 m s.n.m. Esto, sumado a las condiciones meteorológicas que caracterizan a ciertas épocas del año (temporada seca caliente, que contribuye a la formación de ozono, y la temporada seca fría, que favorece incrementos en la concentración de partículas) propicia que frecuentemente se superen los valores normados para algunos contaminantes y, en ocasiones, se alcancen concentraciones que pueden poner en riesgo la salud de la población. Esta influencia de los fenómenos meteorológicos en los niveles de contaminantes puede ocasionar concentraciones extraordinarias, lo cual es evidente al revisar los registros del Sistema de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México (SIMAT) en los últimos 10 años.</p> <p>Durante la temporada cálida, que comprende los meses de marzo a junio, los sistemas anticiclónicos generan estabilidad atmosférica, cielo despejado, intensa radiación solar, temperatura elevada y baja humedad, que favorecen una escasa dispersión de los contaminantes y un aumento en la actividad fotoquímica de la atmósfera, dando lugar a un incremento en las concentraciones de ozono. Actualmente, el valor para activar la Fase I del programa de contingencias para ozono es igual o mayor a los 155 ppb. En el caso de las PM₁₀ y PM_{2.5}, su activación en Fase I es a más de 214 µg/m³ para PM₁₀ y más de 97.4 µg/m³ para PM_{2.5}. Para partículas, los incrementos en las concentraciones se presentan principalmente el 25 de diciembre (Navidad) y el 31 de diciembre (año nuevo), y está atribuido a la quema de pirotecnia y a condiciones meteorológicas como vientos débiles en las primeras horas de la mañana, la presencia de inversiones térmicas de superficie y temperaturas mínimas de 5°C; condiciones que evitan la dispersión de contaminantes.</p> <p>Por otra parte, eventos de alta contaminación, como los ocurridos en mayo de 2019, son ocasionados por la intrusión de partículas y gases provenientes de incendios forestales registrados en otros estados aledaños, derivando en el paro de actividades en la ciudad por varios días debido a la activación de contingencias atmosféricas por PM_{2.5} y ozono. Estos eventos, en conjunto con el fenómeno de la reducción de emisiones que se presentó en diversas ciudades del mundo por la pandemia de COVID19, donde, aún con la disminución de emisiones, se tuvo que decretar una contingencia ambiental por ozono en el Valle de México, dejaron precedentes para modificar los conceptos de actuación y para decretar contingencias ambientales atmosféricas. Recientemente, las tolvaneras también han sido una causa puntual de incrementos extraordinarios, por lo cual, es fundamental considerar la activación de contingencias por estos eventos no ordinarios.</p> <p>Para coadyuvar a reducir estos episodios extraordinarios, desde 1990, las autoridades locales y federales han implementado acciones dirigidas a los propietarios de industrias, comercios y servicios y a los ciudadanos en general, con el fin de controlar y reducir las emisiones contaminantes del aire, reducir la exposición de la población y con esto disminuir los efectos adversos a la salud humana. Sin embargo, las condiciones actuales de contaminación, tecnologías vehiculares y de control de emisiones son diferentes y se requiere una visión diferente en la concepción de nuevos programas de contingencias ambientales atmosféricas.</p> |

| Actividades | | | | | | |
|---|--|---|---------------------|-----------|-----------|--------------|
| Número | Descripción | Indicador | Entidad | Meta 2024 | Meta 2030 | Costo (M.N.) |
| Actualizar el programa de contingencias atmosféricas de la ZMVM. | | | | | | |
| 15.2.1 | <p>15.2.1.1 Desarrollar y publicar un nuevo programa, que contemple, como mínimo, lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> Revisión y actualización de apartados de aplicación del programa, medidas y acciones aplicables, competencias, exenciones y sanciones. Actualización de los umbrales de activación de contingencia de ozono, PM₁₀ y PM_{2.5} y la definición de umbrales y otros contaminantes. Establecimiento de umbrales de activación de contingencia, basados en la exposición de la población y en función de riesgos a la salud, así como una evaluación costo-beneficio de la restricción de actividades económicas. El establecimiento de umbrales no debe limitarse únicamente a evaluaciones con modelación fotoquímica. Desarrollo de protocolos ante eventos provocados por emisiones inusuales y fuentes exógenas, localizadas y transitorias, así como fuentes específicas y/o condiciones meteorológicas extraordinarias (por ejemplo, incendios forestales y de estructuras, tolvaneras, pirotecnia, emisiones volcánicas, por mencionar algunas), considerando también acciones de protección a la salud. Capítulo de cumplimiento y verificación. <p>Publicación de los documentos a nivel local (SEDEMA, SMAGEM), en coordinación con el gobierno y federal (SEMARNAT-CAMe).</p> | Programas de contingencias publicados | CDMX | 1 | 1 | \$5,000,000 |
| | | | EDOMEX | 1 | 1 | |
| Desarrollar mecanismos de seguimiento, operación y reporte del programa de contingencias atmosféricas. | | | | | | |
| 15.2.2 | <p>15.2.2.1 Generar, publicar e implementar mecanismos de operación, seguimiento interinstitucional y reporte, que sirvan como lineamientos de operación y vigilancia para todas las instancias involucradas en la implementación del programa de contingencias ambientales atmosféricas en los tres órdenes de gobierno y en los estados que comprenden la ZMVM. Estos lineamientos deberán considerar protocolos de atención ciudadana en tiempo real. Se deberán evaluar diferentes mecanismos de comunicación s, como comunicados a través de redes sociales, aplicaciones móviles, canales institucionales y/o alertas personalizadas durante episodios de contingencia ambiental.</p> | Documentos con lineamientos de seguimiento y operación publicados | CDMX | 1 | 1 | \$900,000 |
| | | | EDOMEX | 1 | 1 | \$900,000 |
| | | | FED (SEMARNAT/CAMe) | 1 | 1 | \$900,000 |

| Responsables e involucrados | |
|-----------------------------------|--|
| Entidades responsables | Gobierno Federal, Ciudad de México y Estado de México |
| Instituciones responsables | <ul style="list-style-type: none"> Gobierno Federal: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) – Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes Coordinación Ejecutiva de la Comisión Ambiental de la Megalópolis (CE-CAME) Ciudad de México: Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA) Estado de México: Secretaría del Medio Ambiente (SMAGEM) |
| Actores involucrados | <ul style="list-style-type: none"> Gobierno Federal: Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), Secretaría de Salud, Instituto Nacional de Salud Pública (INSP) y Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) Ciudad de México: Sistema de Monitoreo Atmosférico (SIMAT), Secretaría de Salud (SEDESA) y alcaldías Estado de México: Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA), Secretaría de Salud y municipios Estado de Hidalgo: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales de Hidalgo (SEMARNATH) y municipios |

| Marco normativo |
|--|
| Fundamento jurídico |
| <p>Fundamentos en leyes generales o federales</p> <p>Por lo que respecta a los mecanismos de comunicación, la fracción XII del artículo 7 y la fracción XI del artículo 8 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) facultan a las entidades federativas y a los municipios para participar en emergencias y contingencias ambientales conforme a las políticas y programas de protección civil que al efecto se establezcan. Asimismo, la fracción VIII del artículo 112 de la LGEEPA faculta a las entidades federativas, a los municipios y a las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México para tomar las medidas preventivas necesarias para evitar contingencias ambientales por contaminación atmosférica.</p> <p>Por lo que respecta a la parte regulatoria: (i) la fracción I del artículo 111 de la LGEEPA faculta a la SEMARNAT para expedir las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) que establezcan la calidad ambiental de las distintas áreas, zonas o regiones del territorio nacional, con base en los valores de concentración máxima permisible para la salud pública de contaminantes en el ambiente, determinados por la Secretaría de Salud, y (ii) la fracción XIV la faculta para expedir las NOM que establezcan las previsiones a las cuales deberá sujetarse la operación de fuentes fijas que emitan contaminantes a la atmósfera, en casos de contingencias y emergencias ambientales.</p> <p>Fundamentos en leyes locales</p> <p><u>Ciudad de México</u></p> <p>Por lo que respecta a los mecanismos de comunicación, la fracción XXXVII del artículo 9 de la Ley Ambiental de Protección a la Tierra en el Distrito Federal (LAPTFDF) faculta a la SEDEMA para elaborar, publicar y aplicar, en el ámbito de sus atribuciones y con la participación que corresponda a las demás autoridades competentes, los programas y medidas para prevenir, controlar y minimizar las contingencias ambientales o emergencias ecológicas. La fracción V del artículo 10 de la LAPTFDF faculta a las alcaldías para difundir los programas y estrategias relacionadas con el equilibrio ecológico, la protección al ambiente y la contingencia o emergencia ambiental. Finalmente, el artículo 184 de la LAPTFDF establece que la declaratoria y las medidas que se aplicarán durante contingencias ambientales deberán darse a conocer a través de los medios de comunicación masiva y de los instrumentos que se establezcan para tal efecto.</p> <p><u>Estado de México</u></p> <p>Por lo que respecta a los mecanismos de comunicación, la fracción XXI del artículo 2.8 del Código para la Biodiversidad del Estado de México (CPBEM) faculta a la SMAGEM para participar en emergencias y contingencias ambientales conforme a las políticas y programas de protección civil que al efecto se establezcan. La fracción XI del artículo 2.9 del CPBEM faculta a los municipios para atender y controlar emergencias y contingencias ambientales coordinadamente con el Ejecutivo Estatal en sus respectivas circunscripciones territoriales. Por último, el artículo 2.198 establece que la declaratoria de contingencias ambientales deberá darse a conocer conjuntamente con las medidas correspondientes a través de los medios de comunicación masiva y de los instrumentos que se establezcan para tal efecto.</p> |
| Reformas legislativas, regulatorias o normativas |
| Por lo que respecta a los mecanismos de comunicación, si bien es cierto que la LAPTFDF y el CPBEM establecen la obligación de dar a conocer las declaratorias de contingencias ambientales a través de los medios de comunicación masiva y de los instrumentos correspondientes, se recomienda diversificar y fortalecer los mecanismos de comunicación para reducir la exposición y proteger la salud de la población. |

| Factores económicos | |
|----------------------------------|--|
| Costo estimado | \$7,700,000 M.N. Incluye el costo por la elaboración del nuevo programa de contingencias, así como del desarrollo de mecanismos de operación interinstitucional y de comunicación con la ciudadanía y los sectores involucrados. |
| Fuentes de financiamiento | <p>Algunas alternativas para el financiamiento de la acción son:</p> <ul style="list-style-type: none"> Inversión pública utilizando recursos presupuestales, recursos autogenerados y fideicomisos locales (Fideicomiso 1490 y Fondo Ambiental Público). Se buscará colaborar con entidades como el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) y la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación (SECITI). Alternativas de apoyo internacional como la Coalición Clima y Aire Limpio (CCAC) y el Banco Mundial. |

| Barreras de implementación | | | | | | | |
|---|------------|----------|-----------|-----------------|------------|--------------------|--------------|
| Descripción de las barreras y supuestos identificados | | | | | | | |
| <p>La actualización del programa de contingencias atmosféricas presenta distintos retos y barreras. En primer lugar, la falta de datos epidemiológicos locales de calidad para la determinación de umbrales adecuados para la declaratoria de fases de contingencia atmosférica. Asimismo, las medidas restrictivas durante episodios de contingencia atmosférica, así como la interpretación diversa en diferentes medios de comunicación. Por otro lado, los retos institucionales se vinculan con mejorar la coordinación de actividades entre los equipos de trabajo de distintas dependencias, de acuerdo con las competencias establecidas en las diferentes instituciones gubernamentales. Se observa también la necesidad de contar con la disposición de los municipios y alcaldías, para la coordinación de actividades a nivel zona metropolitana, el involucramiento ciudadano y de distintos sectores industriales, comercios y servicios que deben comprender el fenómeno y cumplir con las recomendaciones y medidas establecidas.</p> <p>Otra barrera es la falta de recursos económicos, infraestructura y personal capacitado para el monitoreo, implementación, evaluación y actualización constante de plataformas de comunicación, lo cual dificulta la emisión y difusión de los mensajes a comunicar, en relación con las acciones a ejecutar en episodios de contingencia atmosférica, así como la interpretación diversa en diferentes medios de comunicación. Por otro lado, los retos institucionales se vinculan con mejorar la coordinación de actividades entre los equipos de trabajo de distintas dependencias, de acuerdo con las competencias establecidas en las diferentes instituciones gubernamentales. Se observa también la necesidad de contar con la disposición de los municipios y alcaldías, para la coordinación de actividades a nivel zona metropolitana, el involucramiento ciudadano y de distintos sectores industriales, comercios y servicios que deben comprender el fenómeno y cumplir con las recomendaciones y medidas establecidas.</p> | | | | | | | |
| Presupuestales | Económicas | Sociales | Políticas | Institucionales | Operativas | Sector involucrado | Tecnológicas |
| X | X | X | | X | X | X | |

| Beneficios ambientales esperados | | | | | | | | | | |
|---|--|------------------|-------------------|-----------------|----|-----------------|-----|--------------------|----|---------|
| Reducción de emisiones (toneladas reducidas) ¹ | Año | PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | CO | NO _x | COV | CO ₂ eq | CN | Tóxicos |
| | 2024 | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| | 2030 | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| Costo-efectividad | Costo medida M.N. / toneladas reducidas | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| Cobeneficios | Contar con un programa de contingencias actualizado permitirá incrementar la transparencia gubernamental, para la creación de políticas públicas basadas en conocimiento científico. Asimismo, los esfuerzos en el marco de la acción podrán fortalecer mecanismos de comunicación y atención ciudadana que podrían influir en otras medidas y acciones del ProAire. Finalmente, durante las contingencias también se mitigan contaminantes no regulados, tóxicos y climáticos, cuando se establecen medidas restrictivas. | | | | | | | | | |

¹ Se utilizan las siguientes siglas: NA para no aplica, ND para no determinado y NA* en caso de que se espere un incremento de emisiones de dicho contaminante.

| Seguimiento y evaluación | | | | | |
|--------------------------|---|-----------|-------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| Indicadores | | | | | |
| No. | Nombre | Unidades | Método de cálculo | Frecuencia de medición ² | Medios de verificación |
| 15.2.1.1 | Programas de contingencias publicados | Documento | Conteo | 2 años (años 1, 2) | Documento publicado en medio oficial |
| 15.2.2.1 | Documentos con lineamientos de seguimiento y operación publicados | Documento | Conteo | 2 años (años 2, 3) | Documento publicado en medio oficial |

| Cronograma de ejecución | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Metas y avances ¹ | | | | | | | | | | | |
| Actividad | Indicador | Año | | | | | | | | | |
| | | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
| 15.2.1 | 15.2.1.1 | 50% | 100% | | | | | | | | |
| 15.2.2 | 15.2.2.1 | | 40% | 100% | | | | | | | |

² El porcentaje de avance a la fecha de medición del indicador puede tener avances parciales en años previos, por lo que se presenta el porcentaje de avance estimado en el cronograma de ejecución.

³ Los porcentajes por indicador son acumulativos y están establecidos con base en el nivel de esfuerzo requerido para completar la actividad que conforman. La ejecución total de la actividad corresponde al 100%, el cual se obtiene al sumar la aportación final de cada indicador.

| | |
|-------------|--|
| Medida 15 | Comunicación y prevención de riesgos a la salud |
| Acción 15.3 | Desarrollo e implementación de una Estrategia Integral de Comunicación de Calidad del Aire |
| Subsector | Calidad del aire, educación ambiental, comunicación de riesgos y protección a la salud |

| Descripción |
|--|
| Desarrollar e implementar una Estrategia Integral de Comunicación, para la concientización y educación de la población en general, para facilitar la generación de información veraz y oportuna sobre los niveles de contaminación en el aire ambiente, generar condiciones apropiadas para que la ciudadanía tome acciones individuales para reducir su exposición a la contaminación y contribuir a la mitigación de emisiones, construir capacidades y recabar el apoyo de múltiples actores que deben involucrarse en la gestión de la calidad del aire a nivel local. |

| Diagnóstico |
|---|
| <p>En la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), la comunicación en materia de calidad del aire se da a través de distintas instituciones gubernamentales y mecanismos como comunicados, infografías, índices, sitios web, aplicaciones móviles, entre otros. La Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México (SEDEMA), la Secretaría del Medio Ambiente del Estado de México (SMAGEM), la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales de Hidalgo (SEMARNATH), la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la Comisión Ambiental de la Megalópolis (CAME), dan a conocer información sobre las condiciones de la calidad del aire en la ZMVM, así como recomendaciones para que la población proteja su salud.</p> <p>Actualmente, el objetivo principal de la comunicación de la calidad del aire radica en analizar datos técnicos generados por los sistemas de monitoreo, para transformarlos en información accesible al público a través de herramientas como el Índice Aire y Salud y el pronóstico de calidad del aire, promoviendo que la población comprenda sus implicaciones y modifique su comportamiento acorde con los niveles de contaminación actuales y previstos.</p> <p>Durante la integración del ProAire ZMVM 2021-2030, se realizó una encuesta¹ a 2145 personas que viven, estudian o trabajan en alguna de las 76 demarcaciones que componen a la ZMVM, con el objetivo de conocer la percepción de la población en el tema de calidad del aire. Como resultado, se observó que existen áreas de oportunidad para mejorar los procesos de. En primer lugar, si bien es evidente que la población de la ZMVM concuerda en que la calidad del aire en la región es desfavorable, e identifican a la contaminación atmosférica como una problemática ambiental, carecen de elementos técnicos básicos sobre el tema. Se concluye que es necesario mejorar la comunicación y difusión de información referente a la gestión de la calidad del aire, en especial para:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Informar a la población sobre el estado general de la calidad del aire y los posibles riesgos asociados a los niveles de contaminación, para que implementen acciones que reduzcan su exposición. • Concientizar a la población sobre las fuentes principales de contaminantes atmosféricos y las acciones que pueden ejecutar para contribuir a mejorar la calidad del aire. <p>Asimismo, la estrategia de comunicación debe involucrar a múltiples áreas y departamentos gubernamentales, el sector salud y el educativo, la academia, el sector privado, los medios de comunicación y la sociedad civil para que participen en el diseño e implementación de acciones del ProAire, enfocadas en reducir emisiones contaminantes y proteger la salud de la población. Esta cooperación conjunta incluye la definición de problemáticas y prioridades, la proposición y evaluación de soluciones, y el alcance de un consenso sobre las intervenciones a ejecutar. Por ello, los procesos de comunicación también deben identificar mecanismos vigentes de participación ciudadana y el diseño de nuevas estrategias para involucrar grupos de interés durante la implementación del ProAire. Un diagnóstico detallado de los procesos de comunicación y participación ciudadana en la ZMVM está disponible en el Capítulo 8.</p> |

¹ Para obtener más información sobre los resultados de la encuesta, se sugiere consultar el Capítulo 8.

| Actividades | | | | | | |
|-------------|--|--|---|-----------|-----------|--------------|
| Número | Descripción | Indicador | Entidad | Meta 2024 | Meta 2030 | Costo (M.N.) |
| 15.3.1 | Diseñar una Estrategia Integral de Comunicación, sensibilización y participación ciudadana para reducir la exposición de la población a los contaminantes atmosféricos y reducir las emisiones. | | | | | |
| | 15.3.1.1 Diseñar una Estrategia Integral de Comunicación enfocada en cuatro audiencias prioritarias: 1) la población en general, 2) grupos de población más vulnerables, 3) actores y sectores participantes en la implementación y seguimiento del ProAire y 4) especialistas en la materia y académicos. Su diseño e implementación recaerá en las respectivas secretarías medioambientales, en colaboración con el sector salud y con el apoyo de expertos en comunicación, según las recomendaciones y líneas de acción sugeridas para la Estrategia en el Capítulo 8. En este sentido, la Estrategia, además de priorizar la comunicación hacia grupos vulnerables por su edad y condiciones preexistentes de salud, también deberá incorporar principios de igualdad sustantiva y equidad de género, para atender los impactos de la mala calidad del aire, diferenciados por género, así como aquellos exacerbados por otros factores socioculturales, económicos y conductuales. | Estrategia Integral de Comunicación publicada | CDMX EDOMEX FED (CAME/ SEMARNAT) | 1 | 1 | \$3,000,000 |
| 15.3.2 | Celebrar convenios de colaboración con actores relevantes que apoyen la Estrategia Integral de Comunicación y para informar sobre el estado de la calidad del aire a la población. | | | | | |
| | 15.3.2.1 Establecer y renovar convenios de colaboración con el objetivo de facilitar la implementación de las medidas del ProAire ZMVM 2021-2030. Estos podrán apoyarse del trabajo de los comités, comisiones y convenios preexistentes, para ampliar su alcance e impacto. Se contemplan: <ul style="list-style-type: none"> Convenios con el sector salud, para generar información epidemiológica relevante para la gestión de la calidad del aire y difundir prácticas para la prevención de la exposición de la población a la contaminación atmosférica. Estos convenios deberán apoyar la integración de un sistema de información en salud y calidad del aire de la ZMVM, y definir procesos para la recolección, integración y publicación de datos e indicadores de eventos en salud que se han asociado a la exposición | Número de convenios de colaboración con partes interesadas | CDMX EDOMEX HGO FED (SEMARNAT/ CAME) | 3 | 6 | ND |

| | | | | | | |
|--------|--|--|-----------------------------|---|---|-------------|
| | aguda y/o crónica a la contaminación del aire en la ZMVM en diferente resolución temporal y espacial; la recopilación y publicación de la evidencia científica local, nacional e internacional en la materia; el diseño y actualización continua de una plataforma digital de información en salud y calidad del aire; y la consolidación y ampliación del SIVEESCA de la Ciudad de México a toda la ZMVM. En la firma de dicho convenio deben incluirse instancias de investigación nacionales para acompañar y validar los procesos. <ul style="list-style-type: none"> Convenios con el sector educativo, para promover programas de educación ambiental y sensibilización a la población en edad escolar. Convenios con los medios de comunicación, para homogeneizar mensajes y aumentar la efectividad de los canales a través de los cuales se difunde información de la calidad del aire en tiempo real, así como la gestión de espacios informativos permanentes en medios de comunicación públicos. | | | | | |
| 15.3.3 | Implementar una aplicación para alertas personalizadas sobre el estado de la calidad del aire y el índice ultravioleta (UV). | | | | | |
| | 15.3.3.1 Desarrollar una aplicación de alertas personalizadas que se emitirán en función del nivel de contaminación, permitiendo que las personas se registren y reciban notificaciones cuando se superen los umbrales de contaminación que, por su condición de salud o edad, representen un riesgo significativo. El sistema de alertas también podrá contemplar notificaciones con datos del pronóstico de calidad del aire para el siguiente día para prevenir a la población al mismo tiempo que se educa sobre las posibles causas de la mala calidad del aire, así como notificaciones para informar sobre la activación del programa de contingencias ambientales atmosféricas. Esta actividad requiere de la participación del sector salud. | Sistema de alertas personalizadas en operación | CDMX | 1 | 1 | \$3,000,000 |
| 15.3.4 | Fortalecer la difusión de información a través de diferentes canales de comunicación. | | | | | |
| | 15.3.4.1 Evaluar y, en su caso, diseñar o rediseñar los sitios web de calidad del aire de las entidades ambientales de la ZMVM, con secciones diferenciadas para el público en general y especialistas. También se recomienda fortalecer las secciones en las páginas web, exclusivo para contingencias ambientales atmosféricas, priorizando la interactividad y el diseño de una interfaz basada en la experiencia del usuario. | Sitios web actualizados | CDMX | 1 | 1 | \$1,500,000 |
| | 15.3.4.2 Evaluar y, en su caso, rediseñar la aplicación AIRE para teléfonos móviles, homologando los mensajes e información difundidos. La actualización deberá | Aplicación operando | FED (SEMARNAT/ /CAME) | 1 | 1 | \$3,00,000 |
| | | | CDMX | 1 | 1 | \$3,000,000 |

| | | | | | | |
|--------|---|---|-------------------------|---|---|-------------|
| | considerar mensajería y notificaciones a usuarios, en caso de contingencia ambiental atmosférica. Así mismo, podrá ser la base para el desarrollo de aplicaciones de difusión de calidad del aire en entidades de la ZMVM. | | FED (SEMARNAT /CAME) | 1 | 1 | \$3,000,000 |
| | 15.3.4.3 Continuar con el uso de redes sociales para la comunicación en materia de calidad del aire y salud, y complementar con la difusión de materiales sobre calidad del aire en Jurisdicciones Sanitarias, Comités Locales de Salud y Centros de Salud. | Campañas de publicaciones y materiales difundidos | CDMX | 3 | 9 | \$9,000,000 |
| 15.3.5 | Fomentar la capacitación del personal del sector salud y educativo para incrementar el conocimiento del problema de calidad del aire y el uso de las herramientas de difusión para protección de la salud. | | | | | |
| | 15.3.5.1 Promover la educación continua del personal del sector salud, para informar en la práctica clínica del personal de salud, como evitar la exposición a los altos niveles de contaminantes en la atmósfera. | Campañas de capacitación | CDMX EDOMEX | 3 | 9 | \$9,000,000 |
| | 15.3.5.2 Elaborar un programa que contemple la implementación de planes de acción de aire limpio en las escuelas. El programa promoverá la capacitación y participación del sector educativo para fortalecer actividades de educación ambiental y sensibilización. | Programa elaborado para planes de acción de aire limpio en escuelas | CDMX EDOMEX | 1 | 1 | \$2,000,000 |
| 15.3.6 | Implementar un programa de difusión de información de calidad del aire en áreas rurales, enfocado a la reducción de quema de biomasa en viviendas. | | | | | |
| | 15.3.6.1 Elaborar un programa de difusión de información de calidad del aire en áreas rurales. El programa deberá integrarse con perspectiva de género, al ser las mujeres quienes comúnmente están más expuestas a la exposición de la contaminación del aire interior por el uso de combustibles sólidos para la cocción de alimentos y el calentamiento de agua, y contemplar brigadas en comunidades rurales y acciones del gobierno para facilitar alternativas viables que la población pueda implementar. Se podrá ejecutar a través de los Centros de Salud y Comités Locales de Salud, considerando material para difundir información sobre los riesgos a la salud, y promover la adopción de ecotecnologías, el impulso de tecnologías alternativas y el uso de energía solar para la reducción del uso de leña en los hogares. | Programas de difusión e información de calidad del aire en zonas rurales elaborados | CDMX EDOMEX | 1 | 2 | \$4,000,000 |

| | | | | | | |
|--------|--|--|----------------|---|---|-------------|
| | Evaluar el establecimiento de sistemas adicionales para la difusión de información de calidad del aire y contingencias ambientales en zonas rurales y urbanas. | | | | | |
| 15.3.7 | 15.3.7.1 Evaluar y, en su caso, ampliar el equipamiento actual y aprovechar el existente, para comunicar el estado de la calidad del aire, el nivel de riesgo asociado y recomendaciones para prevenir la exposición en tiempo real. La actividad se centrará en implementar pantallas digitales a nivel de calle y en puntos estratégicos como espacios públicos, clínicas y hospitales, parques, estaciones de transporte público, avenidas principales, centros deportivos y culturales, plazas comerciales, PILARES ² , Módulos de la Secretaría de Finanzas y el Servicio de Administración Tributaria. | Nuevos sistemas de difusión establecidos | CDMX | 1 | 2 | \$3,000,000 |
| 15.3.8 | Instrumentar un programa para reducir la exposición personal por la elaboración artesanal de ladrillos. | | | | | |
| | 15.3.8.1 Difundir las mejores prácticas y casos de éxito, de la mano de proyectos que permitan la implementación de alternativas. El programa deberá contemplar la sensibilización sobre los impactos a la salud, medidas preventivas, equipo de seguridad personal para reducir la exposición y acciones viables para la modernización del proceso de elaboración artesanal de ladrillos para reducir la contaminación. | Programa de difusión | CDMX EDOMEX | 1 | 1 | \$2,000,000 |

| Responsables e involucrados | |
|-----------------------------------|---|
| Entidades responsables | Gobierno Federal, Ciudad de México, Estado de México y estado de Hidalgo |
| Instituciones responsables | <ul style="list-style-type: none"> Gobierno Federal: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)- Coordinación Ejecutiva de Vinculación Institucional y Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes Coordinación Ejecutiva de la Comisión Ambiental de la Megalópolis (CE-CAME) Ciudad de México: Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA) Estado de México: Secretaría del Medio Ambiente (SMAGEM) Estado de Hidalgo: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNATH) |
| Actores involucrados | <ul style="list-style-type: none"> Gobierno Federal: Secretaría de Salud y Secretaría de Educación Pública (SEP), Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático Otros: Instituciones del medio ambiente, sector salud y educativo en los tres órdenes de gobierno, académicos y expertos en la materia, organizaciones no gubernamentales, la sociedad civil organizada y los medios de comunicación |

| Marco normativo |
|---|
| Fundamento jurídico |
| Fundamentos en leyes generales o federales |
| El artículo 109 BIS de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) obliga a la SEMARNAT, a las entidades federativas, a los municipios y a las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, a integrar un registro de emisiones y transferencia de contaminantes al aire, agua, suelo y subsuelo, de su competencia. Por su parte, el artículo 159 BIS de la LGEEPA faculta a la SEMARNAT para desarrollar un Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales, el cual deberá incluir información relativa a los mecanismos y resultados obtenidos del monitoreo de la calidad del aire, así como la información señalada en el artículo 109 BIS de esta misma Ley. |

| Fundamentos en leyes locales | |
|---|--|
| Ciudad de México | |
| Las fracciones XXXVIII y XXXIX del artículo 9 de la Ley Ambiental de Protección a la Tierra en el Distrito Federal (LAPTFD) faculta a la SEDEMA para: (i) establecer, integrar y actualizar el registro de emisiones y transferencia de contaminantes al aire, agua, suelo y subsuelo, de su competencia, cuya información se integrará con los datos e información contenida en las autorizaciones, cédulas, informes, reportes, licencias, permisos, y concesiones en materia ambiental que se tramiten ante la Secretaría o autoridades competentes de la Ciudad de México y sus demarcaciones territoriales, y (ii) establecer y operar de manera directa, o indirectamente a través de autorización, el sistema de monitoreo de la contaminación ambiental. | |
| Por otro lado, la fracción V del artículo 10 de la LAPTFD faculta a las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México para difundir los programas y estrategias relacionadas con el equilibrio ecológico, la protección al ambiente y la contingencia o emergencia ambiental. | |
| El artículo 76 de la LAPTFD faculta a la SEDEMA para desarrollar un Sistema de Información Ambiental, en coordinación con el Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales, que tendrá por objeto registrar, organizar, actualizar y difundir la información ambiental, y en el cual se integrará información de los mecanismos y resultados obtenidos del monitoreo de la calidad del aire y de las emisiones atmosféricas. | |
| En lo que se refiere al derecho a la protección a la salud, la Ley de Salud del Distrito Federal, en la fracción II del artículo 5, considera un servicio básico la educación para la salud, la promoción del saneamiento básico y el mejoramiento de las condiciones sanitarias del medio ambiente. La fracción XXXI del artículo 24 faculta a la SEDESA, en coordinación con la SEDEMA, para formular y organizar programas para la prevención, atención y control de los efectos nocivos del ambiente en la salud. | |
| Estado de México | |
| El artículo 2.137 del Código para la Biodiversidad del Estado de México (CPBEM) faculta a la SMAGEM para llevar un inventario de emisiones atmosféricas, en coordinación con los municipios. El artículo 2.149 faculta tanto a la SMAGEM como a los ayuntamientos para integrar y mantener actualizados los inventarios de las diferentes fuentes de contaminación a la atmósfera. Por otro lado, el artículo 2.16 faculta a la SMAGEM para organizar un Sistema Estatal de Información Pública Ambiental, con el objeto de obtener, generar y procesar la información relativa al agua, el aire, el suelo, la flora, la fauna y la biodiversidad en general, así como las emisiones de gases de efecto invernadero que provocan el cambio climático, los proyectos o actividades de mitigación o reducción de emisiones y la vulnerabilidad a sus efectos. | |
| Estado de Hidalgo | |
| La fracción XIV del artículo 6 de la Ley para la Protección al Ambiente del Estado de Hidalgo (LPAEH) faculta a la SEMARNATH para integrar, actualizar y, preferentemente hacer público el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes al aire, agua, suelo y subsuelo, materiales y residuos de su competencia. El artículo 61 faculta a la SEMARNATH para organizar el Sistema Estatal de Información Ambiental, el cual tendrá por objeto obtener, organizar, actualizar y difundir información relevante en la materia; por su parte, la fracción VII del artículo 63 establece que este sistema integrará información sobre los mecanismos y resultados obtenidos de monitoreo de calidad del aire, agua y suelo. | |
| Reformas legislativas, regulatorias o normativas | |
| Si bien es cierto que la LAPTFD, el CPBEM y la LPAEH establecen la obligación de las autoridades locales competentes para: (i) integrar inventarios o registros de emisiones a la atmósfera, y (ii) de contar con sistemas de información que incluyan dichos registros; se recomienda adicionar a dichas leyes el mandato de contar con estrategias integrales de comunicación en la materia. | |

| Factores económicos | |
|----------------------------------|--|
| Costo estimado | \$45,500,000 M.N. Incluye el desarrollo de la Estrategia Integral de Comunicación, así como el desarrollo y actualización de infraestructura para la comunicación de información (por ejemplo, sitios web, aplicaciones móviles) y la instrumentación de programas que apoyan la implementación de la Estrategia. |
| Fuentes de financiamiento | Algunas alternativas para el financiamiento de la acción son: <ul style="list-style-type: none"> Inversión pública utilizando recursos presupuestales locales y federales destinados a la educación ambiental y promoción de la salud, así como a la difusión de información sobre calidad del aire; recursos autogenerados; y fideicomisos locales (Fideicomiso 1490 y Fondo Ambiental Público). Alternativas de apoyo internacional como la Coalición Clima y Aire Limpio (CCAC) y el Banco Mundial. |

| Barreras de implementación | | | | | | | |
|---|------------|----------|-----------|-----------------|------------|--------------------|--------------|
| Descripción de las barreras y supuestos identificados | | | | | | | |
| La comunicación de la calidad del aire enfrenta un número de retos sociales, institucionales y tecnológicos. En primer lugar, la falta de elementos técnicos y el desconocimiento de la sociedad en general es una barrera importante para la generación de interés y posterior adopción de buenas prácticas que se centren en reducir la exposición y coadyuvar la reducción de emisiones; asimismo, se debe considerar que es el gobierno quien debe generar las condiciones apropiadas para que las acciones individuales de la población complementen y potencien la gestión de la calidad del aire, considerando que primero se deben atender limitantes culturales y socioeconómicas de segmentos específicos que evitan que la población adopte cierta conducta aun cuando existe la voluntad de hacerlo. | | | | | | | |
| Las barreras tecnológicas se asocian a los canales utilizados para comunicar información, como sitios web, redes sociales, aplicaciones móviles, entre otros mecanismos, puesto que se debe garantizar que su uso sea sencillo e intuitivo sin perder la claridad de los mensajes clave. También existen barreras institucionales respecto del perfil de las partes interesadas y medios de comunicación a involucrar, puesto que se debe garantizar que los mensajes sean homogéneos y congruentes entre sí, lo que a su vez implica la capacitación de sectores fuera del ámbito ambiental. Finalmente, el establecimiento de canales adecuados para el trabajo colaborativo entre los distintos servidores públicos, tomadores de decisiones y partes interesadas en la implementación de las medidas de política pública del ProAire ZMVM 2021-2030 es otra barrera clave para los procesos de comunicación, concientización, educación y participación ciudadana, dado el gran número de actores que deben involucrarse. | | | | | | | |
| Adicionalmente, la promoción de la salud es una función central de la salud pública, que coadyuva a los esfuerzos invertidos para afrontar enfermedades y otras amenazas a la salud, al ser los determinantes de la salud su objeto central. La promoción de la salud no solo abarca las acciones dirigidas a fortalecer las habilidades y capacidades de los individuos, sino aquellas encaminadas a modificar las condiciones sociales, ambientales y económicas, contribuyendo a que las personas incrementen el control sobre los determinantes de su salud. En este contexto, la participación del sector salud en la estrategia de comunicación es de gran importancia. | | | | | | | |
| Presupuestales | Económicas | Sociales | Políticas | Institucionales | Operativas | Sector involucrado | Tecnológicas |
| | X | X | | X | | | X |

| Beneficios ambientales esperados | | | | | | | | | | |
|---|--|------------------|-------------------|-----------------|----|-----------------|-----|--------------------|----|---------|
| Reducción de emisiones (toneladas reducidas) ³ | Año | PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | CO | NO _x | COV | CO ₂ eq | CN | Tóxicos |
| | 2024 | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| | 2030 | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| Costo-efectividad | Costo medida M.N. / toneladas reducidas | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| Cobeneficios | La ejecución de esta acción robustece el proceso de implementación de otras medidas y acciones del ProAire ZMVM 2021-2030. Al generar cambios estructurales en los esquemas de comunicación, se puede construir voluntad política. Asimismo, cuando los sectores involucrados reconocen las causas y efectos de la contaminación atmosférica, incluyendo la población en general, se vuelve más sencillo abogar por políticas que reduzcan la emisión de contaminantes y/o que busquen proteger la salud de los habitantes de la ZMVM. | | | | | | | | | |

| Seguimiento y evaluación | | | | | |
|--------------------------|--|-------------|-------------------|-------------------------------------|------------------------|
| Indicadores | | | | | |
| No. | Nombre | Unidades | Método de cálculo | Frecuencia de medición ⁴ | Medios de verificación |
| 15.3.1.1 | Estrategia Integral de Comunicación publicada | Publicación | Conteo | 2 años (año 2 y 3) | Publicación oficial |
| 15.3.2.1 | Número de convenios de colaboración con partes interesadas | Convenio | Conteo | 2 años (año 4 y 10) | Convenios publicados |

³ Se utilizan las siguientes siglas: NA para no aplica, ND para no determinado y NA* en caso de que se espere un incremento de emisiones de dicho contaminante.

⁴ El porcentaje de avance a la fecha de medición del indicador puede tener avances parciales en años previos, por lo que se presenta el porcentaje de avance estimado en el cronograma de ejecución.

| | | | | | |
|----------|---|------------|--------|-----------------------|--|
| 5.3.3.1 | Sistema de alertas personalizadas en operación | Sistema | Conteo | Única (año 3) | Sistema en operación |
| 15.3.4.1 | Sitios web actualizados | Sitios | Conteo | 2 años (año 3 y 4) | Actualización desplegada |
| 15.3.4.2 | Aplicación operando | Aplicación | Conteo | 2 años (año 3 y 4) | Actualización desplegada |
| 15.3.4.3 | Campañas de publicaciones y materiales difundidos | Campañas | Conteo | Anual (inicia año 2) | Publicaciones y registros de redes sociales |
| 15.3.5.1 | Campañas de capacitación | Campañas | Conteo | 2 años (inicia año 2) | Memorias y registros de actividades |
| 15.3.5.2 | Programa elaborado para planes de acción de aire limpio en escuelas | Programa | Conteo | 2 años (año 2, 3, 4) | Publicación del programa y planes de acción de aire limpio |
| 15.3.6.1 | Programas de difusión e información de calidad del aire en zonas rurales elaborados | Programa | Conteo | 2 años (2, 4, 6, 8) | Publicación de los programas y memorias y registros de actividades |
| 15.3.7.1 | Nuevos sistemas de difusión establecidos | Sistema | Conteo | 2 años (inicia año 2) | Inventarios de infraestructura |
| 15.3.8.1 | Programa de difusión | Programa | Conteo | 2 años (inicia año 4) | Memorias y registros de actividades |

| Cronograma de ejecución | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Metas y avances ⁵ | | | | | | | | | | | |
| Actividad | Indicador | Año | | | | | | | | | |
| | | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
| 15.3.1 | 15.3.1.1 | | 50% | 100% | | | | | | | |
| 15.3.2 | 15.3.2.1 | | | | 50% | | | | | | 100% |
| 15.3.3 | 15.3.3.1 | | | 100% | | | | | | | |
| 15.3.4 | 15.3.4.1 | | | 30% | 40% | | | | | | |
| | 15.3.4.2 | | | 30% | 40% | | | | | | |
| | 15.3.4.3 | | 4% | | 8% | | 12% | | 16% | | 20% |
| 15.3.5 | 15.3.5.1 | | 10% | | 20% | | 30% | | 40% | | 50% |
| | 15.3.5.2 | | 10% | 30% | 50% | | | | | | |
| 15.3.6 | 15.3.6.1 | | 25% | | 50% | | 75% | | 100% | | |
| 15.3.7 | 15.3.7.1 | | 20% | 30% | 40% | 50% | 60% | 70% | 80% | 90% | 100% |
| 15.3.8 | 15.3.8.1 | | | | 25% | | 50% | | 75% | | 100% |

⁵ Los porcentajes por indicador son acumulativos y están establecidos con base en el nivel de esfuerzo requerido para completar la actividad que conforman. La ejecución total de la actividad corresponde al 100%, el cual se obtiene al sumar la aportación final de cada indicador.

| | |
|-------------|---|
| Medida 15 | Comunicación y prevención de riesgos a la salud |
| Acción 15.4 | Integración de un sistema de información en salud y calidad del aire de la ZMVM |
| Subsector | Calidad del aire, comunicación de riesgos y protección a la salud |

| Descripción |
|---|
| Evaluar la factibilidad y en su caso establecer un Sistema de información en salud y calidad del aire de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), con el objetivo de recolectar, integrar, analizar y publicar información de eventos en salud relacionada a la exposición aguda y crónica a la contaminación del aire en la ZMVM, así como evidencia científica local, nacional e internacional en la materia, a través de la colaboración estrecha del sector salud y el sector ambiental, como herramienta clave para la toma de decisiones, el diseño de políticas públicas, la actualización de la regulación, la comunicación de riesgos a la salud y la investigación |

| Diagnóstico |
|---|
| El objetivo final de la gestión de la calidad del aire es proteger la salud de la población. En este sentido, la relación entre el sector salud y el sector ambiental es clave para entender de forma integral la problemática, comunicar los riesgos a la población y diseñar, implementar y evaluar las medidas encaminadas a reducir tanto la contaminación atmosférica como la exposición de la población. Existen cuatro grados o intensidades de la relación entre los sectores salud y medio ambiente ¹ . El primero se basa en el intercambio de información y constituye el primer paso para la construcción de un lenguaje común, para lograr un diálogo y entendimiento respecto al reconocimiento de problemas y prioridades, y en donde se identifica que las medidas implementadas por distintos sectores son clave para la protección de la salud. El segundo nivel busca una cooperación y mayor eficiencia en las acciones de cada sector, mientras que el tercer nivel es el de coordinación, en el que se entiende la amplitud del problema de calidad del aire y en donde el trabajo conjunto incide en las políticas y programas de cada sector al ser ajustadas para resolver de manera más eficiente y eficaz los problemas y prioridades comunes. El último nivel es el de integración, en el cual se reconoce que las acciones de los distintos sectores se dirigen a un objetivo social común, en este caso atender uno de los determinantes ambientales más importantes de la salud, que es la calidad del aire. Por tanto, en este último nivel, el trabajo conjunto inicia desde el diseño y financiamiento de las políticas, hasta su implementación y evaluación. |
| La información de calidad del aire se encuentra pública en la página web ² del Sistema de Monitoreo Atmosférico (SIMAT) de la Ciudad de México, e incluye información para diversos contaminantes criterio y parámetros meteorológicos, con una resolución espacial y temporal a nivel de estación de monitoreo atmosférico y por minuto, respectivamente. Una limitante de esta información es que, aunque la mayor parte de la Ciudad de México se encuentra cubierta por estaciones, una parte importante de los municipios del Estado de México que pertenecen a la ZMVM, no cuenta con estaciones de monitoreo. En el caso de la información de salud, las instancias correspondientes de las entidades y la Federación publican datos de mortalidad y morbilidad ³ , pero no necesariamente en la resolución o la frecuencia de registro requeridas para llevar a cabo evaluaciones de impactos en salud y estudios epidemiológicos en relación con la calidad del aire. Asimismo, no existe un repositorio o una plataforma que facilite el acceso, explique e integre dicha información de calidad del aire y salud, de tal forma que se carece de las bases para establecer un lenguaje común entre los sectores, lo cual dificulta la gestión integral de calidad del aire y salud, y la toma de decisiones. |
| Por otro lado, en la ZMVM existen esfuerzos importantes por parte del sector ambiental y el sector salud para abordar de forma conjunta la problemática de calidad del aire y sus afectaciones a la salud. Por ejemplo, la creación de organismos intersectoriales como el Comité Científico Técnico de Vigilancia sobre la Contaminación Atmosférica de la Ciudad de México y la mesa de salud ambiental de la Comisión Intersectorial de Promoción de la Salud (CPIS); el diseño de instrumentos de gestión que informan la toma de decisiones, como el Sistema de Vigilancia Epidemiológica de Efectos a la Salud por Contaminación Atmosférica (SIVEESCA); la organización de talleres de capacitación, como el taller que se llevó a cabo en 2018 sobre el software AirQ+ de la OMS, que se utiliza para evaluar impactos en salud, en el cual participaron miembros del sector ambiental y salud; el diseño de estrategias de comunicación, como la campaña para comunicar el Índice Aire y Salud, que se desarrolló en colaboración con la Dirección de Promoción de la Salud de los Servicios de Salud Públicos de la Ciudad de México; y la actualización de la regulación en materia de salud ambiental. Sin embargo, estas han sido acciones aisladas, impidiendo un abordaje integral, coordinado y eficiente de la problemática, y no todos los esfuerzos han logrado consolidarse y cumplir con sus objetivos. Además, no existen convenios de colaboración vigentes entre los sectores salud y ambiental, que establezcan mecanismos de colaboración e intercambio de información. |
| Asimismo, existen subsectores, como las sociedades de médicos, las facultades de medicina, los médicos generales y especialistas, las jurisdicciones sanitarias y sus áreas de vigilancia epidemiológica y promoción de la salud, los consejos de salud de las alcaldías y los comités de salud locales, que se encuentran muy cercanos a los ciudadanos y que por tanto son clave en la reducción de riesgos asociados a la contaminación del aire. No obstante, pocas veces reciben información o participan en la discusión sobre los impactos a la salud por la |

¹ FLACSO (2015). Informe Técnico para el Diseño de Plan de Trabajo para reorientación de Programas de Salud Pública. Chile: Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales.

² <http://www.aire.cdmx.gob.mx/>

³ Estos datos están disponibles en:

<https://salud.cdmx.gob.mx/conoce-mas/informacion-en-salud>

http://ddssem.edomex.gob.mx/subepi/boletin/vista_subepibol.php

http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/basesdedatos/BD_Cubos_gobmx.html

contaminación del aire y en el diseño de medidas requeridas para proteger la salud. Dichos subsectores rara vez son invitados y/o participan en los grupos de trabajo para la creación y actualización de la regulación nacional y local en materia de calidad del aire (NOM de salud ambiental, de emisiones de contaminantes, de calidad de los combustibles, de la tecnología de los vehículos, entre otros), lo cual es esencial para proveer del argumento en salud que permita defender una normatividad lo suficientemente estricta para proteger la salud y bienestar de la población.

De los esfuerzos más importantes por parte de la Secretaría de Salud y la SEDEMA de la Ciudad de México, en colaboración con un grupo de profesionales de salud pública y medio ambiente, se encuentra el diseño y desarrollo del Sistema de Vigilancia Epidemiológica de Efectos a la Salud por Contaminación Atmosférica (SIVEESCA), que inició en el 2016. Su objetivo es vigilar de forma continua los impactos agudos de la contaminación del aire en el número y tipo de eventos en salud, especialmente durante episodios de alta contaminación. Aunque ha tenido grandes avances –se han seleccionado los indicadores diarios a vigilar (contaminantes y padecimientos), se cuenta con una plataforma digital para cargar directamente la información por parte de los médicos responsables, así como para visualizar y analizar los datos, y se ha capacitado a los médicos de las unidades para registrar y cargar la información en la plataforma– no se ha podido sistematizar el registro para que exista consistencia en los datos y que el retraso en la notificación sea mínimo. Asimismo, la metodología todavía está en proceso de definición y validación por el grupo de trabajo encargado. En este sentido, no se ha consolidado como una herramienta para la toma de decisiones.

Este conjunto de acciones, así como la información con la que ya cuenta cada sector, son una buena base de la cual partir para la creación de un sistema de información en salud y calidad del aire para la ZMVM, en donde todos los actores, mecanismos, instrumentos y espacios de encuentro están vinculados e integrados. Esto permitirá fortalecer la relación entre los sectores y su incidencia en las políticas públicas de calidad del aire y salud pública. Para ello se requiere formalizar la colaboración entre los sectores, trabajar de forma conjunta en la recopilación, integración y publicación de información en salud y calidad del aire y en el diseño de una plataforma de información, crear espacios de diálogo entre los sectores y subsectores que den lugar a la construcción de una red de actores colaborativa y, finalmente, consolidar el SIVEESCA. Asimismo, se requiere fortalecer y vincular los organismos intersectoriales formales existentes, como las comisiones y comités en la materia.

| Actividades | | | | | | |
|-------------|---|---------------------------------|----------------|-----------|-----------|--------------|
| Número | Descripción | Indicador | Entidad | Meta 2024 | Meta 2030 | Costo (M.N.) |
| 15.4.1 | Diseñar y actualizar de forma continua y colaborativa una plataforma digital de información en calidad del aire y salud de la ZMVM. | | | | | |
| | 15.4.1.1 Integrar una plataforma digital que contenga: enlaces a los sitios y/o datos e indicadores de salud relevantes para la evaluación del impacto en salud de la gestión de la calidad del aire; enlaces al sitio con los datos de calidad del aire; publicaciones y resumen de la evidencia científica local, nacional e internacional en la materia; resultados de evaluaciones de impactos en salud por contaminación del aire en la ZMVM; resultados e informes del SIVEESCA; estudios de investigación de calidad del aire y salud en marcha en la ZMVM; regulación existente, los proyectos de norma y planes de actualización; los compromisos y metas locales, nacionales e internacionales adquiridos; enlaces a instituciones locales, nacionales e internacionales que abordan la temática; enlaces a eventos como conferencias, seminarios y talleres de relevancia; iniciativas de la sociedad civil, entre otros. Para el diseño y actualización de la plataforma digital se deberá contar con un coordinador líder y un enlace por cada institución de salud y ambiente de las entidades federativas, la Federación, el INSP y el INECC. Adicionalmente se espera que una red de actores colaborativa, así como los comités y comisiones en la materia, utilicen y al mismo tiempo propongan información para alimentar el sitio web; para ello se contempla capacitación a los usuarios para el uso del sistema y captura de la información. | Plataforma digital en operación | CDMX EDOMEX | 1 | 1 | \$20,000,000 |

| | | | | | | |
|--------|---|--|-----------------------|----|-----|-------------|
| 15.4.2 | Generar espacios de encuentro, colaboración y presentación, discusión y traducción de la evidencia científica en propuestas de política pública en materia de calidad del aire y salud, para informar la práctica clínica. | | | | | |
| | 15.4.2.1 Establecer espacios de colaboración entre los sectores y subsectores de salud y medio ambiente, para identificar problemáticas y prioridades, acciones ya en marcha o que son necesarias, entre otros temas. Se contempla la organización de seminarios en línea mensuales, que permitirán construir una red de actores colaborativa de salud y calidad del aire provenientes de instituciones y organizaciones de sectores y subsectores de salud y ambiente, incluyendo funcionarios públicos, investigadores, representantes de institutos nacionales de salud, academias y sociedades de médicos, organizaciones de la sociedad civil, organismos internacionales, estudiantes de posgrado, entre otros. Dichos actores podrán proponer los temas a discutir durante los seminarios, así como información para la plataforma digital. | Seminarios mensuales | CDMX EDOMEX HGO | 36 | 108 | \$2,700,000 |
| 15.4.3 | Consolidar el Sistema de vigilancia epidemiológica de efectos a la salud relacionados con la contaminación atmosférica (SIVEESCA) como una herramienta para la toma de decisiones y ampliar su cobertura a la ZMVM. | | | | | |
| | 15.4.3.1 Generar y hacer disponible información de salud (datos e indicadores de morbilidad y mortalidad) en la ZMVM para hacer investigación en salud y calidad del aire. Se deberá considerar lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> Definir metas y diseñar e implementar una ruta crítica y cronograma de actividades para la consolidación del SIVEESCA. Incluir la revisión de los indicadores de salud a vigilar, la sistematización del registro y carga de los datos de salud a la plataforma digital existente, la capacitación de los médicos responsables, la definición de la metodología para la integración y análisis de la información de salud y calidad del aire, la traducción e interpretación de los resultados para los tomadores de decisiones y la publicación de la información de salud generada por el SIVEESCA en la ZMVM que será de utilidad para la investigación en salud y calidad del aire. Evaluar la pertinencia de ampliar gradualmente el SIVEESCA a más centros centinela en toda la ZMVM. El contar con el registro de los casos diarios de eventos en salud en las unidades centinela junto con información diaria de calidad del aire permitirá estimar el exceso de consultas e ingresos hospitalarios asociados a la exposición aguda a la contaminación del aire. | Reportes anuales de información del SIVEESCA | CDMX | 3 | 9 | \$6,000,000 |

| Responsables e involucrados | |
|-----------------------------------|--|
| Entidades responsables | Ciudad de México, Estado de México y estado de Hidalgo |
| Instituciones responsables | <ul style="list-style-type: none"> Ciudad de México: Secretaría de Salud (SEDESA), Servicios de Salud Públicos (SSP) y Agencia de Protección Sanitaria (APS), Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA) Estado de México: Secretaría de Salud, Instituto de Salud y el Centro Estatal de Vigilancia Epidemiológica y Control de Enfermedades (ICEVECE), Secretaría del Medio Ambiente (SMAGEM) Estado de Hidalgo: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNATH) |

| | |
|-----------------------------|---|
| Actores involucrados | <ul style="list-style-type: none"> Gobierno Federal: Secretaría de Salud, Dirección General de Epidemiología y Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) Otros: Instituciones académicas o de investigación tanto nacionales como internacionales, hospitales y centros de salud, consejos de salud de las alcaldías y comités de salud locales, organizaciones de médicos especialistas, organizaciones no gubernamentales, la sociedad civil, organismos internacionales y expertos independientes |
|-----------------------------|---|

Marco normativo

Fundamento jurídico

Fundamentos en leyes generales o federales

La fracción II del artículo 110 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) señala que, para la protección de la atmósfera, se debe considerar que las emisiones de contaminantes de la atmósfera deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico, lo cual incluye la salud. Asimismo, el artículo 159 BIS faculta a la SEMARNAT para desarrollar un Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales, en el cual debe ser integrada, entre otros aspectos, información relativa a los mecanismos y resultados obtenidos del monitoreo de la calidad del aire, y en cuya integración deben participar los gobiernos locales. La fracción VI del artículo 112 de la LGEEPA faculta expresamente a los gobiernos locales para establecer y operar sistemas de monitoreo de la calidad del aire, cuyos informes deben ser remitidos a la SEMARNAT para su integración en el Sistema Nacional de Información Ambiental.

Por otro lado, la fracción I del artículo 119 de la Ley General de Salud faculta a la Secretaría de Salud y a los gobiernos de las entidades federativas, en sus respectivos ámbitos de competencia, para desarrollar investigación permanente y sistemática de los riesgos y daños que para la salud de la población origine la contaminación del ambiente.

Fundamentos en leyes locales

Ciudad de México

El artículo 76 de la Ley Ambiental de Protección a la Tierra en el Distrito Federal (LAPTFDF) faculta a la SEDEMA para desarrollar un Sistema de Información Ambiental, en coordinación con el Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales, que tendrá por objeto registrar, organizar, actualizar y difundir la información ambiental de la Ciudad de México, incluyendo, entre otros aspectos, información de los mecanismos y resultados obtenidos del monitoreo de la calidad del aire.

El artículo 16, fracción XIX de la Ley de Salud del Distrito Federal, establece que la coordinación del Sistema de Salud de la Ciudad de México estará a cargo del Jefe de Gobierno, el cual tiene como una de sus atribuciones establecer y operar un sistema local de información básica en materia de salud. Asimismo, la fracción I del artículo 17 establece que es atribución del Gobierno la prestación de servicios de información relativa a las condiciones, recursos y servicios de salud en la Ciudad de México, para la consolidación del sistema local de información estadística en salud, que comprenda, entre otros, la elaboración de información estadística local, el funcionamiento de mecanismos para el acceso público a la información en salud y su provisión a las autoridades sanitarias federales respectivas, entre otras. Por último, la fracción III del artículo 78 establece como atribución del Gobierno de la Ciudad de México el Disponer y verificar que se cuente con información toxicológica actualizada, en la que se establezcan las medidas de respuesta al impacto en la salud originado por el uso o exposición de sustancias tóxicas o peligrosas que puedan encontrarse en el aire, agua y subsuelo.

Estado de México

La fracción VI del artículo 2.149 del Código para la Biodiversidad del Estado de México faculta a la SMAGEM y los ayuntamientos para establecer y operar, con el apoyo técnico de la SEMARNAT, sistemas de monitoreo de la calidad del aire en las zonas más críticas y remitirán los reportes estatales de monitoreo atmosférico a dicha dependencia para integrarlos al Sistema Nacional de Información Ambiental y al Sistema Estatal de Información Ambiental.

Estado de Hidalgo

El artículo 61 de la Ley para la Protección al Ambiente del Estado de Hidalgo faculta a la SEMARNATH para organizar el Sistema Estatal de Información Ambiental, con el objeto de obtener, organizar, actualizar y difundir información. Por su parte, el artículo 62 señala que dicho sistema se coordinará y complementará con el Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales, y la fracción VII del artículo 63 establece como uno de los componentes de dicho Sistema Estatal, entre otros, los mecanismos y resultados obtenidos de monitoreo de calidad del aire.

Reformas legislativas, regulatorias o normativas

Si bien existen disposiciones legales que fundamentan la adopción de la medida, se estima necesario proponer reformas que vinculen los niveles de contaminación atmosférica con sus consecuencias sobre la salud de las personas, mediante la información disponible en los sistemas de información ambiental que, a su vez, son alimentados de los sistemas de monitoreo de la calidad del aire. Por ello, una de las propuestas de reformas o adiciones planteadas consiste en establecer que los ProAire identifiquen los impactos ocasionados por la contaminación atmosférica en el área o zona que abarquen, tanto en el ambiente como en la salud humana.

Factores económicos

| | |
|----------------------------------|--|
| Costo estimado | <p>\$28,700,000 M.N.</p> <p>Incluye los costos para integrar una plataforma digital para el sistema de información en salud y calidad del aire (servidor, almacenamiento, equipos para ser usados en los centros de salud), costos de seminarios y reuniones para fomentar la colaboración y otros adicionales para la consolidación del SIVEESCA.</p> |
| Fuentes de financiamiento | <p>Algunas alternativas para el financiamiento de la acción son:</p> <ul style="list-style-type: none"> Inversión pública utilizando recursos presupuestales locales y federales destinados a medio ambiente y salud, recursos autogenerados y fideicomisos locales (Fideicomiso 1490 y Fondo Ambiental Público). Alternativas de apoyo internacional como la Coalición Clima y Aire Limpio (CCAC) y el Banco Mundial. |

Barreras de implementación

| | | | | | | | |
|--|-------------------|-----------------|------------------|------------------------|-------------------|---------------------------|---------------------|
| Descripción de las barreras y supuestos identificados | | | | | | | |
| Las barreras principales de esta acción giran en torno a la capacidad y colaboración de los sectores involucrados, dado que se requiere una estrecha coordinación entre instituciones medioambientales y el sector salud. Asimismo, se espera una atención prioritaria del sector salud a emergencias sanitarias como la pandemia por COVID-19, por lo que también es posible que no se cuente con el financiamiento y personal suficientes para integrar el sistema de información propuesto. Finalmente, otro reto consiste en recabar el apoyo de expertos para asegurar la calidad del sistema de información en salud y calidad del aire. | | | | | | | |
| Presupuestales | Económicas | Sociales | Políticas | Institucionales | Operativas | Sector involucrado | Tecnológicas |
| X | | | | X | X | X | |

Beneficios ambientales esperados

| | | | | | | | | | | |
|---|--|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------|-----------------------|------------|-------------------------|-----------|----------------|
| Reducción de emisiones (toneladas reducidas)⁴ | Año | PM₁₀ | PM_{2.5} | SO₂ | CO | NO_x | COV | CO₂eq | CN | Tóxicos |
| | 2024 | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| | 2030 | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| Costo-efectividad | Costo medida M.N. / toneladas reducidas | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| Cobeneficios | La ejecución de la acción fortalecerá el papel rector del sector salud junto con el sector ambiental en la gestión de la calidad del aire, lo que a su vez facilitará la implementación del ProAire al generar un lenguaje común no solo entre dichos sectores, sino también con otros sectores de gobierno, órdenes de gobierno, sociedad civil, sector privado y ciudadanos. Contar con información actualizada sobre los impactos en salud asociados a la calidad del aire permitirá que los sectores involucrados reconozcan las causas y efectos de la contaminación atmosférica, haciendo más sencillo abogar por políticas que reduzcan la emisión de contaminantes y/o que busquen proteger la salud de los habitantes de la ZMVM. | | | | | | | | | |

Seguimiento y evaluación

| | | | | | |
|--------------------|---------------------------------|-----------------|--------------------------|---|---|
| Indicadores | | | | | |
| No. | Nombre | Unidades | Método de cálculo | Frecuencia de medición⁵ | Medios de verificación |
| 15.4.1.1 | Plataforma digital en operación | Plataforma | Conteo | Única vez (año 3) | Sistema operativo y documentación sobre el desarrollo y funcionamiento de la plataforma |
| 15.4.2.1 | Seminarios mensuales | Seminario | Conteo | Anual (a partir del año 2) | Reportes de seminarios |

⁴ Se utilizan las siguientes siglas: NA para no aplica, ND para no determinado y NA* en caso de que se espere un incremento de emisiones de dicho contaminante.

⁵ El porcentaje de avance a la fecha de medición del indicador puede tener avances parciales en años previos, por lo que se presenta el porcentaje de avance estimado en el cronograma de ejecución.

| | | | | | |
|----------|--|---------|--------|----------------------------|-----------------------------|
| 15.4.3.1 | Reportes anuales de información del SIVEESCA | Reporte | Conteo | Anual (a partir del año 2) | Reportes anuales publicados |
|----------|--|---------|--------|----------------------------|-----------------------------|

| Cronograma de ejecución | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Metas y avances ⁶ | | | | | | | | | | | |
| Actividad | Indicador | Año | | | | | | | | | |
| | | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
| 15.4.1 | 15.4.1.1 | | 50% | 100% | | | | | | | |
| 15.4.2 | 15.4.2.1 | | 15% | 30% | 40% | 50% | 60% | 70% | 80% | 90% | 100% |
| 15.4.3 | 15.4.3.1 | | 15% | 30% | 40% | 50% | 60% | 70% | 80% | 90% | 100% |

| | |
|--------------------|--|
| Medida 16 | Seguimiento institucional |
| Acción 16.1 | Evaluación, seguimiento y difusión periódica de los resultados de implementación del ProAire ZMVM 2021-2030 |
| Subsector | Seguimiento y transparencia |

| Descripción |
|--|
| Llevar a cabo estrategias para el seguimiento sistemático de la ejecución de las medidas, con el fin de lograr una correcta implementación del ProAire y cumplir con las metas establecidas. Este seguimiento permitirá detectar a tiempo las desviaciones de los avances esperados por actividad, así como de su impacto, para establecer acciones de corrección o aceleramiento durante la ejecución del programa. Asimismo, en la búsqueda de promover la transparencia, rendición de cuentas y participación ciudadana, se considera que los resultados periódicos del ProAire deberán hacerse públicos de una manera accesible y universal. |

| Diagnóstico |
|--|
| Actualmente se ejecuta un seguimiento tradicional de las acciones y avances del ProAire. La SEMARNAT y gobiernos locales periódicamente recolectan los avances en los indicadores directamente de las entidades, instituciones y actores responsables de la ejecución de las acciones a través de mecanismos tradicionales mediante una plantilla preestablecida por cada uno de ellos. Sin embargo, no se cuenta con un instrumento o herramienta que monitoree el seguimiento general del ProAire a través de una ponderación completa del avance de los indicadores de cada acción individual. En este contexto, existe un área de oportunidad para establecer un sistema de seguimiento de vanguardia a través de plataformas o repositorios digitales. |
| Este Programa rescata algunas de las medidas de otros ProAire vigentes que cubren parcialmente el territorio de la ZMVM: el Programa de Gestión Federal para Mejorar la Calidad del Aire de la Megalópolis 2017-2030, el Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire en el Estado de México 2018-2030 y el Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire del Estado de Hidalgo 2016-2024. Adicionalmente, se alinea con los objetivos de los Planes de Desarrollo de los tres estados que comprende, e incorpora insumos de otros esfuerzos, como las 14 medidas necesarias para mejorar la calidad del aire en la ZMVM, la Estrategia Local de Acción Climática (ELAC) 2021-2050 y el Programa de Acción Climática de la Ciudad de México (PACCM) 2021-2030. Considerando que varias medidas del ProAire son coincidentes con aquellas establecidas en estos programas, se abre la posibilidad de establecer sistemas de seguimiento coordinados que aprovechen los diferentes esfuerzos. |
| Por otro lado, la encuesta de percepción ciudadana (consultar Capítulo 8 del ProAire) refleja que la mayoría de los habitantes de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) (62.7%) considera que la calidad del aire no ha mejorado en los últimos 20 años a pesar de que las tendencias históricas demuestran lo contrario, por lo que es importante visibilizar las acciones de gestión de calidad del aire y difundir los resultados de manera oportuna, clara y objetiva a lo largo de la ejecución del programa. |

| Actividades | | | | | | |
|--|---|---|---|-----------|-----------|------------------|
| Número | Descripción | Indicador | Entidad | Meta 2024 | Meta 2030 | Costo (M.N.) |
| Desarrollar instrumentos para el seguimiento y reporte del avance de las medidas del ProAire. | | | | | | |
| 16.1.1 | 16.1.1.1 Crear un instrumento para el seguimiento y reporte de los avances de las medidas a nivel de subactividad, los cuales consideren la evaluación periódica de los indicadores, el avance en su ejecución y el cumplimiento de metas. Se busca que este instrumento permita identificar rápidamente el progreso general del ProAire y el progreso particular por acción, a través del desarrollo de una hoja de cálculo. Esto se propondrá como el instrumento de seguimiento para los equipos de trabajo de las autoridades locales y federales, con la finalidad de que la federación reúna los insumos generados por las entidades ejecutoras y se reporten periódicamente los avances al seno del Comité Núcleo del ProAire, dada su responsabilidad de dar seguimiento y continuidad a los trabajos del Programa. | Hoja de cálculo para el seguimiento y monitoreo del ProAire | FED (SEMARNAT) CDMX EDOMEX HGO | 1 | 1 | \$0 ¹ |

⁶ Los porcentajes por indicador son acumulativos y están establecidos con base en el nivel de esfuerzo requerido para completar la actividad que conforman. La ejecución total de la actividad corresponde al 100%, el cual se obtiene al sumar la aportación final de cada indicador.

¹ Se considera como entregable de la consultoría para la elaboración del ProAire 2021-2030.

| | | | | | | |
|---|--|----------------------------------|----------------|---|-------------|------------------|
| | <p>16.1.1.2 Usar las tecnologías de la información para implementar un sistema de reporte y seguimiento de las acciones y medidas del ProAire de la ZMVM 2021-2030. Se deberá evaluar la factibilidad de la creación de un sistema que permita realizar el seguimiento de manera sistemática y poner a disposición información de carácter público donde la población pueda consultar los avances en la ejecución del Programa, así como contar con una función de análisis de datos para el reporte de resultados. También, se prevé necesaria la formación de un equipo técnico para dar mantenimiento a las plataformas.</p> <p>En el caso de la Ciudad de México, se sugiere evaluar la posibilidad de vincular a lo siguiente: el Sistema de Administración Documental (SAD) o al reporte de seguimiento del Plan de Acción Climática de la Ciudad de México (PACCM), por mencionar algunos. Dado que varias medidas del ProAire son coincidentes con aquellas en el PACCM, se buscará aprovechar y generar esfuerzos coordinados.</p> | Sistema de reporte y seguimiento | CDMX | 1 | 1 | \$1,000,000 |
| | | | EDOMEX | 1 | 1 | \$1,000,000 |
| | | | HGO | 1 | 1 | \$1,000,000 |
| | <p>16.1.1.3 Generar un informe de resultados y avance del ProAire, los cuales deberán ser desarrollados por cada entidad de manera bienal y a nivel metropolitano por la SEMARNAT a mitad de la implementación del ProAire. Esto con el objetivo de promover la transparencia y rendición de cuentas, por lo que deberán ser públicos.</p> | Informe de resultados | FED (SEMARNAT) | 0 | 1 | \$0 ² |
| CDMX | 2 | 5 | | | | |
| EDOMEX | 2 | 5 | | | | |
| HGO | 2 | 5 | | | | |
| 16.1.2 | Realizar evaluaciones periódicas del avance del ProAire. | | | | | |
| | <p>16.1.2.1 Realizar evaluaciones integrales con el objetivo de identificar áreas de oportunidad en la ejecución de las acciones del ProAire y ajustar las acciones y subactividades necesarias para lograr el objetivo general del Programa. Esto se realizará en coordinación entre la SEMARNAT y las entidades de la ZMVM. Se deberá considerar ajustar el costo-beneficio, evaluaciones de salud y reducción de emisiones.</p> | Evaluaciones realizadas | FED (SEMARNAT) | 0 | 1 | \$2,000,000 |
| | CDMX | | | | | |
| EDOMEX | | | | | | |
| HGO | | | | | | |
| <p>16.1.2.2 Realizar una evaluación final sobre todos los aspectos y componentes del ProAire 2021-2030, con el propósito de seguir mejorando la calidad del aire en el Valle de México. Esta evaluación final buscará fortalecer la política ambiental en la ZMVM, y dar continuidad al proceso de mejora ambiental y contribuir en la elaboración del próximo ProAire. Esto se realizará en coordinación entre la SEMARNAT y las entidades que integran de la ZMVM.</p> | Evaluación final del ProAire 2021-2030 | FED (SEMARNAT) | 0 | 1 | \$2,000,000 | |
| CDMX | | | | | | |
| EDOMEX | | | | | | |
| HGO | | | | | | |
| 16.1.3 | Comunicar a la población sobre el progreso del ProAire de manera periódica. | | | | | |
| | <p>16.1.3.1 Difundir los esfuerzos y progreso en la implementación de las acciones del ProAire de manera periódica. Esta comunicación se podrá dar a través de la difusión de material informativo en los sitios oficiales de internet correspondientes y/o redes sociales, mediante conferencias de prensa u otras estrategias de comunicación. Se podrá realizar de manera individual y conjunta entre las tres entidades y el gobierno federal.</p> | Difusión de resultados | FED (SEMARNAT) | 3 | 9 | \$117,000 |
| | | | CDMX | 3 | 9 | |
| | | | EDOMEX | 3 | 9 | |
| | | | HGO | 3 | 9 | |

² Se considera como una actividad realizada por los grupos de trabajo de las entidades y SEMARNAT.

| Responsables e involucrados | |
|-----------------------------------|--|
| Entidades responsables | Gobierno Federal, Ciudad de México, Estado de México y estado de Hidalgo |
| Instituciones responsables | <ul style="list-style-type: none"> Gobierno Federal: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)- Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes Ciudad de México: Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA) Estado de México: Secretaría del Medio Ambiente (SMAGEM) Estado de Hidalgo: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNATH) |
| Actores involucrados | Coordinación Ejecutiva de la Comisión Ambiental de la Megalópolis (CE-CAMe) y todas las demás instituciones y municipios que apoyan en la ejecución de las acciones del ProAire. |

| Marco normativo | |
|---|--|
| Fundamento jurídico | |
| Fundamentos en leyes generales o federales | |
| La fracción IV del artículo 111 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) faculta a la SEMARNAT para formular y aplicar programas para la reducción de emisión de contaminantes a la atmósfera, con base en la calidad del aire que se determine para cada área, zona o región del territorio nacional, los cuales deben incluir sus objetivos, plazos y mecanismos para su instrumentación. Por su parte, la fracción XI del artículo 112 de la LGEEPA faculta a los gobiernos locales para formular y aplicar programas de gestión de calidad del aire. | |
| Fundamentos en leyes locales | |
| <u>Ciudad de México</u> | |
| La fracción II del artículo 133 de la Ley Ambiental de Protección a la Tierra en el Distrito Federal (LAPTRDF) faculta a la SEDEMA para elaborar un programa local de gestión de calidad del aire, sujeto a revisión y ajuste periódico, con base en los niveles máximos permisibles de emisión de contaminantes a la atmósfera, establecidos en las normas oficiales mexicanas y demás normativa aplicable. | |
| <u>Estado de México</u> | |
| El Código para la Biodiversidad del Estado de México carece de fundamento jurídico expreso para la formulación y aplicación de los ProAire, incluyendo la ausencia de estrategias para su seguimiento. | |
| <u>Estado de Hidalgo</u> | |
| La Ley para la Protección al Ambiente del Estado de Hidalgo carece de fundamento jurídico expreso para la formulación y aplicación de los ProAire, incluyendo la ausencia de estrategias para su seguimiento. | |
| Reformas legislativas, regulatorias o normativas | |
| El marco normativo vigente faculta a los gobiernos locales para formular y aplicar programas de gestión de calidad del aire; sin embargo, no se expresan las estrategias necesarias para su seguimiento. De lo anterior se desprende la recomendación de que la regulación de los ProAire en la LGEEPA y en las legislaciones ambientales locales se incluyan estas estrategias. | |

| Factores económicos | |
|----------------------------------|---|
| Costo estimado | \$7,200,000 M.N. Incluye el costo de desarrollo de los instrumentos de seguimiento, las evaluaciones del Programa, y las actividades y materiales de difusión de los resultados periódicos del ProAire. |
| Fuentes de financiamiento | Algunas alternativas para el financiamiento de esta acción son: <ul style="list-style-type: none"> Inversión pública utilizando recursos presupuestales federales y locales, recursos autogenerados y fideicomisos locales (Fideicomiso 1490 y Fondo Ambiental Público). |

| Barreras de implementación | | | | | | | |
|---|------------|----------|-----------|-----------------|------------|--------------------|--------------|
| Descripción de las barreras y supuestos identificados | | | | | | | |
| Los principales retos para el seguimiento y monitoreo de acciones se clasifican como institucionales y operativos. Por un lado, debe haber una fuerte coordinación interinstitucional durante el proceso de recolección y actualización de los avances. Las instituciones responsables de ejecutar las acciones deberán llevar el correcto registro de los resultados para garantizar la correcta recolección de información. Asimismo, debe existir un equipo dedicado a vigilar el seguimiento a lo largo del programa con responsabilidades definidas. La ausencia de este equipo dificulta la ejecución de la estrategia de seguimiento dado que no existe un responsable de su gestión a lo largo del programa. Finalmente, este equipo deberá ejecutar las actividades contempladas en la estrategia de seguimiento en tiempo y forma en todas las fechas establecidas. | | | | | | | |
| Presupuestales | Económicas | Sociales | Políticas | Institucionales | Operativas | Sector involucrado | Tecnológicas |
| | | | | X | X | | |

| Beneficios ambientales esperados | | | | | | | | | | |
|---|--|------------------|-------------------|-----------------|----|-----------------|-----|--------------------|----|---------|
| Reducción de emisiones (toneladas reducidas) ³ | Año | PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | CO | NO _x | COV | CO ₂ eq | CN | Tóxicos |
| | | 2024 | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| | 2030 | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| Costo-efectividad | Costo medida M.N. / toneladas reducidas | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| Cobeneficios | La ejecución de esta acción tiene múltiples cobeneficios. Por un lado, el seguimiento y monitoreo robustece el proceso de planeación de futuros ProAire a través de la identificación de áreas de oportunidad. Asimismo, la difusión periódica de resultados genera una mayor sensación de transparencia y rendición de cuentas entre la ciudadanía. Esto se traduce en una mayor participación ciudadana en la gestión de calidad del aire, fortalece el tejido social y aumenta la credibilidad en el programa. Finalmente, en la Ciudad de México, la acción permite establecer una coordinación interinstitucional a través del aprovechamiento de esfuerzos existentes del PACCM. | | | | | | | | | |

| Seguimiento y evaluación | | | | | |
|--------------------------|---|-------------------|-------------------|-------------------------------------|---|
| Indicadores | | | | | |
| No. | Nombre | Unidades | Método de cálculo | Frecuencia de medición ² | Medios de verificación |
| 16.1.1.1 | Hoja de cálculo para el seguimiento y monitoreo del ProAire | Documento digital | Conteo | Única vez (año 1) | Instrumento listo para uso |
| 16.1.1.2 | Sistema de reporte y seguimiento | Sistema | Conteo | 2 años (año 2 y 3) | Sistema listo para uso |
| 16.1.1.3 | Informe de resultados | Documento | Conteo | 5 años (años 2, 4, 6, 8, 10) | Reporte publicado |
| 16.1.2.1 | Evaluaciones realizadas | Documento | Conteo | Única vez (año 5) | Reporte de evaluación publicado |
| 16.1.2.2 | Evaluación final del ProAire 2021-2030 | Documento | Conteo | Única vez (año 10) | Documento de evaluación final del ProAire 2021-2030 |
| 16.1.3.1 | Difusión de resultados | Publicación | Conteo | Anual (a partir del año 2) | Informe y documentación de campañas |

³ Se utilizan las siguientes siglas: NA para no aplica, ND para no determinado y NA* en caso de que se espere un incremento de emisiones de dicho contaminante.

⁴ El porcentaje de avance a la fecha de medición del indicador, puede tener avances parciales en años previos, por lo que se presenta el porcentaje de avance estimado en el cronograma de ejecución.

| Cronograma de ejecución | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Metas y avances ⁵ | | | | | | | | | | | |
| Actividad | Indicador | Año | | | | | | | | | |
| | | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
| 16.1.1 | 16.1.1.1 | 20% | | | | | | | | | |
| | 16.1.1.2 | | 15% | 30% | | | | | | | |
| | 16.1.1.3 | | 10% | | 20% | | 30% | | 40% | | 50% |
| 16.1.2 | 16.1.2.1 | | | | | 50% | | | | | |
| | 16.1.2.2 | | | | | | | | | | 50% |
| 16.1.3 | 16.1.3.1 | | 11% | 22% | 33% | 44% | 55% | 66% | 77% | 88% | 100% |

⁵ Los porcentajes por indicador son acumulativos y están establecidos con base en el nivel de esfuerzo requerido para completar la actividad que conforman. La ejecución total de la actividad corresponde al 100%, el cual se obtiene al sumar la aportación final de cada indicador.

| | |
|--------------------|--|
| Medida 16 | Seguimiento institucional |
| Acción 16.2 | Establecimiento de plataformas de seguimiento institucional para sectores altamente contaminantes |
| Subsector | Seguimiento institucional |

| Descripción |
|---|
| Integrar tecnologías de vanguardia para agilizar y eficientar la tramitología actual, así como para apoyar las actividades de seguimiento y vigilancia. Esta acción también contempla que estos sistemas sirvan como repositorios de datos para apoyar la creación y evaluación de políticas públicas, y mantener informada a la población. En este sentido, se prevé que esta acción genere información relevante para el seguimiento del ProAire. |

| Diagnóstico |
|--|
| El gobierno abierto busca ser transparente, multidireccional, colaborativo y orientado a la participación de los ciudadanos tanto en el seguimiento como en la toma de decisiones públicas. Para lograrlo, es importante el uso de las tecnologías de la información que se encuentran disponibles actualmente, con las que se puede llegar a un gran número de personas y facilitar el reporte de información, así como su almacenamiento y análisis. De igual manera, con su uso se puede poner la información a disposición general de la población, de forma transparente y abierta. |
| De acuerdo al Programa de Gobierno 2019-2024 de la Ciudad de México ¹ , se tienen planeadas las siguientes acciones relacionadas con las tecnologías de la información: construir sistemas que permitan tener flujos de información en tiempo real entre las autoridades; abrir todos los datos de la ciudad de manera accionable a través de una plataforma dedicada para ello; y construir el cerebro operativo de datos de la ciudad (data center) que agregue todos sus datos, los procese y genere políticas públicas creativas, basadas en evidencia y con una clara medición de impacto. De manera similar, el Gobierno del Estado de México ² y el Gobierno de Hidalgo ³ establecen como una de sus metas el avanzar hacia un gobierno digital que permita brindar mejores servicios. |
| Actualmente existe un área de oportunidad en el uso de tecnologías de información para el seguimiento y monitoreo de las acciones del ProAire. No existe una plataforma interinstitucional que permita la recolección de datos por parte de sectores o empresas de interés en la ZMVM. Esto abre la posibilidad de establecer una plataforma de vanguardia que funcione como un repositorio de datos abiertos y que sea operada por las dependencias que den seguimiento al ProAire. Este sistema permitirá la carga de información de interés (seguimiento a indicadores, reportes de emisiones, trámites específicos) para su ágil procesamiento. |
| Actualmente los reportes de desempeño y solicitud de autorizaciones ante las Secretarías de Medio Ambiente de mayor relevancia son a base de papel impreso, creando una barrera para un procesamiento y análisis ágil de información por parte de múltiples entidades. De esta manera, se deberá trabajar en la digitalización de los procesos de interés como el escalón base para las actividades propuestas en diversas fichas. |

| Actividades | | | | | | |
|-------------|--|---------------------------------|---------|-----------|-----------|--------------|
| Número | Descripción | Indicador | Entidad | Meta 2024 | Meta 2030 | Costo (M.N.) |
| 16.2.1 | Desarrollar sistemas de reporte de desempeño ambiental, para compartir información entre dependencias locales y federales. | | | | | |
| | 16.2.1.1 Desarrollar y armonizar sistemas de recolección de datos a nivel local y federal como apoyo a las actividades de seguimiento y vigilancia, así como para la agilización de permisos y autorizaciones. Se contempla analizar qué parámetros de desempeño ambiental y mecanismos de seguimiento se requiere incluir. Se deberá realizar una evaluación inicial por entidad y nivel de gobierno para detectar los recursos actuales, las estrategias que están en proceso, necesidades tecnológicas de digitalización y de posibles datos conjuntos, así como áreas de | Sistema de recolección de datos | FED | 1 | 2 | |

¹ Gobierno de la Ciudad de México. (2019). Programa de Gobierno 2019-2024. Ciudad de México: Gobierno de la Ciudad de México. Recuperado de: https://plaza-publica.cdmx.gob.mx/uploads/decidim/attachment/file/12/plan_gob_nov_digital.pdf
² Gobierno del Estado de México. Ley de Gobierno Digital del Estado de México y Municipios. Recuperado de: https://dgsei.edomex.gob.mx/ley_gob_digital
³ Gobierno del Estado de Hidalgo. Eje 1. Gobierno Honesto, Cercano y Moderno del Plan Estatal de Desarrollo Hidalgo 2016-2022 Recuperado de: http://planestataldesarrollo.hidalgo.gob.mx/pdf/PED/ESP/PED_EJECUTIVO_esp%C3%B1ol.pdf

| | | | | |
|---|--------|---|---|--------------|
| oportunidad. Dicho diagnóstico permitirá definir los componentes del sistema y las actividades para desarrollarlo. Se evaluará la factibilidad de recolección de la siguiente información: <ul style="list-style-type: none"> Reporte de cumplimiento de la normatividad. Se deberá contemplar un repositorio de información en tiempo real de las mediciones realizadas por los sistemas de monitoreo continuo que se establecen en la normatividad existente y en la que pueda desarrollarse en el futuro (sistemas considerados en las acciones 9.1 y 14.4). Repositorio de la información de las solicitudes de permisos y autorizaciones que se otorgan en materia ambiental (Licencia Anual Única, Cédula de Operación Anual (COA), Cédula de Operación Integral, formatos de permisos y autorizaciones, principalmente). En la búsqueda de fortalecer la gestión e institucionalización de datos, se podrán generar sistemas de datos abiertos, para que las autoridades responsables tengan acceso a la diversa información relevante y necesaria para crear políticas públicas basadas en evidencia. Será indispensable garantizar la confidencialidad del manejo de los datos que lo requieran. | CDMX | 0 | 1 | \$20,000,000 |
| | EDOMEX | 0 | 1 | |

| Responsables e involucrados | |
|-----------------------------------|--|
| Entidades responsables | Gobierno Federal, Ciudad de México, Estado de México |
| Instituciones responsables | <ul style="list-style-type: none"> Gobierno Federal: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (ASEA) y Secretaría de Economía (SE) Ciudad de México: Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA) Estado de México: Secretaría del Medio Ambiente (SMAGEM) |
| Actores involucrados | <ul style="list-style-type: none"> Gobierno Federal: Procuraduría Federal de protección al Ambiente (PROFEPA) Coordinación Ejecutiva de la Comisión Ambiental de la Megalópolis (CE-CAME) Ciudad de México: Agencia Digital de Innovación Pública (ADIP) Estado de Hidalgo: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNATH) |

| Marco normativo |
|---|
| Fundamento jurídico |
| Fundamentos en leyes generales o federales La fracción IV del artículo 111 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) faculta a la SEMARNAT para formular y aplicar programas para la reducción de emisión de contaminantes a la atmósfera, con base en la calidad del aire que se determine para cada área, zona o región del territorio nacional, los cuales deben incluir sus objetivos, plazos y mecanismos para su instrumentación. Por su parte, la fracción XI del artículo 112 de la LGEEPA faculta a los gobiernos locales para formular y aplicar programas de gestión de calidad del aire. Sin embargo, en ninguno de los dos casos se establecen estrategias para el seguimiento de los programas de referencia, incluyendo el uso de tecnologías como plataformas digitales. En esta materia, únicamente la fracción XIII del artículo 5 faculta a la Federación para fomentar la aplicación de tecnologías, equipos y procesos que reduzcan las emisiones y descargas contaminantes provenientes de cualquier tipo de fuente, en coordinación con las autoridades locales. |
| Fundamentos en leyes locales Ciudad de México La fracción II del artículo 133 de la Ley Ambiental de Protección a la Tierra en el Distrito Federal (LAPTFD) faculta a la SEDEMA para elaborar un programa local de gestión de calidad del aire, sujeto a revisión y ajuste periódico, con base en los niveles máximos permisibles de emisión de contaminantes a la atmósfera, establecidos en las normas oficiales mexicanas y demás normativa aplicable. |
| Estado de México |

El Código para la Biodiversidad del Estado de México carece de fundamento jurídico expreso para la formulación y aplicación de los ProAire, incluyendo la ausencia de estrategias para su seguimiento.

Reformas legislativas, regulatorias o normativas

El marco normativo vigente faculta a los gobiernos locales para formular y aplicar programas de gestión de calidad del aire; sin embargo, no se expresan las estrategias necesarias para su seguimiento. De lo anterior se desprende la recomendación de que la regulación de los ProAire en la LGEPA y en las legislaciones ambientales locales se incluyan estas estrategias.

Factores económicos

| | |
|----------------------------------|---|
| Costo estimado | \$20,000,000 M.N. Incluye el desarrollo de las plataformas de seguimiento y equipamiento necesario. |
| Fuentes de financiamiento | Algunas alternativas para el financiamiento de esta acción son: <ul style="list-style-type: none"> • Inversión pública utilizando recursos presupuestales, recursos autogenerados y fideicomisos locales (Fideicomiso 1490 y Fondo Ambiental Público). • Inversión de particulares mediante la observancia obligatoria de la normatividad e incentivos de autorregulación. • Alternativas de apoyo internacional como el Banco Mundial, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), la Agencia Francesa para el Desarrollo (AFD) y la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). |

Barreras de implementación

Descripción de las barreras y supuestos identificados

Las principales barreras para el establecimiento de plataformas de seguimiento son institucionales, operativas y tecnológicas. Por un lado, se debe lograr una sólida coordinación institucional durante el proceso de despliegue de las plataformas. Las barreras operativas son principalmente aquellas relacionadas al uso y adopción de las plataformas.

| Presupuestales | Económicas | Sociales | Políticas | Institucionales | Operativas | Sector involucrado | Tecnológicas |
|----------------|------------|----------|-----------|-----------------|------------|--------------------|--------------|
| | | | | X | X | | X |

Beneficios ambientales esperados

| Reducción de emisiones (toneladas reducidas) ⁴ | Año | PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | CO | NO _x | COV | CO ₂ eq | CN | Tóxicos |
|---|--|------------------|-------------------|-----------------|----|-----------------|-----|--------------------|----|---------|
| | 2024 | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| | 2030 | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| Costo-efectividad | Costo medida M.N. / toneladas reducidas | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| Cobeneficios | Una vez generados los repositorios de datos, con toda la información recibida se podrían generar estadísticas y análisis para la toma de decisiones. Además, es importante destacar que el proceso de generación de inventarios se agilizaría al ahorrar tiempo de captura de información desde los documentos físicos, como se hace actualmente. Adicionalmente, se agilizarán los procesos administrativos, y se generará información para facilitar las actividades de seguimiento y vigilancia e informar el desarrollo de políticas públicas. | | | | | | | | | |

4 Se utilizan las siguientes siglas: NA para no aplica, ND para no determinado y NA* en caso de que se espere un incremento de emisiones de dicho contaminante.

Seguimiento y evaluación

Indicadores

| No. | Nombre | Unidades | Método de cálculo | Frecuencia de medición ⁵ | Medios de verificación |
|----------|---------------------------------|----------|-------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| 16.2.1.1 | Sistema de recolección de datos | Sistema | Conteo | Anual (A partir del año 2) | Avances del sistema en desarrollo |

Cronograma de ejecución

Metas y avances⁶

| Actividad | Indicador | Año | | | | | | | | | |
|-----------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
| 16.2.1 | 16.2.1.1 | | 20% | 30% | 40% | 50% | 60% | 70% | 80% | 90% | 100% |

5 El porcentaje de avance a la fecha de medición del indicador puede tener avances parciales en años previos, por lo que se presenta el porcentaje de avance estimado en el cronograma de ejecución.

6 Los porcentajes por indicador son acumulativos y están establecidos con base en el nivel de esfuerzo requerido para completar la actividad que conforman. La ejecución total de la actividad corresponde al 100%, el cual se obtiene al sumar la aportación final de cada indicador.

| | |
|-------------|---------------------------------------|
| Medida 16 | Seguimiento institucional |
| Acción 16.1 | Estrategia Integral de Financiamiento |
| Subsector | Seguimiento institucional |

Descripción

Desarrollar e implementar la Estrategia Integral de Financiamiento (EIF), la cual tiene como objetivo asegurar la disponibilidad de fondos estables y suficientes para lograr la correcta implementación de las medidas del Programa. Esta tiene como base cuatro principios (Sostenibilidad Financiera, Practicidad Económica, Corresponsabilidad e Involucramiento del Sector Privado, Académico y Social, y Colaboración Internacional - SF, PE, CIPAS, CI)¹, los cuales permearon en el diseño de las medidas y continuarán guiando las actividades para la identificación, consecución y manejo de fondos.

Diagnóstico

La mayoría de las medidas definidas en el ProAire ZMVM 2021-2030 requieren de recursos financieros para su instrumentación, ya sea para contratar personal, adquirir tecnología, realizar obras, operar y mantener la infraestructura, realizar investigaciones y estudios, entre otros. A pesar de que se priorizaron acciones que fueran, en la medida de lo posible, autofinanciables o de costo adicional mínimo; el gasto público programado actualmente no es suficiente para su realización. A nivel federal, se observa que el gasto programado para Medio Ambiente y Recursos Naturales (Ramo 16 del Presupuesto de Egresos de la Federación) ha presentado una tendencia a la baja en los últimos años. Si bien el presupuesto para el año 2021 aumentó en 4.95% respecto al 2020; la cantidad de recursos asignados para el 2021 equivale al 46.12% de lo presupuestado en el 2015². Igualmente, a nivel estatal, los recursos presupuestados a las correspondientes Secretarías del Medio Ambiente de los estados que comprenden el Valle de México son limitados. La proporción que estos montos representaron con relación al gasto total previsto para los ejercicios fiscales 2020 fue de 0.48% en el Estado de México³, 0.52% en la Ciudad de México⁴ y 0.28% en el estado de Hidalgo⁵.

Existen otras barreras para el fondeo del ProAire ZMVM 2021-2030 como son el requerimiento de grandes inversiones iniciales y la demanda de costos operativos a largo plazo asociadas a determinadas acciones, y los obstáculos legales e institucionales que dificultan la asignación de recursos constantes e impiden “etiquetar” los instrumentos recaudatorios en materia ambiental para la continuación de las políticas y estrategias de las que provienen. Otro reto que se presenta frecuentemente deriva de los largos periodos que involucran los procesos administrativos para obtener aportaciones adicionales y la demanda de capacidades de preparación de proyectos, experiencia en la gestión de recursos y disponibilidad de tiempo de la que carecen las áreas operativas que implementan las políticas públicas. A su vez, se ha encontrado que el apoyo de fuentes externas comúnmente atiende las fases iniciales de los proyectos, resaltando la importancia de generar esquemas de financiamiento a largo plazo.

Se estima que la ejecución del Programa tendrá un costo de \$377,349,500,000 M.N. Si bien no es una acción que reduce de manera directa las emisiones de contaminantes, esta acción detona la implementación de aquellas que sí lo logran, constituyéndose en una política transversal que establece la base sobre la cual se construyen el resto de las acciones del ProAire ZMVM 2021 – 2030.

¹ La descripción de los principios mencionados está disponible en la sección 9.1 del Capítulo 9.

² Los valores se expresan en términos nominales. SHCP. (s. f.). Análisis del Presupuesto de Egresos de la Federación. Recuperado 10 de febrero de 2021, de https://www.pef.hacienda.gob.mx/es/PEF/Analiticos_PresupuestariosPEF

³ Gobierno del Estado de México. (2019). Presupuesto de Egresos del Gobierno del Estado de México para el Ejercicio Fiscal 2020. <http://atlaconulco.gob.mx/atlaconulco.gob.mx/Transparencia/3.Tesoreria%20Municipal/3.Tesoreria%20Municipal/NORMATIVIDAD%20APLICABLE/23PRESEGREDOMEX2020.pdf>

⁴ Gobierno de la Ciudad de México. (2019). Presupuesto de Egresos de la Ciudad de México para el Ejercicio Fiscal 2020. https://www.iecm.mx/www/transparencia/art.121/121.f01/marco.legal/24_PresupEgresosCdMx_23122019.pdf

⁵ Gobierno del Estado de Hidalgo. (2019). Presupuesto de Egresos del Estado de Hidalgo Ejercicio Fiscal 2020. <https://sedeso.hidalgo.gob.mx/transparencia/presupuestos/PresupuestoEgresosEstadoHidalgo2020.pdf>

| Actividades | | | | | | |
|---|--|--|--|-----------|-----------|--------------|
| Número | Descripción | Indicador | Entidad | Meta 2024 | Meta 2030 | Costo (M.N.) |
| Elaborar la EIF según los cuatro principios (SF, PE, CIPAS, CI). | | | | | | |
| 16.3.1 | <p>16.3.1.1 Desarrollar una estrategia de financiamiento específica para la instrumentación de las acciones del Programa de acuerdo con el contexto de la ZMVM⁶. Se analizarán aspectos económicos, ambientales, sociales, legales e institucionales de normas y regulaciones, así como de instrumentos fiscales, económicos y de fomento, para determinar si se requiere actualizar los existentes o crear nuevos. También, se evaluará la creación de fondos ambientales en el Estado de México y el estado de Hidalgo, el establecimiento de alianzas público-privadas (APPs) para el mejoramiento de servicios públicos e infraestructura de sectores contaminantes, además de la posibilidad de emitir Bonos Verdes o Bonos de Carbono para apoyar la ejecución de las acciones. De manera complementaria, dentro de la EIF se estudiarán las fuentes de apoyo disponibles a través de fondos y programas locales, nacionales e internacionales, y se seleccionarán aquellas alternativas que se consideren más adecuadas para apoyar la implementación de las medidas.</p> <p>Como resultado del análisis mencionado, la EIF definirá y priorizará las actividades a realizar para obtener los recursos necesarios, así como periodos de cumplimiento, de forma que se determine el avance que se esperará alcanzar cada año medido en número de actividades. Se asignarán responsables y se establecerán canales de comunicación y mecanismos de seguimiento. Adicionalmente, se incluirán estrategias para fortalecer las capacidades locales de preparación de proyectos y gestión de recursos financieros.</p> | Estrategia Integral de Financiamiento | CDMX EDOMEX HGO | 1 | 1 | \$1,500,000 |
| Implementar la EIF. | | | | | | |
| 16.3.2 | <p>16.3.2.1 Llevar a cabo la EIF desarrollada para la ejecución del Programa. Esta actividad consiste en realizar las actividades que se consideren adecuadas relacionadas con modificaciones legales, normativas y regulatorias; la actualización o creación de instrumentos fiscales, económicos y de fomento; la creación de fondos ambientales; el establecimiento de APPs; la emisión de bonos; y la creación de convenios de colaboración. De igual forma, se deberán considerar los plazos definidos en la EIF, lo que a su vez permitirá darle seguimiento de acuerdo con la cantidad de actividades a completar en el periodo 2021-2030.</p> | Actividades completadas de la EIF ⁷ | CDMX EDOMEX HGO FED (SEMARNAT) | ND | ND | ND |

⁶ Además de buscar la generación de recursos para la implementación de las acciones, la EIF se dirigirá a corregir externalidades negativas, desincentivar comportamientos no deseados y hacer más atractivas determinadas prácticas, productos o tecnologías. Se sugiere consultar el Capítulo 9 para obtener más información sobre las bases de la EIF.

⁷ La meta para 2030 consiste en implementar la totalidad de la EIF, no obstante, el costo de la actividad y las metas para 2024 y 2030 deben actualizarse en términos de número de actividades completadas una vez que se haya desarrollado la EIF.

| Beneficios ambientales esperados | | | | | | | | | | |
|---|--|------------------|-------------------|-----------------|----|-----------------|-----|--------------------|----|---------|
| Reducción de emisiones (toneladas reducidas) ⁸ | Año | PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | CO | NO _x | COV | CO ₂ eq | CN | Tóxicos |
| | 2024 | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| | 2030 | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| Costo-efectividad | Costo medida M.N. / toneladas reducidas | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| Cobeneficios | El principal cobeneficio de la ejecución de esta acción es la reducción de emisiones contaminantes, derivada de la instrumentación de las medidas con impacto directo sobre las emisiones. Además, la generación de recursos y la aplicación de instrumentos fiscales, económicos y de fomento se dirigirán a corregir externalidades negativas, desincentivar comportamientos no deseados y hacer más atractivas determinadas prácticas, productos o tecnologías que contribuyan a mejorar la calidad del aire. | | | | | | | | | |

| Seguimiento y evaluación | | | | | |
|--------------------------|---------------------------------------|-----------|-------------------|-------------------------------------|---|
| Indicadores | | | | | |
| No. | Nombre | Unidades | Método de cálculo | Frecuencia de medición ⁹ | Medios de verificación |
| 16.3.1.1 | Estrategia Integral de Financiamiento | Documento | Conteo | Única vez (año 3) | Publicación del documento |
| 16.3.2.1 | Actividades completadas de la EIF | Número | Conteo | Anual (a partir del año 3) | Instrumento de seguimiento con datos actualizados |

| Cronograma de ejecución | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------------------|
| Metas y avances ¹⁰ | | | | | | | | | | | |
| Actividad | Indicador | Año | | | | | | | | | |
| | | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
| 16.3.1 | 16.3.1.1 | | 70% | 100% | | | | | | | |
| 16.3.2 | 16.3.2.1 | | | 25% | 40% | 50% | 60% | 70% | 80% | 90% | 100% ¹¹ |

8 Se utilizan las siguientes siglas: NA para no aplica, ND para no determinado y NA* en caso de que se espere un incremento de emisiones de dicho contaminante.
 9 El porcentaje de avance a la fecha de medición del indicador puede tener avances parciales en años previos, por lo que se presenta el porcentaje de avance estimado en el cronograma de ejecución.
 10 Los porcentajes por indicador son acumulativos y están establecidos con base en el nivel de esfuerzo requerido para completar la actividad que conforman. La ejecución total de la actividad corresponde al 100%, el cual se obtiene al sumar la aportación final de cada indicador.
 11 El avance parcial se actualizará una vez que se definan las actividades que conformarán la EIF.

| | |
|-------------|---|
| Medida 17 | Mejora del monitoreo ambiental |
| Acción 17.1 | Operación de las redes de monitoreo ambiental |
| Subsector | Medición de contaminantes |

| Descripción |
|---|
| Mejorar el monitoreo de calidad del aire de contaminantes y precursores del smog fotoquímico con el uso de métodos tradicionales y de otras tecnologías en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), así como fortalecer la coordinación a nivel metropolitano. |

| Diagnóstico |
|--|
| La calidad del aire en la ZMVM ha mejorado significativamente en los últimos 30 años. Lo anterior se puede documentar gracias a la evidencia generada por el Sistema de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México (SIMAT), el cual es operado y financiado por la Secretaría de Medio Ambiente de la Ciudad de México con cobertura metropolitana. El monitoreo atmosférico es la herramienta utilizada para difundir la calidad del aire, prevenir y alertar a la población en episodios de alta contaminación, así como para el seguimiento y la generación de conocimiento científico que apoya a la gestión de calidad del aire. En la actualidad, se encuentran disponibles más y mejores tecnologías que ofrecen especificidad en el análisis de los contaminantes y compuestos precursores, dando oportunidad al fortalecimiento de medidas para disminuir los niveles de contaminación. |
| La mayor parte de los sistemas de monitoreo de calidad del aire disponen de estaciones que permiten satisfacer los requerimientos legislativos, pero el alto costo de estos impide cubrir la totalidad de la superficie urbana. Ese es el caso del Valle de México, donde hay una cobertura principalmente por el SIMAT entre el 60 y 75% de la población dependiendo del contaminante medido. En el caso del Sistema de Monitoreo Atmosférico del Estado de Hidalgo (SIMAEH), este opera una estación de tipo mixto (una automática y una manual) en el Municipio de Tizayuca, dando cobertura parcial a menos del 50% del total de la población que ahí se encuentra. Por otro lado, recientemente en los municipios de Huixquilucan e Ixtapaluca en el Estado de México, la Red Automática de Monitoreo Atmosférico de Toluca (RAMA Toluca) instaló estaciones de monitoreo automático, las cuales se espera que entren en operación en los primeros años a partir de la publicación de este documento. |
| La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) a través del Fondo Nacional de Infraestructura (FONADIN) con una inversión de 150 millones de pesos, de 2017 a la fecha ha implementado el proyecto “Programa de Fortalecimiento de las capacidades de monitoreo de la calidad del aire en la Megalópolis” dotando de equipamiento y nuevas estaciones el monitoreo de la calidad del aire a las siete entidades que integran la Comisión Ambiental de la Megalópolis, donde están incluidas la Ciudad de México, el Estado de México e Hidalgo. Los recursos asignados al fortalecimiento de los sistemas de monitoreo de estas tres entidades corresponden al orden de 17%, 18 y 10% respectivamente. |
| Algunas ciudades del mundo han optado por crear redes híbridas, al instalar sensores más económicos y versátiles, aunque con una menor precisión y exactitud. Los resultados de la evaluación de los sensores de bajo costo concluyen que las mediciones de partículas pueden asimilarse a los datos ofrecidos por un equipo con método de referencia; en gases hay una menor precisión en la medición. En el caso de estos equipos, los valores obtenidos podrían ayudar a conocer la exposición individual, complementando la información de los sistemas de medición tradicional. No obstante, se deben desarrollar criterios de calidad y objetivos específicos para su uso, operación, validación de datos y difusión. De la mano con el desarrollo tecnológico y la implementación de los sistemas de monitoreo de calidad del aire, se debe contar con capacitación continua para los operadores de los equipos y analizadores de medición, así como guías que ayuden a la toma de decisiones sobre la información generada que permita identificar cuando un instrumento está fuera de control. Además, se requiere del desarrollo de buenas prácticas para la validación de la información. |
| Referente a la coordinación entre las instituciones que participan en el monitoreo de calidad del aire dentro de la ZMVM, se requiere establecer mecanismos homologados de comunicación y coordinación para la atención inmediata de problemas de alta contaminación, operativos, entre otros. En este contexto, se requiere homologar los criterios de operación de los equipos entre redes de monitoreo en apego a los lineamientos nacionales o internacionales. |

| Actividades | | | | | | |
|-----------------|---|--|------------------------------|-----------|--------------|--------------|
| Número | Descripción | Indicador | Entidad | Meta 2024 | Meta 2030 | Costo (M.N.) |
| 17.1.1 | Medir la concentración en el aire ambiente de compuestos que participan en la producción de ozono, partículas finas y tóxicos no normados. | | | | | |
| | 17.1.1.1 Realizar una campaña de mediciones en el Valle de México para la identificación de especies químicas en la atmósfera que favorecen la formación de ozono, aerosoles secundarios y determinación de la susceptibilidad química de la atmósfera a la formación de compuestos secundarios, con el apoyo de instituciones de investigación nacionales e internacionales. | Campañas realizadas | FED (SEMARNAT /INECC) | 1 | 2 | \$7,000,000 |
| | | | CDMX HGO ¹ EDOMEX | 1 | 2 | \$7,000,000 |
| | 17.1.1.2 Llevar a cabo proyectos de investigación participativa en zonas particulares donde las instituciones nacionales e internacionales aporten conocimiento sobre la problemática, su experiencia y presupuesto para la realización de los proyectos con fines de desarrollo de conocimiento y formación de recursos humanos en monitoreo atmosférico. | Proyectos realizados | FED (SEMARNAT /INECC) | 1 | 2 | \$10,000,000 |
| CDMX EDOMEX HGO | | | 1 | 2 | \$20,000,000 | |
| 17.1.2 | Mejorar la coordinación entre los sistemas de monitoreo metropolitanos para el Valle de México. | | | | | |
| | 17.1.2.1 Mejorar las tecnologías de comunicación de los sistemas de monitoreo y su interrelación como sistemas de monitoreo metropolitanos para la pronta atención de eventos de alta contaminación en el Valle de México. | Capacitaciones en tecnología de comunicación | CDMX EDOMEX HGO | 2 | 8 | \$5,600,000 |
| | 17.1.2.2 Homologar los lineamientos de operación en la medición de calidad del aire y variables meteorológicas: manejo y validación de datos, reportes, estandarización de protocolos de calibración, así como brindar capacitación al personal técnico de monitoreo en mantenimiento y datos generados de las estaciones de monitoreo de la CDMX, Estado de México e Hidalgo. | Capacitaciones de operación | FED (SEMARNAT /INECC) | 1 | 2 | \$3,000,000 |
| CDMX EDOMEX HGO | | | 2 | 8 | \$1,200,000 | |
| 17.1.3 | Evaluar y, en su caso, complementar la medición de contaminantes criterio y otros compuestos con nuevas tecnologías (sensores de bajo costo, satelital, otras). | | | | | |
| | 17.1.3.1 Evaluar la factibilidad de uso de tecnologías no reguladas que apoyen a la gestión de calidad del aire del Valle de México y determinar los objetivos de monitoreo con dichas tecnologías. Además, se buscará desarrollar lineamientos nacionales para el uso de tecnologías no reguladas en la red de monitoreo y contar con el financiamiento para el desarrollo de proyectos de evaluación y en su caso implementación y uso de los datos de nuevas tecnologías, así como asegurar el recurso para la operación de los equipos de tecnologías no reguladas incorporados al monitoreo. | Estudio de evaluación de factibilidad | FED (SEMARNAT /INECC) | 1 | 2 | 20,000,000 |
| CDMX EDOMEX HGO | | | 1 | 2 | \$50,000,000 | |

| | | | | | | |
|--|--|----------------------------------|-----------------------|---|--------------|---------------|
| | 17.1.3.2 Desarrollar proyectos utilizando nuevas tecnologías que apoyen a la gestión de calidad del aire. | Proyectos con nuevas tecnologías | FED (SEMARNAT /INECC) | 1 | 2 | 20,000,000 |
| | | | CDMX EDOMEX | 1 | 2 | \$70,000,000 |
| 17.1.4 | Asegurar la operación eficiente de las redes de monitoreo de contaminantes normados. | | | | | |
| | 17.1.4.1 Asegurar el mantenimiento, la operación y las actividades de control de calidad de: <ul style="list-style-type: none"> Equipos métodos de referencia o equivalente, utilizados en la medición de los contaminantes criterio. Sensores meteorológicos de velocidad y dirección de viento, temperatura ambiente y humedad relativa, radiación solar y el depósito atmosférico en las redes, utilizados para el diagnóstico de la calidad del aire y el reporte del índice UV. | Operación de redes | CDMX EDOMEX HGO | 4 | 10 | \$250,000,000 |
| | | | CDMX EDOMEX HGO | 2 | 4 | \$8,000,000 |
| 17.1.4.2 Realizar auditorías externas de desempeño cada dos años a los sistemas de medición automáticos para los contaminantes criterio. | Auditorías de desempeño | CDMX EDOMEX HGO | 2 | 4 | \$8,000,000 | |
| 17.1.5 | Realizar la evaluación quinquenal de la cobertura espacial del monitoreo de contaminantes normados y determinar la necesidad de modificar la configuración de la red, ya sea por incremento de la cobertura o reubicación de estaciones. | | | | | |
| | 17.1.5.1 Evaluar la cobertura de monitoreo en el Valle de México y la cobertura espacial por contaminante, medidos los equipos automáticos para la medición de contaminantes criterio y las variables meteorológicas por sistema de monitoreo. La actividad también incluirá evaluar la factibilidad de uso de otras tecnologías para la ampliación de la cobertura espacial y su conversión a un sistema de monitoreo híbrido (Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA), Red de Monitoreo Meteorológico (REDMET), Red Manual (REDMA), Red de Depósito Atmosférico (REDDA)). Se deberán considerar los estudios previos de las entidades. A la fecha se ha identificado la necesidad de colocar al menos siete estaciones, sin embargo, esto deberá validarse con las actividades descritas. | Evaluación quinquenal | FED (SEMARNAT /INECC) | 1 | 2 | \$8,000,000 |
| CDMX EDOMEX HGO | | | 1 | 2 | \$42,000,000 | |

¹ El estado de Hidalgo participará con la puesta en operación de un equipo de medición de BTX (benceno, tolueno, xileno) en la estación automática Tizayuca para 2024.

| Responsables e involucrados | |
|-----------------------------------|---|
| Entidades responsables | Gobierno Federal, Ciudad de México, Estado de México y estado de Hidalgo |
| Instituciones responsables | <ul style="list-style-type: none"> Gobierno Federal: Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) Ciudad de México: Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA) y Secretaría de Salud (SEDESA) Estado de México: Secretaría de Medio Ambiente (SMAGEM) y Secretaría de Salud Estado de Hidalgo: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNATH) y Secretaría de Salud |
| Actores involucrados | <ul style="list-style-type: none"> Coordinación Ejecutiva de la Comisión Ambiental de la Megalópolis (CE-CAME) Otros: Instituciones académicas o de investigación tanto nacionales como internacionales con experiencia en áreas de monitoreo del aire ambiente de contaminantes normados, tóxicos, formadores del smog fotoquímico, que formen parte de las áreas: fisicoquímico, manejo de equipo analítico y efectos en salud |

| Marco normativo |
|---|
| Fundamento jurídico |
| <p>Fundamentos en leyes generales o federales</p> <p>La fracción VI del artículo 112 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente faculta a las entidades federativas y a los municipios para establecer y operar, con el apoyo técnico de la SEMARNAT, sistemas de monitoreo de la calidad del aire. Además, el apartado C del artículo 122 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece que la Federación, la Ciudad de México, así como sus demarcaciones territoriales, y los Estados y municipios conurbados en la ZMVM, establecerán mecanismos de coordinación administrativa en materia de diversas acciones, incluyendo la protección al ambiente y la preservación y restauración del equilibrio ecológico.</p> <p>En materia regulatoria y normativa, actualmente se cuenta con los siguientes Reglamentos en materias relacionadas con la atmósfera:</p> <ul style="list-style-type: none"> Reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera (25 de noviembre de 1988), revisado, reformado y publicado en el DOF el 31 de octubre de 2014. Reglamento de la LGEEPA en materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) (03 de junio de 2004), revisado, reformado y publicado en el DOF el 31 de octubre de 2014. NOM-156-SEMARNAT-2012, Establecimiento y operación de sistemas de monitoreo de la calidad del aire. NOM-172-SEMARNAT-2019, Lineamientos para la obtención y comunicación del Índice de Calidad del Aire y Riesgos a la Salud. NOM-034-SEMARNAT-1993, que establece los métodos de medición para determinar la concentración de monóxido de carbono (CO) en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición. NOM-035-SEMARNAT-1993, que establece los métodos de medición para determinar la concentración de partículas suspendidas totales en el aire ambiente y el procedimiento para la calibración de los equipos de medición. NOM-036-SEMARNAT-1993, que establece los métodos de medición para determinar la concentración de ozono en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición. NOM-037-SEMARNAT-1993, que establece los métodos de medición para determinar la concentración de bióxido de nitrógeno en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición. NOM-038-SEMARNAT-1993, que establece los métodos de medición para determinar la concentración de bióxido de azufre en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición. NOM-020-SSA1-2014, Salud ambiental. Criterio para evaluar el valor límite permisible para la concentración de ozono de la calidad del aire ambiente. NOM-021-SSA1-1993, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al monóxido de carbono. Valor permisible para la concentración de monóxido de carbono en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población. NOM-022-SSA1-2010, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al bióxido de azufre. Valor normado para la concentración de bióxido de azufre en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población". NOM-023-SSA1-1993, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al bióxido de nitrógeno. Valor normado para la concentración de bióxido de nitrógeno en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población. NOM-025-SSA1-2014, Salud ambiental. Valores límites permisibles para la concentración de partículas suspendidas PM10 y PM2.5 en el aire ambiente y criterios para su evaluación. NOM-026-SSA1-1993, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al plomo. Valor normado para la concentración de plomo en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población. |

| Fundamentos en leyes locales |
|---|
| <p>Ciudad de México</p> <p>La fracción XXXIX del artículo 9 de la Ley Ambiental de Protección a la Tierra en el Distrito Federal (LAPTFDF) faculta a la SEDEMA para establecer y operar, directa o indirectamente, el sistema de monitoreo de la contaminación ambiental. La fracción VI del artículo 133 de la LAPTFDF reitera la facultad de la SEDEMA para establecer y operar sistemas de monitoreo de la calidad del aire en la Ciudad de México. Finalmente, las fracciones XXII y XXIII del artículo 9 de la LAPTFDF facultan a la SEDEMA para: (i) participar, en coordinación con la Federación, en asuntos que afecten el equilibrio ecológico, el ambiente y la salud en la Ciudad de México y los municipios conurbados, y (ii) promover y celebrar, convenios de coordinación, concertación y colaboración con el gobierno federal, de las entidades federativas y de los municipios de la zona conurbada, así como con los particulares, para la realización conjunta y coordinada de acciones de protección ambiental.</p> <p>Estado de México</p> <p>La fracción VI del artículo 2.149 del Código para la Biodiversidad del Estado de México (CPBEM) faculta tanto a la SMAGEM como a los ayuntamientos, para establecer y operar, en el ámbito de sus respectivas competencias, y con el apoyo de la SEMARNAT, sistemas de monitoreo de la calidad del aire en las zonas más críticas. Además, la fracción XII del artículo 2.8 del CPBEM faculta a la SMAGEM para celebrar convenios de coordinación, concertación y ejecución con la Federación, entidades federativas, municipios, organizaciones sociales y particulares para la realización de acciones ambientales.</p> <p>Estado de Hidalgo</p> <p>El artículo 134 de la Ley para la Protección al Ambiente del Estado de Hidalgo (LPAEH) faculta a la SEMARNATH para establecer y operar, con la participación de los ayuntamientos y, en su caso, de la iniciativa privada, sistemas de monitoreo de la calidad del aire, los cuales estarán soportados con los programas respectivos, considerando lo establecido en las normas técnicas vigentes, ya sean federales o estatales. Finalmente, la fracción XXIV del artículo 6 de la LPAEH faculta a la SEMARNATH para celebrar acuerdos de coordinación con los gobiernos federal y municipales, mientras que la fracción V del artículo 9 establece que el Estado podrá suscribir convenios o acuerdos de coordinación y colaboración administrativa con la Federación, otras entidades y los municipios, con el propósito de prevenir y controlar la contaminación de la atmósfera.</p> |
| Reformas legislativas, regulatorias o normativas |
| <p>En virtud de que existen disposiciones legales que fundamentan la adopción de la medida, no se estima necesario proponer reformas o adiciones a nivel legislativo, sin embargo, se deberán revisar y actualizar las siguientes normas: NOM-156-SEMARNAT-2012; NOM-172-SEMARNAT-2019; NOM-034-SEMARNAT-1993; NOM-035-SEMARNAT-1993; NOM-036-SEMARNAT-1993; NOM-037-SEMARNAT-1993 y NOM-038-SEMARNAT-1993.</p> |

| Factores económicos | |
|----------------------------------|---|
| Costo estimado | <p>\$521,800,000 M.N.</p> <p>El monto aproximado incluye operación de las redes de monitoreo, capacitaciones, auditorías y estudios de evaluación. Se considera en este costo la adquisición de nuevas estaciones, en caso de que aplique.</p> |
| Fuentes de financiamiento | <p>Algunas alternativas para el financiamiento de la acción son:</p> <ul style="list-style-type: none"> Inversión pública utilizando recursos presupuestales federales y locales, recursos autogenerados, fideicomisos locales (Fideicomiso 1490 y Fondo Ambiental Público) y fondos nacionales como el Fondo Nacional de Infraestructura (FONADIN). Se buscará colaborar con otras entidades como el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) y la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Ciudad de México (SECITI). Fundaciones como la Fundación William and Flora Hewlett. Agencias de cooperación internacional como la Agencia Francesa para el Desarrollo (AFD), la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) y la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA). Apoyos internacionales a proyectos de investigación como los otorgados por el Instituto de Efectos de la Salud (HEI) y las Becas Fulbright-García Robles. |

| Barreras de implementación | | | | | | | |
|--|------------|----------|-----------|-----------------|------------|--------------------|--------------|
| Descripción de las barreras y supuestos identificados | | | | | | | |
| Los retos que presenta la implementación de esta acción son presupuestales, ya que se requiere contar con el financiamiento necesario para llevar a cabo las actividades de inversión y mantenimiento necesarias, incluyendo las campañas y proyectos de investigación propuestos. Además, se debe fortalecer la coordinación interestatal e invertir en desarrollar sistemas operativos que permitan un mejor flujo de información entre entidades y sistemas de monitoreo. Finalmente, la implementación de esta acción requiere identificar una tecnología costo-efectiva que sea adecuada para el contexto de la Ciudad de México. | | | | | | | |
| Presupuestales | Económicas | Sociales | Políticas | Institucionales | Operativas | Sector involucrado | Tecnológicas |
| X | | | | X | X | | X |

| Beneficios ambientales esperados | | | | | | | | | | |
|---|---|------------------|-------------------|-----------------|----|-----------------|-----|--------------------|----|---------|
| Reducción de emisiones (toneladas reducidas) ² | Año | PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | CO | NO _x | COV | CO ₂ eq | CN | Tóxicos |
| | | 2024 | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| | 2030 | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| Costo-efectividad | Costo medida M.N. / toneladas reducidas | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| Cobeneficios | Esta acción tiene varios cobeneficios que ayudarán de manera transversal a la aplicación de este programa, los principales son los siguientes: | | | | | | | | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Evaluar el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de salud ambiental. • Evaluar el estado de la calidad del aire con respecto a la concentración de los contaminantes normados, tóxicos, reactivos, precursores de otros contaminantes en estado gaseosos, aerosol y/o particulado. • Informar y prevenir a la población sobre los niveles de contaminantes normados y sus posibles riesgos. • Proporcionar información inmediata para la activación o desactivación de alertas o procedimientos de emergencia, derivados de una concentración de contaminantes en el aire ambiente asociada a actividades humanas y/o a fuentes naturales, que puedan representar un riesgo para la salud o el medio ambiente. • Generar información para la evaluación de la distribución espacial y el transporte entre cuencas atmosféricas de los contaminantes medidos. • Identificar los compuestos aéreos que contribuyan a la formación del ozono y otros compuestos tóxicos a la salud. • Generar datos confiables para la evaluación y seguimiento de las estrategias de gestión de la calidad del aire instrumentadas en la ZMVM. • Generar información sobre las especies que contribuyen a la formación de los aerosoles. • Generar información que permita diseñar políticas de control, reducción y seguimiento de la contaminación atmosférica de la ZMVM. | | | | | | | | | |

² Se utilizan las siguientes siglas: NA para no aplica, ND para no determinado y NA* en caso de que se espere un incremento de emisiones de dicho contaminante.

| Seguimiento y evaluación | | | | | |
|--------------------------|--|-----------|-------------------|-------------------------------------|---|
| Indicadores | | | | | |
| No. | Nombre | Unidades | Método de cálculo | Frecuencia de medición ³ | Medios de verificación |
| 17.1.1.1 | Campañas realizadas | Documento | Conteo | Dos años (año 2 y 4) | Reportes de campañas |
| 17.1.1.2 | Proyectos realizados | Documento | Conteo | 2 años (inicia año 2) | Reportes de proyectos |
| 17.1.2.1 | Capacitaciones en tecnología de comunicación | Documento | Conteo | Anual (inicia año 3) | Reporte de capacitación |
| 17.1.2.2 | Capacitaciones operación | Documento | Conteo | Anual (inicia año 3) | Reporte de homologación de operación |
| 17.1.3.1 | Estudio de evaluación de factibilidad | Documento | Conteo | 3 años (años 3 y 6) | Reporte de proyectos |
| 17.1.3.2 | Proyectos con nuevas tecnologías | Documento | Conteo | 3 años (años 4 y 7) | Reporte de proyectos |
| 17.1.4.1 | Operación de redes | Documento | Conteo | Anual | Informes anuales de calidad del aire entidades de la ZMVM |
| 17.1.4.2 | Auditorías de desempeño | Documento | Conteo | 2 años (años 2, 4, 6, 8) | Reporte de auditorías |
| 17.1.5.1 | Evaluación quinquenal | Documento | Conteo | 5 años (Año 5 y 10) | Reportes de evaluación |

| Cronograma de ejecución | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Metas y avances ⁴ | | | | | | | | | | | |
| Actividad | Indicador | Año | | | | | | | | | |
| | | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
| 17.1.1 | 17.1.1.1 | | 25% | | 50% | | | | | | |
| | 17.1.1.2 | | 10% | | 20% | | 30% | | 40% | | 50% |
| 17.1.2 | 17.1.2.1 | | 5% | 10% | 15% | 20% | 25% | 30% | 35% | 40% | 45% |
| | 17.1.2.2 | | 5% | 10% | 15% | 20% | 25% | 30% | 35% | 45% | 55% |
| 17.1.3 | 17.1.3.1 | | | 25% | | | 50% | | | | |
| | 17.1.3.2 | | | | 25% | | | 50% | | | |
| 17.1.4 | 17.1.4.1 | | 5% | 10% | 15% | 20% | 25% | 30% | 35% | 45% | 55% |
| | 17.1.4.2 | | | 5% | 10% | | 20% | | 45% | | |
| 17.1.5 | 17.1.5.1 | | | | | 50% | | | | | 100% |

³ El porcentaje de avance a la fecha de medición del indicador puede tener avances parciales en años previos, por lo que se presenta el porcentaje de avance estimado en el cronograma de ejecución.

⁴ Los porcentajes por indicador son acumulativos y están establecidos con base en el nivel de esfuerzo requerido para completar la actividad que conforman. La ejecución total de la actividad corresponde al 100%, el cual se obtiene al sumar la aportación final de cada indicador.

| | |
|--------------------|---|
| Medida 18 | Control de contaminación en el corredor industrial de Tula-Vito-Apasco |
| Acción 18.1 | Control de contaminación en el corredor industrial de Tula-Vito-Apasco |
| Subsector | Generación de energía eléctrica y refinación de petróleo |

| Descripción |
|---|
| Reducir las emisiones en el corredor industrial Tula-Vito-Apasco, para coadyuvar a evitar el incremento de contaminantes que afectan la calidad del aire local de la ZMVM. Se propone que la termoeléctrica Francisco Pérez Ríos de la CFE y la refinería Miguel Hidalgo de PEMEX cambien sus procesos y/o combustibles con la finalidad de disminuir las emisiones de SO ₂ que llegan a la ZMVM. El segundo componente de esta acción radica en establecer un procedimiento de vigilancia conjunta entre la PROFEPA, la ASEA y las autoridades ambientales del Estado de Hidalgo, de forma que no solo se vigile el cumplimiento ambiental de la termoeléctrica y la refinería, sino de todo el sector industrial en el corredor ¹ . |

| Diagnóstico |
|--|
| En la región de Tula, Hidalgo, al noroeste de la ZMVM, se concentra una importante actividad industrial que resulta en emisiones significativas de contaminantes atmosféricos. Si bien son importantes las emisiones de partículas suspendidas PM ₁₀ y PM _{2.5} , provenientes de diversas fuentes, como las cementeras y las caleras, entre otras, destacan las emisiones por la generación de energía eléctrica y la industria del petróleo y petroquímica en el corredor antes referido. En específico, se destaca la actividad de dos fuentes fijas de jurisdicción federal: |
| <ul style="list-style-type: none"> La refinería Miguel Hidalgo de Petróleos Mexicanos (PEMEX), una de las seis con las que cuenta el país. En 2018, procesó aproximadamente 143 mil barriles diarios de crudo de petróleo, 23% del total nacional (PEMEX, 2018)². Asimismo, la refinería cuenta con una central termoeléctrica convencional con una capacidad de 134 MW para autoabasto (SENER, 2018)³. La planta termoeléctrica Francisco Pérez Ríos de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), la cual cuenta con una central de generación de ciclo combinado a gas natural y una central de generación termoeléctrica convencional que utiliza combustible. La central convencional tiene una capacidad total instalada de 1606 MW y en 2017 aportó una generación anual bruta de 9794 GWh, lo que equivale a 3% de la generación de electricidad nacional ese mismo año (SENER, 2018)³. |

El consumo de combustible pesado en estas instalaciones, entre otras actividades, resulta en la emisión de contaminantes criterio. La tabla siguiente resume las emisiones contaminantes de la termoeléctrica y la refinería, y su contribución porcentual al total de emisiones en el estado de Hidalgo. Se destacan las elevadas emisiones de SO₂, que representan el 86.2% en la entidad, debido al contenido de azufre en el combustible pesado; en ese sentido, la NOM-016-CRE-2016 especifica que el combustible de uso industrial en el corredor puede contener hasta 2% de azufre en peso. En ese sentido, es fundamental contar con una vigilancia continua del cumplimiento de la NOM.

Emisiones contaminantes generadas en el corredor Tula-Vito-Apasco, 2016⁴ (t/año)

| Fuente contaminante | PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | CO | NO _x |
|-------------------------------------|------------------|-------------------|-----------------|-----------|-----------------|
| Total, Estado de Hidalgo | 44 656.5 | 21 578.6 | 149 429.2 | 174 091.0 | 99 834.1 |
| | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% |
| Refinería Miguel Hidalgo | 1906.9 | 1100.7 | 29 929.3 | 1090.8 | 3102.7 |
| | 4.3% | 5.1% | 20.0% | 0.6% | 3.1% |
| Termoeléctrica Francisco Pérez Ríos | 6300.8 | 4900.0 | 109 237.3 | 3189.7 | 15 294.9 |
| | 14.1% | 22.7% | 73.1% | 1.8% | 15.3% |

Al comparar las emisiones con las cifras del inventario de la ZMVM, la refinería y la termoeléctrica, en conjunto, generan 45 veces más SO₂ que el resto de las fuentes de la ZMVM. Para partículas, las emisiones de estas dos fuentes puntuales equivalen a 23.6% de las emisiones de PM₁₀ y 36.4% de las partículas PM_{2.5} en la ZMVM, comparando con el inventario de emisiones 2018.

En la ZMVM los vientos predominantes soplan del norte hacia el sur durante la mayor parte del año, y dado que la ZMVM se ubica viento abajo del corredor industrial, los contaminantes atmosféricos son transportados desde Tula hacia la ZMVM. Prueba de ello, es que las estaciones de monitoreo atmosférico localizadas en el noroeste de la ZMVM registran los mayores niveles de SO₂. Diversos estudios y campañas de medición también muestran cómo las emisiones generadas por estas plantas pueden transportarse hacia la ZMVM bajo diferentes condiciones meteorológicas, y estiman que las emisiones del corredor tienen un aporte significativo en la concentración de SO₂ en la ZMVM. Por ejemplo,

- El corredor Tula-Vito-Apasco se identifica en la normatividad mexicana como Zona Crítica (NOM-085-SEMARNAT-2011 y NOM-016-CRE-2016) por presentar altas concentraciones de contaminantes atmosféricos, y está conformada por los municipios de Tula de Allende, Tepejil del Río de Ocampo, Tlahuelilpan, Atitalaquia, Atotonilco de Tula, Tlaxcoapan y Apasco, en los estados de Hidalgo y de México.
- PEMEX. (2018). *Anuario Estadístico 2018*. https://www.pemex.com/ri/Publicaciones/Anuario%20Estadistico%20Archivos/anuario-estadistico_2018.pdf
- SENER. (2018). *Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN) 2018-2032*. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/331770/PRODESEN-2018-2032-definitiva.pdf>
- En la tabla se incluyen únicamente aquellos contaminantes de interés cuyas emisiones son atendidas por la acción descrita. Se utilizan las siguientes siglas: NS cuando las emisiones del contaminante expuesto no son significativas, NA cuando la actividad no emite dicho contaminante y NE cuando las emisiones no fueron estimadas. Los porcentajes pueden variar por el redondeo de cifras.

de Foy *et al.* (2009)⁵ estimó que aproximadamente la mitad de la concentración promedio de SO₂ en la ZMVM durante la campaña MILAGRO se debió a las actividades en el corredor industrial de Tula. En otro estudio, el mismo autor estimó que si bien el complejo industrial de Tula es responsable de los picos de concentración de SO₂ observados en la ZMVM, solo contribuye con 20% de las concentraciones promedio a largo plazo (de Foy *et al.*, 2007)⁶.

Por otro lado, otros estudios han modelado el impacto que podría tener la reducción de emisiones en el corredor industrial sobre la calidad del aire de la ZMVM. García-Escalante *et al.* (2014)⁷ muestra cómo una reducción del 40% en las emisiones de SO₂ en el corredor industrial logra una disminución del 10% en la concentración de SO₂ en la ZMVM. En este contexto, las acciones de gestión de la calidad del aire en la ZMVM se deben ampliar hacia otras cuencas aledañas, con el fin de reducir las emisiones provenientes de actividades industriales en los sectores de generación de electricidad y petróleo y petroquímica, así como otros sectores industriales.

| Actividades | | | | | | |
|--|---|--|------------------|-----------|-----------|--------------------------------|
| Número | Descripción | Indicador | Entidad | Meta 2024 | Meta 2030 | Costo (M.N.) |
| Reducir las emisiones de SO₂ en la generación de energía eléctrica de autoabastecimiento en la refinería Miguel Hidalgo. | | | | | | |
| 18.1.1 | 18.1.1.1 Evaluar e implementar estrategias de reducción de emisiones en la refinería, en coordinación con PEMEX y CFE. Se deberá generar un análisis de viabilidad de cambio de combustibles con el diseño actual de las plantas, analizar el impacto en las emisiones, y documentar los pasos a seguir para modificar los procesos de generación de energía. Según lo determine el análisis, se sustituirá el uso de combustibles de alto contenido de azufre y/o se llevará a cabo un cambio de proceso en la generación de electricidad y vapor dentro de la refinería. | Porcentaje de reducción de emisiones de SO ₂ en la refinería Miguel Hidalgo | FED (SENER/ASEA) | 40% | 90% | \$1,876,000,000 ⁸ |
| Reducir las emisiones de SO₂ en la termoeléctrica Francisco Pérez Ríos. | | | | | | |
| 18.1.2 | 18.1.2.1 Evaluar e implementar estrategias de reducción de emisiones en la termoeléctrica, en coordinación con CFE. Se deberá generar un análisis de viabilidad de cambio de combustibles con el diseño actual de las plantas, analizar el impacto en las emisiones, y documentar los pasos a seguir para modificar los procesos de generación de energía. Según lo determine el análisis, se sustituirá el uso de combustibles de alto contenido de azufre y/o se llevará a cabo un cambio de proceso en la central de generación termoeléctrica convencional. Esto implica retirar las unidades térmicas y reemplazarlas con modernas unidades de ciclo combinado. Esta actividad debe formalizarse en el PRODESEN ⁹ . | Porcentaje de reducción en la cantidad de emisiones de SO ₂ termoeléctrica Francisco Pérez Ríos | FED (SENER) | 40% | 90% | \$22,484,000,000 ¹⁰ |

⁵ de Foy, B., Krotkov, N. A., Bei, N., Herndon, S. C., Huey, L. G., Martínez, A.-P., Ruiz-Suárez, L. G., Wood, E. C., Zavala, M., & Molina, L. T. (2009). Hit from both sides: Tracking industrial and volcanic plumes in Mexico City with surface measurements and OMI SO₂ retrievals during the MILAGRO field campaign. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 9(24), 9599–9617. <https://doi.org/10.5194/acp-9-9599-2009>

⁶ de Foy, B., Lei, W., Zavala, M., Volkamer, R., Samuelsson, J., Mellqvist, J., Galle, B., Martínez, A.-P., Grutter, M., Retama, A., & Molina, L. T. (2007). Modeling constraints on the emission inventory and on vertical dispersion for CO and SO₂ in the Mexico City Metropolitan Area using Solar FTIR and zenith sky UV spectroscopy. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 7(3), 781–801. <https://doi.org/10.5194/acp-7-781-2007>

⁷ García-Escalante, J. S., García-Reynoso, J. A., Jazcilevich-Diamant, A., & Ruiz-Suárez, L. G. (2014). The influence of the Tula, Hidalgo complex on the air quality of the Mexico City Metropolitan Area. *Atmósfera*, 27(2), Article 2. <https://www.revistascca.unam.mx/atm/index.php/atm/article/view/45531>

⁸ Asume un costo paramétrico de \$700,000 USD por MW de capacidad de una planta termoeléctrica convencional, reconvertido a unidades de ciclo combinado a gas natural. Este estimado se basa en estudios previos: Falcón Benítez, A. (2013). Análisis de la repotenciación de la Central Termoeléctrica Francisco Pérez Ríos, de la CFE, con tecnología IGCC [Universidad Nacional Autónoma de México]. Disponible en: <http://132.248.9.195/ptd2013/septiembre/0701299/0701299.pdf>. El costo se deberá adecuar de acuerdo con los resultados del diagnóstico.

⁹ Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional.

| Elaborar un programa de inspección de cumplimiento normativo, para establecer acciones de reducción de emisiones en el sector industrial del corredor. | | | | | | | |
|--|----------|--|--|-----------------------------------|----|----|----------------------------|
| 18.1.3 | 18.1.3.1 | Elaborar un programa de inspección y vigilancia del cumplimiento normativo, a cargo de las autoridades ambientales del Gobierno Federal (SEMARNAT, PROFEPA, ASEA) y del Gobierno del Estado de Hidalgo (PROESPA), que considere número de visitas de inspección. | Programa de inspección y vigilancia del cumplimiento normativo elaborado | FED (SEMARNAT /PROFEPA/ ASEA) HGO | 1 | 1 | \$250,000 |
| | 18.1.3.2 | Ejecutar el programa de inspección y vigilancia del cumplimiento normativo, que contemple visitas de inspección. Se prevé que este programa establezca medidas correctivas (instalación de monitores continuos de emisiones o de sistemas de control, entre otras) para garantizar el cumplimiento ambiental y la reducción de emisiones en el sector industrial. Se deberá crear y/o actualizar el marco normativo y legal aplicable para establecer la obligación de la instalación de este tipo de tecnologías. | Inspecciones realizadas | FED (PROFEPA/ ASEA) HGO | 15 | 40 | \$25,000,000 ¹⁰ |

| Responsables e involucrados | |
|-----------------------------------|---|
| Entidades responsables | Gobierno Federal y estado de Hidalgo |
| Instituciones responsables | <ul style="list-style-type: none"> Gobierno Federal: Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA)- Subprocuraduría de Inspección Industrial, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)- Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes, y Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (ASEA)- Unidad de Supervisión, Inspección y Vigilancia Industrial, Secretaría de Energía (SENER) Estado de Hidalgo: Procuraduría Estatal de Protección al Ambiente (PROESPA) |
| Actores involucrados | <ul style="list-style-type: none"> Coordinación Ejecutiva de la Comisión Ambiental de la Megalópolis (CE-CAME) Estado de Hidalgo: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNATH) y la Procuraduría Estatal de Hidalgo de Protección al Ambiente (PROESPA) |

| Marco normativo | |
|----------------------------|--|
| Fundamento jurídico | <p>Fundamentos en leyes generales o federales</p> <p>La fracción XII del artículo 5 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) establece como facultad de la Federación la regulación de la contaminación de la atmósfera, proveniente de todo tipo de fuentes emisoras, así como la prevención y el control en zonas o en caso de fuentes fijas y móviles de jurisdicción federal; cabe mencionar que esta facultad incluye el ejercicio de facultades de inspección y vigilancia. De manera expresa, el artículo 111 BIS considera fuentes fijas de jurisdicción federal a las industrias del petróleo y petroquímica, así como la de generación de energía eléctrica.</p> <p>Por su parte, la fracción III del artículo 7 de la LGEEPA señala que corresponde a las entidades federativas la prevención y control de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas que funcionen como establecimientos industriales, así como por fuentes móviles, que conforme a lo establecido en esta Ley no sean de competencia federal; sin embargo, los gobiernos de las entidades federativas pueden suscribir convenios o acuerdos de coordinación con el Gobierno Federal, para asumir la competencia sobre las fuentes fijas y móviles de jurisdicción federal, incluyendo su inspección y vigilancia, de acuerdo a lo establecido en la fracción VI del artículo 11.</p> <p>Por otro lado, el artículo 9 de la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, faculta a la ASEA para establecer los mecanismos de coordinación que sean necesarios con las unidades administrativas y demás órganos y entidades sectorizadas en la SEMARNAT. Sin perjuicio de lo anterior, el artículo 111 de la LGEEPA faculta a la SEMARNAT para expedir las normas oficiales mexicanas (NOM) que establezcan, por contaminante y por fuente de contaminación, los niveles máximos permisibles de emisión de olores, gases así como de partículas sólidas y líquidas a la atmósfera provenientes de fuentes fijas y móviles (fracción III), así como</p> |

¹⁰ Considera un costo de inversión inicial para la adquisición de 2 vehículos y equipo de medición, y el costo operativo de contar con 10 inspectores y un supervisor durante 8 años.

para promover ante los responsables de la operación de fuentes contaminantes, la aplicación de nuevas tecnologías, con el propósito de reducir sus emisiones a la atmósfera (fracción XIII).

Fundamentos en leyes locales

Estado de Hidalgo

La fracción XII del artículo 6 de la Ley para la Protección al Ambiente del Estado de Hidalgo faculta a la SEMARNATH para establecer de requisitos y procedimientos para la prevención y control de la contaminación ambiental en aire, generada en la Entidad por diversas actividades en el ámbito de su competencia, tanto del sector público, como del privado; así también de las fuentes fijas que provengan de establecimientos industriales. Por su parte, la fracción V del artículo 9 de la misma Ley faculta al Gobierno del Estado para suscribir con la Federación, otras entidades y los municipios, convenios o acuerdos de coordinación y colaboración administrativa, con el propósito de atender y resolver problemas ambientales comunes y ejercer sus atribuciones de acuerdo a las instancias que al efecto determinen, a fin de prevenir y controlar la contaminación de la atmósfera, proveniente de fuentes fijas y móviles de jurisdicción federal.

Asimismo, el artículo 133 de esta Ley faculta a la SEMARNATH y, en su caso, a la Procuraduría Estatal de Protección al Ambiente (PROESPA-HGO), para establecer las medidas preventivas y correctivas para reducir las emisiones contaminantes; y promoverán ante los responsables de operación de las fuentes, la aplicación de nuevas tecnologías. Finalmente, el artículo 233 faculta a la SEMARNATH o a la PROESPA-HGO, para promover ante las autoridades federales, estatales o municipales, con base en los estudios que haga para ese efecto, la limitación o suspensión de la instalación o funcionamiento de industrias, que afecte o pueda afectar el ambiente, los recursos naturales, causar desequilibrio ecológico o pérdida de la biodiversidad.

Reformas legislativas, regulatorias o normativas

En virtud de que existen disposiciones legales que fundamentan la adopción de la medida, no se estima necesario proponer reformas o adiciones en la materia. No obstante, se destaca que, como parte de otras medidas y acciones del ProAire ZMVM 2021-2030, se plantea la actualización y fortalecimiento a la vigilancia de distintas normas, que inciden en la reducción de emisiones en el corredor industrial:

- NOM-016-CRE-2016, Especificaciones de calidad de los petrolíferos. En el Anexo 2 de la NOM-016-CRE-2016 se especifica que en la zona industrial Tula-Vito-Asasco se dispondrá de combustible con un contenido máximo de azufre de 2% en masa. Esta zona está integrada por los municipios de Tula de Allende, Tepeji del Río de Ocampo, Tlahuelilpan, Atitalaquia, Atotonilco de Tula, Tlaxcoapan y Apaxco, en los estados de Hidalgo y de México. La acción 8.1 considera actividades para vigilar que el combustible industrial distribuido en la ZMVM cumpla con la calidad establecida en la NOM-016-CRE-2016.
- NOM-043-SEMARNAT-1993, Que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas. Se propone actualizar los límites máximos permisibles, la revisión de las metodologías de medición establecidas para partículas PM₁₀ y la actualización del campo de aplicación, definiendo si los umbrales pueden desarrollarse por sector o de manera específica a los equipos y procesos (ver ficha de la acción 8.1).
- NOM-085-SEMARNAT-2011, Niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición. La propuesta incluye límites máximos permisibles más estrictos (ver ficha de la acción 8.1).

| Factores económicos | |
|----------------------------------|---|
| Costo estimado | \$24,385,300,000 M.N. Incluye estimaciones de la inversión inicial para la reconversión de la termoeléctrica y la refinería para sustituir el uso de combustóleo, así como las actividades de inspección y vigilancia en todo el sector industrial del corredor. |
| Fuentes de financiamiento | <p>Algunas alternativas para el financiamiento de la acción son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inversión pública utilizando recursos presupuestales federales y locales, recursos autogenerados y fideicomisos locales (Fideicomiso 1490). Se podrá financiar con fondos propios de la CFE, PEMEX, ASEA y PROFEPA. • Inversión de particulares mediante la observancia obligatoria de la normatividad e incentivos de autorregulación. • Créditos nacionales e internacionales. Se podrá contemplar la emisión de Bonos Verdes. |

| Barreras de implementación | | | | | | | |
|--|------------|----------|-----------|-----------------|------------|--------------------|--------------|
| Descripción de las barreras y supuestos identificados | | | | | | | |
| <p>Esta acción presenta retos presupuestales, políticos, institucionales, operativos, económicos y tecnológicos. En materia presupuestal, mejorar la eficiencia del control de emisiones en las plantas requiere de una inversión significativa para la reconfiguración de las instalaciones industriales actuales, considerando también las barreras tecnológicas asociadas a las condiciones físicas de las plantas. Es importante considerar factores políticos asociados a reformas legales en el sector, y la política energética a nivel federal, que incluye el Plan Nacional de Refinación y que pudieran ralentizar la implementación de la acción, así como los impactos económicos asociados a la compra-venta del combustóleo, con un alto contenido de azufre, que ya no será empleado para la generación de electricidad local. En el ámbito institucional, se requiere un acuerdo entre diferentes dependencias del Gobierno Federal para modificar el tipo de combustible que se utiliza en la refinería y en la planta de generación eléctrica, así como para modificar en el ámbito institucional las políticas en el uso de combustibles alternos y combustibles formulados en la zona de estudio, por ejemplo en las autorizaciones para coprocesamiento. Además, los operativos de autoridades como la PROFEPA o la ASEA en la zona deben coordinarse con las autoridades locales, y deben reasignarse suficientes recursos humanos para su ejecución. En lo operativo y tecnológico, las instalaciones industriales de PEMEX y CFE deben acondicionarse para utilizar gas natural y debe garantizarse la distribución y abasto del combustible. Por su lado, la ASEA y PROFEPA, así como las autoridades estatales y municipales en el ámbito de su competencia, deben fortalecer sus labores de vigilancia e incluir herramientas tecnológicas que faciliten y mejoren la vigilancia del cumplimiento ambiental por parte de los sectores generadores de contaminantes.</p> | | | | | | | |
| Presupuestales | Económicas | Sociales | Políticas | Institucionales | Operativas | Sector involucrado | Tecnológicas |
| X | X | | X | X | X | | X |

| Beneficios ambientales esperados | | | | | | | | | | |
|--|---|------------------|-------------------|-------------------------|-----|-----------------|-----|--------------------|----|---------|
| Reducción de emisiones (toneladas reducidas) ¹¹ | Año | PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | CO | NO _x | COV | CO ₂ eq | CN | Tóxicos |
| | 2024 | 2105 | 745 | 53 971 | NA* | 4156 | 40 | 1 426 413 | ND | ND |
| | 2030 | 5262 | 1862 | 134 928 | NA* | 10 390 | 101 | 3 566 032 | ND | ND |
| Costo-efectividad | Costo medida M.N. / toneladas reducidas | ND | ND | \$180,541 ¹² | NA | ND | ND | ND | ND | ND |
| Cobeneficios | Uno de los cobeneficios más importantes de la acción es la mitigación de gases y compuestos de efecto invernadero al cambiar proceso o combustible. Los esquemas de ciclo combinado registran mayores eficiencias y aprovechamiento del combustible primario, emitiendo menos contaminantes a la atmósfera y generando también beneficios económicos, haciendo más barata la generación de electricidad al mismo tiempo que también se beneficia de la energía térmica producida. | | | | | | | | | |

11 Se utilizan las siguientes siglas: NA para no aplica, ND para no determinado y NA* en caso de que se espere un incremento de emisiones de dicho contaminante. Las reducciones se estimaron con base en los consumos de combustóleo reportados por SEMARNAT para la refinería y la termoeléctrica. Se determinaron las emisiones correspondientes con factores de emisión del AP-42 Air Pollutants Emission Factors V.I. Stationary Point and Area Sources (U.S. EPA, 2009), y después se estimaron las emisiones asumiendo que el consumo de combustóleo es sustituido por gas natural.
12 No se considera el costo de la actividad 18.1.3 (\$25,300,000 M.N.) para el cálculo, dado que esta no cuenta con una estimación de reducción de emisiones.

| Seguimiento y evaluación | | | | | |
|--------------------------|--|------------|--|--------------------------------------|--|
| Indicadores | | | | | |
| No. | Nombre | Unidades | Método de cálculo | Frecuencia de medición ¹³ | Medios de verificación |
| 18.1.1.1 | Porcentaje de reducción de emisiones de SO ₂ en la refinería Miguel Hidalgo | Porcentaje | $\frac{[(SO_2\ 2016 - SO_2\ \text{en el año de medición}) / SO_2\ 2016] \times 100}{}$ | 2 años (años 4, 6, 8, 10) | Reportes de la refinería a través de la COA de SEMARNAT o a través de reportes de avances del PRODESEN ¹⁴ de la SENER |
| 18.1.2.1 | Porcentaje de reducción en la cantidad de emisiones de SO ₂ termoeléctrica Francisco Pérez Ríos | Porcentaje | $\frac{[(SO_2\ 2016 - SO_2\ \text{en el año de medición}) / SO_2\ 2016] \times 100}{}$ | 2 años (años 4, 6, 8, 10) | Reportes de la termoeléctrica a través de la COA de SEMARNAT o a través de reportes de avances del PRODESEN PIIRCE ¹⁵ de la SENER |
| 18.1.3.1 | Programa de inspección y vigilancia del cumplimiento normativo elaborado | Número | Conteo | Única vez (año 2) | Publicación del programa |
| 18.1.3.2 | Inspecciones realizadas | Número | Conteo | Anual (a partir del año 3) | Informes de avance del programa de inspección Reportes de operativos de PROFEPA, ASEA, PROESPA-HQO y/o SEMARNATH |

| Cronograma de ejecución | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Metas y avances ¹⁶ | | | | | | | | | | | |
| Actividad | Indicador | Año | | | | | | | | | |
| | | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
| 18.1.1 | 18.1.1.1 | | | | 40% | | 60% | | 80% | | 100% |
| 18.1.2 | 18.1.2.1 | | | | 40% | | 60% | | 80% | | 100% |
| 18.1.3 | 18.1.3.1 | | 20% | | | | | | | | |
| | 18.1.3.2 | | | 10% | 20% | 30% | 40% | 50% | 60% | 70% | 80% |

13 El porcentaje de avance a la fecha de medición del indicador puede tener avances parciales en años previos, por lo que se presenta el porcentaje de avance estimado en el cronograma de ejecución
14 Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN).
15 Programa Indicativo para la Instalación y Retiro de Centrales Eléctricas (PIIRCE).
16 Los porcentajes por indicador son acumulativos y están establecidos con base en el nivel de esfuerzo requerido para completar la actividad que conforman. La ejecución total de la actividad corresponde al 100%, el cual se obtiene al sumar la aportación final de cada indicador.

| | |
|-------------|---|
| Medida AI | Investigación para mejorar la gestión de la calidad del aire y la salud de la población |
| Acción AI.1 | Investigación en calidad del aire y química atmosférica |
| Subsector | Calidad del aire |

| Descripción |
|--|
| Realizar proyectos de investigación para comprender los cambios en los complejos procesos atmosféricos y garantizar que el inventario y los modelos de calidad del aire proporcionen información confiable para evaluar las medidas de control propuestas. |

| Diagnóstico |
|--|
| <p>Una de las mejores prácticas en la gestión de la calidad del aire de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) es la asociación de comunidades científicas nacionales e internacionales. Por ejemplo, distintos estudios científicos, incluidas las campañas de medición de campo IMADA-AVER 1997, MCMA-2003, y MILAGRO 2006, han brindado información integral sobre las emisiones y el transporte y transformación de contaminantes. Esta información contribuyó significativamente a la comprensión de las emisiones y los procesos atmosféricos que conducen a la formación de ozono (O₃), aerosoles secundarios y otros contaminantes en la ZMVM, además de proporcionar información para otras ciudades y megaciudades; en este sentido, los hallazgos científicos y las implicaciones políticas se incorporaron en la gestión de la calidad del aire a través de los ProAire anteriores. Esta experiencia demostró que la colaboración entre comunidades científicas nacionales e internacionales es una forma eficaz de promover la investigación necesaria para comprender la química de la atmósfera y los procesos que provocan la contaminación del aire en cualquier ciudad.</p> <p>Las políticas sobre calidad del aire, con base en información científica y técnica, son efectivas para controlar la contaminación y proteger la salud pública de los habitantes de la ZMVM. El análisis de observaciones que se obtienen en estudios de campo periódicos e intensivos, combinados con la actualización de los inventarios de emisiones, el monitoreo de la calidad del aire y el uso de modelos numéricos, son las herramientas necesarias para entender y abordar las causas que desencadenan la contaminación del aire, y catalizar el diseño de políticas de control de emisiones efectivas. Para ello, se requiere estudios científicos de vanguardia, que aborden los desafíos de la calidad del aire en relación con la creciente urbanización y el cambio climático, las nuevas fuentes de emisión, así como el cambio en los perfiles de emisión como resultado de la implementación de nuevas tecnologías y medidas regulatorias. Las ciudades deben dirigir su trabajo hacia la construcción de infraestructura sólida, como herramientas de gestión de la calidad del aire basadas en evidencia científica, para lograr un aire más limpio. Los impactos de los cambios en los perfiles de emisión y la química atmosférica bajo un clima cambiante deben entenderse mejor e incorporarse en el diseño de los ProAire.</p> <p>En los últimos diez años, en la ZMVM, la reducción de las concentraciones de O₃ y las concentraciones de partículas finas han sido mucho más bajas que en la década anterior, lo cual sugiere que ha habido cambios en las emisiones, la meteorología y la química atmosférica local. Es evidente que las políticas implementadas en los últimos años evitaron un repunte de la contaminación a pesar del crecimiento urbano y una creciente tendencia a la motorización. Sin embargo, no se redujeron los niveles de contaminación. Para comprender mejor los cambios en la química atmosférica y los procesos que actualmente controlan la formación de O₃ y partículas en la ZMVM, es fundamental llevar a cabo estudios enfocados en investigar la sensibilidad del O₃ a los compuestos orgánicos volátiles (COV) y óxidos de nitrógeno (NO_x), la formación de especies secundarias y la emisión de contaminantes provenientes de otras fuentes, o bien el cambio en las tasas de emisión de las existentes. Una nueva campaña de campo intensiva ayudaría a comprender los cambios en la química atmosférica de la ZMVM, así como garantizar que los modelos proporcionen información confiable sobre las estrategias de control propuestas. Es importante incluir un análisis profundo sobre los posibles aumentos de la temperatura atmosférica en la calidad del aire en la ZMVM, así como evaluar los impactos del efecto de isla de calor urbano y el cambio climático sobre la química atmosférica y la meteorología local y regional. Cabe resaltar que en Los Ángeles se enfrentan a un desafío similar; después de décadas de mejora, se detectó un aumento del <i>smog fotoquímico</i> en los últimos años, con un registro de 87 días consecutivos de <i>smog</i> en 2018. Las agencias ambientales de California planean estudiar si el cambio climático está contribuyendo al problema, además de hacer cumplir las nuevas regulaciones de control de emisiones en California.</p> <p>La experiencia muestra que la colaboración científica entre investigadores nacionales e internacionales promueve la investigación y aumenta las capacidades humanas necesarias para desarrollar, implementar y evaluar los programas de calidad del aire. En general, la implementación exitosa de un programa integrado de gestión de la calidad del aire requiere colaboración sinérgica y basada en la confianza entre la comunidad académica, el gobierno y el público en general. Con una planificación adecuada, investigación científica especializada, políticas sólidas de control de emisiones, y acceso a tecnología avanzada con esquemas de financiamiento, se pueden abordar y enfrentar los desafíos del desarrollo económico, fomentar la protección del entorno natural y mejorar la calidad de vida de los habitantes de la ZMVM.</p> |

| Actividades | | | | | | |
|---|---|--------------------------------------|--|-----------|-----------|---------------------------|
| Número | Descripción | Indicador | Entidad | Meta 2024 | Meta 2030 | Costo (M.N.) ¹ |
| Celebrar convenios de coordinación para el financiamiento de proyectos de investigación en temas prioritarios. | | | | | | |
| AI.1.1 | <p>AI.1.1.1 Elaborar convenios de financiamiento para el desarrollo de los proyectos de investigación. Para cumplir con esto se deberá considerar a instituciones nacionales e internacionales que puedan financiar proyectos de investigación y que tengan experiencia en la coordinación de megacampañas de monitoreo para la actualización de los estudios (actualizar la información sobre COV, sensibilidad de la atmósfera, ozono, entre otros), así como generar nueva información sobre la atmósfera de la ZMVM. Los temas de investigación se deberán priorizar de acuerdo con grupos de trabajo específicos.</p> | Convenios firmados | CDMX EDOMEX | 1 | 2 | ND |
| Desarrollar estudios de los cambios en los procesos de contaminación y química atmosférica para reducir la concentración de O₃ y partículas PM_{2.5}. | | | | | | |
| AI.1.2 | <p>AI.1.2.1 Desarrollar estudios de investigación, considerando las siguientes temáticas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Variabilidad espacial en la reactividad atmosférica y en producción de ozono P(O₃) en la ZMVM. Cambios en los procesos atmosféricos de los precursores, transformación y formación de O₃ y partículas. Impacto del aumento de la temperatura en las emisiones de COV (p. ej. aquellas provenientes de fuentes biogénicas) y la fotoquímica. Aumento de la capacidad de medición de COV, así como su representatividad espacial y temporal, incluyendo oxigenados. Reactividad de los COV y el radical oxidrilo COV-OH en el centro urbano, así como la variación espacial del radical COV-OH, que puede influir en la variabilidad espacial de la producción de ozono P(O₃). Estudios y modelaciones de formación de partículas secundarias y ultrafinas, considerando toxicidad y reactividad, y tomando en cuenta que el tamaño de las partículas es inversamente proporcional a los daños a la salud de las personas. Especiación química de las emisiones de COV y partículas provenientes de fuentes contaminantes, que son relevantes tanto por su impacto en la salud como en la calidad del aire. Diagnóstico de la calidad del aire en la cuenca atmosférica de Tula. Se deberá considerar entre las actividades, lo siguiente: Niveles de concentración de contaminantes criterio, reactivos, tóxicos, | Estudios de investigación elaborados | FED (SEMARNAT) CDMX EDOMEX HGO | 4 | 8 | ND |

¹ El costo aproximado de las actividades se reporta de forma desagregada en la sección de Factores económicos de la ficha.

| | | | | | | |
|---------------|--|--------------------------------------|----------------|---|---|----|
| | cancerígenos, mutagénicos, patógenos y alergénicos; así como los niveles de exposición potencial a estos contaminantes. Documentar el intercambio de contaminantes con otras partes de la cuenca atmosférica del Valle de México y con otras cuencas atmosféricas vecinas. | | | | | |
| | Realizar estudios para determinar los procesos de formación de contaminantes secundarios, producción de radicales y diferenciación de periodos (diurno y nocturno). | | | | | |
| AI.1.3 | <p>AI.1.3.1 Desarrollar estudios de investigación, considerando las siguientes temáticas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Modelación con mediciones de campo, con énfasis en balances de radicales y su dependencia en niveles de NO. Influencia del origen, composición y reactividad de los COV en la formación de aerosoles secundarios. Reactividad del radical COV-OH diurno y nocturno. Influencia de masas de aire envejecidas de la ZMVM en las ciudades viento abajo. Evolución y variación de la capa límite a lo largo de la cuenca y cómo afecta en la dispersión y formación de contaminantes. Impacto de los aerosoles en el balance radiativo y el efecto que tienen en la micro-meteorología urbana. Consecuencias de los fenómenos meteorológicos inusualmente más intensos, a nivel de meso escala, en la calidad del aire y eventos de alta concentración de contaminantes. | Estudios de investigación elaborados | CDMX EDOMEX | 2 | 4 | ND |
| | Desarrollar proyectos de investigación para mejorar la gestión de la calidad del aire y mitigar el cambio climático. | | | | | |
| AI.1.4 | <p>AI.1.4.1 Desarrollar estudios de investigación, a través de mediciones intensivas de campo, considerando las siguientes temáticas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Impactos de la urbanización en el clima local y regional. Evaluación del impacto del aumento de la temperatura en la calidad del aire. Aumento potencial en la isla de calor urbano, y su afectación en el flujo de viento y el patrón de ventilación dentro de la cuenca, así como la distribución espacial y temporal de los contaminantes. Desarrollo de estrategias para la reducción de la producción de contaminantes y políticas con enfoque de género. Efectos que el cambio climático ocasionará en la calidad del aire y estimación de la penalización climática para la ZMVM. | Proyectos de investigación | CDMX EDOMEX | 2 | 4 | ND |

| | | | | | | |
|---------------|---|----------------------------|------|---|---|----|
| | <ul style="list-style-type: none"> Impactos de la contaminación atmosférica en tierras de cultivo, cuerpos de agua, vegetación, infraestructura gris, patrimonio cultural, entre otros. | | | | | |
| | Desarrollar proyectos de investigación para mejorar el sistema de pronóstico y modelación de la calidad del aire. | | | | | |
| AI.1.5 | <p>AI.1.5.1 Desarrollar estudios de investigación, considerando las siguientes temáticas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Evaluación de las diferentes parametrizaciones para mejorar el pronóstico durante los episodios de contaminación. Inclusión de fuentes regionales de emisiones (p. ej. incendios agrícolas y forestales, entre otros). Definición de una parametrización específica para el modelo de dosel urbano, que refleje las características de la zona metropolitana. Exploración del uso de datos satelitales para caracterizarla capa límite. Asimilación de datos (concentraciones en superficie, datos satelitales, datos meteorológicos) y ensamble de modelos. Investigación sobre la relación estratosfera-troposfera para ozono. Estudios y modelaciones de formación de partículas secundarias y ultrafinas, considerando toxicidad y reactividad. | Proyectos de investigación | CDMX | 2 | 4 | ND |

| Responsables e involucrados | |
|-----------------------------------|---|
| Entidades responsables | Gobierno Federal, Ciudad de México, Estado de México y estado de Hidalgo |
| Instituciones responsables | <ul style="list-style-type: none"> Gobierno Federal: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) Ciudad de México: Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA) Estado de México: Secretaría del Medio Ambiente (SMAGEM) Estado de Hidalgo: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNATH) |
| Actores involucrados | <ul style="list-style-type: none"> Gobierno Federal: Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) y Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) Coordinación Ejecutiva de la Comisión Ambiental de la Megalópolis (CE-CAMe) Otros: Instituciones académicas o de investigación tanto nacionales como internacionales que tengan experiencia en campañas de investigación |

| Marco normativo |
|--|
| Fundamento jurídico |
| <p>Fundamentos en leyes generales o federales</p> <p>La fracción XIII del artículo 12 de la Ley de Ciencia y Tecnología establece como uno de los principios de las actividades de investigación desarrolladas por la Administración Pública Federal, la procuración de incrementar la calidad del ambiente. En complemento de lo anterior, el párrafo cuarto del artículo 39 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) faculta a la SEMARNAT para promover la generación de conocimientos estratégicos acerca de la interacción entre los elementos de los ecosistemas, a fin de contar con información para la elaboración de programas que fomenten la prevención, restauración, conservación y protección del ambiente.</p> |

Finalmente, la Ley General de Cambio Climático faculta a los gobiernos federal, de las entidades federativas y de los municipios para fomentar la investigación científica y tecnológica, el desarrollo, transferencia y despliegue de tecnologías, equipos y procesos para la mitigación y adaptación al cambio climático (artículo 7, fracción X; artículo 8, fracción VIII, y artículo 9, fracción III, respectivamente).

Fundamentos en leyes locales

Ciudad de México

La fracción I del artículo 73 Bis de la Ley Ambiental de Protección a la Tierra en el Distrito Federal faculta a la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Ciudad de México para promover la investigación básica, tecnológica y aplicada que se necesite para la solución de los problemas ambientales. La fracción VIII del artículo 69 de la misma Ley señala que uno de los destinos de los recursos del Fondo Ambiental Público es el desarrollo de programas de educación e investigación en materia ambiental.

Estado de México

La fracción VI del artículo 2.18 del Código para la Biodiversidad del Estado de México faculta al Poder Ejecutivo del Estado para promover que las instituciones de educación superior en el Estado y los organismos dedicados a la investigación científica y tecnológica desarrollen programas para la investigación y difusión de las causas y efectos de los fenómenos ambientales en la biodiversidad de la Entidad.

Estado de Hidalgo

Las fracciones V y VII del artículo 51 de la Ley para la Protección al Ambiente del Estado de Hidalgo faculta al Poder Ejecutivo del Estado para promover la realización de proyectos de investigación que contribuyan a la atención de problemas específicos en materia ambiental, así como las investigaciones que permitan prevenir, controlar y abatir la contaminación.

Por su parte, el artículo 16, fracción IV, inciso c) de la Ley de Mitigación y Adaptación ante los Efectos del Cambio Climático para el Estado de Hidalgo, señala que, en las acciones para la mitigación del cambio climático, el Estado y los municipios deben crear la base de conocimiento necesario para reforzar la integración de proyectos de investigación aplicados en biodiversidad y cambio climático. Incluso la fracción III del artículo 65 de esta Ley establece como uno de los destinos del Fondo Ambiental del Estado de Hidalgo el desarrollo de programas de educación e investigación en materia ambiental.

Reformas legislativas, regulatorias o normativas

En virtud de que existen disposiciones legales que fundamentan la adopción de la acción, no se estima necesario proponer reformas o adiciones en la materia.

Factores económicos

Costo estimado \$165,000,000 M.N.
El costo aproximado incluye los convenios de financiamiento, estudios y proyectos de investigación.

Fuentes de financiamiento Algunas alternativas para el financiamiento de la acción son:

- Inversión pública utilizando recursos presupuestales federales y locales, recursos autogenerados y fideicomisos locales (Fideicomiso 1490 y Fondo Ambiental Público). Se buscará colaborar con otras entidades como el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) y la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Ciudad de México (SECITI).
- Convenios de colaboración con instituciones académicas.
- Agencias de cooperación internacional como la Agencia Francesa para el Desarrollo (AFD) y la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA).
- Apoyos internacionales a proyectos de investigación como los otorgados por el Instituto de Efectos de la Salud (HEI) y las Becas Fulbright-García Robles.

Barreras de implementación

Descripción de las barreras y supuestos identificados.

Las barreras principales son de carácter presupuestal, puesto que se requiere financiamiento para llevar a cabo las campañas y proyectos de investigación necesarios, y poder contar con un equipo multidisciplinario de investigadores, tanto nacionales como internacionales, con la experiencia y la tecnología necesaria para realizar campañas de medición intensivas.

| Presupuestales | Económicas | Sociales | Políticas | Institucionales | Operativas | Sector involucrado | Tecnológicas |
|----------------|------------|----------|-----------|-----------------|------------|--------------------|--------------|
| X | | | | X | | | X |

Beneficios ambientales esperados

| | Año | PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | CO | NO _x | COV | CO ₂ eq | CN | Tóxicos |
|---|--|------------------|-------------------|-----------------|----|-----------------|-----|--------------------|----|---------|
| Reducción de emisiones (toneladas reducidas)² | 2024 | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| | 2030 | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| Costo-efectividad | Costo medida M.N. / toneladas reducidas | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| Cobeneficios | Esta acción se enfoca en conocer y entender mejor la química atmosférica y los procesos que transformación de los contaminantes en el aire ambiente, lo que a su vez permite generar información relevante para plantear estrategias de control efectivas y dirigidas para reducir la contaminación atmosférica de la ZMVM, apoyando así la implementación de todas las medidas del ProAire. | | | | | | | | | |

Seguimiento y evaluación

| Indicadores | | | | | |
|-------------|--------------------------------------|-----------|-------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| No. | Nombre | Unidades | Método de cálculo | Frecuencia de medición ³ | Medios de verificación |
| AI.1.1.1 | Convenios firmados | Documento | Conteo | 2 años (años 4, 8) | Convenios firmados y financiamiento |
| AI.1.2.1 | Estudios de investigación elaborados | Documento | Conteo | Anual | Reportes de estudio |
| AI.1.3.1 | Estudios de investigación elaborados | Documento | Conteo | Anual | Reportes de estudio |
| AI.1.4.1 | Proyectos de investigación | Documento | Conteo | Anual | Reportes de los proyectos |
| AI.1.5.1 | Proyectos de investigación | Documento | Conteo | Anual | Reportes de los proyectos |

Cronograma de ejecución

| Metas y avances ⁴ | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Actividad | Indicador | Año | | | | | | | | | |
| | | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
| AI.1.1 | AI.1.1.1 | | | | 50% | | | | | | 100% |
| AI.1.2 | AI.1.2.1 | 15% | 30% | 42% | 54% | 66% | 78% | 90% | 100% | | |
| AI.1.3 | AI.1.3.1 | 15% | 30% | 42% | 54% | 66% | 78% | 90% | 100% | | |
| AI.1.4 | AI.1.4.1 | 15% | 30% | 42% | 54% | 66% | 78% | 90% | 100% | | |
| AI.1.5 | AI.1.5.1 | 15% | 30% | 42% | 54% | 66% | 78% | 90% | 100% | | |

² Se utilizan las siguientes siglas: NA para no aplica, ND para no determinado y NA* en caso de que se espere un incremento de emisiones de dicho contaminante.
³ El porcentaje de avance a la fecha de medición del indicador puede tener avances parciales en años previos, por lo que se presenta el porcentaje de avance estimado en el cronograma de ejecución.
⁴ Los porcentajes por indicador son acumulativos y están establecidos con base en el nivel de esfuerzo requerido para completar la actividad que conforman. La ejecución total de la actividad corresponde al 100%, el cual se obtiene al sumar la aportación final de cada indicador.

| | |
|-------------|---|
| Medida AI | Investigación para mejorar la gestión de la calidad del aire y la salud de la población |
| Acción AI.2 | Investigación para mejorar el inventario de emisiones |
| Subsector | Inventario de emisiones |

| Descripción |
|--|
| Impulsar la mejora del inventario de emisiones de contaminantes criterio, precursores, compuestos tóxicos y compuestos y gases de efecto invernadero de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), así como reducir la incertidumbre de las estimaciones, a través de actividades de investigación concretas que permitan incrementar la precisión y el nivel de desagregación de las emisiones contaminantes. Se contemplan mejoras específicas para ampliar la exhaustividad del inventario e incorporar nuevas categorías emisoras, así como estudios para actualizar datos de actividad y factores de emisión de acuerdo con las características y el contexto local. |

| Diagnóstico | | | | | | |
|--|---|---|---|--|---|--|
| <p>Los inventarios de emisiones son una herramienta para la gestión de la calidad del aire. Estos permiten identificar las principales fuentes y sectores emisores, tanto de jurisdicción local como federal, y así apoyar el diseño de acciones de reducción de emisiones. En este sentido, las estimaciones son elementos técnicos y evidencia para la priorización de políticas e intervenciones específicas por categoría y contaminante. Además de sustentar la toma de decisiones, los inventarios históricos pueden utilizarse para identificar tendencias en las emisiones y evaluar si las políticas de reducción de emisiones han tenido el impacto esperado, coadyuvando al monitoreo y evaluación de los ProAire. Asimismo, el inventario es un insumo de los modelos fotoquímicos utilizados para estimar el pronóstico de la calidad del aire local y cuantificar el impacto de acciones de reducción de emisiones en la calidad del aire.</p> <p>La Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México (SEDEMA), en coordinación con la Secretaría del Medio Ambiente del estado de México (SMAGEM) y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), actualiza el inventario de emisiones de la ZMVM cada dos años, y en cada iteración se implementan nuevas mejoras. En ese sentido, se detectan necesidades en cuanto a la actualización de factores de emisión y el diagnóstico de categorías no reguladas para mejorar los datos de actividad, incorporar fuentes previamente no contempladas dentro del inventario y/o mejorar los modelos utilizados para la estimación de emisiones. La siguiente tabla resume algunos de los retos principales identificados en evaluaciones previas del inventario de emisiones:</p> | | | | | | |
| <table border="1"> <tr> <td> <p>Reducir la incertidumbre en la estimación para fuentes de área a través de estudios para determinar factores de emisión y/o actividad</p> </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> Diagnóstico sobre el uso de carbón en actividades de cocción y calentamiento de alimentos en vía pública. Actualización de factores de emisión de CH₄, compuestos orgánicos totales (COT) y NH₃ para categorías de aguas residuales tratadas y no tratadas. Diagnóstico y determinación de contenidos de compuestos orgánicos volátiles (COV) en productos de uso comercial, industrial y doméstico para actividades de limpieza, entre otras. Determinación de factores de emisión locales y el perfil temporal para la quema de basura. Determinación de la carga de sedimentos y humedad del suelo en vialidades (pavimentadas y no pavimentadas). </td> </tr> <tr> <td> <p>Reducir la incertidumbre en la estimación para fuentes móviles a través de estudios para determinar factores de emisión y/o actividad</p> </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> Generación de factores de emisión de partículas en vehículos pesados, específicos para el desgaste de llantas y frenos. Caracterización de los ciclos de manejo de la ciudad, para determinar el impacto en las emisiones por modo de viaje. Revisión y mejora factores de emisión de fuentes móviles. </td> </tr> <tr> <td> <p>Homologar bases de datos y automatizar procesos de integración de datos y cálculo</p> </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> Fortalecimiento de capacidades y recursos humanos de las entidades de la CAME. Automatización de los procesos de cálculo de emisiones, con la finalidad de reducir errores sistemáticos y aleatorios. Empleo de buenas prácticas de control y calidad en los inventarios de emisiones. </td> </tr> </table> | <p>Reducir la incertidumbre en la estimación para fuentes de área a través de estudios para determinar factores de emisión y/o actividad</p> | <ul style="list-style-type: none"> Diagnóstico sobre el uso de carbón en actividades de cocción y calentamiento de alimentos en vía pública. Actualización de factores de emisión de CH₄, compuestos orgánicos totales (COT) y NH₃ para categorías de aguas residuales tratadas y no tratadas. Diagnóstico y determinación de contenidos de compuestos orgánicos volátiles (COV) en productos de uso comercial, industrial y doméstico para actividades de limpieza, entre otras. Determinación de factores de emisión locales y el perfil temporal para la quema de basura. Determinación de la carga de sedimentos y humedad del suelo en vialidades (pavimentadas y no pavimentadas). | <p>Reducir la incertidumbre en la estimación para fuentes móviles a través de estudios para determinar factores de emisión y/o actividad</p> | <ul style="list-style-type: none"> Generación de factores de emisión de partículas en vehículos pesados, específicos para el desgaste de llantas y frenos. Caracterización de los ciclos de manejo de la ciudad, para determinar el impacto en las emisiones por modo de viaje. Revisión y mejora factores de emisión de fuentes móviles. | <p>Homologar bases de datos y automatizar procesos de integración de datos y cálculo</p> | <ul style="list-style-type: none"> Fortalecimiento de capacidades y recursos humanos de las entidades de la CAME. Automatización de los procesos de cálculo de emisiones, con la finalidad de reducir errores sistemáticos y aleatorios. Empleo de buenas prácticas de control y calidad en los inventarios de emisiones. |
| <p>Reducir la incertidumbre en la estimación para fuentes de área a través de estudios para determinar factores de emisión y/o actividad</p> | <ul style="list-style-type: none"> Diagnóstico sobre el uso de carbón en actividades de cocción y calentamiento de alimentos en vía pública. Actualización de factores de emisión de CH₄, compuestos orgánicos totales (COT) y NH₃ para categorías de aguas residuales tratadas y no tratadas. Diagnóstico y determinación de contenidos de compuestos orgánicos volátiles (COV) en productos de uso comercial, industrial y doméstico para actividades de limpieza, entre otras. Determinación de factores de emisión locales y el perfil temporal para la quema de basura. Determinación de la carga de sedimentos y humedad del suelo en vialidades (pavimentadas y no pavimentadas). | | | | | |
| <p>Reducir la incertidumbre en la estimación para fuentes móviles a través de estudios para determinar factores de emisión y/o actividad</p> | <ul style="list-style-type: none"> Generación de factores de emisión de partículas en vehículos pesados, específicos para el desgaste de llantas y frenos. Caracterización de los ciclos de manejo de la ciudad, para determinar el impacto en las emisiones por modo de viaje. Revisión y mejora factores de emisión de fuentes móviles. | | | | | |
| <p>Homologar bases de datos y automatizar procesos de integración de datos y cálculo</p> | <ul style="list-style-type: none"> Fortalecimiento de capacidades y recursos humanos de las entidades de la CAME. Automatización de los procesos de cálculo de emisiones, con la finalidad de reducir errores sistemáticos y aleatorios. Empleo de buenas prácticas de control y calidad en los inventarios de emisiones. | | | | | |

| Actividades | | | | | | |
|-------------|---|----------------------------------|----------------|-----------|-----------|---------------------------|
| Número | Descripción | Indicador | Entidad | Meta 2024 | Meta 2030 | Costo (M.N.) |
| | Realizar diagnósticos de emisiones provenientes de fuentes de área para determinar factores de emisión y/o datos de actividad. | | | | | |
| AI.2.1 | <p>AI.2.1.1 Elaborar los siguientes diagnósticos de emisiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> Un diagnóstico de emisiones de partículas fugitivas, COV, NH₃ y N₂O provenientes de actividades agrícolas (aplicación de plaguicidas y fertilizantes, quema, combustión de carbón y leña, y labranza agrícola). Un diagnóstico sobre las emisiones de NH₃, N₂O y COV en aguas residuales tratadas y no tratadas, así como elección de tratamientos sustentables. Un estudio para determinar la carga de sedimento en vialidades pavimentadas y sin pavimentar, así como especiación de las partículas suspendidas y datos de actividad de la categoría. Diagnóstico de emisiones contaminantes provenientes del comercio informal de alimentos (incluir emisiones de gas L.P. y carbón). Emisiones por la quema de pirotecnia, composición y tecnologías. | Diagnósticos de emisiones | CDMX EDOMEX | 2 | 4 | \$20,000,000 ¹ |
| | Evaluar la representatividad y precisión de la especiación y estimación de emisiones de COV en el inventario de emisiones, así como las fuentes de área que faltan de caracterizar. | | | | | |
| AI.2.2 | <p>AI.2.2.1 Determinar perfiles temporales de COV por tipo de fuente en la región, caracterizar el perfil de actividad de empresas y servicios que emiten COV (productos de limpieza, recubrimientos industriales, aseo y uso doméstico, artes gráficas), así como las emisiones emergentes de COV (emisiones de halógenos como el cloro, alcohol y otros compuestos) y su relación con cambios en actividades y patrones conductuales en el uso de productos desinfectantes y de limpieza.</p> | Diagnósticos de emisiones de COV | CDMX EDOMEX | 1 | 2 | \$10,000,000 |
| | Actualizar continuamente los factores de emisión y datos de actividad con base en mediciones directas y encuestas de fuentes claves de emisión, así como la aplicación de técnicas y metodologías de evaluación y reporte. | | | | | |
| AI.2.3 | <p>AI.2.3.1 Llevar a cabo estudios con el objetivo de:</p> <ul style="list-style-type: none"> Determinar factores de emisión específicos para fuentes de emisión clave, incluyendo contaminantes criterio y forzadores climáticos de vida corta, tales como vehículos carreteros y fuera de carretera, quema de biomasa, entre los principales. Identificar perfiles temporales de emisiones por tipo de fuente en la región y actualizar de forma continua los datos de actividad con base en mediciones directas y encuestas de las fuentes principales. Desarrollar e implementar nuevas técnicas para la estimación de datos de actividad y el desarrollo de inventarios (modelación inversa, <i>machine learning</i>, minería de datos, inteligencia artificial, monitores ligeros) así como cuantificación de incertidumbre. Se considera el uso de información satelital para identificar fuentes emisoras y validar los resultados de los inventarios de emisiones. | Estudios realizados | CDMX EDOMEX | 1 | 3 | \$15,000,000 |

¹ Se considera un costo aproximado de \$ 3,500,000 M.N. por estudio, con base en costos de proyectos anteriores.

| Responsables e involucrados | |
|-----------------------------------|---|
| Entidades responsables | Ciudad de México y Estado de México |
| Instituciones responsables | <ul style="list-style-type: none"> Ciudad de México: Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA) Estado de México: Secretaría del Medio Ambiente (SMAGEM) |
| Actores involucrados | <ul style="list-style-type: none"> Gobierno Federal: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) y otros actores que colaboran en la integración del inventario de emisiones de la ZMVM Coordinación Ejecutiva de la Comisión Ambiental de la Megalópolis (CE-CAMe) Estado de Hidalgo: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNATH) Otros: Instituciones académicas y de investigación, tanto nacionales como internacionales, y actores del sector privado que puedan proporcionar información sobre los sectores y categorías emisoras |

| Marco normativo |
|--|
| Fundamento jurídico |
| <p>Fundamentos en leyes generales o federales</p> <p>La fracción II del artículo 111 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) faculta a la SEMARNAT para integrar y mantener actualizado el inventario de las fuentes emisoras de contaminantes a la atmósfera de jurisdicción federal, y coordinarse con los gobiernos locales para la integración del inventario nacional y los regionales correspondientes; por otro lado, la fracción IV del artículo 112 faculta a las entidades federativas y a los municipios para integrar y mantener actualizado el inventario de fuentes de contaminación.</p> <p>Por su parte, la fracción XII del artículo 8 de la Ley General de Cambio Climático (LGCC) faculta a las entidades federativas para integrar el inventario estatal de emisiones, de conformidad con los criterios e indicadores elaborados por la Federación. La fracción X del artículo 22 de la LGCC faculta al INECC para fomentar la construcción de capacidades de las entidades federativas y de los municipios, en la elaboración de sus programas e inventarios de emisiones.</p> <p>Fundamentos en leyes locales</p> <p><u>Ciudad de México</u></p> <p>El artículo 127 de la Ley Ambiental de Protección a la Tierra en el Distrito Federal faculta a la SEDEMA para integrar y mantener actualizado un inventario de emisiones a la atmósfera, en tanto que la fracción V del artículo 133 también faculta a la SEDEMA para integrar y mantener actualizado el inventario de las fuentes emisoras de contaminantes a la atmósfera de su competencia.</p> <p>Por su parte, la fracción I del artículo 8 de la Ley de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático y Desarrollo Sustentable para la Ciudad de México faculta a la SEDEMA para integrar, operar y publicar el inventario de gases de efecto invernadero de la Ciudad de México, de acuerdo con las directrices del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC).</p> <p><u>Estado de México</u></p> <p>La fracción XXXII del artículo 2.8 del Código para la Biodiversidad del Estado de México faculta a la SMAGEM para mantener actualizado el inventario de fuentes contaminantes al ambiente en el Estado. El artículo 2.137 establece que la SMAGEM, en coordinación con los municipios, tendrá que integrar un inventario de emisiones atmosféricas. Asimismo, la fracción V del artículo 2.149 faculta tanto a la SMAGEM como a los ayuntamientos para integrar y mantener actualizados los inventarios de las diferentes fuentes de contaminación a la atmósfera, en el ámbito de sus respectivas competencias, y establece que quienes realicen actividades contaminantes deberán proporcionar toda la información que les sea requerida por las autoridades competentes.</p> <p>Por su parte, la fracción IX del artículo 7 de la Ley de Cambio Climático del Estado de México faculta a la SMAGEM para integrar el Inventario Estatal de Emisiones, conforme a los criterios e indicadores elaborados por la Federación en la materia, mientras que la fracción XIII del artículo 8 faculta a los ayuntamientos para elaborar e integrar, con el apoyo de la SMAGEM, la información de las categorías de fuentes emisoras de su jurisdicción, para su incorporación a dicho inventario. Por último, la fracción III del artículo 10 faculta al Instituto Estatal de Energía y Cambio Climático para prestar apoyo científico y técnico a la SMAGEM, para la integración del Inventario Estatal de Emisiones.</p> |
| Reformas legislativas, regulatorias o normativas |
| En virtud de que existen disposiciones legales que fundamentan la adopción de la medida, no se estima necesario proponer reformas o adiciones en la materia. |

| Factores económicos | |
|----------------------------------|---|
| Costo estimado | \$45,000,000 M.N. Incluye mejoras en el inventario, así como estimaciones del costo para la elaboración de estudios, investigaciones y diagnósticos adicionales para fuentes y categorías emisoras específicas. |
| Fuentes de financiamiento | <p>Algunas alternativas para el financiamiento de la acción son:</p> <ul style="list-style-type: none"> Inversión pública utilizando recursos presupuestales federales y locales, recursos autogenerados y fideicomisos locales (Fideicomiso 1490 y Fondo Ambiental Público). Se buscará colaborar con otras entidades como el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) y la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Ciudad de México (SECITI). Convenios de colaboración con instituciones académicas. Agencias de cooperación internacional como la Agencia Francesa para el Desarrollo (AFD) y la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA). Apoyos internacionales a proyectos de investigación como los otorgados por el Instituto de Efectos de la Salud (HEI) y las Becas Fulbright-García Robles. |

| Barreras de implementación | | | | | | | |
|---|------------|----------|-----------|-----------------|------------|--------------------|--------------|
| Descripción de las barreras y supuestos identificados | | | | | | | |
| Las barreras principales para mejorar el inventario de emisiones son de carácter presupuestal, puesto que se requiere financiamiento para llevar a cabo proyectos de investigación necesarios, y poder contar con un equipo multidisciplinario de investigadores con la experiencia y la tecnología necesaria para realizarlos. Además, se deben proporcionar recursos financieros y humanos para la actualización constante del inventario. También se detectan barreras institucionales para homologar bases de datos y metodologías de cálculo entre distintas dependencias, y para involucrar a actores externos en la generación y provisión de información como datos de actividad. | | | | | | | |
| Presupuestales | Económicas | Sociales | Políticas | Institucionales | Operativas | Sector involucrado | Tecnológicas |
| X | | | | X | | | X |

| Beneficios ambientales esperados | | | | | | | | | | |
|---|--|------------------|-------------------|-----------------|----|-----------------|-----|--------------------|----|---------|
| Reducción de emisiones (toneladas reducidas) ¹ | Año | PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | CO | NO _x | COV | CO ₂ eq | CN | Tóxicos |
| | 2024 | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| | 2030 | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| Costo-efectividad | Costo medida M.N. / toneladas reducidas | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| Cobeneficios | El mejoramiento del inventario de emisiones de la ZMVM apoya las acciones de seguimiento y evaluación del ProAire (Medida 16), al ser este una herramienta que cuantifica las emisiones locales y permite dar cuenta de cambios históricos en los niveles de generación de contaminantes atmosféricos. Se destaca también la importancia de la acción para identificar sectores y fuentes de emisión principales y coadyuvar la toma de decisiones para reducir emisiones en todos los sectores. Dado que el inventario contempla compuestos y gases de efecto invernadero, también apoya la acción climática y permite detectar cobeneficios y compensaciones con la gestión de la calidad del aire. Por último, también apoya las actividades encaminadas a mejorar el sistema de pronóstico dentro de la acción AI.1 de la agenda de investigación, al ser el inventario un insumo de los modelos fotoquímicos. | | | | | | | | | |

² Se utilizan las siguientes siglas: NA para no aplica, ND para no determinado y NA* en caso de que se espere un incremento de emisiones de dicho contaminante.

| Seguimiento y evaluación | | | | | |
|--------------------------|----------------------------------|-----------|-------------------|-------------------------------------|---|
| Indicadores | | | | | |
| No. | Nombre | Unidades | Método de cálculo | Frecuencia de medición ³ | Medios de verificación |
| AI.2.1.1 | Diagnósticos de emisiones | Documento | Conteo | 2 años (años 2, 4, 6, 8) | Reportes de investigaciones y diagnósticos en el marco de la acción |
| AI.2.2.1 | Diagnósticos de emisiones de COV | Documento | Conteo | 2 años (años 2, 4, 6, 8) | Reportes de investigaciones y diagnósticos en el marco de la acción |
| AI.2.3.1 | Estudios realizados | Documento | Conteo | 3 años (años 3, 6, 8) | Bases de datos y registros de la SEDEMA |

| Cronograma de ejecución | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Metas y avances ⁴ | | | | | | | | | | | |
| Actividad | Indicador | Año | | | | | | | | | |
| | | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
| AI.2.1 | AI.2.1.1 | | 25% | | 50% | | 75% | | 100% | | |
| AI.2.2 | AI.2.2.1 | | 25% | | 50% | | 75% | | 100% | | |
| AI.2.3 | AI.2.3.1 | | | 35% | | | 70% | | 100% | | |

³ El porcentaje de avance a la fecha de medición del indicador puede tener avances parciales en años previos, por lo que se presenta el porcentaje de avance estimado en el cronograma de ejecución.

⁴ Los porcentajes por indicador son acumulativos y están establecidos con base en el nivel de esfuerzo requerido para completar la actividad que conforman. La ejecución total de la actividad corresponde al 100%, el cual se obtiene al sumar la aportación final de cada indicador.

| | |
|-------------|---|
| Medida AI | Investigación para mejorar la gestión de la calidad del aire y la salud de la población |
| Acción AI.3 | Investigación en salud |
| Subsector | Calidad del aire y protección a la salud |

| Descripción |
|---|
| Describir las necesidades de investigación detectadas para generar conocimiento sobre los impactos en la salud asociados con la exposición de la población a los contaminantes atmosféricos, basada en la opinión de especialistas en conjunto con autoridades locales en salud y medio ambiente. Se ha detectado la necesidad de realizar estudios toxicológicos y epidemiológicos locales de efectos agudos y crónicos a la salud, en relación con los niveles de calidad del aire, bajo un enfoque de género y socialmente equitativo que permita entender los impactos en los grupos de población más vulnerables; así como llevar a cabo evaluaciones periódicas de los impactos a la salud por la calidad de aire local y la cuantificación de los beneficios sociales y económicos por la aplicación de las medidas del ProAire. |

| Diagnóstico |
|--|
| La contaminación del aire es el principal riesgo ambiental en el mundo y en México. En este sentido, tanto el vínculo entre los niveles de contaminación con diversas causas de muerte y enfermedad, como la estimación de la mortalidad atribuible, provienen de estudios epidemiológicos realizados en varias ciudades del mundo, incluyendo la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM). Esta evidencia epidemiológica se utiliza para realizar Evaluaciones de Impactos a la Salud (EIS), que son procedimientos estandarizados para evaluar riesgos a la salud en términos del número de incidencias asociadas a un estado determinado de la calidad del aire. |
| Como se expuso en el Capítulo 6, las EIS para la ZMVM muestran que alcanzar los límites permisibles de las NOM de salud ambiental permitiría evitar más de 6500 muertes anuales, de las cuales la mayoría se debe a la contaminación por PM _{2.5} . No obstante, las EIS cuentan con ciertas limitantes, que podrían superarse con investigaciones locales en materia de calidad del aire y salud: |
| <ul style="list-style-type: none"> • La cuantificación de impactos en mortalidad está restringida solo a algunas causas y grupos de edad con información epidemiológica confiable, además de que actualmente no se provee una distinción de género. • Las EIS requieren de información de calidad de aire, por lo que, dependiendo del contaminante analizado, la cobertura de los datos del SIMAT es limitada y algunas regiones de la ZMVM quedan excluidos de la evaluación, en especial municipios periféricos. • Las funciones concentración-respuesta (FCR), las cuales representan la probabilidad de ocurrencia de un impacto a la salud en función de un cambio en la concentración de un contaminante en particular, para un grupo de edad de población y una causa de muerte específica, son un factor de incertidumbre dentro de las EIS. Contar con FCR confiables y estadísticamente significativas, así como datos actualizados en bases de información epidemiológica, es esencial para cuantificar de manera precisa los impactos a la salud. Al momento solo se utilizan FCR determinadas en otros países; contar con datos a nivel local podría aumentar la precisión de las estimaciones. |
| En la ZMVM se han realizado estudios toxicológicos para comprender los mecanismos que generan efectos nocivos en salud, y se han realizado y publicado estudios epidemiológicos en donde se identifican asociaciones entre la calidad del aire y efectos agudos (ausentismo escolar, ingresos hospitalarios por asma, efectos cardiovasculares, incremento de signos y síntomas) y crónicos (disminución de la capacidad pulmonar en niños, cáncer pulmonar, deterioro cognitivo, EPOC y exceso de mortalidad, entre otros). Por otro lado, evidencia epidemiológica y experimental señala la existencia de vulnerabilidad de sexos ante la exposición a contaminantes del aire, como lo son las partículas suspendidas, señalando inclusive una influencia de la mala calidad del aire con una diferencia entre la proporción de sexos. En el caso del sexo masculino se ha reportado pérdida de la calidad espermática, que incluye disminución de la calidad del volumen seminal, pérdida de la motilidad espermática, cambios en el número de espermias viables, entre otros. Respecto a los efectos sobre el sexo femenino, no existe suficiente evidencia en nuestro país. Sin embargo, literatura internacional señala alteraciones en el tiempo de presentación de la menarca y sobre la irregularidad en el periodo menstrual dependiente de la edad, que impacta de manera negativa sobre la fase lútea. También se ha señalado que la contaminación del aire se relaciona con una mayor frecuencia de cáncer de mama. Se han reportado efectos de la contaminación del aire sobre los riesgos prenatales, perinatales y neonatales, de los cuales se han reportado bajo flujo sanguíneo placentario, bajo peso al nacer y mortalidad post-neonatal. |
| Recientemente han incrementado los esfuerzos para ampliar el número de estudios toxicológicos y epidemiológicos locales, y construir una agenda de investigación que vincule a la calidad del aire con temas relevantes en materia de salud, para apoyar la gestión de la calidad del aire. En específico, se destaca el trabajo del Comité Científico Técnico de Vigilancia sobre Contaminación Atmosférica y sus diferentes grupos de trabajo, cuyo objetivo principal es evaluar el impacto de la contaminación atmosférica en la salud de la población de la Ciudad de México, para instrumentar estrategias y acciones en salud pública. Este comité, coordinado por la Secretaría de Salud de la Ciudad de México, ha generado propuestas específicas en colaboración con investigadores de la UNAM, el CINVESTAV y los Institutos Nacionales de cardiología, enfermedades respiratorias, cancerología y salud pública. |

| Actividades | | | | | | |
|-------------|---|-------------------------|----------------|-----------|-----------|--------------|
| Número | Descripción | Indicador | Entidad | Meta 2024 | Meta 2030 | Costo (M.N.) |
| AI.3.1 | Plantear estudios toxicológicos y epidemiológicos locales de efectos agudos y crónicos a la salud por la contaminación atmosférica diferenciados por género y grupo etario. | | | | | |
| | <p>AI.3.1.1 Evaluar la factibilidad de realizar investigaciones toxicológicas y epidemiológicas sobre los efectos e impactos de la contaminación atmosférica, considerando los siguientes temas prioritarios:</p> <ul style="list-style-type: none"> Análisis de la composición de partículas por región de la ZMVM y sus efectos toxicológicos, con especial énfasis en los componentes orgánicos primarios y secundarios. Detección y análisis de bioaerosoles atmosféricos en agregados o adheridos a aeropartículas y exposición a alérgenos en el aire. Exposición a mezclas de contaminantes y efectos en salud a largo plazo. Interacción entre la contaminación del aire y enfermedades infecciosas emergentes, tales como los efectos a largo plazo por la COVID-19. Monitoreo de hidrocarburos policíclicos aromáticos en las PM2.5, mediante tecnologías de bajo costo. | Estudios realizados | CDMX EDOMEX | 2 | 5 | \$30,000,000 |
| | AI.3.1.2 Determinar la factibilidad de realizar estudios de cohorte para la ZMVM y, en su caso, conducir estudios que permitan determinar FCR específicas para la zona de estudio. | Estudio de factibilidad | CDMX EDOMEX | 0 | 1 | \$25,000,000 |
| AI.3.2 | Proponer investigaciones sobre los impactos a la salud por la calidad del aire en la ZMVM, diferenciados por género, grupo etario o factores socioeconómicos. | | | | | |
| | <p>AI.3.2.1 Evaluar la factibilidad de realizar investigaciones sobre los impactos de la contaminación atmosférica y el cambio climático en la ZMVM, considerando los siguientes temas prioritarios:</p> <ul style="list-style-type: none"> Efectos a corto y largo plazo sobre grupos vulnerables: mujeres embarazadas, primera infancia, adolescencia, adultos mayores y sectores económicamente desfavorecidos, diferenciados por género. Evaluación de exposición y análisis de riesgo por exposición crónica a compuestos tóxicos en el aire, diferentes a los contaminantes criterio: carbono negro, hidrocarburos aromáticos policíclicos, COV y BTX. Exposición personal, diferenciada por género, a la contaminación en grupos expuestos por el modo de transporte que utilizan, sus actividades económicas, entre otros factores socioeconómicos asociados, así como la evaluación de la efectividad de las acciones de mitigación de emisiones a nivel de calle y dentro de vehículos del sistema de transporte público. Exposición a la contaminación por el uso de biomasa, considerando asociaciones por género y con la contaminación del aire ambiente, tales como la exacerbación de efectos a la salud. Efectos de la restricción de actividades durante contingencias ambientales y recomendaciones para la población en relación con la actividad física en exteriores durante episodios de contaminación severa. | Estudios realizados | CDMX EDOMEX | 2 | 5 | \$30,000,000 |

| Responsables e involucrados | | | | | | |
|-----------------------------|--|--|------|---|---|-------------|
| Entidades responsables | Ciudad de México y Estado de México | | | | | |
| Instituciones responsables | <ul style="list-style-type: none"> Ciudad de México: Secretaría de Salud (SEDESA) Estado de México: Secretaría de Salud | | | | | |
| Actores involucrados | <ul style="list-style-type: none"> Gobierno Federal: Instituto Nacional de Salud Pública (INSP), Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), Secretaría de Salud, Institutos Nacionales de Salud, Dirección General de Epidemiología, Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) Coordinación Ejecutiva de la Comisión Ambiental de la Megalópolis (CE-CAME) Ciudad de México: Agencia de Protección Sanitaria (APS), Servicios de Salud Públicos (SSP), Secretaría de Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación y la Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA) Estado de México: Instituto de Salud, el Centro Estatal de Vigilancia Epidemiológica y Control de Enfermedades y la Secretaría del Medio Ambiente (SMAGEM) Estado de Hidalgo: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNATH) Otros: Instituciones académicas y de investigación tanto nacionales como internacionales, hospitales y centros de salud, consejos de salud de las alcaldías y municipios, comités de salud locales, organizaciones de médicos especialistas, organizaciones no gubernamentales y expertos independientes | | | | | |
| AI.3.3 | <p>Proponer la evaluación de los impactos a la salud diferenciados por grupos vulnerables y los impactos económicos de las acciones implementadas para mejorar la calidad del aire.</p> <p>AI.3.3.1 Plantear evaluaciones de impactos a la salud periódicas, con base en los datos del monitoreo atmosférico, y las reducciones de emisiones por la implementación de las medidas y acciones del ProAire, de forma que se estimen los impactos y beneficios en salud, económicos y sociales. En las EIS se deberá considerar lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> Revisar de forma continua la evidencia epidemiológica para actualizar la información utilizada (FCR). Diferenciar los impactos de la contaminación atmosférica por edad y género. Actualizar el valor de una vida estadística (VSL) en línea con el contexto local, para asignar un valor monetario a los resultados de mortalidad. Incorporar beneficios sociales adicionales dentro de las evaluaciones, tales como mejoras en la movilidad, mayor uso de modos de transporte activos, etc. | Evaluaciones de impactos a la salud realizadas | CDMX | 1 | 2 | \$9,000,000 |

| Marco normativo | |
|---|--|
| Fundamento jurídico | |
| <p>Fundamentos en leyes generales o federales</p> <p>El artículo 39 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) faculta a la SEMARNAT para promover la generación de conocimientos estratégicos acerca de la naturaleza, la interacción entre los elementos de los ecosistemas, incluido el ser humano, la evolución y transformación de los mismos, a fin de contar con información para la elaboración de programas que fomenten la prevención, restauración, conservación y protección del ambiente. El artículo 41 de la LGEEPA faculta a los tres órdenes de gobierno para fomentar la investigación científica, el desarrollo tecnológico e innovación, así como programas para el desarrollo de técnicas y procedimientos que permitan prevenir, controlar y abatir la contaminación.</p> <p>Por otro lado, la fracción I del artículo 119 de la Ley General de Salud faculta a la Secretaría de Salud y a los gobiernos de las entidades federativas para desarrollar investigación permanente y sistemática de los riesgos y daños que para la salud de la población origine la contaminación del ambiente.</p> | |
| <p>Fundamentos en leyes locales</p> <p><u>Ciudad de México</u></p> <p>La fracción I del artículo 73 Bis de la Ley Ambiental de Protección a la Tierra en el Distrito Federal faculta a la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación para promover la investigación básica, tecnológica y aplicada que se necesiten para la solución de los problemas ambientales.</p> | |

Por otra parte, la fracción III del artículo 71 de la Ley de Salud del Distrito Federal considera que la investigación para la salud es prioritaria y comprende el desarrollo de acciones que contribuyan, entre otras, al conocimiento y control de los efectos nocivos del medio ambiente en la salud. Asimismo, el artículo 72 faculta al Gobierno para apoyar y estimular directamente, a través del Instituto de Ciencia y Tecnología y en coordinación con la SEDESA, el desarrollo de programas específicos destinados a la investigación para la salud, particularmente en materia de educación para la salud y efectos del medio ambiente en la salud, entre otros, así como la difusión y aplicación de sus resultados y descubrimientos. Por último, el artículo 73 de esta Ley establece que la promoción de la salud tiene por objeto crear, conservar y mejorar las condiciones deseables de salud para la población y propiciar en las personas las actitudes, valores y conductas adecuadas para motivar su participación en beneficio de la salud individual y colectiva, mediante programas específicos que tendrá la obligación de promover, coordinar y vigilar en materia de educación para la salud, y control y combate de los efectos nocivos del medio ambiente en la salud.

Estado de México

La fracción XV del artículo 2.3 del Código para la Biodiversidad del Estado de México considera de orden público las investigaciones y los estudios relativos a los recursos del aire, del suelo y sus nutrientes, de la flora, de la fauna y del agua referidos a los métodos o las prácticas más adecuadas para su preservación, calidad y cantidad. Asimismo, el artículo 2.18 faculta al Poder Ejecutivo Estatal para promover que las instituciones de educación superior en el Estado y los organismos dedicados a la investigación científica y tecnológica desarrollen programas para la investigación y difusión de las causas y efectos de los fenómenos ambientales en la biodiversidad de la Entidad.

Reformas legislativas, regulatorias o normativas

En virtud de que existen disposiciones legales que fundamentan la adopción de la acción, no se estima necesario proponer reformas o adiciones en la materia.

Factores económicos

| | |
|----------------------------------|--|
| Costo estimado | \$94,000,000 M.N. Incluye estimaciones del costo para la elaboración de estudios, investigaciones y diagnósticos en materia de salud y calidad del aire. |
| Fuentes de financiamiento | Algunas alternativas para el financiamiento de la acción son: <ul style="list-style-type: none"> Inversión pública utilizando recursos presupuestales federales y locales, recursos autogenerados y fideicomisos locales (Fideicomiso 1490 y Fondo Ambiental Público). Se buscará colaborar con otras entidades como el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) y la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Ciudad de México (SECITI). Convenios de colaboración con instituciones académicas. Agencias de cooperación internacional como la Agencia Francesa para el Desarrollo (AFD) y la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA). Apoyos internacionales a proyectos de investigación como los otorgados por el Instituto de Efectos de la Salud (HEI) y las Becas Fulbright-García Robles. |

Barreras de implementación

Descripción de las barreras y supuestos identificados

Las barreras principales para elaborar los estudios e investigaciones en materia de salud y calidad del aire son de carácter presupuestal, puesto que se requiere financiamiento para llevar a cabo los proyectos de investigación necesarios, y poder contar con un equipo multidisciplinario de investigadores con la experiencia, la tecnología, equipos e instalaciones necesarias para realizarlos. También se detectan barreras institucionales para facilitar la cooperación entre distintas dependencias, instituciones de investigación, centros de salud, entre otros, particularmente para conducir estudios epidemiológicos que pueden durar años y requieren un seguimiento adecuado de un número significativo de sujetos de estudio. Finalmente, se destaca la atención prioritaria del sector salud a emergencias sanitarias, como la pandemia por COVID-19.

| Presupuestales | Económicas | Sociales | Políticas | Institucionales | Operativas | Sector involucrado | Tecnológicas |
|----------------|------------|----------|-----------|-----------------|------------|--------------------|--------------|
| X | | | | X | | X | |

Beneficios ambientales esperados

| Reducción de emisiones (toneladas reducidas) ¹ | Año | PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | CO | NO _x | COV | CO ₂ eq | CN | Tóxicos |
|---|---|------------------|-------------------|-----------------|----|-----------------|-----|--------------------|----|---------|
| | 2024 | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| 2030 | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| Costo-efectividad | Costo medida M.N. / toneladas reducidas | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| Cobeneficios | La ejecución de la acción fortalecerá el papel rector del sector salud junto con el sector ambiental en la gestión de la calidad del aire, lo que a su vez facilitará la implementación del resto de las medidas y acciones del ProAire, al generar información relevante para cuantificar los impactos y riesgos locales por la contaminación atmosférica, así como los beneficios en salud, económicos y sociales de la ejecución del Programa. Esta información se complementa con los datos generados por los Sistemas de información en salud y calidad del aire de la ZMVM, en específico el Sistema de Vigilancia Epidemiológica de Efectos a la Salud por Contaminación Atmosférica (SIVEESCA), cuyo fortalecimiento se describe en la acción 15.4. Contar con información sobre las causas y efectos de la contaminación atmosférica también hace más sencillo abogar por políticas que reduzcan la emisión de contaminantes cuando se trabaja con otros sectores y órdenes de gobierno, el sector privado, y la sociedad civil. | | | | | | | | | |

Seguimiento y evaluación

| Indicadores | | | | | |
|-------------|--|-----------|-------------------|-------------------------------------|---|
| No. | Nombre | Unidades | Método de cálculo | Frecuencia de medición ² | Medios de verificación |
| AI.3.1.1 | Estudios realizados | Documento | Conteo | 5 años (años 2, 4, 6, 8, 10) | Reportes de investigaciones, publicaciones y resultados |
| AI.3.1.2 | Estudios de factibilidad | Documento | Conteo | Única vez (año 8) | Reportes de investigaciones, publicaciones y resultados |
| AI.3.2.1 | Estudios realizados | Documento | Conteo | 5 años (años 2, 4, 6, 8, 10) | Reportes de investigaciones, publicaciones y resultados |
| AI.3.3.1 | Evaluaciones de impactos a la salud realizadas | Documento | Conteo | 2 años (años 5, 10) | Reportes y resultados de las EIS |

Cronograma de ejecución

| Metas y avances ³ | | Año | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| Actividad | Indicador | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | |
| AI.3.1 | AI.3.1.1 | | 15% | | 30% | | 45% | | 60% | | 75% | |
| | AI.3.1.2 | | | | | | | | 25% | | | |
| AI.3.2 | AI.3.2.1 | | 20% | | 40% | | 60% | | 80% | | 100% | |
| AI.3.3 | AI.3.3.1 | | | 25% | | 50% | | | 75% | | 100% | |

¹ Se utilizan las siguientes siglas: NA para no aplica, ND para no determinado y NA* en caso de que se espere un incremento de emisiones de dicho contaminante.

² El porcentaje de avance a la fecha de medición del indicador puede tener avances parciales en años previos, por lo que se presenta el porcentaje de avance estimado en el cronograma de ejecución.

³ Los porcentajes por indicador son acumulativos y están establecidos con base en el nivel de esfuerzo requerido para completar la actividad que conforman. La ejecución total de la actividad corresponde al 100%, el cual se obtiene al sumar la aportación final de cada indicador.

A7.2 Beneficios en la calidad del aire y salud

Impacto del ProAire ZMVM 2021-2030 en la calidad del aire en el año 2030

El Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) 2021-2030 es un instrumento de gestión que establece medidas y acciones para prevenir, controlar y revertir el deterioro de la calidad del aire en esta área de México, por lo que es importante que las medidas sean evaluadas, a través de modelos que permitan estimar el impacto aproximado en términos de la calidad del aire y salud en la ZMVM. Para lo anterior la SEDEMA realizó diferentes evaluaciones que se describirán en el presente anexo.

En este análisis se utilizó el sistema de pronóstico de calidad del aire para la Ciudad de México (AQFS-CDMX), desarrollado en colaboración entre el Centro de Súper

Cómputo de Barcelona (BSC-CNS) y la SEDEMA. El sistema AQFS-CDMX genera el pronóstico de la calidad del aire a 24 y 48 horas para la ZMVM en alta resolución espacial (1 km²) y temporal (1 hora) a través de un conjunto de modelos: meteorológico, de emisiones y de transporte fotoquímico. El sistema también puede ser utilizado en modo diagnóstico, que permite realizar la simulación de eventos de contaminación atmosférica en tiempo pasado o futuro, y aplicar escenarios de reducción de emisiones, para estimar el impacto en la concentración de contaminantes. La descripción detallada del sistema AQFS-CDMX está en el Informe Anual de Calidad del Aire 2016 (SEDEMA, 2017).

A7.2.1 Metodología de evaluación del impacto en calidad del aire

La evaluación del ProAire se realizó considerando el año 2017 para las condiciones meteorológicas y como base el Inventario de Emisiones 2018 para la ZMVM, mientras que para el resto del país se utilizó el Inventario Nacional de Emisiones 2013 (INEM).

a) Desarrollo y selección de las semanas representativas 2017

Se identificaron semanas representativas meteorológicamente del año 2017 para realizar los escenarios de calidad del aire del ProAire. Para ello, se consideró la información de los parámetros meteorológicos de temperatura, radiación solar, velocidad de viento, presión atmosférica y humedad relativa de la Red de Meteorología y Radiación Solar (REDMET) del Sistema de Monitoreo Atmosférico (SIMAT) de la Ciudad de

México; datos de precipitación acumulada proporcionados por el Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACMEX); así como una base de datos interna que contiene inversiones térmicas y la altura de capa de mezcla resultado del radio sondeo diario realizado por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN).

Se calcularon métricas de los parámetros meteorológicos, identificando los más importantes y significativos. Estos parámetros seleccionados se utilizaron para agrupar las semanas del año y a partir de estos conjuntos, se determinó la semana representativa para cada una de las temporadas del año (seca fría, seca caliente y lluvias) a través del método de agrupación y clasificación no supervisada llamado Hierarchical K-Means Clustering (Kohei & Barakbah, 2007). Los resultados se presentan en la Tabla A7.1.

Tabla A7.1 Semanas representativas de cada temporada del año

| Semana | Fecha inicial | Fecha final |
|---------------------------------------|-----------------|-----------------|
| Semana de contingencia O ₃ | 14 de mayo | 20 de mayo |
| Seca Caliente | 21 de mayo | 27 de mayo |
| Lluvias | 13 de agosto | 19 de agosto |
| Seca Fría | 24 de diciembre | 30 de diciembre |

b) Escenarios de emisión para modelación

Escenario Base 2030 (línea base 2030): Para las emisiones del 2030 se utilizó como base el inventario 2018 para cada una de las fuentes: fijas, de área y móviles. En esta proyección se desarrollaron estimaciones que representarán el cambio en las emisiones para el año 2030 sin la aplicación del ProAire, este escenario se consideró como la línea base del 2030. La metodología de cálculo de emisiones y bases de datos utilizadas están publicados en el Inventario de Emisiones 2018 de la Ciudad de México (SEDEMA, 2021).

Escenario ProAire 2030 (reducido 2030): Se realizaron ajustes sobre la línea base 2030 con la consideración de que el ProAire se aplique y cumpla en toda la ZMVM para el año 2030, por lo que este escenario contiene las reducciones en contaminantes y fuentes específicas de

acuerdo con lo descrito en el Capítulo 7 sobre Estrategias, medidas y acciones de gestión de la calidad del aire y reducción de emisiones, en el apartado de medidas y acciones.

c) Ejecución del sistema de modelación AQFS - CDMX

En el sistema de pronóstico de calidad del aire (AQFS-CDMX), para su ejecución se requiere descargar los datos meteorológicos de las semanas representativas, y datos previos a estas semanas para el calentamiento del modelo. Posteriormente se preparan las bases de emisiones para cada uno de los escenarios descritos y finalmente se ejecuta el modelo fotoquímico con dos dominios uno con celdas de 3x3 km (D3) el cual considera los estados que comprenden la CAME y uno con celdas de 1x1 km (D4), en el que se simula la ZMVM (Figura A7.1).

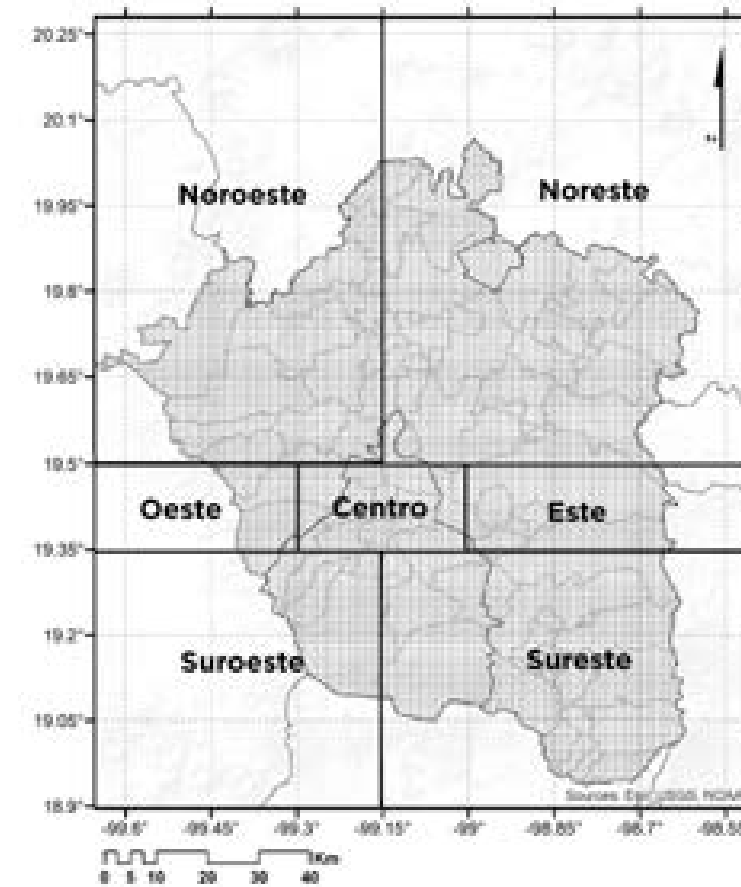


Figura A7.1 Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), zonas en las que se dividió la malla del dominio 4 para su análisis.

d) Extracción de datos, cálculo de métricas y ajustes

La extracción de la concentración de contaminantes se realizó dentro del D4 (1x1 km), por ubicación de cada estación de monitoreo de la RAMA y también por centroide¹ de las celdas en la malla, esto con la finalidad de obtener la concentración en toda la ZMVM y donde las estaciones de monitoreo no tienen cobertura. Los datos por centroide de cada celda, se clasificaron por entidad dentro de la ZMVM (Ciudad de México: CDMX, Estado de México: EDOMEX e Hidalgo: HGO).

Indicadores para la evaluación en calidad del aire

Para el análisis de calidad del aire se extrajeron los datos de concentración de todos los contaminantes criterio O₃, PM_{2.5}, PM₁₀, NO₂, CO y SO₂; adicionalmente, se obtienen los datos de los precursores de ozono como el NO (óxido nítrico), para obtener los NO_x, HONO (Ácido nitroso) y NMVOC (Non-Methane Volatile Organic Compounds).

Los datos de los contaminantes criterio por estación de monitoreo fueron comparados con valores observados en los sitios de RAMA. Esto con la finalidad de ajustar las salidas del modelo, principalmente en los contaminantes que serán utilizados para la evaluación en salud (O₃, PM_{2.5}, y NO₂) y lograr que la concentración sea lo más representativa y cercana a la realidad. Este ajuste se calculó con la razón observados/modelados para los promedios de 24 h de PM_{2.5}, así como para los máximos diarios (1h) de NO₂ y O₃. Posteriormente, se calcularon y evaluaron los factores obtenidos (observados vs. modelo ajustado) para cada contaminante, se seleccionó el factor de ajuste óptimo que lograba mejorar las salidas del modelo y estos se aplicaron en la totalidad de la malla (1x1 km) del dominio 4.

Es importante mencionar que se consideró que los indicadores anuales obtenidos a partir de los resultados de las semanas simuladas son representativos del comportamiento de un año completo. En el análisis de la calidad del aire se calcularon las siguientes métricas:

- **Promedio anual de los máximos diarios.** Este indicador se calculó para los contaminantes gaseosos, se obtiene con el máximo horario de cada celda y día, posteriormente se promedian dichos máximos en todo el periodo simulado.
- **Promedio anual de la media de 24 horas.** Este indicador se calculó para las partículas PM₁₀ y PM_{2.5}; se obtiene con el promedio de 24 horas por celda, posteriormente se promedian los valores diarios en todo el periodo simulado.

Para el análisis de resultados, los datos por centroide de cada celda clasificados por entidad, se dividieron por regiones: noroeste (NO), noreste (NE), oeste (O), centro (CE), este (E), suroeste (SO) y sureste (SE) para determinar las zonas con mayores impactos en calidad del aire. Posteriormente, se calcularon las diferencias entre los escenarios (ProAire – Base) y los porcentajes de cambio por región (NO, NE, CE, E, O, SO, SE) de la ZMVM (Figura A7.1).

Indicadores para la evaluación de beneficios en salud y económicos

Para la evaluación en términos de salud, se seleccionaron métricas que están asociadas a las funciones concentración-respuesta (FCR) que se describen en la sección 2 de este anexo. Los indicadores se calcularon a partir de los datos ajustados de O₃, PM_{2.5} y NO₂, y se detallan a continuación:

- **Promedio anual de la concentración de 1 hora.** Este indicador se calculó para NO₂, se obtiene con el promedio de todos los valores de 1 hora por celda en todo el periodo simulado.
- **Promedio anual de la media de 24 horas.** Este indicador se calculó para PM_{2.5}; se obtiene con el promedio de 24 horas por celda y día, posteriormente se promedian los valores diarios en todo el periodo simulado.

- **Promedio de los máximos diarios.** Este indicador se calculó para O₃, primero se obtiene el máximo horario por celda y día, posteriormente se promedian dichos máximos dentro del periodo que comprende las semanas de la temporada de ozono.
- **Promedio de los máximos diarios de la media móvil de 8 horas.** Este indicador se calculó para O₃, primero se obtiene el promedio móvil de 8h por celda y día, se determina su máximo diario, posteriormente se promedian dichos máximos en las semanas correspondientes a la temporada de ozono.

Adicionalmente, es importante mencionar que, en la evaluación de salud, al reportar los resultados por entidad y región, se presentan los promedios ponderados por la población en cada escenario descrito. Esta métrica otorga un mayor peso a la concentración en las regiones de la ZMVM con más habitantes, por lo que es un mejor indicador de la exposición de la población a la concentración de los contaminantes.

A7.2.2 Evaluación del impacto en calidad del aire

En esta sección se describen los resultados generales de la simulación de los escenarios base y con la reducción del ProAire. Principalmente se describe la disminución en los contaminantes criterio: CO y los NO_x (NO₂ +NO), PM_{2.5} y finalmente O₃ con el análisis de sus precursores NO_x, NMVOC y HONO.

En la Tabla A7.2 se presentan los valores por región de la ZMVM y de manera general, se puede observar que los contaminantes con mayor porcentaje de reducción fueron NO₂ y NO_x, este último con la disminución máxima de todos los contaminantes, con más del 48% en la zona suroeste. El contaminante con menor porcentaje de cambio fue el SO₂, esto debido a que sus principales fuentes de emisión se encuentran fuera de la ZMVM y las emisiones provenientes del INEM 2013 se mantuvieron constantes en ambos escenarios.

En el resultado general para las partículas se determinó que sus niveles de concentración disminuyeron en un ~22% (~4 µg/m³) para PM_{2.5} y ~21% (~8 µg/m³) para PM₁₀, en promedio para toda la ZMVM, donde la mayor reducción de ambas partículas se observó en el centro (CE) y suroeste (SO). Es importante mencionar que la concentración de partículas disminuyó en todas las entidades que conforman la ZMVM y esto es relevante debido al impacto que tienen las partículas finas en la calidad del aire y en la salud de la población.

En el caso de ozono, se observó que el máximo diario logra disminuir, en promedio, un ~3% (~5 ppb) considerando toda la ZMVM y en el análisis por zona se presentó una reducción máxima del 7.3% (13 ppb) y 5.6% (11 ppb) en el NO y CE, respectivamente. Aunque los valores de ozono no disminuyen en las mismas proporciones, los resultados obtenidos son significativos debido a la importancia del contaminante y sus valores máximos, los cuales pueden determinar la activación de una contingencia atmosférica en la ZMVM. Los resultados obtenidos indican que la implementación del ProAire de 2021-2030 podría reducir los niveles de concentración máxima diaria asociados al O₃ en toda la ZMVM.

En las reducciones de NO_x generadas por las medidas en este ProAire, su mayor impacto fue principalmente en las regiones SO, SE, O, E y CE, en esta última es donde se encuentra una gran cantidad de vialidades importantes a las cuales se le atribuye este contaminante. En cuanto a los compuestos orgánicos volátiles (COV), su concentración presenta una reducción promedio para todo el periodo y la ZMVM del 29% (278 ppbV) lo cual está directamente relacionado con lo que se ha documentado en diversos estudios anteriores, que la producción de O₃ en la parte urbana de la ZMVM está esencialmente limitada por COV debido a la alta concentración de NO_x en comparación a las fuentes de OH (Song *et al*, 2010) y esto hace que no disminuyan los valores de O₃ como se desearía; sin embargo, este ProAire representa un avance importante en la mejora general de la calidad del aire.

¹ El centroide es su centro geométrico. Sería el punto donde coinciden los hiperplanos (según las dimensiones de la figura geométrica) que dividen a la figura en partes de igual momento. Sería su centro de simetría

Tabla A7.2 Semanas representativas de cada temporada del año

| Contaminante | Zona | Escenario Base (2030) | Escenario ProAire (2030) | Cambio (%) 2030 | Cambio promedio (%)* |
|--|-----------|-----------------------|--------------------------|-----------------|----------------------|
| O ₃ (ppb), máximo | NE | 149 | 144 | -3.3% | -2.7% |
| | NO | 183 | 169 | -7.3% | |
| | CE | 201 | 189 | -5.6% | |
| | E | 172 | 171 | -0.7% | |
| | O | 196 | 190 | -2.7% | |
| | SE | 198 | 197 | -0.4% | |
| | SO | 193 | 194 | 0.8% | |
| PM _{2.5} (µg/m ³) | NE | 12.6 | 10.0 | -21.0% | -22.5% |
| | NO | 16.7 | 13.9 | -16.7% | |
| | CE | 34.6 | 26.1 | -24.6% | |
| | E | 13.7 | 10.4 | -23.9% | |
| | O | 20.6 | 15.8 | -23.3% | |
| | SE | 16.3 | 12.6 | -22.8% | |
| | SO | 26.0 | 19.5 | -25.0% | |
| PM ₁₀ (µg/m ³) | NE | 26.8 | 21.6 | -19.3% | -20.8% |
| | NO | 32.1 | 27.0 | -15.8% | |
| | CE | 74.1 | 57.6 | -22.2% | |
| | E | 26.7 | 20.8 | -22.0% | |
| | O | 36.8 | 28.6 | -22.1% | |
| | SE | 31.3 | 24.7 | -21.0% | |
| | SO | 48.3 | 37.1 | -23.2% | |
| NO ₂ (ppb), máximo | NE | 83 | 61 | -26.3% | -16.6% |
| | NO | 60 | 50 | -16.0% | |
| | CE | 71 | 53 | -25.5% | |
| | E | 52 | 38 | -27.4% | |
| | O | 42 | 27 | -36.9% | |
| | SE | 63 | 44 | -30.2% | |
| | SO | 60 | 42 | -29.4% | |
| I ⁺ (ppb), máximo | NE | | | -10.4% | -13.9% |
| | NO | | | -11.2% | |
| | CE | | 2.33 | -11.5% | |
| | E | | 1.12 | -14.7% | |
| | O | | 0.71 | -16.0% | |
| | SE | 1.91 | 1.59 | -16.7% | |
| | SO | 1.75 | 1.45 | -16.8% | |

Tabla A7.2 Semanas representativas de cada temporada del año (continuación)

| Contaminante | Zona | Escenario Base (2030) | Escenario ProAire (2030) | Cambio (%) 2030 | Cambio promedio (%)* |
|-------------------------------|-----------|-----------------------|--------------------------|-----------------|----------------------|
| SO ₂ (ppb), máximo | NE | 121.7 | 121.7 | 0.0% | -8.9% |
| | NO | 237 | 237 | 0.0% | |
| | CE | 28 | 27.9 | -0.4% | |
| | E | 18.8 | 18.8 | 0.0% | |
| | O | 31.9 | 31.9 | 0.0% | |
| | SE | 41.1 | 15.9 | -61.3% | |
| | SO | 16.3 | 16.2 | -0.6% | |
| NO _x (ppb), máximo | NE | 361 | 214 | -40.6% | -39.7% |
| | NO | 225 | 198 | -12.0% | |
| | CE | 258 | 152 | -40.9% | |
| | E | 133 | 75 | -44.0% | |
| | O | 75 | 41 | -45.7% | |
| | SE | 182 | 97 | -46.6% | |
| | SO | 167 | 86 | -48.3% | |
| NMCOV (ppbV), máximo | NE | 1055 | 756 | -28.3% | -29.0% |
| | NO | 1010 | 719 | -28.8% | |
| | CE | 1515 | 969 | -36.0% | |
| | E | 845 | 650 | -23.1% | |
| | O | 381 | 261 | -31.5% | |
| | SE | 974 | 734 | -24.6% | |
| | SO | 833 | 576 | -30.9% | |
| HONO (ppbV), máximo | NE | 7.79 | 4.90 | -37.0% | -35.7% |
| | NO | 6.45 | 3.20 | -31.1% | |
| | CE | 6.75 | 4.37 | -35.3% | |
| | E | 3.71 | 2.40 | -35.5% | |
| | O | 1.97 | 1.23 | -37.5% | |
| | SE | 5.34 | 3.40 | -36.4% | |
| | SO | 5.37 | 3.38 | -37.1% | |

*Representa el promedio de todos los porcentajes por región en la ZMVM. En negritas se muestran las mayores reducciones por contaminante.

En la Figura A7.2 se presenta la distribución espacial de los indicadores para ozono, óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles, se puede observar que para O₃ hay un cambio importante en las regiones más problemáticas en cuanto a contingencias atmosféricas y valores altos, como es el centro y sur, mientras que para NO_x y COV es más notable en la zona centro.

Otro compuesto importante en la química troposférica es el ácido nitroso (HONO), debido a su contribución en el balance de OHx (OH + HO₂), el cual contiene el radical hidroxilo (OH) que es uno de los principales oxidantes en la atmósfera. En análisis del HONO en zonas urbanas de

Europa se ha estimado que la reacción de fotólisis de este compuesto contribuye en más del 30 % en la formación del OHx. Además, en estudios hechos con modelos de calidad del aire (Li *et al*, 2010; Rui *et al*, 2012; Zhang *et al*, 2016) se ha demostrado la importancia de la reacción de

fotólisis del HONO en la formación y acumulación matutina del O₃ troposférico, adicionalmente este compuesto contribuye a un incremento en la concentración de ozono durante todo el transcurso del día, con un promedio de 6 ppb al mediodía. Las fuentes de HONO, como el tránsito vehicular, quema de biomasa (Kirchstetter *et al*, 1996), calefacción doméstica, combustión industrial (Kurtenbach, 2001), también desempeñan un papel muy importante en la formación de aerosoles orgánicos secundarios durante las mañanas, por ello que la su reducción, la cual fue en promedio del ~36 % (~2 ppbV) en la ZMVM con la mayor disminución en el O₃, SO y NE, también contribuye en la disminución del O₃ y de las PM_{2.5} dentro del área de estudio.

Finalmente, los resultados indican que la implementación del ProAire al año 2030 estima una reducción en la concentración de todos los contaminantes criterio, con el mínimo en el dióxido de azufre (SO₂) donde sus principales fuentes de emisión son regionales y se ubican fuera de la ZMVM, también se reducirán las emisiones de los precursores de ozono y aerosoles. Es importante mencionar que para disminuir los niveles de ozono en la magnitud necesaria para cumplir con los valores límite de la NOM vigente y su próxima actualización, implicaría reducir más del 70% de las emisiones de COV y un porcentaje similar en NOx, lo cual es casi imposible por la dinámica social y económica de la ZMVM, así como factores que determinan que ocurran valores atípicos de ozono como son la fisiografía, la meteorología, el crecimiento urbano, entre los principales factores.

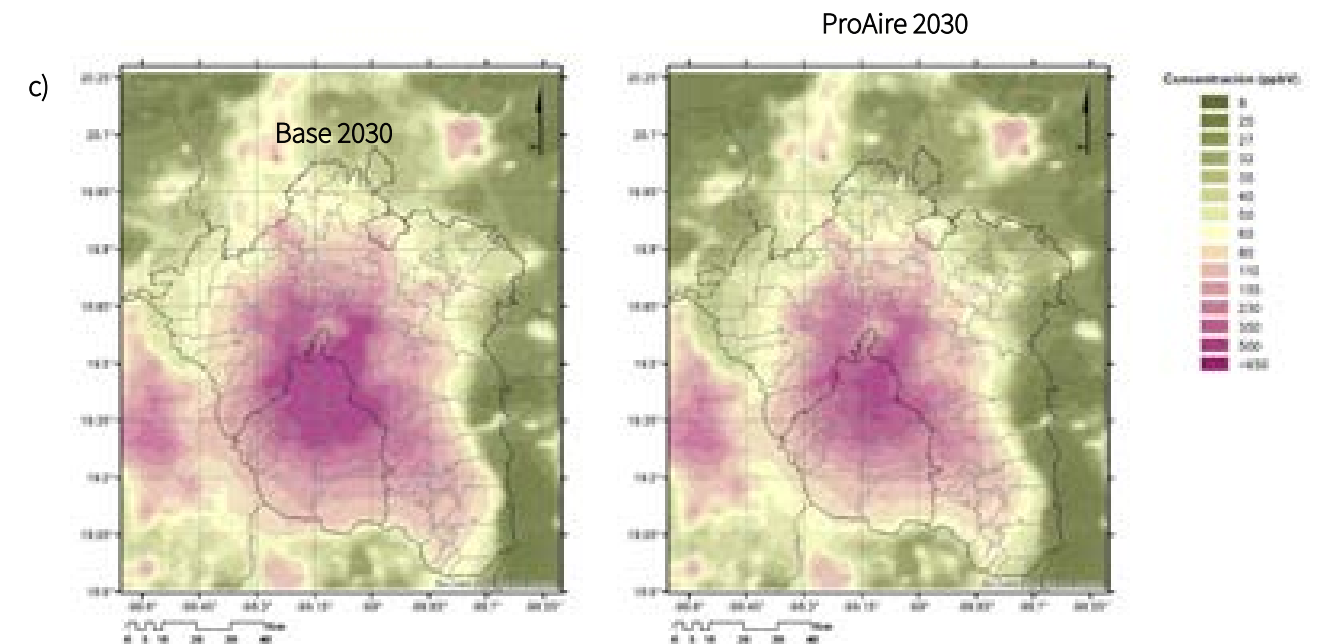
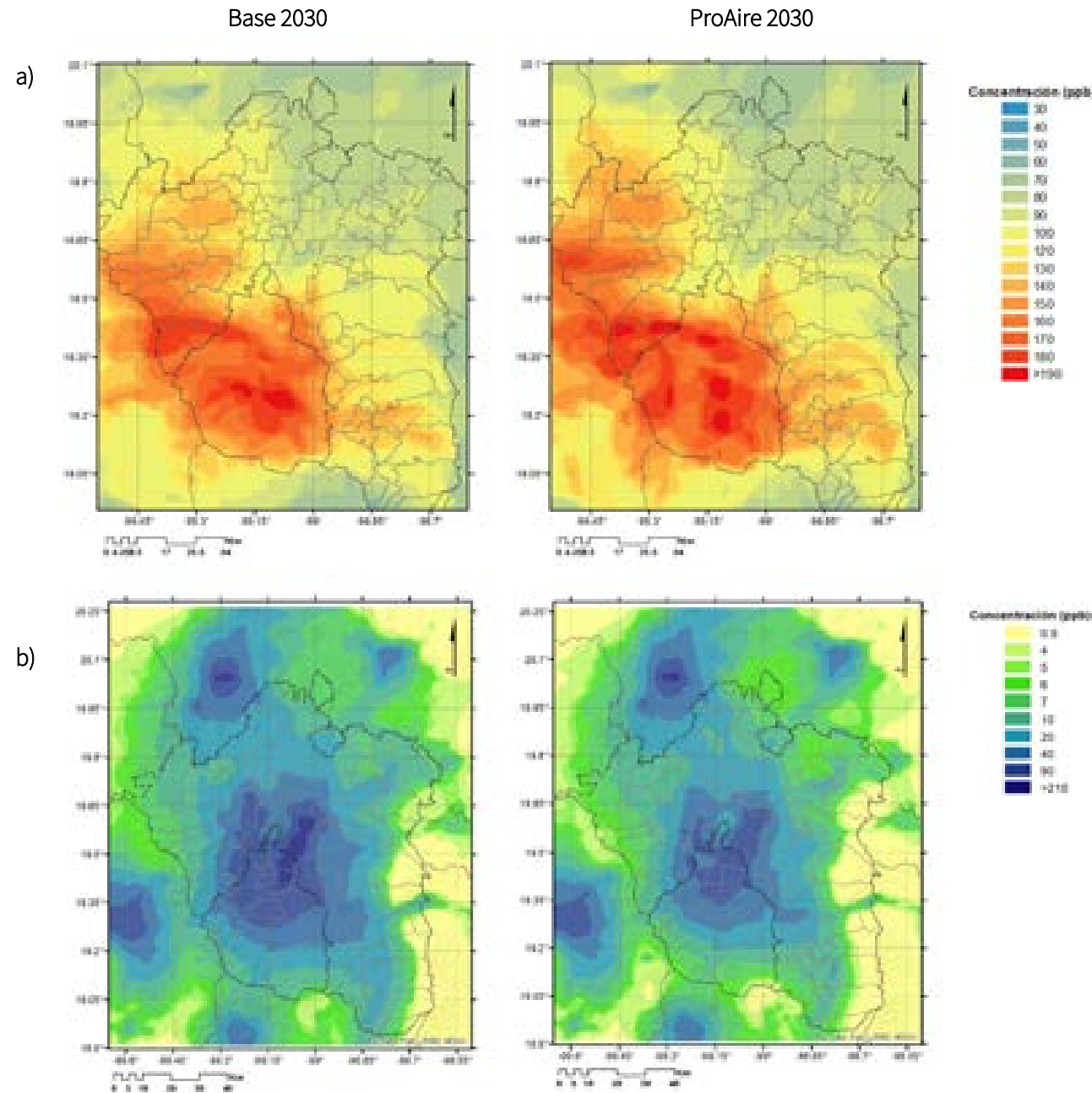


Figura A7.2 a) Promedio de los máximos de O₃ (ppb), b) promedio máximo diario de NOx (ppb) y c) promedio del máximo diario de NMCVO (ppbV) para el Escenario Base 2030 y Escenario ProAire 2030.

A7.2.3 Estimación de los beneficios en salud e impactos económicos asociados en el año 2030 por la implementación del ProAire

El objetivo del análisis fue estimar los impactos en salud que tendrían los cambios en la concentración de contaminantes del aire en el año 2030 de implementarse las medidas del Programa y, el impacto económico por los beneficios en salud obtenidos.

Para ello, se llevó a cabo una evaluación de impacto en salud (EIS), así como una valoración económica de los efectos estimados, los cuales se describen en la sección 6.4 del Capítulo 6 sobre Salud pública y calidad del aire.

Los escenarios hipotéticos evaluados fueron el escenario base, que corresponde a la concentración de contaminantes que se tendría en 2030 de seguir la tendencia actual de emisiones (escenario Base 2030), y el escenario control, que se refiere a la concentración de contaminantes que se tendría en 2030 considerando la reducción de emisiones por la implementación de las medidas incluidas en el ProAire (escenario ProAire 2030).

Primero se estimaron las muertes prematuras que ocurrirían en cada uno de los escenarios tomando como punto de corte o valor contrafactual los valores de exposición crónica de las Guías de calidad del aire (GCA) de la Organización Mundial de la Salud (OMS) del año 2005 (OMS, 2006)². En seguida y a partir de la diferencia en la concentración de contaminantes entre dichos escenarios se cuantificaron los beneficios en salud que se obtendrían por la implementación del ProAire en el año 2030 así como los impactos económicos asociados a estos.

Los impactos en salud se calcularon a nivel de celda de 1 x 1 km, para después agregarse a nivel de alcaldía o municipio, a nivel estatal y para toda la ZMVM. El análisis se realizó para las alcaldías y municipios de las entidades que forman parte de la ZMVM, es decir, las 16 alcaldías de la Ciudad de México, 59 municipios del

Estado de México y el municipio de Tizayuca en Hidalgo.

Los insumos empleados para realizar la EIS y valorar económicamente los impactos estimados incluyeron la evaluación de la exposición de la población de la ZMVM a la contaminación del aire (PM_{2.5}, NO₂ y O₃), datos locales de población, datos locales de eventos en salud de relevancia por su asociación con la contaminación del aire de la ZMVM, así como funciones concentración-respuesta (FCR) y funciones de valoración económica obtenidos de la literatura nacional e internacional. Estos se describen más adelante.

El software utilizado para integrar los elementos anteriores y cuantificar los impactos en salud del ProAire fue el Programa de análisis y mapeo de beneficios ambientales - Edición comunitaria (BenMAP-CE, por sus siglas en inglés) de la Agencia de Protección Ambiental de EUA (US EPA, por sus siglas en inglés). Las ventajas principales de BenMAP-CE con respecto a otras herramientas son las siguientes: permite mapear los impactos estimados ya que cuenta con un sistema de información geográfica integrado; se pueden emplear tanto datos de monitoreo de calidad del aire como datos de modelo en el análisis; permite realizar evaluaciones con una gran resolución y agregarla en la resolución requerida (municipal, estatal, regional, nacional); se pueden evaluar los impactos con distintas funciones concentración-respuesta (FCR) al mismo tiempo; y se pueden valorar económicamente los riesgos estimados (US EPA, 2018).

A continuación se presentan los insumos empleados en la evaluación, así como los resultados, el análisis y las conclusiones del estudio.

A7.2.3.1 Insumos empleados para llevar a cabo la evaluación de impactos en salud

a) Evaluación de la exposición

Los contaminantes considerados en el análisis fueron el material particulado con un diámetro aerodinámico inferior o igual a 2.5 micrómetros (PM_{2.5}) y el ozono (O₃) debido a que son los que con mayor frecuencia rebasan las Normas Oficiales Mexicanas de salud ambiental en la ZMVM (SEDEMA, 2020). Adicionalmente se consideró el dióxido de nitrógeno (NO₂) ya que recientemente se ha acumulado mayor evidencia científica de la asociación entre la exposición a este contaminante y diversos impactos en salud (Huang S, *et al.*, 2021), y a que es uno de los contaminantes que se estima presentará una mayor reducción en sus niveles con la implementación de las medidas del ProAire 2021-2030.

Para estimar la exposición de la población se emplearon los datos del modelo que se obtuvieron de los escenarios simulados con el AQFS-para el año 2030 (Base y ProAire), descritos en la sección A7.2.1 (d) de este Anexo.

Como se mencionó anteriormente, con los datos del modelo ajustados para cada contaminante a nivel de celda de 1 x 1 km, se calcularon las siguientes métricas de exposición crónica requeridas para llevar a cabo la EIS: la media anual del promedio de 24 horas de PM_{2.5}, el promedio anual de la concentración de 1 h de NO₂ y, para O₃, el promedio del máximo diario de 1 h en la temporada de ozono. Dichas métricas están asociadas a las FCR seleccionadas que se describen más adelante.

b) Datos de población

Se emplearon los datos del año 2030 de la proyección de población 2015-2030 a nivel municipal publicada por CONAPO (2013) para el grupo de edad de 25 años y más. Ésta es la edad asociada a las FCR seleccionadas.

c) Incidencia basal de eventos en salud

La selección de los eventos en salud por exposición crónica a PM_{2.5}, NO₂ y O₃ incluidos en la presente EIS, así como la selección de las FCR para cuantificar los impactos del ProAire, partió de una revisión de las evaluaciones de impacto en salud por contaminación del aire llevadas a cabo a nivel global, nacional y local, así como de la revisión de la evidencia científica existente. Asimismo, debido a la mayor calidad y disponibilidad de los datos de mortalidad a nivel local respecto a los datos de morbilidad, dicha revisión se enfocó en la identificación de estudios que evaluaran muertes prematuras. Finalmente, se consideraron solo aquellos eventos en salud para los cuales la evidencia ha sido determinada como sugestiva de una relación causal, probablemente causal o causal por la US EPA en sus evaluaciones integradas de la ciencia (Ver Figura 6.5 Efectos a la salud humana por exposición a contaminantes criterio del Capítulo 6).

Se identificaron diversas EIS realizadas por contaminación del aire a nivel global, nacional y local para los tres contaminantes analizados, incluyendo el estudio de la carga global de la enfermedad. En el caso de PM_{2.5}, Trejo-González, A.G. *et al.* (2019), quienes cuantificaron los impactos en salud por exposición a este contaminante en ciudades mexicanas incluyendo a la ZMVM y, el INSP & INECC (2017), quienes realizaron dicha estimación para las entidades de la Megalópolis, evaluaron las siguientes causas de mortalidad: causas generales no externas, enfermedades cardiovasculares, enfermedades cardiopulmonares, enfermedad isquémica del corazón y cáncer de pulmón. Por otro lado, el estudio de Harvard T.H. Chan School of Public Health & SEDEMA (2018) que evaluó los beneficios en salud de la mejora de la calidad del aire de 1990 a 2015 en la Ciudad de México, al igual que el estudio de la carga global de la enfermedad

² El valor de exposición crónica (promedio anual) de la GCA de la OMS 2005 (OMS, 2006) para PM_{2.5} es de 10 µg/m³ y para NO₂ es de 21 ppb (40 µg/m³) para promedio anual. En el caso de O₃, para el escenario de la OMS, se empleó un valor de 75 ppb para la métrica del promedio del máximo de la concentración de 1 hora de la temporada de ozono. La GCA de la OMS de 2005 y la NOM de salud ambiental de O₃ no cuentan con un valor para exposición crónica por lo que se determinó un valor tomando la diferencia entre los valores de las NOM de salud ambiental de exposición aguda para 1 hora y 8 horas (95 y 70 ppb respectivamente) y se sumó al valor de la GCA de 8 horas de exposición aguda de la OMS (50 ppb).

2019 (Health Effects Institute, 2020), analizaron mortalidad por enfermedad isquémica del corazón (EIC) y cáncer de pulmón, e incluyeron mortalidad por enfermedad cerebrovascular (EVC) y enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC). Por otro lado, Burnett, R. *et al.* (2018) construyeron el modelo de mortalidad de exposición global, conocida como GEMM por sus siglas en inglés (Global Exposure Mortality Model) y con éste, realizaron una estimación de la carga global de la enfermedad; además de evaluar las causas específicas que analizó *Health Effects Institute* (2020), incluyeron como evaluación principal, las causas de muerte no accidentales, que considera únicamente a las muertes causadas por enfermedades crónicas degenerativas e infecciones respiratorias de vías inferiores. Todos los estudios mencionados anteriormente, a excepción de Trejo-González, A.G. *et al.* (2019), también analizaron los impactos por O₃ y para ello evaluaron mortalidad por EPOC. Solamente el estudio del INSP & INECC (2017) incluyó además la evaluación de mortalidad por causas generales no externas, enfermedades cardiovasculares, enfermedades respiratorias y neumonía e influenza. En el caso de NO₂, una EIS en México (Ríos, J.G., 2016) que incluyó la estimación para la CDMX y un estudio reciente de mortalidad prematura en ciudades europeas (Khomenko, S. *et al.*, 2021), evaluaron mortalidad por causas generales no externas.

Por otro lado, la evaluación integrada de la ciencia para PM_{2.5} elaborada por la US EPA a partir de la revisión de la literatura internacional, concluyó que la evidencia apoya una relación causal entre la exposición a largo plazo a PM_{2.5} y la mortalidad (US EPA, 2019). Cohen, A. J. *et al.* (2017) refiere que PM_{2.5} es el predictor de mortalidad más consistente y robusto en estudios de exposición a largo plazo, incluyendo mortalidad por causas generales no externas y por causas específicas como EIC, EVC, cáncer de pulmón, EPOC e infecciones respiratorias de vías inferiores. Se identificaron varios meta-análisis recientes que apoyan estas asociaciones, entre los cuales se encuentran el de Burnett, R. *et al.*, (2018), y el de Chen, J., & Hoek, G. (2020), y que proveen estimadores de riesgo para las causas mencionadas.

De acuerdo a la US EPA (2016, 2020), existe menor evidencia del efecto de la exposición a largo plazo del O₃ y del NO₂ en la mortalidad que de PM_{2.5}, y concluyó que la evidencia para ambos es sugestiva de una relación causal. En el caso de O₃ la evidencia más fuerte viene de estudios de cohorte de Jerret, M. *et al.* (2009) y Turner, M. C. *et al.* (2016) llevados a cabo en EUA y es más robusta para mortalidad respiratoria. Esto último es apoyado por estudios de morbilidad respiratoria que proveen plausibilidad biológica (US EPA, 2020). En el estudio de la carga global de la enfermedad de 2017, Cohen, A. J. *et al.* (2017) refieren que evaluaron mortalidad por EPOC debido a la evidencia existente que sustenta una relación causal entre esta causa de muerte y exposición a ozono. En el caso de NO₂, en 2016 la US EPA publicó la versión más actualizada de la evaluación de ciencia integrada. En este sentido, la determinación de causalidad de exposición a NO₂ e impactos en salud no consideró varios estudios, incluyendo el meta-análisis de Huang, S. *et al.* (2021), que fueron recientemente publicados y que muestran mayor evidencia de una asociación entre exposición y mortalidad. Estos meta-análisis presentan estimadores de riesgo para mortalidad por causas generales (no externas), por causas respiratorias y por EPOC. Como se mencionó anteriormente, las EIS identificadas evaluaron solo mortalidad por causas generales.

En la revisión de la literatura se identificaron varios meta-análisis y estudios de cohorte que muestran una asociación entre la exposición crónica a PM_{2.5}, NO₂ y O₃ y mortalidad por causas generales y específicas. El análisis de estos estudios sirvió para seleccionar los estudios más apropiados para derivar las FCR a emplear en la EIS del ProAire, que a su vez, contribuyó a la elección final de los eventos en salud. Dichos estudios se describen con mayor detalle en la sección 7.2.3.1 (d) sobre funciones concentración-respuesta de este Anexo y en la sección 6.3 Evidencia epidemiológica a largo plazo (estudios de cohorte y meta-análisis) del capítulo 6 de Salud pública y calidad del aire.

Con base en lo anterior, se eligieron los siguientes eventos en salud por contaminante a evaluar: para PM_{2.5}, se seleccionaron mortalidad anual por causas no accidentales, EIC, EVC, EPOC y cáncer de pulmón. En el caso de NO₂, se evaluó mortalidad anual por todas las causas generales (no externas) y, para O₃, se evaluó mortalidad anual por EPOC. Los códigos de la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE-10) empleados para cada uno se presentan en la Tabla A7.3.

Tabla A7.3 Códigos de la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE-10) para las causas de muerte vinculadas a la exposición a contaminantes (Institute for Health Metrics and Evaluation, 2018).

| Causa de muerte | Código CIE-10 |
|--|--|
| Causas generales (no externas) | A00-R99 |
| No accidentales | Códigos que corresponden a enfermedades crónicas degenerativas y a infecciones respiratorias de vías inferiores |
| Enfermedades crónicas degenerativas | A46-A46.0, A66-A67.9, B18-B18.9, B33.2, B86, C00-C13.9, C15-C25.9, C30-C34.9, C37-C38.8, C40-C41.9, C43-C45.9, C47-C54.9, C56-C57.8, C58-C58.0, C60-C63.8, C64-C67.9, C68.0-C68.8, C69-C75.8, C81-C86.6, C88-C96.9, D00.1-D00.2, D01.0-D01.3, D02.0-D02.3, D03-D06.9, D07.0-D07.2, D07.4-D07.5, D09.0, D09.2-D09.3, D09.8, D10.0-D10.7, D11-D12.9, D13.0-D13.7, D14.0-D14.3, D15-D16.9, D22-D27.9, D28.0-D28.7, D29.0-D29.8, D30.0-D30.8, D31-D36, D36.1-D36.7, D37.1-D37.5, D38.0-D38.5, D39.1-D39.2, D39.8, D40.0-D40.8, D41.0-D41.8, D42-D43.9, D44.0-D44.8, D45-D47.0, D47.2-D47.9, D48.0-D48.6, D49.2-D49.4, D49.6, D52.1, D55-D58.9, D59.0-D59.3, D59.5-D59.6, D60-D61.9, D63.1, D64.0, D64.4, D66-D67, D68.0-D69.8, D70-D75.8, D76-D78.8, D86-D86.9, D89-D89.3, E03-E07.1, E09-E14.9, E15.0, E16.0-E16.9, E20-E34.8, E36-E36.8, E65-E68, E70-E85.2, E88-E89.9, F00-F03.9, F10-F16.9, F18-F19.9, F24, F50.0-F50.5, G10-G13.8, G20-G26.0, G30-G31.9, G35-G37.9, G40-G41.9, G45-G46.8, G47.3, G61-G61.9, G70-G73.7, G90-G90.9, G93.7, G95-G95.9, G97-G97.9, H05.0-H05.1, I01-I01.9, I02.0, I05-I09.9, I11-I13.9, I20-I25.9, I27.1, I28-I28.8, I30-I31.1, I31.8-I41.9, I42.1-I42.8, I43-I43.9, I47-I48.9, I51.0-I51.4, I60-I63.9, I65-I66.9, I67.0-I67.3, I67.5-I67.7, I68.0-I68.2, I69.0-I69.3, I70.2-I70.8, I71-I73.9, I77-I89.9, I95.2-I95.3, I97-I98, I98.2, I98.9, J30-J35.9, J37-J47.9, J60-J63.8, J65-J68.9, J70-J70.9, J82, J84-J84.9, J91-J92.9, J95-J95.9, K20-K29.9, K31-K31.8, K35-K38.9, K40-K46.9, K50-K52.9, K55-K62.9, K63.5, K64-K64.9, K66.8, K67, K68-K68.9, K70-K70.9, K71.3-K71.5, K71.7, K72.1-K74.6, K74.9, K75.1-K75.2, K75.4-K76.2, K76.4-K77, K77.8, K80-K83.9, K85-K86.9, K90-K91.9, K92.8, K93.8-K95.8, L00-L05.9, L08-L08.9, L10-L14.0, L51-L51.9, L88-L89.9, L93-L93.2, L97-L98.4, M00-M03.0, M03.2-M03.6, M05-M09.8, M30-M36.8, M40-M43.1, M65-M65.0, M71.0-M71.1, M72.5-M72.6, M80-M82.8, M86.3-M86.4, M87-M87.1, M88-M89.0, M89.5, M89.7-M89.9, N00-N08.8, N10-N12.9, N14-N16.8, N18-N18.9, N20-N23.0, N25-N28.1, N29-N32.0, N32.3-N32.4, N34-N34.3, N36-N36.9, N39-N39.2, N41-N41.9, N44-N44.0, N45-N45.9, N49-N49.9, N60-N60.9, N65-N65.1, N72-N72.0, N75-N77.8, N80-N81.9, N83-N83.9, N84.0-N84.1, N87-N87.9, N99-N99.9, P04.3-P04.4, P70.0-P70.2, P96.0-P96.2, P96.5, Q00-Q07.9, Q10.4-Q18.9, Q20-Q28.9, Q30-Q36, Q37-Q45.9, Q50-Q87.8, Q89-Q89.8, Q90-Q93.9, Q95-Q99.8, R50.2, R73-R73.9, R78.0-R78.5, R95-R95.9, X45-X45.9, X65-X65.9, Y15-Y15.9 |
| Infecciones respiratorias de vías inferiores | A48.1, A70, B97.4-B97.6, J09-J15.8, J16-J16.9, J20-J21.9, P23.0-P23.4, U04-U04.9 |
| Enfermedad isquémica del corazón (EIC) | I20-I25.9 |
| Evento vascular cerebral (EVC) | G45-G46.8, I60-I63.9, I65-I66.9, I67.0-I67.3, I67.5-I67.6, I68.1-I68.2, I69.0-I69.3 |
| Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) | J40-J44.9, J47-J47.9 |
| Cáncer de pulmón | C33-C34.9, D02.1-D02.3, D14.2-D14.3, D38.1 |

Estimación de los datos de incidencia basal de los eventos en salud seleccionados

Para estimar los datos de mortalidad para el año 2030 a nivel de alcaldía o municipio para las causas de mortalidad seleccionadas y para el grupo de edad de 25 años y más, requeridas para llevar a cabo la EIS del ProAire, se empleó la metodología de la US EPA (2018, Apéndice D). En seguida se resumen los pasos y los insumos de información.

El primer paso fue establecer una línea base de mortalidad a partir de la cual proyectar las tasas a futuro. La línea base se generó para los años 2016 a 2018 con las estadísticas de defunciones generales obtenidas del INEGI (2018) y las proyecciones de población 2015-2030 de CONAPO (2013). Para identificar los casos de eventos en salud de interés en las estadísticas de defunción del INEGI, se emplearon los códigos de la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE-10) que se presentan en la Tabla A7.3.

Con esta información se calculó el promedio 2016-2018 de las tasas de mortalidad para las causas de muerte seleccionadas para cada alcaldía o municipio de la ZMVM estratificado por grupo de edad. Para asegurar que los datos resultantes fueran confiables, primero se calculó el número absoluto de muertes para las causas seleccionadas y para cada grupo de edad en cada alcaldía o municipio. Para las combinaciones de municipio-causa-de-muerte-grupo-de-edad que contaron con más de 20 muertes se calculó la tasa directamente. Para todas las combinaciones que no superaran las 20 muertes se agruparon por entidad y se sumó el número de muertes. Si el valor era mayor a 20, se calculó la tasa de mortalidad con la suma de todas las muertes y la población de dichos municipios, y se asignó el valor obtenido a dichas combinaciones. En caso de no superar las 20 muertes, se agruparon todos los municipios a nivel nacional con esta característica, se sumó el número de muertes y, sin importar el número total de muertes, se calculó la tasa de mortalidad y se aplicó a las combinaciones correspondientes.

El siguiente paso fue estimar el factor de ajuste a aplicar a la línea base de mortalidad calculada en el paso anterior para obtener los datos al año 2030. Para ello, se calcularon las tasas de mortalidad total para las entidades de la ZMVM para los años 2017 y 2030 y para el grupo de edad de interés

(25 años y más) a partir de las proyecciones de mortalidad total (CONAPO, 2019) de 1970 a 2030 y las proyecciones de población de 2016 - 2050 (CONAPO, 2018). En seguida, se calculó el porcentaje de cambio de la tasa de mortalidad del año 2017 al año 2030 para cada entidad. Finalmente, para estimar las tasas de mortalidad en el año 2030 para las causas de muerte seleccionadas para el grupo de edad de 25 años y más a nivel municipal para toda la ZMVM, las tasas de mortalidad basal se multiplicaron por el porcentaje de cambio de cada entidad.

Este procedimiento es consistente con el abordaje de la EPA para desarrollar el pronóstico de mortalidad basal en EUA que fue incluida en BenMAP-CE y con el análisis socioeconómico desarrollado por South Coast Air Quality Management District (SCAQMD, por sus siglas en inglés) (US EPA, 2018; IEc, 2016), desarrollado para sustentar el Programa de Gestión de Calidad del Aire.

d) Funciones concentración-respuesta o estimadores de efecto

Las funciones concentración-respuesta (FCR) cuantifican el impacto en salud por unidad de cambio en la concentración de un contaminante particular en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ o partes por billón (ppb) y se obtienen de estudios epidemiológicos. Generalmente se busca emplear FCR provenientes de estudios epidemiológicos llevados a cabo en la misma población para la cual se haría la EIS y evitar así extrapolar estimadores de riesgo de otras ciudades que pudieran tener características demográficas, socioeconómicas y ambientales distintas, sin embargo, no existen estudios de cohorte en México que hayan analizado la asociación entre contaminantes del aire y sus impactos en salud. En este sentido, en la revisión se priorizó la identificación de meta-análisis que sintetizan los estudios epidemiológicos llevados a cabo en diferentes partes del mundo en una medida resumida del impacto de los contaminantes en la salud, incrementando la obje-

tividad del resultado (Marín, F. *et al.*, 2009). Estos estudios fueron considerados los más apropiados para obtener las FCR para llevar a cabo la presente EIS.

En la Tabla A7.4 se presentan las FCR obtenidas de la revisión de la evidencia y seleccionadas para llevar a cabo la presente EIS, cuyo sustento se detalla más adelante. Para el análisis principal y para exposición crónica a $\text{PM}_{2.5}$ se utilizó la función GEMM construida por Burnett, R. *et al.* (2018); para NO_2 , se empleó la función del meta-análisis más actua-

lizado al momento de realizar la EIS (Huang, S. *et al.*, 2021) y; para O_3 , se utilizó la función de Jerret, M. *et al.* (2009) que fue empleada en el estudio de Harvard T.H. Chan School of Public Health & SEDEMA (2018) y en el estudio de la carga global de la enfermedad de 2017.

Asimismo, para cada contaminante se seleccionó una o más FCR para llevar a cabo un análisis de sensibilidad con el objetivo de evaluar cómo el cambio de la FCR impacta en los resultados de los valores centrales y de los intervalos de confianza.

Tabla A7.4 Funciones concentración-respuesta utilizadas para llevar a cabo la EIS del ProAire 2021-2030

| Contaminante del aire | Métrica | Causa de muerte | Tipo de análisis | Autor del estudio | FCR |
|-----------------------|--|--------------------------------|--------------------------|---|--|
| | | | | | Riesgo relativo por cada 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de cambio en $\text{PM}_{2.5}$ o 10 ppb en O_3 |
| $\text{PM}_{2.5}$ | Media anual del promedio de 24 h | No Accidental | Análisis principal | Burnett, R. <i>et al.</i> (2018) | Función GEMM (no lineal).* Versión que no incluye el estudio de cohorte de hombres chinos. |
| | | | Análisis de sensibilidad | Chen, J., & Hoek, G. (2020) | 1.08 (1.06–1.09) Función lineal |
| | | Cáncer de pulmón | Análisis principal | Burnett, R. <i>et al.</i> (2018) | Función GEMM (no lineal).* Existe una función para cada causa de muerte. |
| | | | Análisis de sensibilidad | Huang, S. <i>et al.</i> (2021) | 1.06 (1.04 - 1.08) Función lineal |
| NO_2 | Promedio anual de la concentración de 1 h | Causas generales (no externas) | Análisis de sensibilidad | Huangfu, P. & Atkinson R. (2020) | 1.04 (1.02 - 1.08) Función lineal |
| | | | Análisis principal | Jerrett, M. <i>et al.</i> (2009) | 1.04 (1.01 - 1.67) Función lineal |
| O_3 | Promedio del máximo diario de 1 h de la temporada de ozono | EPOC | Análisis principal | GBD 2019 Risk Factors Collaborators. (2020) | 1.06 (1.03 - 1.10) Función lineal |
| | Promedio del máximo diario de la media móvil de 8 h de la temporada de ozono | | Análisis de sensibilidad | Turner, M. C., <i>et al.</i> (2016) | 1.09 (1.05 - 1.13) Función lineal |

*Debido a que la función de Burnett, R. *et al.*, (2018) es una función no lineal, el riesgo relativo por unidad de cambio de concentración depende de la magnitud de la concentración y es por ello que no se colocan los valores en la tabla.
Causas de muerte: Enfermedad isquémica del corazón (EIC), Enfermedad vascular cerebral (EVC), Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC)
GEMM: Modelo de mortalidad por exposición global (GEMM, por sus siglas en inglés).

Selección de las FCR para evaluar el impacto por la exposición crónica a PM_{2.5} en la mortalidad

Existen varias opciones de las cuales seleccionar una FCR para implementar una EIS en la ZMVM por exposición crónica a PM_{2.5}. Los estimadores del meta-análisis de Hoek, G. *et al.* (2013) han sido usados frecuentemente por el INSP (Trejo-González, A.G. *et al.*; INECC & INSP, 2016), sin embargo, existen meta-análisis más recientes que incluyen una mayor cantidad de estudios, varios de los cuales consideran funciones no lineales, que se describen más adelante y que podrían ser más apropiados para una EIS en México.

La función integrada de exposición-respuesta (IER, por sus siglas en inglés) de Burnett, R. *et al.* (2014), es una función no lineal, que ha sido constantemente actualizada y que es empleada para evaluar la carga global de la enfermedad (Burnett, R. & Cohen A. J., 2020) ya que cubre el rango de concentración de PM_{2.5} existente en todos los países del mundo. Debido a que hasta el 2014 no existían estudios de cohorte de calidad que mostraran la asociación entre exposición a PM_{2.5} y mortalidad en países con alta concentración de PM_{2.5}, y para evitar estimaciones basadas en la extrapolación de resultados de estudios en zonas de baja concentración, que al aplicarlas de forma lineal podrían arrojar resultados que no serían biológicamente plausibles, se construyó una función integrada. Este modelo integrado de exposición-respuesta incluyó riesgos relativos de estudios de exposición a PM_{2.5} en aire ambiente, fumadores pasivos, fumadores activos y usuarios de biomasa como combustible para cocinar. Con esto se construyó una curva de FCR más apegada a la realidad, al no superar los riesgos observados en estudios de exposición a contaminación de interiores; asimismo, en la curva se observa que el impacto en la mortalidad por el incremento en una unidad de PM_{2.5} disminuye conforme aumenta la concentración. Aunque esta pareciera una buena opción, la OMS (2018) recomienda emplear dicha función en ciudades o regiones que presentan una concentración de PM_{2.5} anual mayor a 35 µg/m³, que no es el caso de la ZMVM. Esta función fue utilizada por el estudio de Harvard T.H. Chan School of Public Health & SEDEMA (2018) para estimar los beneficios en salud de la

mejora de la calidad del aire en la CDMX de 1990 a 2015. El sustento detrás de esta decisión fue que la concentración promedio anual de PM_{2.5} estimada en 1990 en la CDMX era de hasta 45 µg/m³ y, por tanto, fue necesario emplear una función que cubriera un rango de concentración de PM_{2.5} más amplio. La concentración promedio anual de PM_{2.5} actual y la que se proyecta para el futuro en la ZMVM es inferior a los 35 µg/m³, en este sentido la función IER no sería la mejor opción.

Burnett, R. *et al.* (2018) desarrolló el Modelo de Mortalidad por Exposición Global (GEMM, por sus siglas en inglés), que caracteriza con gran detalle la forma no lineal de la asociación exposición-mortalidad, considerando solamente estudios de contaminación del aire ambiente y que cubren el rango de exposición de PM_{2.5} que existe a nivel global. Construyeron una FCR para causas no accidentales ya que esta representa la carga total de la mortalidad de PM_{2.5} y además refieren que provee mayor poder estadístico comparado con cualquier causa específica de muerte. Sin embargo, con fines comparativos, también construyeron una FCR para diversas causas específicas que se han asociado fuertemente a exposición a PM_{2.5} (EIC, EVC, EPOC y cáncer de pulmón).

En 2019, Pope, C. A. *et al.*, desarrollaron un meta-análisis que incluyó seis estudios llevados a cabo en Asia. Aunque no analizaron la forma de la relación exposición-respuesta a detalle, obtuvieron un estimador global para mortalidad por todas las causas y una para cada una de las siguientes regiones: Norte América, Europa y Asia.

Finalmente, el meta-análisis más reciente fue desarrollado por Chen, J. & Hoek, G. (2020) y solicitado por la OMS con el objetivo de actualizar las GCA. Los estudios fueron sometidos a un proceso riguroso de evaluación de riesgo de sesgo y de certidumbre de la evidencia antes de ser incluidos en el análisis. El estima-

dor global para mortalidad por todas las causas fue similar al de Pope, C. A. *et al.* (2020) pero más preciso. Sin embargo, no fue posible para los investigadores evaluar adecuadamente la forma de la FCR, por lo que asumieron una relación lineal para derivar estimadores de riesgo globales.

Existen varias opciones para llevar a cabo la EIS en la ZMVM: funciones lineales de meta-análisis que proveen un estimador de efecto global o, funciones no lineales, como la función IER o la GEMM, las cuales consideran curvas exposición-respuesta más apegadas a la realidad donde el impacto en la mortalidad por el incremento en una unidad de PM_{2.5} disminuye conforme aumenta la concentración. Las diferencias en los estimadores reflejan la incertidumbre en la magnitud real de los riesgos relativos de mortalidad por exposición a PM_{2.5}. Ya que no existe un consenso global, Burnett, R., & Cohen, A. (2020) recomiendan analizar los objetivos y las circunstancias específicas de cada ciudad consideradas en el estudio para decidir qué estimador emplear.

Los modelos lineales podrían ser un problema especialmente en regiones con alta concentración de PM_{2.5}, ya que extrapolar riesgos relativos derivados de estudios en países que presentan una baja concentración a zonas con altos niveles podría resultar en sobrestimaciones. Para zonas con una concentración menor a 30 µg/m³, como es el caso de la ZMVM, se podrían emplear funciones lineales y no lineales, ya que la mayoría de los meta-análisis cubren este rango. Sin embargo, existe evidencia de que el riesgo de mortalidad por exposición a PM_{2.5} no es lineal, siendo menor en una zona con una alta concentración de PM_{2.5}.

En este sentido, para llevar a cabo la EIS en la ZMVM se seleccionó una función no lineal como el estimador central y que corresponde a la función GEMM de Burnett, R. *et al.* (2018). Se empleó la versión de la función que no incluye al estudio de cohorte chino, ya que es la recomendada para ser usada en regiones con una concentración menor a 50 µg/m³. Para el análisis de sensibilidad, se seleccionó una función lineal que proviene del meta-análisis más reciente desarrollado por Chen, J. & Hoek, G. (2020). Ambos incluyen solamente estu-

dios de exposición al aire ambiente y cubren el rango de concentración promedio anual existente en la ZMVM. Estimar el impacto del ProAire con ambas funciones permitirá modelar la incertidumbre en las estimaciones.

La función GEMM considera a la población de 25 años y más; Chen, J. & Hoek, G. (2020), aunque no restringieron la edad de la población de los estudios a incluir, la mayor parte de la población incluida en los estudios fue de 25 años y más, por lo que fue la edad seleccionada para la presente EIS.

El énfasis principal del estudio será en mortalidad no accidental para evitar subestimar los impactos en la mortalidad debido a los cambios en la concentración de PM_{2.5} por la implementación del ProAire. Sin embargo, también se estimaron los impactos para las causas específicas seleccionadas: EIC, EVC, EPOC y cáncer de pulmón.

Selección de las FCR para evaluar el impacto por la exposición crónica a NO₂ en la mortalidad

Las EIS identificadas en México y en Europa que evaluaron los impactos en salud por NO₂ incluyeron causas de muerte generales (no externas), y por tanto, se buscó en la literatura, funciones concentración-respuesta para este evento en salud específico.

Para NO₂ se identificaron varios meta-análisis, sin embargo, se seleccionó el más reciente publicado al momento de realizar la EIS del ProAire para el análisis principal. Este fue el de Huang, S. *et al.* (2021) que incluyó 34 estudios que se llevaron a cabo en América del Norte, Europa, Asia y Oceanía. Dicho meta-análisis incluyó seis estudios más y 15 millones de personas más como población de estudio, que el meta-análisis de Huangfu, P. & Atkinson, R. del año 2020, incrementando el tamaño de la muestra en un 170% y abarcando una área geográfica

más amplia. Esto es importante ya que por la mayor cantidad de datos, se incrementa la precisión y validez de los estimadores. Para el análisis de sensibilidad, se seleccionó el estudio desarrollado por Huangfu, P. & Atkinson R. (2020) que fue el solicitado por la OMS para actualizar las GCA.

Asimismo, en el estudio de Huang, S. *et al.* (2021) los estimadores obtenidos a partir de modelos multicontaminantes fueron casi idénticos a los estimados con modelos de un solo contaminante, sugiriendo un efecto independiente de NO₂ en la mortalidad. Sin embargo, en varios de los estudios epidemiológicos incluidos en el meta-análisis no se descartó que la asociación entre NO₂ y mortalidad pudiera deberse a variables de confusión, incluyendo el efecto de otros contaminantes y, en este sentido, las asociaciones identificadas pudieran reflejar la mezcla de contaminantes más que el efecto de un contaminante individual.

Selección de las FCR para evaluar el impacto por la exposición crónica a O₃ en la mortalidad

Existe menor evidencia de los efectos de la exposición crónica al O₃ en la mortalidad comparada con la identificada para PM_{2.5} y NO₂. La evidencia más fuerte proviene de dos estudios de cohorte llevados a cabo en EUA, uno desarrollado por Jerret, M., *et al.* (2009) y otro por Turner M. C., *et al.* (2016), y es más robusta para mortalidad respiratoria. Aunque se han encontrado asociaciones positivas con mortalidad cardiovascular o por EIC, así como por diabetes y enfermedades cardiometabólicas, existen pocos estudios de morbilidad para estas causas que apoyen plausibilidad biológica (US EPA, 2020).

Como se mencionó anteriormente, al tomar una decisión respecto a qué FCR emplear en las EIS es importante analizar los objetivos y circunstancias de la ciudad o región que se está considerando evaluar (Burnett, R. & Cohen, A., 2020). La ZMVM es una de las ciudades del mundo que históricamente ha presentado

altos niveles de O₃, por lo que idealmente, si no se cuenta con una FCR de un estudio local, se debe seleccionar un estudio que sea lo más parecido posible en términos de las características demográficas y de la concentración del contaminante. Esto es difícil en relación al primer punto, ya que como se mencionó, existen pocos estudios y éstos se han llevado principalmente en EUA; pero al menos, el estudio seleccionado debe ser similar en términos de la concentración del contaminante a la que estuvo expuesta la población de estudio, para evitar sobrestimar o subestimar los impactos. Los niveles de O₃ en la ZMVM se encuentran actualmente dentro del rango de concentración del estudio de Jerret, M., *et al.* (2009) donde emplearon el promedio del máximo diario de 1 hora durante la temporada de ozono, y son más altos que los del estudio de Turner M. C., *et al.* (2016), donde utilizaron el promedio del máximo diario de la media móvil de 8 h de la temporada de ozono.

Al observar las FCR que han sido empleadas en EIS a nivel global, nacional y local debido a exposición crónica a O₃: Jerret, M., *et al.* (2009) se ha empleado en estudios de la carga global de la enfermedad y en evaluaciones de riesgo para la CDMX desarrollados por Harvard T.H. Chan School of Public Health & SEDEMA (2018); por otro lado, la FCR de Turner M. C., *et al.* (2016) ha sido empleada en EIS del INSP. Finalmente, para el estudio de la carga global de la enfermedad de 2019 elaborado por GBD 2019 Risk Factors Collaborators (2020), se desarrolló un meta-análisis de cinco estudios de cohorte que incluye el estudio de Turner M. C., *et al.* (2016).

Para el estudio de la carga global de la enfermedad de 2017, Cohen, A. J. *et al.* (2017) evaluaron mortalidad por EPOC empleando el riesgo relativo del modelo de un solo contaminante obtenido para mortalidad respiratoria del estudio de Jerret, M. *et al.* (2009). Refieren que evaluaron EPOC debido a la evidencia que sustenta una relación causal entre mortalidad por EPOC y exposición a O₃. Por otro lado, en el estudio desarrollado por Harvard T.H. Chan School of Public Health & SEDEMA (2018) evaluaron los beneficios en salud de las reducciones en los niveles

de O₃ en la CDMX de 1990 a 2014, y aunque siguieron un abordaje similar al del estudio de la carga global de la enfermedad de 2017, emplearon el riesgo relativo del modelo bicontaminante (ajustado por PM_{2.5}) para mortalidad respiratoria para estimar las muertes evitables por EPOC.

Finalmente, el INSP ha empleado estimadores de Turner, M. C. *et al.* (2016) que se basan en el promedio anual de los máximos diarios de la media móvil de 8 horas para varias causas de muerte (INSP & INECC, 2017).

Los niveles de O₃ actuales de la ZMVM se encuentran dentro del rango de aquellos encontrados en el estudio de Jerret, M. *et al.* (2009) y estimadores de este estudio se han empleado en el estudio de la carga global de la enfermedad y en el estudio de Harvard T.H. Chan School of Public Health & SEDEMA (2018) evaluando mortalidad por EPOC específicamente. Para ser consistentes con estos, se seleccionó el estudio de Jerret, M. *et al.* (2009) y se siguió el abordaje del estudio de Harvard, al seleccionar la FCR del modelo bicontaminante. Para el análisis de sensibilidad se seleccionó el meta-análisis desarrollado por GBD 2019 Risk Factors Collaborators (2020), y el estudio de Turner, M. C. *et al.* (2016).

Para mayores detalles de las FCR ver la sección 6.3.1 Evidencia epidemiológica a largo plazo (estudios de cohorte y meta-análisis) del capítulo 6 de Salud pública y calidad del aire.

e) Funciones de valoración económica

Para la valoración económica se utilizó el Valor de una vida estadística (VSL, por sus siglas en inglés), el cual representa la disposición a pagar de la población para asegurar una disminución marginal en el riesgo de una muerte prematura (OMS, & OCDE, 2015). El VSL no es un valor asignado a la vida de una persona en específico, sino que representa la suma del valor que cada miembro de la población otorga a pequeños cambios en el riesgo de muerte (OCDE, 2011), lo cual también puede interpretarse como el valor que le asigna una sociedad a evitar la muerte de una persona no identificada dentro de la misma.

En el Anexo 6.1 Valor de una vida estadística, se describe con detalle la metodología utilizada para estimar los VSL que fueron empleados en la presente EIS. Se eligieron dos valores debido a que existe cierto grado de incertidumbre en su determinación, así como escasa información a nivel local y nacional (Tabla A7.5). El valor primario empleado para el análisis principal de la EIS, corresponde a 2.166 millones de dólares (USD) a precios del 2018, se obtuvo a partir del VSL estimado para países de la OCDE en el año 2005, a través de una transferencia de beneficios (OCDE, 2012). Este valor es consistente con el VSL usado en evaluaciones recientes para monetizar los beneficios en el país y fue considerado como el valor primario para esta EIS (Trejo-González, A.G. *et al.*, 2019). El valor secundario, empleado para el análisis de sensibilidad, resulta del estudio de valoración contingente más reciente que se ha realizado en México y que fue llevado a cabo por el INECC en colaboración con la London School of Economics and Political Science (de Lima, 2020; INECC, & LSE, 2015). El valor para México es de 0.416 millones de dólares (USD) a precios del 2018. Se eligió como VSL secundario ya que ofrece un valor estimado que implicaría una elasticidad del ingreso demasiado grande para un país de ingreso medio como México, o una disposición a pagar para reducir un riesgo de 1/10,000, como proporción del PIB per cápita, demasiado pequeña, en comparación con lo estimado para países de ingresos altos.

Para contar con un resultado más tangible de los beneficios económicos del ProAire en el año 2030, se calculó el porcentaje que representan del PIB del 2018 de la ZMVM, el cual fue de 5,093,745 millones de pesos (Ver Tabla 1.10 del capítulo 1 sobre la descripción de la zona de estudio), y considerando una paridad de poder de compra del tipo de cambio del Banco Mundial de 9.13 MXN/USD en 2018³. Asimismo, se comparó con los costos totales de implementación del ProAire, que fue de 280.1 mil millones de pesos mexicanos a precios de 2021 y que equivale a 252.3 mil millones de pesos a precios de 2018.

³ Factor de conversión de Paridad del Poder Adquisitivo del Banco Mundial. Disponible en: <https://datos.bancomundial.org/indicador/PA.NUS.PPP?locations=MX>

Tabla A7.5 Valores de una vida estadístico empleados en la EIS del ProAire 2021-2030

| VSL | Tipo de estudio | VSL original | VSL para México ajustado a 2018 |
|--|--|------------------------------|---------------------------------|
| OCDE (2012) VSL primario | Meta-análisis de estudios realizados en países de altos ingresos | 3 millones de dólares (2005) | 2.17 millones de dólares |
| De Lima, M., 2020; INECC & LSE, 2015. VSL secundario | Estudio de preferencias declaradas implementado en México | 235,000 dólares (2014) | 0.416 millones de dólares |

A7.2.3.2 Resultados de la evaluación de impacto en salud

En esta sección se describen los resultados de la evaluación en términos de cambios en la concentración de contaminantes en el aire y en los impactos en salud

por la implementación del ProAire, así como los impactos económicos asociados a los cambios en la mortalidad prematura.

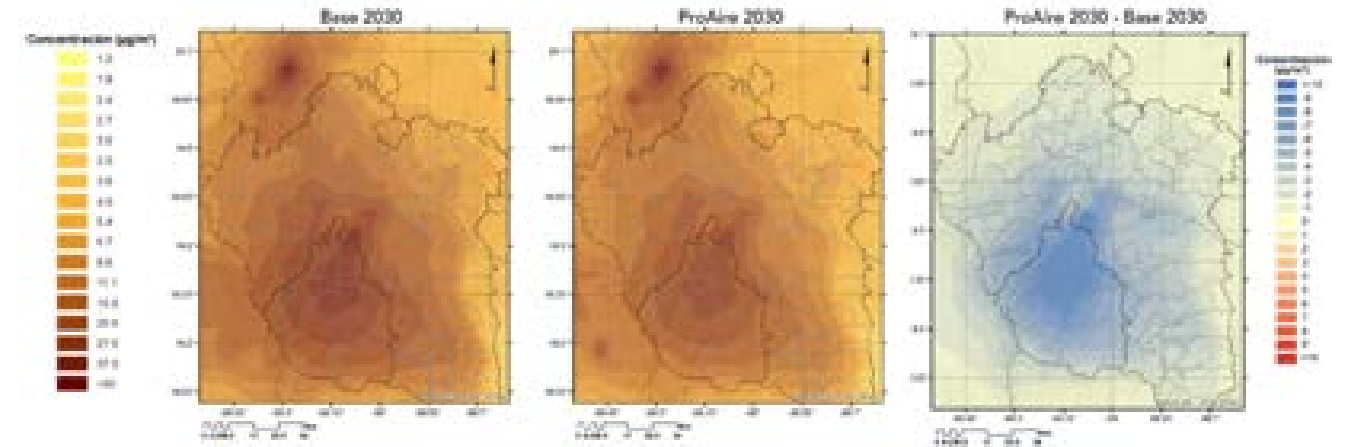
a) Impacto del ProAire en la concentración de contaminantes

Los mapas de la Figura A7.3 muestran los indicadores de PM_{2.5}, NO₂ y O₃ a nivel de celda de 1 x 1 km en la ZMVM para el Escenario Base 2030, el Escenario ProAire 2030 y la diferencia en la concentración entre ambos escenarios. La mayor concentración de PM_{2.5} y NO₂ en ambos escenarios se encuentra en la región centro y noroeste. Es en esta región donde también se observan los mayores beneficios por la implementación del ProAire, sin embargo, es importante resaltar que la mejora en los niveles de estos contaminantes se da en toda la ZMVM. Al

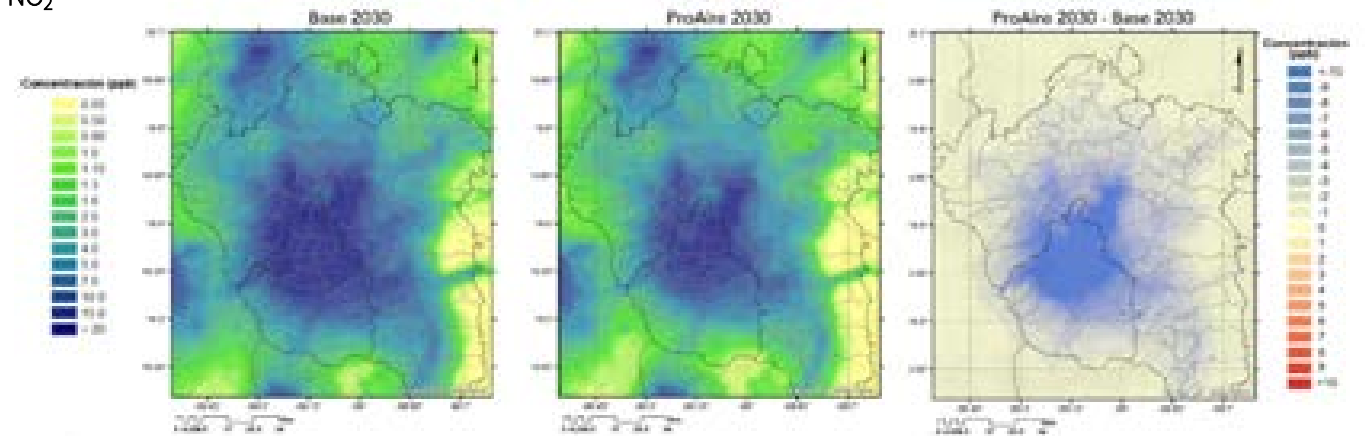
noroeste de la ZMVM existe una zona de alta concentración en ambos contaminantes que corresponde a Tula en Hidalgo.

Por otro lado, la mayor concentración de O₃, se encuentra en el noroeste, centro y sur de la ZMVM en ambos escenarios. El impacto del ProAire en los niveles de este contaminante es variable, observando una mejora o pocos cambios en la periferia, y una mayor concentración en la zona noreste, centro y sur de la ZMVM.

a) PM_{2.5}



b) NO₂



c) O₃

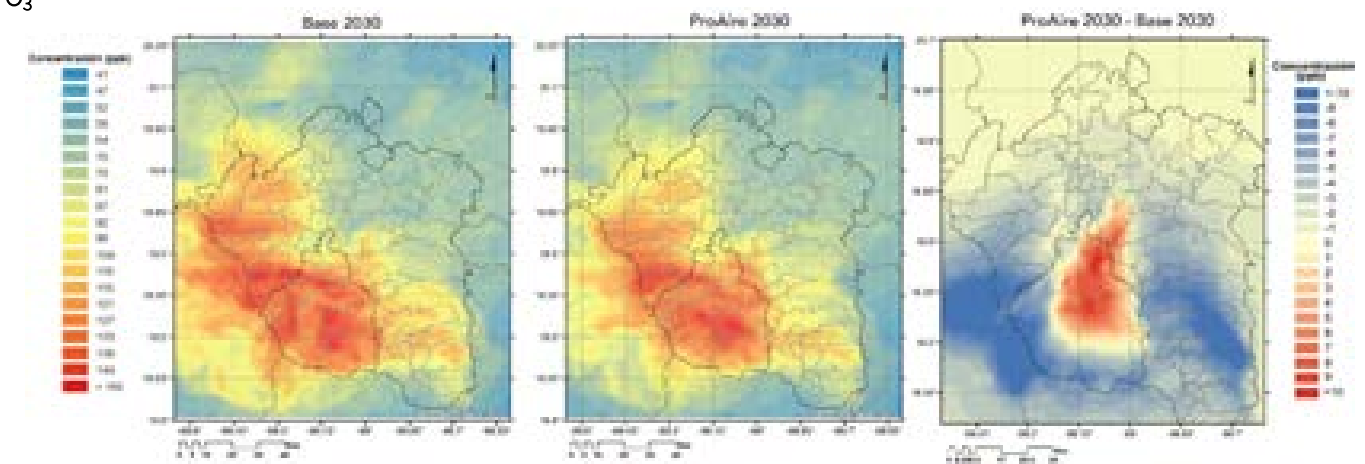


Figura A7.3 a) Mapas de la media anual del promedio de 24 horas de PM_{2.5} (µg/m³), **b)** del promedio anual de la concentración de una hora de NO₂ (ppb) y **c)** del promedio del máximo diario de 1 hora de O₃ durante la temporada de ozono (ppb), para el escenario Base 2030, el escenario ProAire 2030 y para la diferencia en concentración entre ambos escenarios, a nivel de celda de 1 x 1 km de la ZMVM.

En la Figura A7.4 se muestra la concentración promedio ponderada por la población⁴ de PM_{2.5}, NO₂ y O₃ del escenario de la GCA de la OMS del año 2005⁵, el Escenario Base 2030, y el Escenario ProAire 2030, para toda la ZMVM y las tres entidades considerando únicamente las alcaldías y municipios que conforman la

ZMVM. Los resultados indican que la aplicación de las medidas del ProAire en la ZMVM daría lugar a una mejora en los niveles de PM_{2.5}, NO₂ y O₃ en el año 2030 en comparación con el escenario Base 2030, logrando un cambio del -24% (-6.4 µg/m³), -34% (-7 ppb) y -0.2% (-0.2 ppb) respectivamente.

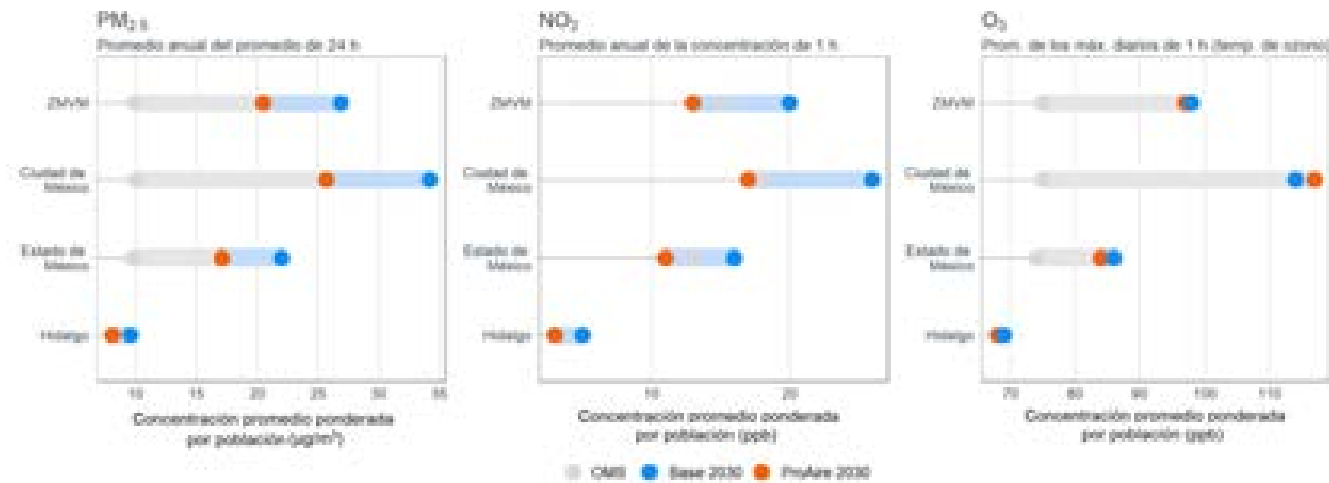


Figura A7.4 Concentración promedio ponderada por la población para PM_{2.5}, NO₂ y O₃ de los escenarios de la GCA de la OMS del año 2005, escenario Base 2030 y escenario ProAire 2030 en la ZMVM y las tres entidades que la conforman. El valor de exposición crónica (promedio anual) de la GCA de la OMS 2005 (OMS, 2006) para PM_{2.5} es de 10 µg/m³ y para NO₂ es de 21 ppb (40 µg/m³). En el caso de O₃ se empleó un valor de 75 ppb para la métrica del promedio del máximo de la concentración de 1 hora de la temporada de ozono.

Sin embargo, el impacto en la ZMVM no es homogéneo, aunque se observa una mejora importante en los niveles de PM_{2.5} y NO₂ en las tres entidades, el porcentaje de cambio es mayor en la CDMX. En el caso de O₃, la mejora se da en Estado de México e Hidalgo. Es importante destacar que con el ProAire, los niveles de NO₂ alcanzan valores por debajo de las GCA de la OMS 2005 en las tres entidades de la ZMVM.

Como ya se mencionó, la estimación de impactos en salud se realizó a nivel de celda de 1 x 1 km para toda la ZMVM y, para ello, se emplearon los datos de concentración de contaminantes del aire obtenidos del modelo considerando las métricas referidas en la sección 7.2.3.1(a) sobre Evaluación de la exposición de la población a la contaminación del aire del presente Anexo, y que fueron el insumo para elaborar los mapas de la Figura A7.3. Sin embargo, es importante mencionar que, en la Figura A7.4, los resultados de los niveles de contaminantes para la ZMVM y las entidades se reportan como concentración promedio ponderada por la población debido a que, al agregar dichos impactos en salud a nivel municipal, estatal y para toda la ZMVM, ya se considera a la población en dicha estimación. Esto permite que los niveles de contaminantes y los impactos en salud presentados en esta sección sean consistentes. Asimismo, desde el punto de vista de salud, la concentración promedio ponderada por la población es un mejor indicador de la exposición de la población que el promedio simple, ya que le da mayor peso a la concentración de contaminantes de las zonas donde habitan más personas.

b) Impacto del ProAire en la mortalidad prematura

En la Figura A7.5 se presenta el número de muertes prematuras estimadas en el escenario Base 2030 y en el escenario ProAire 2030 por la exposición de la población a PM_{2.5}, NO₂ y O₃ con respecto a los valores de las GCA de la OMS 2005 en la ZMVM y en las tres entidades que la conforman.

⁴ Se refiere a la concentración promedio ponderada por la población de cada contaminante. Esto es, el promedio en el que se le da mayor peso a la concentración de contaminantes de las zonas donde habita la mayor parte de la población, siendo un mejor indicador de la exposición de la población que el promedio simple (Health Effects Institute, 2020).
⁵ El escenario de la GCA de la OMS 2005 se construyó aplicando el valor de la guía en las celdas de 1 x 1 km de la ZMVM que superan ese valor del escenario Base 2030. En el caso de NO₂ una cantidad importante de las celdas de la ZMVM se encuentran muy por debajo del valor guía (21 ppb) en el escenario Base 2030, por lo que al calcular el promedio ponderado por la población del escenario de la GCA de la OMS 2005 se obtiene un valor mucho más bajo que este (15 ppb).

En el escenario Base 2030 se estima que el mayor número de muertes prematuras por contaminación del aire ocurriría por exposición a PM_{2.5} (13,673; IC 95%: 9,872 a 17,183) y, en segundo lugar, por exposición a NO₂ (4,288; IC 95%: 2,897 a 5,598); en el caso de O₃, la exposición a este contaminante daría lugar a 584 muertes prematuras (IC 95%: 174 a 940). Es importante resaltar que las causas de muerte evaluadas para cada contaminante son distintas debido a que se seleccionaron aquellas que cuentan con mayor evidencia científica de su asociación con la exposición a dichos contaminantes. En este sentido, aunque los resultados por contaminante no son directamente comparables, sí lo son con motivos de conocer la magnitud del impacto en la mortalidad por la exposición a dichos contaminantes en la ZMVM, lo que permite hacer un balance general que es de utilidad para la toma de decisiones.

En el escenario Base 2030 se estima que el mayor número de muertes prematuras por contaminación del aire ocurriría por exposición a PM_{2.5} (13,673; IC 95%: 9,872 a 17,183) y, en segundo lugar, por exposición a NO₂ (4,288; IC 95%: 2,897 a 5,598); en el caso de O₃, la exposición a este contaminante daría lugar a 584 muertes prematuras (IC 95%: 174 a 940). Es importante resaltar que las causas de muerte evaluadas para cada contaminante son distintas debido a que se seleccionaron aquellas que cuentan con mayor evidencia científica de su asociación con la exposición a dichos contaminantes. En este sentido, aunque los resultados por contaminante no son directamente comparables, sí lo son con motivos de conocer la magnitud del impacto en la mortalidad por la exposición a dichos contaminantes en la ZMVM, lo que permite hacer un balance general que es de utilidad para la toma de decisiones.

Al reportar los impactos netos de la contaminación atmosférica en la salud de la población de la ZMVM, se toman en cuenta solamente las muertes estimadas por la exposición a PM_{2.5} y O₃, ya que debido a que la evidencia aún no descarta la posibilidad de efectos conjuntos generados por PM_{2.5} y NO₂, no es adecuado sumar los impactos debido a estos dos contaminantes (Huang, S. *et al.*, 2021; Huangfu, P. & Atkinson R., 2020). Se emplea entonces el valor para el contaminante con mayor impacto, que en este caso ocurre por exposición a PM_{2.5} y se suma a los impactos por O₃. En este sentido, en el escenario Base 2030 se estima que ocurrirían más de 14 mil muertes prematuras por contaminación del aire en el año 2030.

En el gráfico que corresponde a NO₂ (Figura A7.5), el escenario ProAire 2030 presenta muertes prematuras con valores negativos. Esto ocurre porque con el Programa no solo se evitarían todas las muertes calculadas en el escenario Base 2030 por superar el valor de la GCA de la OMS 2005, sino también un porcentaje de muertes adicional (40%) que se da por la exposición a valores por debajo de éste. Esto es posible ya que existe

Por otro lado, 60% de las muertes en el escenario Base 2030 se estima que ocurrirían en la CDMX (8,869; IC 95%: 6,243 a 11,259) y casi 40% en los municipios del Estado de México que pertenecen a la ZMVM (5,387; IC 95%: 3,801 a 6,868). El cálculo de porcentaje toma en cuenta solamente las muertes estimadas por los cambios en los niveles de PM_{2.5} y O₃.

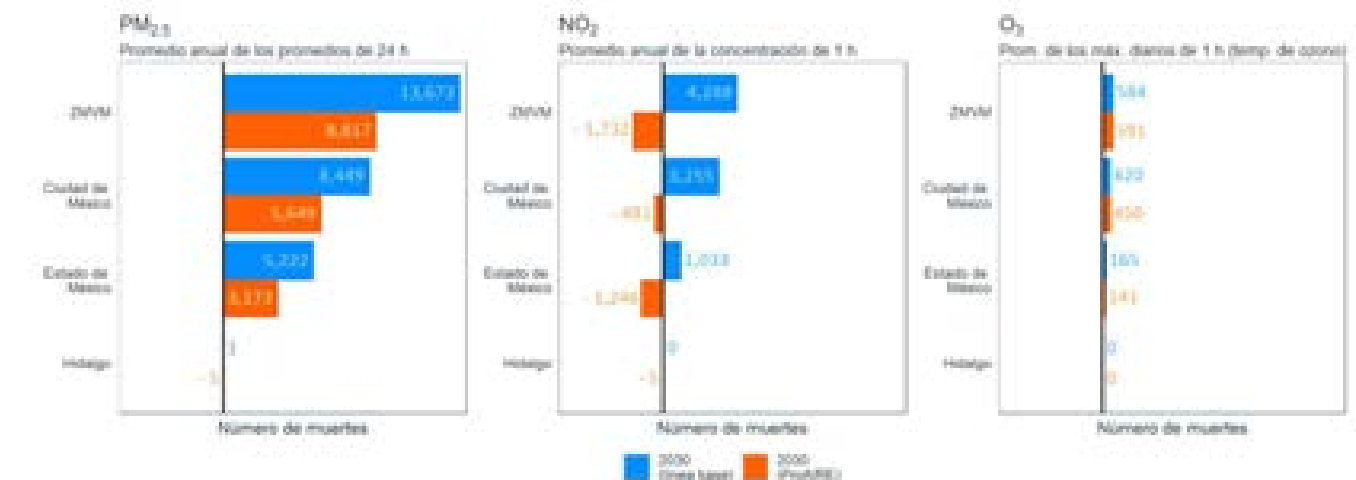


Figura A7.5 Muertes prematuras en el año 2030 por escenario para PM_{2.5}, NO₂ y O₃ en la ZMVM y las entidades que la conforman, tomando como punto de corte las GCA de la OMS 2005. Causas de muerte: no accidentales para PM_{2.5}, causas generales (no externas) para NO₂, y muertes por EPOC para O₃. Grupo de edad: 25 años y más.

En la Figura A7.6 se muestra el impacto de la implementación del ProAire en la mortalidad prematura en el año 2030 para toda la ZMVM y para las tres entidades. Se observa que, en la ZMVM, los beneficios del Programa se deben a los cambios en los niveles de NO₂ y PM_{2.5} ya que se estima que se podrían evitar 6,019 (IC 95%: 4,057 a 7,879) y 4,856 (IC 95%: 3,455 a 6,189) muertes prematuras respectivamente, que corresponden al 140% y al 36% de la mortalidad atribuible a dichos contaminantes en el escenario Base 2030. En el caso de O₃, el ProAire daría lugar a siete muertes prematuras adicionales

(1%) en la ZMVM con respecto al escenario Base 2030. Esto se debe principalmente a la mayor exposición a dicho contaminante que se estima ocurriría en la CDMX.

Los beneficios netos en salud que podría tener el ProAire en el año 2030 en la ZMVM ascienden a más de 6 mil muertes evitables. Debido a los posibles efectos conjuntos de PM_{2.5} y NO₂ en la salud, para este cálculo se tomaron en cuenta solamente las muertes evitables por los cambios en la exposición a NO₂ y a O₃.

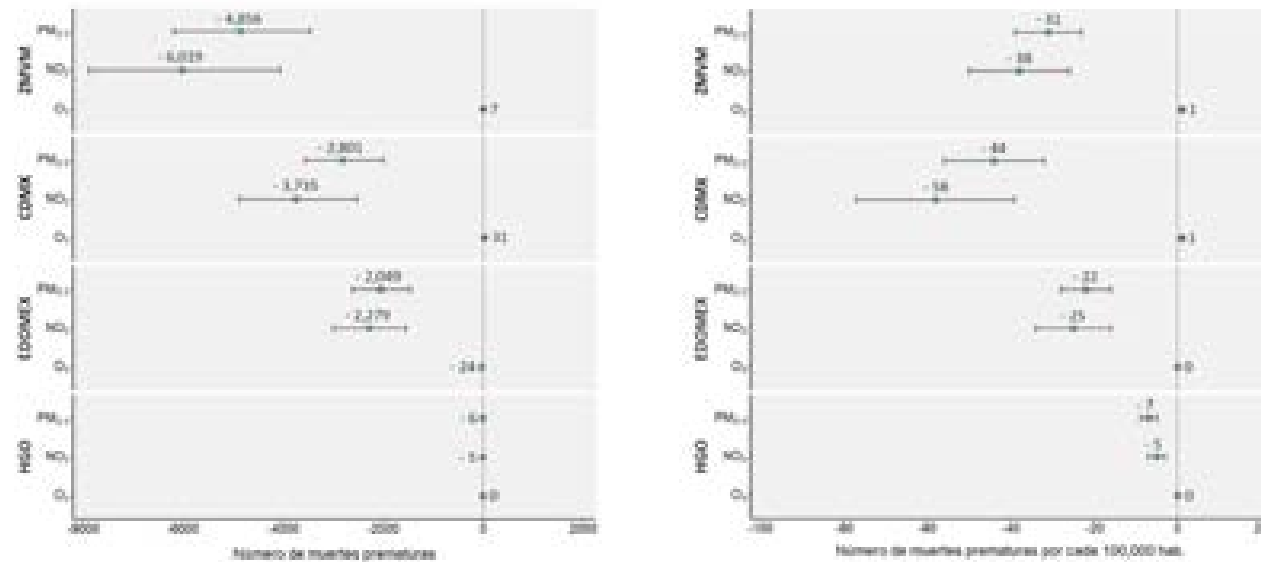


Figura A7.6 Diferencia en el número (izquierda) y tasa (derecha) de muertes prematuras en 2030 entre los Escenarios Base 2030 y ProAire 2030 debido a los cambios en la exposición a PM_{2.5}, NO₂ y O₃ en la ZMVM y en las entidades que la conforman. Se presentan los intervalos de confianza del 95%. Causas de muerte: no accidentales para PM_{2.5}, causas generales (no externas) para NO₂, y muertes por EPOC para O₃. Grupo de edad de 25 años y más. En el caso de las tasas, el redondeo se hizo al número entero inmediato superior para asegurar que el valor central fuera el punto intermedio del intervalo de confianza del 95%.

A nivel de entidad se estima que el ProAire podría evitar 27% y casi 40% más muertes en CDMX que en Estado de México por los cambios en la exposición a PM_{2.5} y a NO₂ respectivamente. Al analizar los cambios considerando la tasa de mortalidad por cada 100,000 habitantes mayores a 25 años, la cual permite hacer una mejor comparación del impacto entre entidades ya que el tamaño de la población no influye en el resultado, la mejora es al menos del doble para la CDMX con respecto al Estado de México (50% para PM_{2.5} y de casi 70% para NO₂). Finalmente, para O₃, existen pocos cambios con la implementación del ProAire; los resultados muestran que

que en la CDMX se darían 31 muertes más que en el escenario Base 2030, equivalente a una muerte por cada 100,000 habitantes y, en el Estado de México, se evitarían 24 muertes, equivalente a una muerte por cada 100,000 habitantes.

En el caso de Hidalgo, debido a que solo se evaluó un municipio (Tizayuca) y a que en éste el impacto del ProAire en los niveles de contaminantes sería relativamente bajo, el número de muertes evitables con la implementación del ProAire reportado para Hidalgo es bajo o nulo.

Por otro lado, los mapas de la Figura A7.7 muestran la distribución a nivel municipal del impacto del ProAire en el número de muertes prematuras con respecto al escenario Base 2030 por los cambios en la exposición a los tres contaminantes evaluados. En el caso de PM_{2.5} y NO₂, la implementación del Programa da lugar a un beneficio generalizado en todas las alcaldías y municipios de la ZMVM y, los mayores impactos ocurren en las alcaldías y municipios del centro y noroeste de la ZMVM. En el caso de O₃, el impacto del ProAire es variable, observando una menor cantidad de muertes en las alcaldías y municipios de la periferia.

Por último, para PM_{2.5}, además de evaluar el impacto del ProAire en las muertes no accidentales por exposición a este contaminante, también se estimó el porcentaje de estas muertes que corresponde a causas específicas (ver Figura A7.8). Sin considerar el grupo de Otras causas, el mayor porcentaje de las muertes que se evitarían con la implementación del Programa sería por enfermedad isquémica del corazón (EIC), seguido de enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC).

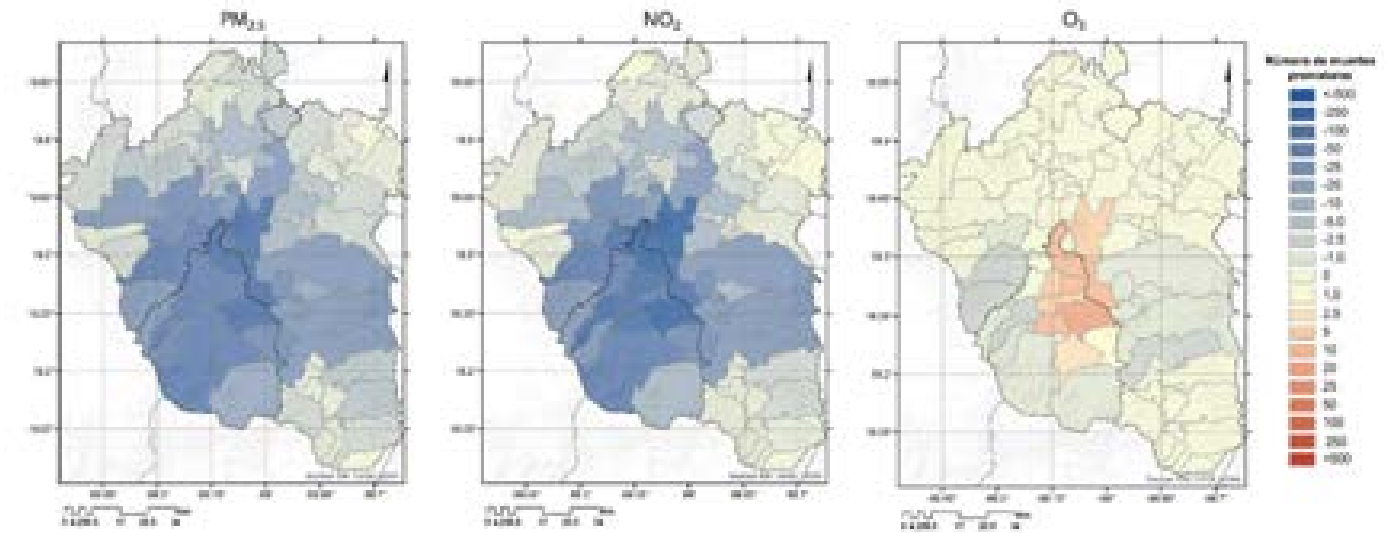


Figura A7.7 Diferencia en el número de muertes prematuras entre los Escenarios Base 2030 y ProAire 2030 para cada contaminante a nivel de alcaldía y municipio en la ZMVM. Causas de muerte: no accidentales para PM_{2.5}, causas generales (no externas) para NO₂, y muertes por EPOC para O₃. Grupo de edad de 25 años y más.

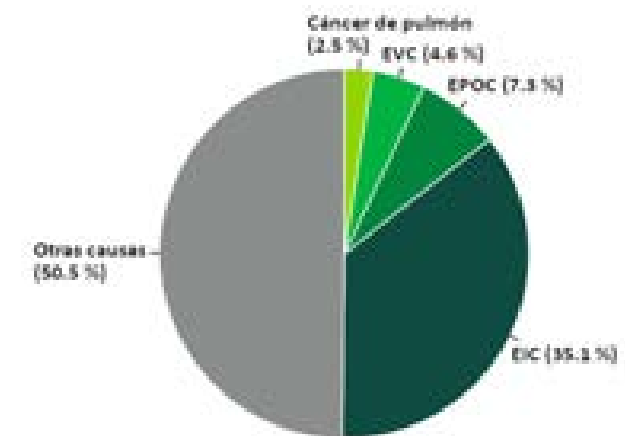


Figura A7.8 Porcentaje de muertes evitables por causa específica debido al cambio estimado en la exposición a PM_{2.5} en la ZMVM con la implementación del ProAire 2021-2030. Grupo de edad de 25 años y más.

c) Valoración económica del impacto del ProAire en la mortalidad prematura

Para llevar a cabo la valoración económica del cambio en la mortalidad prematura en el año 2030 con la implementación del ProAire se multiplicó el valor central y el intervalo de confianza de las muertes prematuras estimadas por el VSL seleccionado. En la Figura A7.9 se muestran los resultados para toda la ZMVM y para las tres entidades. Se observa que los beneficios económicos del Programa en la ZMVM, al igual que los de salud, se deben a los cambios en los niveles de NO₂ y PM_{2.5} ya que se estima que podrían dar lugar a un ahorro de más de 13 mil millones y de más de 10 mil millones de dólares respectivamente. Por otro lado, el costo de las muertes adicionales que se daría por la exposición a O₃ se estima en 15 millones de dólares. Al igual que en el caso de los beneficios netos en salud, para el cálculo de los beneficios económicos netos se tomó en cuenta la estimación para

NO₂ y para O₃. El beneficio neto del Programa es de más de 13 mil millones de dólares a precios de 2018.

Considerando una paridad de poder de compra del tipo de cambio del Banco Mundial de 9.13 MXN/USD en 2018, el beneficio económico sería equivalente a 119 mil 256 millones de pesos (M.N. a precios de 2018), lo que representa 2.3% del PIB de la ZMVM en el año 2018. Dichos ahorros económicos, que corresponden a un solo año (2030), compensan en más del 40%, los costos de implementación de todo el Programa.

A nivel de entidad se estima que el ProAire podría dar lugar a un ahorro de más de 8 mil millones de dólares en la CDMX, casi 5 mil millones de dólares en el Estado de México y 24 millones de dólares en el municipio de Tizayuca en Hidalgo en el año 2030. En el caso de Hidalgo el monto es comparativamente menor, sin embargo, es un ahorro importante por considerarse de un solo municipio.

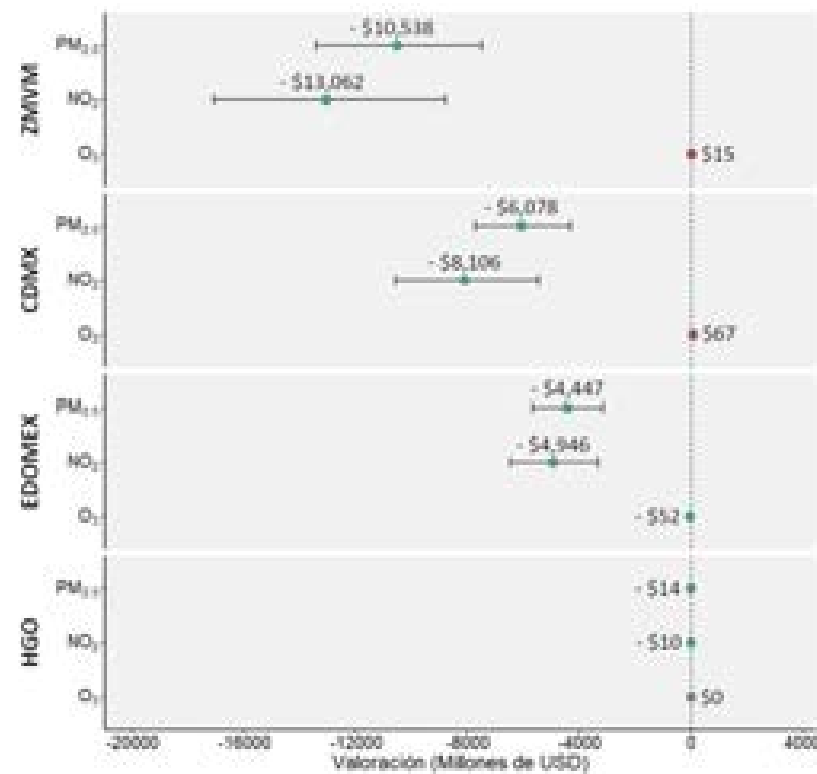


Figura A7.9 Valoración económica de la diferencia en el número de muertes prematuras en el año 2030 entre los escenarios Base 2030 y ProAire 2030 en la ZMVM y las entidades que la conforman. Se presentan los intervalos de confianza del 95%. Para la valoración se empleó el VSL reportado por la OECD (2012) para el año 2005 y transferido a México a precios del 2018: 2.16 millones de dólares.

d) Análisis de sensibilidad

Los resultados del presente estudio derivan del análisis principal, el cual está definido por ciertas decisiones sobre los insumos. Se realizó un análisis de sensibilidad para evaluar cómo las decisiones respecto a las FCR, a la métrica en el caso de ozono, y al VSL impactan los resultados de las estimaciones. En las Tablas A7.6 y Tabla A7.7 se presentan los resultados de este análisis, así como los resultados del análisis principal con fines comparativos.

Análisis de sensibilidad con diferentes FCR y métricas de exposición

En el caso del análisis para PM_{2.5}, al emplear la FCR lineal del meta-análisis de Chen, J. & Hoek, G. (2021) que fue solicitado por la OMS para actualizar las GCA, en lugar de la función integrada de Burnett, R. *et al.* (2018), los beneficios

de la implementación del ProAire para este contaminante se hubieran incrementado en casi 25%. Sin embargo, el beneficio neto del ProAire sería muy similar, ya que por los posibles efectos conjuntos entre PM_{2.5} y NO₂, solo se reporta la estimación para el contaminante con el mayor impacto, que en la presente EIS el mayor impacto se debe a NO₂.

Para NO₂, si se hubiera empleado la FCR del meta-análisis de Huangfu, P. & Atkinson, G. (2020) que fue solicitado por la OMS para actualizar la GCA, en lugar del meta-análisis de Huang, S. *et al.* (2021) que es el más reciente al momento de llevar a cabo la presente EIS y que incluye una mayor cantidad de estudios, los beneficios en salud estimados por los cambios en NO₂ debidos a la implementación del ProAire se hubieran reducido en un 30%. Esto afectaría el beneficio neto del ProAire, al cambiar de más de 6 mil muertes evitables a casi 5 mil, ya que se estaría tomando el valor estimado para PM_{2.5}.

Tabla A7.6 Resultados del análisis principal y análisis de sensibilidad de la diferencia en el número de muertes prematuras en 2030 en la ZMVM por el cambio en la exposición a PM_{2.5}, NO₂ y O₃ en la ZMVM con la implementación del ProAire 2021-2030 respecto al escenario Base 2030.

| Contaminante | Análisis principal | Diferencia en el número de las muertes prematuras entre los Escenarios Base 2030 y ProAire 2030 | | Análisis de sensibilidad | Diferencia en el número de las muertes prematuras entre los Escenarios Base 2030 y ProAire 2030 | |
|-------------------|---|---|--------------------------------|--|---|--------------------------------|
| | | Valor esperado | Intervalo de confianza del 95% | | Estimación | Intervalo de confianza del 95% |
| PM _{2.5} | FCR Burnett, R. <i>et al.</i> (2018). | -4,856 | (-3,455 a 6,189) | FCR: Chen, J. & Hoek, G. (2021). | -6,050 | (-4,953 a -7,094) |
| NO ₂ | FCR: Huang, S., <i>et al.</i> (2021) | -6,019 | (-4,057 a 7,879) | FCR: Huangfu, P. & Atkinson, R. (2020) | -4,126 | (-1,014 a -7,045) |
| O ₃ | Promedio del máximo diario de la temporada de ozono con FCR de Jerret, M., <i>et al.</i> (2009) | 7 | (2 a 13) | Promedio del máximo diario de la media móvil de 8 h de la temporada de ozono con FCR de GBD 2019 Risk Factors Collaborators (2020) | 55 | (23 a 87) |
| O ₃ | Promedio del máximo diario de la temporada de ozono con FCR de Jerret, M., <i>et al.</i> (2009) | 7 | (2 a 13) | Promedio del máximo diario de la media móvil de 8 h de la temporada de ozono con FCR de Turner, M., <i>et al.</i> (2016) | 83 | (45 a 120) |

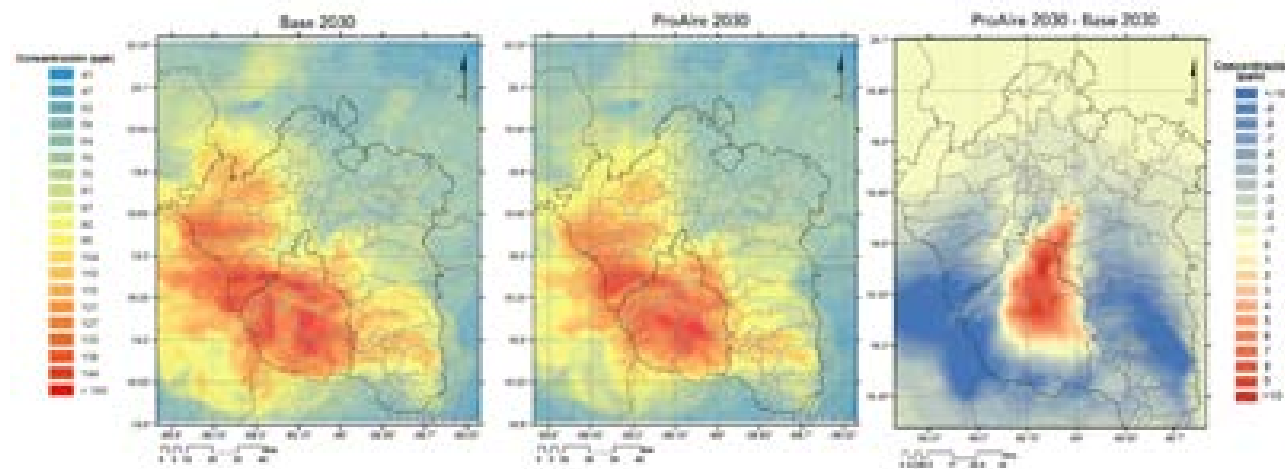
Para el caso de O₃, se realizó un análisis de sensibilidad con una métrica distinta (promedio del máximo diario de la media móvil de 8 horas de la temporada de ozono) que es empleada frecuentemente en estudios epidemiológicos. Debido a que la métrica de O₃ del análisis de sensibilidad es distinta, la EIS se realizó con dos FCR que provienen de estudios que utilizan dicha métrica. Al evaluar el impacto del ProAire en el número de muertes prematuras con el FCR

del meta-análisis de GBD 2019 Risk Factors Collaborators (2020), que deriva de un meta-análisis de cinco estudios de cohorte que incluye el estudio de Turner, M. *et al.* (2016), se estima que ocurrirían 55 muertes prematuras en 2030, a diferencia de las siete estimadas en el análisis principal; al emplear la FCR de Turner, M., *et al.* (2016), la estimación es de 83 muertes prematuras (ver Tabla A7.6).

Asimismo, en las siguientes figuras y tablas se muestran las diferencias en la concentración de contaminantes y en la mortalidad prematura por emplear una métrica distinta de O₃ para el análisis a una mayor resolución. Los mapas de la Figura A7.10 muestran la concentración de O₃ para ambos indicadores a nivel de celda de 1 x 1 km en la ZMVM para el escenario Base 2030, el escenario ProAire 2030 y la diferencia en la concentración entre ambos escenarios. Cuando se analizan los mapas de la métrica del promedio del máximo diario de 1 hora de la temporada de ozono, la mayor concentración se encuentra en el noroeste, oeste, centro y sur

de la ZMVM; en el caso de los mapas con el promedio del máximo diario de la media móvil de 8 horas de la temporada de ozono, ésta se da principalmente en el oeste, centro y sur de la ZMVM. Por otro lado, las zonas que presentan el mayor impacto por la implementación del ProAire en los niveles de este contaminante son similares empleando ambas métricas, observando una mejora o pocos cambios en la periferia, y una mayor concentración en la zona sur, centro y noreste de la ZMVM.

a) Promedio del máximo diario de 1 hora de O₃ de la temporada de ozono



b) Promedio del máximo diario de la media móvil de 8 horas de O₃ de la temporada de ozono

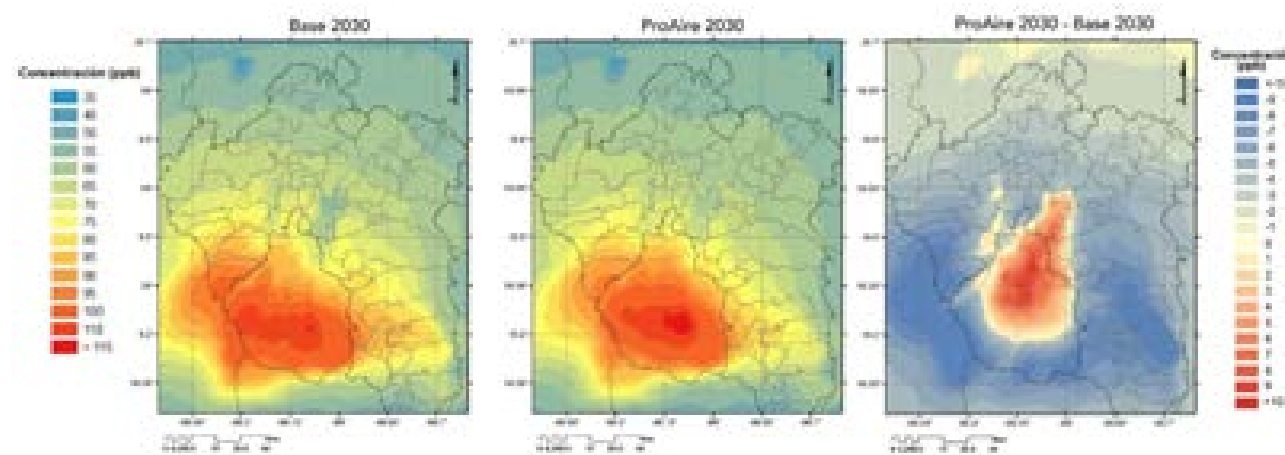


Figura A7.10 a) Mapas del promedio del máximo diario de 1 hora de O₃ de la temporada de ozono (ppb) y **b)** del promedio del máximo diario de la móvil de 8 horas de O₃ de la temporada de ozono (ppb) para el escenario Base 2030, el escenario ProAire 2030 y para la diferencia en concentración entre ambos escenarios, a nivel de celda de 1 x 1 km de la ZMVM.

En la Figura A7.11 se muestra la concentración promedio ponderada por la población para ambos indicadores de O₃ del escenario de la GCA de la OMS del año 2005, el Escenario Base 2030, y el Escenario ProAire 2030, para toda la ZMVM y las tres entidades. Al emplear la métrica de 1 hora, se estima que la aplicación de las medidas del ProAire en la ZMVM daría lugar a una mejora en los niveles

de O₃ en el año 2030, logrando un cambio del -0.2% (-0.2 ppb); sin embargo, con la métrica de 8 horas la concentración estimada es 1.3% mayor (1 ppb) respecto al Escenario Base 2030. Al evaluar ambos indicadores a nivel de entidad se observa que el impacto del ProAire en los niveles de O₃ en la ZMVM no es homogéneo y que la mejora se da en Estado de México e Hidalgo.

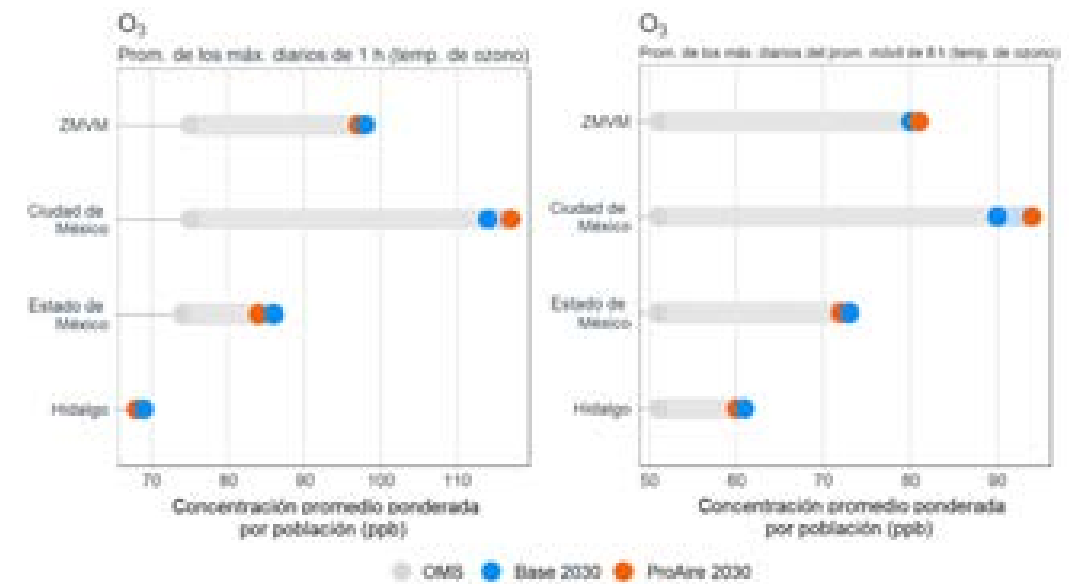


Figura A7.11 Concentración promedio ponderada por la población para los indicadores de O₃ de los escenarios de la GCA de la OMS del año 2005, Escenario Base 2030 y Escenario ProAire 2030 en la ZMVM y las tres entidades que la conforman⁶.

En la siguiente Figura A7.12 se observa que, empleando ambos indicadores de O₃, ocurre una mayor cantidad de muertes prematuras en la ZMVM y en la CDMX con la implementación del ProAire y una menor cantidad de muertes en el caso de Estado de México. Finalmente, en el caso de Hidalgo, no existe diferencia entre escenarios. En

términos de la magnitud del impacto, la métrica de 8 horas estima una mayor cantidad de muertes con el ProAire que la métrica de 1 hora, sin embargo, esto no afecta el beneficio neto del ProAire que resulta del análisis principal.

⁶ En el caso de O₃ para el escenario de la OMS, se empleó un valor de 75 ppb para la métrica del promedio del máximo de la concentración de 1 hora de la temporada de ozono, y un valor de 50 ppb, para la métrica del promedio de los máximos diarios de la media móvil de 8 horas de la temporada de ozono.

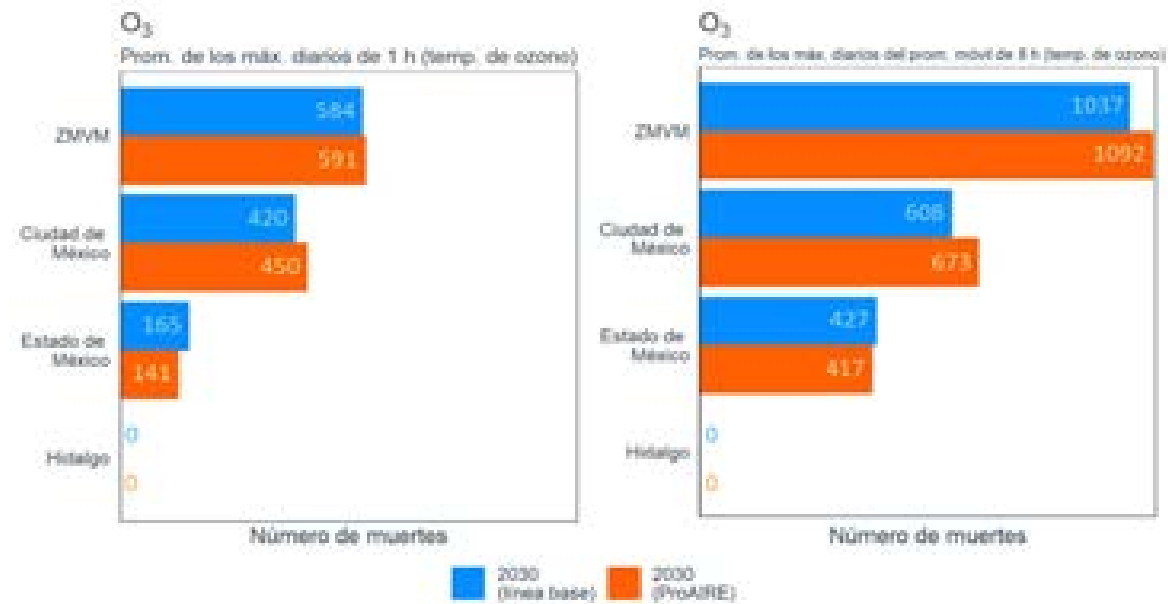


Figura A7.12 Muertes prematuras en el año 2030 para cada escenario para las dos métricas de O₃ (promedio del máximo diario de 1 h durante la temporada de ozono y promedio del máximo diario de la media móvil de 8 horas de la temporada de ozono) en la ZMVM y las entidades que la conforman. Punto de corte: GCA de la OMS 2005. Causa de muerte: EPOC. FCR: Jerrett, M., et al. (2009) para la métrica de 1 hora y GBD 2019 Risk Factors Collaborators (2020) para la métrica de 8 horas.

En los mapas de la Figura A7.13 se observa que la distribución municipal del impacto del ProAire en el número de muertes prematuras al utilizar ambos indicadores de O₃ es similar.

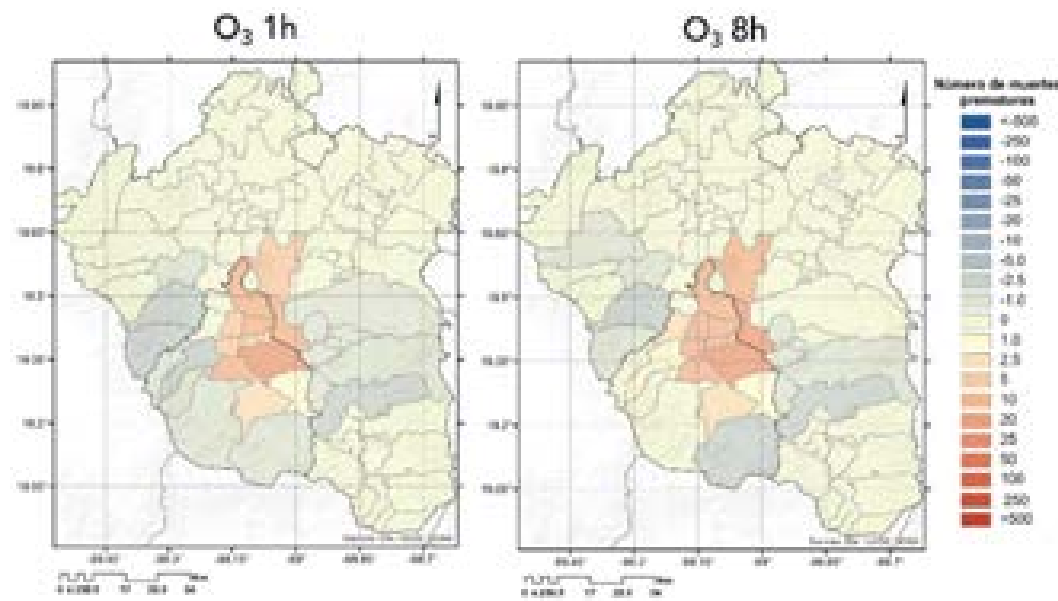


Figura A7.13 Diferencia en el número de muertes prematuras entre los Escenarios Base 2030 y ProAire 2030 para las dos métricas de O₃ (promedio del máximo diario de 1 hora durante la temporada de ozono y promedio del máximo diario de la media móvil de 8 horas de la temporada de ozono) a nivel municipal en la ZMVM. Causa de muerte: EPOC. FCR: Jerrett, M., et al. (2009) para la métrica de 1 hora y GBD 2019 Risk Factors Collaborators (2020) para la métrica de 8 horas.

Análisis de sensibilidad de la valoración económica de los beneficios en salud

Por otro lado, si al realizar la valoración económica de los impactos del ProAire se hubiera empleado el VSL calculado por de Lima, M. (2019) e INECC, & LSE. (2015), la estimación de los beneficios económicos netos del Programa hubieran sido menores y equivalentes al 20% de la estimación obtenida con el análisis principal (ver Tabla A7.7).

Tabla A7.7 Resultados del análisis principal y análisis de sensibilidad de la valoración económica de la diferencia en el número de muertes prematuras en 2030 en la ZMVM con la implementación del ProAire 2021-2030 respecto al Escenario Base 2030

| Ítem | Valoración económica de la diferencia en el número de las muertes prematuras entre los escenarios Base 2030 y ProAire 2030 | | | Valoración económica de la diferencia en el número de las muertes prematuras entre los escenarios Base 2030 y ProAire 2030 | | |
|------|--|----------------|--------------------------------|--|------------|--------------------------------|
| | Análisis principal | Valor esperado | Intervalo de confianza del 95% | Análisis de sensibilidad | Estimación | Intervalo de confianza del 95% |
| VSL | VSL: OCDE (2012) | -1,047 | [-8,799 a -17,046] | VSL: De Lima M., et al. (2019) | -2,501 | [-1,687 a -3,278] |

A7.2.3.3 Discusión

Se estima que de no implementar medidas para mejorar la calidad del aire y seguir la tendencia actual de emisiones, se darían más de 14 mil muertes prematuras en la ZMVM en el año 2030. La mayor cantidad de ellas ocurrirían por exposición a PM_{2.5}, al superar los valores de las GCA de la OMS 2005. Las muertes por exposición a O₃ serían 23 veces menores a las que ocurrirían por exposición a PM_{2.5}. Asimismo, se estima que el 60% de las muertes se darían en la CDMX.

Con la implementación de las medidas del ProAire 2021-2030 se calcula que en el año 2030 los niveles promedio ponderados por la población de PM_{2.5} y NO₂ serían menores en toda la ZMVM con respecto al escenario tendencial; en promedio la diferencia sería del -24% (-6.4 µg/m³) y del -34% (-7 ppb) respectivamente. Esto podría evitar casi 5 mil muertes por PM_{2.5} y más de 6 mil muertes por NO₂ en el año 2030, lo que corresponde al 36% y al 140% de la mortalidad atribuible a dichos contaminantes en el escenario Base 2030. Los mayores beneficios del ProAire se observarían en la región centro y noroeste de la ZMVM, justo donde se presenta la mayor concentración de los mismos. A nivel de entidad, el mayor impacto ocurriría en la CDMX, donde se evitaría un mayor porcentaje de las muertes prematuras atribuibles a estos contaminantes.

Un hallazgo importante de este análisis es que el mayor número de muertes evitables estimadas con la implementación del ProAire se da por el cambio en los niveles de NO₂, que es el único contaminante de los tres evaluados que se estima alcanzará niveles por debajo de las GCA de la OMS 2005 en 2030 en la ZMVM y que, por tanto, no solo se evitarían todas las muertes calculadas en el escenario Base 2030 por superar el valor de la GCA de la OMS 2005, sino también un porcentaje de muertes adicional (40%) que se da por la exposición a valores por debajo de éste. Estos resultados indican que el NO₂ es un contaminante clave a atender en la región, no solo por ser un precursor de ozono, sino por sus impactos directos en la salud de la población.

Por otro lado, aunque en promedio para la ZMVM, los niveles de O₃ mejorarían con el ProAire respecto al Escenario Base 2030 (-0.2 ppb), los cambios estimados son mínimos y los beneficios no son generalizados. Esto da lugar a que se estime un mayor número de muertes prematuras (siete) con la implementación del Programa. Sin embargo, al ser relativamente bajo el número de muertes que ocurrirían por los cambios en relación al número de muertes que se evitarían por la mejora en los niveles de PM_{2.5} y NO₂, no afecta los beneficios netos en salud y los impactos económicos que podría tener el ProAire.

En resumen, los beneficios netos en salud que podría tener el ProAire en el año 2030 en la ZMVM ascienden a más de 6 mil muertes evitables. Esto equivale a un ahorro económico estimado de 13 mil millones de dólares o de 119 mil 256 millones de pesos (M.N. a precios de 2018), lo que representa 2.3% del PIB de la ZMVM en el año 2018. Dichos ahorros económicos, que corresponden a un solo año (2030), compensan en más del 40%, los costos de implementación de todo el Programa. Estas cifras representan un beneficio agregado y se interpretan como la suma de las cantidades monetarias que los individuos están dispuestos a pagar para reducir la probabilidad de morir. El resultado no es transferible directamente a un costo financiero, pero sí incluye las pérdidas en utilidad para los individuos que resultan de su exposición a riesgos.

Por otro lado, si sumamos a las muertes evitables, los beneficios que se obtendrían al disminuir los casos de enfermedad y al mejorar el desempeño escolar y laboral de las personas debido a la menor exposición a la contaminación del aire, además de los beneficios en salud que tendrían las medidas del ProAire al contribuir a la mitigación del cambio climático, el impacto estimado sería mayor. Asimismo, los niveles más bajos de $PM_{2.5}$ a los que estaría expuesta la población en comparación con el escenario tendencial, podría hacer menos vulnerable a la población a infecciones como la del virus SAR-CoV-2, el causante de la pandemia por COVID-19 (Health Effects Institute, 2020).

Los resultados del análisis de sensibilidad, en donde se sustituyen algunos de los insumos empleados en la presente EIS, específicamente la FCR para cada uno de los contaminantes, y la métrica en el caso de O_3 , indican que aunque cambia la magnitud de los resultados, ésta no es importante y la dirección del impacto se mantiene. En este sentido, no modifican la historia de los hallazgos principales de esta EIS, que consiste en que la implementación de las medidas del ProAire ZMVM 2021-2030 podría evitar varios miles de muertes prematuras en el año 2030 con respecto al escenario tendencial. En cuanto a la valoración económica, los beneficios estimados en el análisis de sensibilidad serían de una quinta parte de los estimados con el análisis principal. Sin embargo, como ya se mencionó el VSL de De

Lima, M. (2019) e INECC, & LSE. (2015) ofrece un VSL que implicaría una elasticidad del ingreso demasiado grande para un país de ingreso medio como México. En este sentido, se considera que el VSL de la OECD (2012) es más consistente con los valores de otras ciudades en el mundo.

El casi nulo impacto del ProAire en la concentración de O_3 a pesar de cambios importantes en las emisiones de sus precursores (COV y NO_x), se debe a múltiples factores que determinan su formación y que incluyen las condiciones meteorológicas y la relación de la concentración COV/ NO_x . La implementación del ProAire da lugar a una mayor reducción en las emisiones de NO_x (39%) que de COV (22.5%) favoreciendo la formación de O_3 (Ver Sección 7.5.1 del ProAire). Para lograr una reducción significativa en los niveles de O_3 , como se comentó en la sección 7.2.2 de este Anexo, la SEDEMA ha estimado que se requiere reducir en al menos 70% las emisiones de COV y de NO_x . Esto implicaría un cambio radical en la matriz energética de la ZMVM, así como en el contenido de los productos domésticos e industriales que se utilizan diariamente. El Gobierno de la CDMX trabaja en este sentido y se comprometió, en su escenario condicionado, a alcanzar una tasa de cero emisiones o neutralidad de carbono en el 2050 (SEDEMA, 2021). Un ejemplo claro de la complejidad de mejorar los niveles de ozono en diversas ciudades del mundo tuvo lugar durante la fase de la pandemia por COVID-19 en la que se implementaron de las restricciones de movilidad y de procesos productivos más estrictas que ha habido en la historia. Durante la misma se observó una mejora sustancial en los niveles de NO_2 y ningún impacto o incluso un aumento en los niveles promedio de O_3 , tanto en la ZMVM como en otras ciudades incluyendo Londres, Río de Janeiro, Santiago de Chile y Barcelona, así como en países incluyendo China (Greater London Authority, 2020; Dantas, G. *et al.*, 2020; Tobías, A. *et al.*, 2020; Shi, X. & Brasseur, G. 2020; Oladini, D. *et al.*, 2021). En China hubo una reducción del 60% en NO_2 y un aumento de 150-200% en los niveles de O_3 .

En el estudio que llevó a cabo la Escuela de Salud Pública T.H. Chan de Harvard en colaboración con la SEDEMA (2018) se estimó que derivado de la reducción en la exposición de la población a $PM_{2.5}$ y a O_3 entre 1990 y 2015 en la Ciudad de México por las medidas implementadas, se lograron evitar 22 mil muertes prematuras en 25 años. El presente ProAire podría evitar al menos seis mil muertes en el año 2030; entre más pronto se implementen las medidas del ProAire los beneficios se podrían obtener antes y podrían ser mayores a

A7.2.3.4 Supuestos y limitaciones

A continuación se señalan las fuentes de incertidumbre de la presente EIS.

a) Evaluación de la exposición de la población

- I. Los contaminantes del aire existen como una mezcla compleja. En la presente EIS se estimaron los impactos para tres contaminantes criterio de forma independiente.
- II. Para generar los escenarios de calidad del aire a evaluar se realizó una proyección a 2030 del inventario de emisiones 2018 y se estimó el impacto en las emisiones que tendría la implementación de las medidas incluidas en el ProAire. Se simularon los impactos de estos cambios en la concentración de contaminantes tomando como base las condiciones meteorológicas del año 2017 y se calibraron las salidas del modelo considerando los datos de las estaciones de monitoreo atmosférico del SIMAT. Todos estos pasos dan lugar a incertidumbre.
- III. Se modelaron cuatro semanas del año y se asumió que éstas eran representativas de las temporadas respectivas y del año. Para el caso de la temporada seca caliente se modelaron dos semanas de mayo, que es cuando habitualmente se dan altos niveles de ozono, por lo que la concentración para esta temporada podría estar sobrestimada.
- IV. Se asumió que las condiciones meteorológicas de 2017 serán similares en 2030. Sin embargo, las proyecciones a futuro indican una mayor

los reportados en el presente documento.

Finalmente, este análisis representa la primera estimación de beneficios en salud de tipo prospectivo para la ZMVM que emplea los datos del Sistema de pronóstico de calidad del aire de la CDMX para evaluar escenarios de gestión. Asimismo, es de las pocas EIS que incluye el análisis de los impactos en salud por exposición a NO_2 .

temperatura y modificaciones en los patrones de precipitación y humedad, que pudieran tener una penalización sobre la calidad del aire e impactar negativamente en la concentración de los contaminantes en particular para el O_3 , del cual se estima una penalización climática de hasta más de 10 ppb (Ver sección 4.1.2 Impacto del cambio climático en la calidad del aire del capítulo 4 sobre El impacto del cambio climático en la calidad del aire de la ZMVM del ProAire). En este sentido, la concentración de los contaminantes en los escenarios a 2030 podría estar subestimada.

- V. Se asumió que los escenarios simulados de concentración de contaminantes representan la exposición de la población de la ZMVM en el año 2030.
- VI. Se asumió que las personas estarán expuestas a los niveles de contaminantes en el área de residencia y no se consideraron los cambios en la exposición debido a los patrones de movilidad de las personas en la ZMVM.

b) Datos de población, de salud y valoración económica

- I. Se emplearon proyecciones de población de CONAPO.
- II. Se proyectaron tasas de mortalidad general (no externas) y causas específicas a 2030 a nivel municipal a partir de las proyecciones de mortalidad general a nivel de entidad de CONAPO. Se asumió que la tasa de cambio entre 2017 y 2030 de las tasas de mortalidad general y de cada entidad son iguales a nivel municipal y para causas específicas de muerte.

III. Para proyectar las tasas de mortalidad a 2030 se generó una línea base que consistió en el promedio de tres años (2016 a 2018) siguiendo la metodología de la EPA (2018, Apéndice D). Se considera que una serie de tiempo más larga podría reducir la incertidumbre.

IV. Los meta-análisis de donde provienen las FCR seleccionadas se basan principalmente en estudios desarrollados en países europeos y en EUA los cuales presentan una estructura demográfica y tasas de mortalidad de causas específicas diferentes a los que tienen países como México. Sin embargo, los rangos de la concentración de contaminantes de las ciudades incluidas en dichos estudios sí cubren los de la ZMVM, asimismo, la cantidad y diversidad de estudios y ciudades incluidas en los meta-análisis hacen más robustas las estimaciones de riesgo. Contar con estudios de cohorte en México podría aumentar la precisión de las estimaciones.

V. Para el caso de O₃ y de NO₂, se emplearon funciones lineales. Los resultados podrían estar moderadamente sobreestimados ya que a mayor concentración, la relación de las FCR deja de aumentar proporcionalmente (INSP & INECC, 2017).

VI. Recientemente se publicaron las nuevas GCA de la OMS (2021) cuyos valores son más estrictos que los de 2005. De haber realizado la estimación tomando como punto de corte los nuevos valores hubiera dado lugar a una mayor cantidad de muertes prematuras en el año 2030.

VII. Ya que no existe un valor de exposición crónica para O₃ en la GCA de la OMS de 2005 ni en la NOM de salud ambiental, el punto de corte se definió tomando como referencia los valores de exposición aguda. Las nuevas GCA de la OMS (2021) cuentan con un valor de exposición crónica para O₃ de 8 horas, por lo que llevar a cabo el análisis de la carga de la enfermedad por dicho contaminante con el valor de la guía podría reducir la incertidumbre en la estimación.

VIII. En el caso de la valoración económica, para tomar en cuenta la incertidumbre en las estimaciones, se realizó un análisis de sensibilidad con un VSL secundario.

Es importante mencionar que las estimaciones cuentan con intervalos de confianza del 95%, que son utilizados para proporcionar un estimador de la precisión de los resultados. Este intervalo es el rango de valores dentro del cual existe el 95% de probabilidad de que se encuentre el valor verdadero.

A7.2.3.5 Conclusiones

De acuerdo con la OMS (2021), la contaminación atmosférica es el riesgo ambiental que más afecta a la salud de la población en el mundo. Los resultados de la presente EIS muestran que la implementación del ProAire 2021-2030 en la ZMVM podría contribuir de forma importante a mejorar la calidad del aire, proteger la salud de la población y acelerar el cumplimiento de la meta 3.9 del Objetivo 3 de Salud y bienestar de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de la ONU, la cual hace referencia a la contaminación del aire y establece como aspiración la siguiente: "De aquí a 2030 reducir sustancialmente el número de muertes y enfermedades causadas por productos químicos peligrosos y la contaminación del aire, el agua y el suelo".

A7.2.3.6 Participantes en el estudio

Este estudio fue elaborado por la SEDEMA con apoyo de la Dirección de Salud Ambiental del Instituto Nacional de Salud Pública (INSP), el Centro de Investigación y Docencia Económicas, A.C. (CIDE), la US EPA y el Grupo de Liderazgo Climático C40.

Fuentes de información

Burnett, R., Chen, H., Szyszkowicz, M., Fann, N., Hubbell, B., Pope, C. A., Apte, J. S., Brauer, M., Cohen, A., Weichenthal, S., Coggins, J., Di, Q., Brunekreef, B., Frostad, J., Lim, S. S., Kan, H., Walker, K. D., Thurston, G. D., Hayes, R. B., Spadaro, J. V. (2018). Global estimates of mortality associated with long-term exposure to outdoor fine particulate matter. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(38), 9592. <https://doi.org/10.1073/pnas.1803222115>.

Burnett, R., & Cohen, A. (2020). Relative Risk Functions for Estimating Excess Mortality Attributable to Outdoor PM2.5 Air Pollution: Evolution and State-of-the-Art. *Atmosphere*, 11(6), 589. <https://doi.org/10.3390/atmos11060589>

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>

Cohen, A. J., Brauer, M., Burnett, R., Anderson, H. R., Frostad, J., Estep, K., Balakrishnan, K., Brunekreef, B., Dandona, L., Dandona, R., Feigin, V., Freedman, G., Hubbell, B., Jobling, A., Kan, H., Knibbs, L., Liu, Y., Martin, R., Morawska, L., Forouzanfar, M. H. (2017). Estimates and 25-year trends of the global burden of disease attributable to ambient air pollution: An analysis of data from the Global Burden of Diseases Study 2015. *The Lancet*, 389(10082), 1907–1918. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)30505-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)30505-6)

CONAPO. (2013). Proyecciones de la Población de los Municipios de México, 2015-2030. Recuperado el 17 de abril de 2020, de <https://www.gob.mx/conapo/documentos/proyecciones-de-la-poblacion-de-los-municipios-de-mexico-2015-2030>

CONAPO. (2018). Proyecciones de la Población de México y de las Entidades Federativas, 2016-2050. Datos abiertos. Recuperado el 17 de abril de 2020, de <https://datos.gob.mx/busca/dataset/proyecciones-de-la-poblacion-de-mexico-y-de-las-entidades-federativas-2016-2050>

CONAPO. (2019). Colecciones. Proyecciones de la población de México y de las entidades federativas 2016-2050. Recuperado el 26 de noviembre de 2019, <https://www.gob.mx/conapo/documentos/cuadernillos-estatales-de-las-proyecciones-de-la-poblacion-de-mexico-y-de-las-entidades-federativas-2016-2050-208243>

Dantas, G., Siciliano, B., Boscaro B., M. da Silva, C., Arbilla, G. (2020). The impact of COVID-19 partial lockdown on the air quality of the city of Rio de Janeiro, Brazil. *Science of the Total Environment*, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139085>.

De Lima, M. (2020). The value of a statistical life in Mexico. *Journal of Environmental Economics and Policy*, 9(2), 140–166. <https://doi.org/10.1080/21606544.2019.1617196>

DOF. NOM-020-SSA1-2014, Salud ambiental. Valor límite permisible para la concentración de ozono (O₃) en el aire ambiente y criterios para su evaluación. (2014). Secretaría de Salud

GBD 2019 Risk Factors Collaborators. (2020). Global burden of 87 risk factors in 204 countries and territories, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Supplementary appendix 1. The Lancet* 2020; 396: 1223–49.

Greater London Authority. (2020). Estimation of changes in air pollution in London during the COVID-19 outbreak. Response to the UK Government's Air Quality Expert Group call for evidence April 2020. https://www.london.gov.uk/sites/default/files/london_response_to_aqeg_call_for_evidence_april_2020.pdf

Harvard T.H. Chan School of Public Health & SEDEMA. (2018). Análisis histórico de los beneficios en la salud de la población, asociados a la calidad del aire en la Ciudad de México entre 1990 y 2015. Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México. Harvard T.H. Chan School of Public Health. <http://www.data.sedema.cdmx.gob.mx/beneficios-en-salud-por-la-mejora-de-la-calidad-del-aire/>

Health Effects Institute. (2020). State of Global Air 2020. Special Report. Boston, MA. <https://www.stateofglobalair.org/resources>

Hoek, G., Krishnan, R. M., Beelen, R., Peters, A., Ostro, B., Brunekreef, B., & Kaufman, J. D. (2013). Long-term air pollution exposure and cardio-respiratory mortality: A review. *Environmental Health: A Global Access Science Source*, 12(1), 43. <https://doi.org/10.1186/1476-069X-12-43>

Huang, S., Li, H., Wang, M., Qian, Y., Steenland, K., Caudle, W. M., Liu, Y., Sarnat, J., Papatheodorou, S., Shi, L., Huang, S. (2021). Long-term exposure to nitrogen dioxide and mortality: A systematic review and meta-analysis. *Science of the Total Environment*, 145968. doi:10.1016/j.scitotenv.2021.145968.

Huangfu, P. & Atkinson R. (2020). Long-term exposure to NO₂ and O₃ and all-cause and respiratory mortality: A systematic review and meta-analysis. *Environment International*, 105998. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105998>

IEc. (2017). MEMORANDUM – Noviembre 29, 2016. Subject: Review of Baseline Incidence Rate Estimates for Use in 2016 Socioeconomic Assessment for the South Coast Air Quality Management Plan. Compartido via email por Paul Stroik del South Coast Air Quality Management District el 6 de febrero del 2020.

INECC, & LSE. (2015). The value of statistical life in Mexico: A contingent valuation study. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. London School of Economics and Political Science. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/191446/Disponibilidad_a_pagar_por_reducir_riesgo_de_muerte.pdf

Institute for Health Metrics and Evaluation. (2018). Global Burden of Disease Study 2017 (GBD 2017) Causes of Death and Nonfatal Causes Mapped to ICD Codes. Version: 14/09/17. <http://ghdx.healthdata.org/record/ihme-data/gbd-2017-cause-icd-code-mappings>

INEGI. (2018). Defunciones registradas (mortalidad general). https://www.inegi.org.mx/programas/mortalidad/default.html#Datos_abiertos

INSP, & INECC. (2017). Estimación de impactos en salud por contaminación atmosférica en la región centro del país y alternativas de control. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. http://cambioclimatico.gob.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/publicaciones/52/738_2017_Estimacion_impactos_contaminacion_atmosferica_centropais.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Jerrett, M., Burnett, R. T., Pope, C. A., Ito, K., Thurston, G., Krewski, D., Shi, Y., Calle, E., & Thun, M. (2009). Long-Term Ozone Exposure and Mortality. *New England Journal of Medicine*, 360(11), 1085–1095. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa0803894>

Khomenko, S., Cirach, M., Pereira-Barboza, E., Mueller, N., Barrera-Gómez, J., Rojas-Rueda, D., de Hoogh, K., Hoek, G., Nieuwenhuijsen, M. (2021). Premature mortality due to air pollution in European cities: a health impact assessment. *Lancet Planet Health* 2021; 5: e121–34. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(20\)30272-2](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(20)30272-2)

Kirchstetter, T. W., Harley, R.A., Littlejohn D. (1996). Measurement of nitrous acid in motor vehicle exhaust. *Environ Sci Technol* 30(9):2843– 2849. doi:10.1021/es960135y

Kohei, A. & Barakbah, A. (2007). Hierarchical K-means: An algorithm for centroids initialization for K-means. *Reports of the Faculty of Science and Engineering*. 36. 25-31.

Kurtenbach, R., Becker, K. H., Gomes, J. A. G., Kleffmann, J., Lörzer, J. C., Spittler, M., Wiesen P, Ackermann R, Geyer A, Platt U. (2001). Investigations of emissions and heterogeneous formation of HONO in a road traffic tunnel. *Atmos Environ* 35(20):3385–3394.

Li, G., Lei, W., Zavala, M., Volkamer, R., Dusanter, S., Stevens, P., & Molina, L. (2010). Impacts of HONO sources on the photochemistry in Mexico City during the MCMA-2006/MILAGO Campaign. *Atmos. Chem. Phys.*, 10, 6551–6567, <https://doi.org/10.5194/acp-10-6551-2010>.

Marín, F., Sánchez, J., López, J. A. (2009). El metaanálisis en el ámbito de las Ciencias de la Salud: Una metodología imprescindible para la eficiente acumulación del conocimiento. *Fisioterapia*, 31(3), 107–114. <https://doi.org/10.1016/j.ft.2009.02.002>

OCDE. (2011). Valuing Mortality Risk Reductions in Regulatory Analysis of Environmental, Health and Transport Policies: Policy Implications. Organization for Economic Cooperation and Development. <https://www.oecd.org/env/tools-evaluation/48279549.pdf>

OCDE. (2012). Mortality Risk Valuation in Environment, Health and Transport Policies. <https://doi.org/10.1787/9789264130807-en>

OMS. (2006). Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. Actualización mundial 2005. Organización Mundial de la Salud.

OMS. (2021). Guías de calidad del aire de la OMS: material particulado (PM_{2.5} y PM₁₀), ozono, dióxido de nitrógeno, dióxido de azufre y monóxido de carbono. Organización Mundial de la Salud.

OMS. (2018). AirQ+ Glossary. October 2018 version. Recuperado al descargar el software de AirQ+: <https://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/activities/airq-software-tool-for-health-risk-assessment-of-air-pollution>.

OMS, & OCDE. (2015). Economic cost of the health impact of air pollution in Europe: Clean air, health and wealth (p. 66). World Health Organization Regional Office for Europe, Organization for Economic Cooperation and Development. https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0004/276772/Economic-cost-health-impact-air-pollution-en.pdf

Oladini, D., Mahoney, L., Kerr, G.H., and Anenberg, S. C. (2021). "C40/George Washington University Policy and Communications Workshop." Taller virtual, 2 de septiembre, 2021.

Pope, C. A., Burnett, R. T., Thun, M. J., Calle, E. E., Krewski, D., Ito, K., & Thurston, G. D. (2002). Lung Cancer, Cardiopulmonary Mortality, and Long-term Exposure to Fine Particulate Air Pollution. *JAMA*, 287(9), 1132–1141. <https://doi.org/10.1001/jama.287.9.1132>

Ríos, J.G. (2016). "Evaluación de impacto en salud bajo escenarios de reducción de la contaminación por NO₂ en aire ambiente en México: Información para la toma de decisiones", Tesis de Maestría, Instituto Nacional de Salud Pública, México.

SEDEMA. (2020). Calidad del aire en la Ciudad de México. Informe 2018. Ciudad de México. <http://www.aire.cdmx.gob.mx/default.php?opc=Z6BhnmI=Ingresado:15/08/2021>.

SEDEMA. (2021). Estrategia local de acción climática 2021-2025. Programa de acción climática de la Ciudad de México 2021-2030. https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/DGCPA/PACCM_y_ELAC.pdf

Shi, X. & Brasseur, G. (2020). The Response in Air Quality to the Reduction of Chinese Economic Activities 2 during the COVID-19 Outbreak. Confidential manuscript submitted to *Geophysical Research Letters*. <https://news.agu.org/files/2020/05/2020GL088070RR-Brasseur.pdf>

Tobías, A., Carnerero, C., Reche, C., Massagué, J., Via, M., Minguillón, M. C., Alastuey, A., Querol, X. (2020). Changes in air quality during the lockdown in Barcelona (Spain) one month into the SARS-CoV-2 epidemic. *Science of the Total Environment*, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138540>

Trejo-González, A., Riojas-Rodríguez, H., Texcalac Sangrador, J. L., Guerrero López, C. M., Cervantes-Martínez, K., Magali, H.-D., de la Sierra de la Vega, L., & Zuñiga-Bello, P. (2019). Quantifying health impacts and economic costs of PM_{2.5} exposure in Mexican cities of the National Urban System. *International Journal of Public Health*, 64. <https://doi.org/10.1007/s00038-019-01216-1>

Turner, M. C., Jerrett, M., Pope, C. A. 3rd, Krewski, D., Gapstur, S. M., Diver, W.R., Beckerman, B.S., Marshall, J. D., Su, J., Crouse, D. L., Burnett, R. T. (2016). Long-Term Ozone Exposure and Mortality in a Large Prospective Study. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 193(10), 1134–1142. <https://doi.org/10.1164/rccm.201508-1633OC>

US EPA. (2016). Integrated Sciences Assessment (ISA) for Oxides of Nitrogen. United States Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/isa/integrated-science-assessment-isa-nitrogen-dioxide-health-criteria>

US EPA. (2018). Environmental Benefits Mapping and Analysis Program –Community Edition. July 2018. Updated for BenMAP-CE Version 1.4.8. <https://www.epa.gov/benmap/benmap-ce-manual-and-appendices>

US EPA. (2019). Integrated Science Assessment (ISA) for Particulate Matter. United States Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/isa/integrated-science-assessment-isa-particulate-matter>

US EPA. (2020). Integrated Science Assessment (ISA) for Ozone and Related Photochemical Oxidants. United States Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/isa/integrated-science-assessment-isa-ozone-and-related-photochemical-oxidants>

Vodonos, A., Awad, Y. A., Schwartz, J. (2018). The concentration-response between long-term PM_{2.5} exposure and mortality; A meta-regression approach. *Environmental Research*, 166, 677–689. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.06.021>

Zhang, L., Wang, T., Zhang, Q., Zheng, J., Xu, Z., & Lv, M. (2016). Potential sources of nitrous acid (HONO) and their impacts on ozone: A WRF-Chem study in a polluted subtropical region. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 121, 3645–3662, [doi:10.1002/2015JD024468](https://doi.org/10.1002/2015JD024468).

Zhang, R., Sarwar, G., Fung, J., Lau, A., Zhang, Y. (2012). Examining the Impact of Nitrous Acid Chemistry on Ozone and PM over the Pearl River Delta Region. *Advances in Meteorology*, vol. 2012, Article ID 140932, 18. <https://doi.org/10.1155/2012/140932>.

ANEXOS CAPÍTULO 8

A8.1 Resultados de la encuesta de percepción ciudadana

A continuación se presentan los resultados completos de la encuesta de percepción ciudadana realizada como parte del desarrollo del ProAire ZMVM 2021-2030. Se enumeran cada uno de los reactivos de la encuesta y el total de respuestas para cada uno. Todos los porcentajes se expresan respecto del total de personas encuestadas (2145).

Sección 1. Lugar de residencia, trabajo o estudio

Esta sección tenía como objetivo recabar datos para analizar las respuestas a la encuesta en función del Municipio o Alcaldía donde las y los encuestados pasan la mayor parte de su tiempo y, por lo tanto, donde pueden percibir de forma más clara el estado de la calidad del aire.

1.1 Por favor elija la Alcaldía o Municipio donde pasa la mayor parte de su tiempo, ya sea por motivos de trabajo, estudio o porque ahí vive.

| Alcaldía/Municipio | Entidad | Respuestas | Porcentaje | Alcaldía/Municipio | Entidad | Respuestas | Porcentaje |
|------------------------|------------------|------------|------------|-------------------------|------------------|------------|------------|
| Álvaro Obregón | Ciudad de México | 114 | 5.31% | Chimalhuacán | Estado de México | 11 | 0.51% |
| Azcapotzalco | Ciudad de México | 61 | 2.84% | Coacalco de Berriozábal | Estado de México | 12 | 0.56% |
| Benito Juárez | Ciudad de México | 215 | 10.02% | Coyotepec | Estado de México | 1 | 0.05% |
| Coyoacán | Ciudad de México | 196 | 9.14% | Cuautitlán | Estado de México | 7 | 0.33% |
| Cuajimalpa de Morelos | Ciudad de México | 33 | 1.54% | Cuautitlán Izcalli | Estado de México | 18 | 0.84% |
| Cuauhtémoc | Ciudad de México | 333 | 15.52% | Ecatepec de Morelos | Estado de México | 54 | 2.52% |
| Gustavo A. Madero | Ciudad de México | 126 | 5.87% | Huehuetoca | Estado de México | 2 | 0.09% |
| Iztacalco | Ciudad de México | 46 | 2.14% | Huixquilucan | Estado de México | 12 | 0.56% |
| Iztapalapa | Ciudad de México | 135 | 6.29% | Ixtapaluca | Estado de México | 6 | 0.28% |
| La Magdalena Contreras | Ciudad de México | 42 | 1.96% | Jaltenco | Estado de México | 1 | 0.05% |
| Miguel Hidalgo | Ciudad de México | 86 | 4.01% | Jilotzingo | Estado de México | 1 | 0.05% |
| Milpa Alta | Ciudad de México | 2 | 0.09% | La Paz | Estado de México | 5 | 0.23% |
| Tláhuac | Ciudad de México | 27 | 1.26% | Naucalpan de Juárez | Estado de México | 50 | 2.33% |
| Tlalpan | Ciudad de México | 154 | 7.18% | Nezahualcóyotl | Estado de México | 27 | 1.26% |
| Venustiano Carranza | Ciudad de México | 35 | 1.63% | Nicolás Romero | Estado de México | 198 | 9.23% |
| Xochimilco | Ciudad de México | 33 | 1.54% | Tecámac | Estado de México | 8 | 0.37% |
| Tizayuca | Hidalgo | 14 | 0.65% | Tepotzotlán | Estado de México | 1 | 0.05% |
| Atenco | Estado de México | 1 | 0.05% | Texcoco | Estado de México | 5 | 0.23% |
| Atizapán de Zaragoza | Estado de México | 28 | 1.31% | Tlalnepantla de Baz | Estado de México | 25 | 1.17% |
| Chalco | Estado de México | 3 | 0.14% | Tultepec | Estado de México | 2 | 0.09% |
| Chiautla | Estado de México | 1 | 0.05% | Tultitlán | Estado de México | 7 | 0.33% |
| Chicoloapan | Estado de México | 5 | 0.23% | Zumpango | Estado de México | 2 | 0.09% |

Total de respuestas: 2145

1.2 Por favor elija la segunda Alcaldía o Municipio donde pasa la mayor parte de su tiempo, ya sea por motivos de trabajo, estudio o porque ahí vive.

| Alcaldía/Municipio | Entidad | Respuestas | Porcentaje | Alcaldía/Municipio | Entidad | Respuestas | Porcentaje |
|-------------------------|------------------|------------|------------|------------------------------------|------------------|------------|------------|
| Álvaro Obregón | Ciudad de México | 136 | 6.40% | Cuautitlán Izcalli | Estado de México | 17 | 0.80% |
| Azcapotzalco | Ciudad de México | 45 | 2.12% | Ecatepec de Morelos | Estado de México | 31 | 1.46% |
| Benito Juárez | Ciudad de México | 187 | 8.80% | Huehuetoca | Estado de México | 3 | 0.14% |
| Coyoacán | Ciudad de México | 232 | 10.92% | Huixquilucan | Estado de México | 13 | 0.61% |
| Cuajimalpa de Morelos | Ciudad de México | 33 | 1.55% | Isidro Fabela | Estado de México | 4 | 0.19% |
| Cuauhtémoc | Ciudad de México | 375 | 17.66% | Ixtapaluca | Estado de México | 6 | 0.28% |
| Gustavo A. Madero | Ciudad de México | 112 | 5.27% | La Paz | Estado de México | 6 | 0.28% |
| Iztacalco | Ciudad de México | 27 | 1.27% | Melchor Ocampo | Estado de México | 1 | 0.05% |
| Iztapalapa | Ciudad de México | 82 | 3.86% | Naucalpan de Juárez | Estado de México | 53 | 2.50% |
| La Magdalena Contreras | Ciudad de México | 28 | 1.32% | Nezahualcóyotl | Estado de México | 36 | 1.69% |
| Miguel Hidalgo | Ciudad de México | 140 | 6.59% | Nicolás Romero | Estado de México | 137 | 6.45% |
| Milpa Alta | Ciudad de México | 3 | 0.14% | Tecámac | Estado de México | 6 | 0.28% |
| Tláhuac | Ciudad de México | 23 | 1.08% | Teoloyucan | Estado de México | 1 | 0.05% |
| Tlalpan | Ciudad de México | 152 | 7.16% | Teotihuacán | Estado de México | 1 | 0.05% |
| Venustiano Carranza | Ciudad de México | 26 | 1.22% | Tepotzotlán | Estado de México | 1 | 0.05% |
| Xochimilco | Ciudad de México | 39 | 1.84% | Texcoco | Estado de México | 3 | 0.14% |
| Tizayuca | Hidalgo | 11 | 0.52% | Tlalnepantla de Baz | Estado de México | 41 | 1.93% |
| Atizapán de Zaragoza | Estado de México | 61 | 2.87% | Tonanitla | Estado de México | 1 | 0.05% |
| Chalco | Estado de México | 1 | 0.05% | Tultepec | Estado de México | 1 | 0.05% |
| Chiautla | Estado de México | 1 | 0.05% | Tultitlán | Estado de México | 2 | 0.09% |
| Chicoloapan | Estado de México | 8 | 0.38% | Valle de Chalco Solidaridad | Estado de México | 1 | 0.05% |
| Chiconcuac | Estado de México | 1 | 0.05% | Villa del Carbón | Estado de México | 1 | 0.05% |
| Chimalhuacán | Estado de México | 8 | 0.38% | Zumpango | Estado de México | 1 | 0.05% |
| Coacalco de Berriozábal | Estado de México | 8 | 0.38% | Ninguna de las opciones anteriores | NA | 11 | 0.52% |
| Cuautitlán | Estado de México | 7 | 0.33% | | | | |

Total de respuestas: 2124. Esta fue una pregunta opcional, por lo que no todas las personas encuestadas (2145) respondieron.

Sección 2. Perfil

El objetivo de esta sección fue recopilar información sobre el perfil de las y los encuestados para poder analizar

sus respuestas en función de características demográficas y socioeconómicas.

2.1 ¿Cuántos años tiene?

| Edad | Respuestas | Porcentaje |
|----------------|-------------|-------------|
| 18 a 29 años | 521 | 24.29% |
| 30 a 44 años | 808 | 37.67% |
| 45 a 59 años | 601 | 28.02% |
| Más de 60 años | 215 | 10.02% |
| Total | 2145 | 100% |

2.2 ¿Cuál es su máximo nivel de estudios?

| Nivel de estudios | Respuestas | Porcentaje |
|------------------------------------|-------------|-------------|
| Primaria | 8 | 0.37% |
| Secundaria | 93 | 4.34% |
| Bachillerato | 323 | 15.06% |
| Técnico superior universitario | 105 | 4.90% |
| Licenciatura | 1028 | 47.93% |
| Posgrado (especialidad o maestría) | 468 | 21.82% |
| Posgrado (doctorado) | 120 | 5.59% |
| Total | 2145 | 100% |

Sección 3. Percepción general de la calidad del aire

3.1 Para usted, ¿cuál de las siguientes problemáticas ambientales posibles considera que, en caso de existir, sería la más grave en la Zona Metropolitana del Valle de México?

| Problemática | Respuestas | Porcentaje |
|---|-------------|-------------|
| Contaminación del aire | 706 | 32.91% |
| Contaminación del agua y saneamiento deficiente | 457 | 21.31% |
| Generación de basura | 421 | 19.63% |
| Pérdida de biodiversidad y áreas naturales | 411 | 19.16% |
| Cambio climático | 100 | 4.66% |
| Malos olores | 28 | 1.31% |
| Contaminación del suelo | 22 | 1.03% |
| Total | 2145 | 100% |

3.2 En su opinión, ¿cómo es normalmente la calidad del aire en la Zona Metropolitana del Valle de México?

| Calidad del aire | Respuestas | Porcentaje |
|---------------------|-------------|-------------|
| Muy buena | 5 | 0.23% |
| Buena | 74 | 3.45% |
| Aceptable o regular | 596 | 27.79% |
| Mala | 904 | 42.14% |
| Muy mala | 415 | 19.35% |
| Extremadamente mala | 146 | 6.81% |
| No sé | 5 | 0.23% |
| Total | 2145 | 100% |

3.3 ¿Qué medios de información utiliza normalmente para mantenerse informado sobre temas relacionados con la contaminación atmosférica? [Puede elegir hasta tres opciones]

| Medio o canal informativo | Respuestas | Porcentaje |
|---|------------|------------|
| Sitios oficiales del gobierno en internet | 926 | 43.2% |
| Redes sociales de actores del gobierno (Twitter, Facebook) | 731 | 34.1% |
| Televisión | 647 | 30.2% |
| Aplicación AIRE de la CDMX para dispositivos móviles | 525 | 24.5% |
| Radio | 403 | 18.8% |
| Redes sociales de especialistas | 330 | 15.4% |
| Periódico impreso o electrónico | 308 | 14.4% |
| Redes sociales de amistades (Facebook, Instagram, WhatsApp) | 300 | 14.0% |
| No estoy informado sobre la calidad del aire | 103 | 4.8% |

Nota: el total de respuestas es mayor al tamaño de la muestra, ya que cada persona encuestada podía seleccionar hasta tres opciones. Por esta misma razón, los porcentajes no suman 100% y se expresan respecto del total de personas de la muestra (2145).

3.4 La calidad del aire en la Zona Metropolitana del Valle de México ha mejorado en los últimos 20 años. En esta afirmación usted está:

| Percepción | Respuestas | Porcentaje |
|----------------------------|-------------|-------------|
| Totalmente de acuerdo | 114 | 5.31% |
| Parcialmente de acuerdo | 552 | 25.73% |
| Parcialmente en desacuerdo | 400 | 18.65% |
| Totalmente en desacuerdo | 945 | 44.06% |
| No tiene una postura clara | 134 | 6.25% |
| Total | 2145 | 100% |

3.5 En su opinión, ¿cómo ha sido la respuesta del gobierno en cuanto a los esfuerzos para disminuir la contaminación del aire?

| Percepción | Respuestas | Porcentaje |
|--------------|-------------|-------------|
| Muy buena | 49 | 2.28% |
| Buena | 337 | 15.71% |
| Regular | 841 | 39.21% |
| Mala | 517 | 24.10% |
| Muy mala | 362 | 16.88% |
| No sé | 39 | 1.82% |
| Total | 2145 | 100% |

3.6 ¿Cuáles cree que sean las principales fuentes de contaminación del aire? [Puede elegir hasta tres opciones]

| Principales fuentes de contaminación del aire | Respuestas | Porcentaje |
|--|------------|------------|
| Camiones de pasajeros, micros, combis, Mexibús y/o Metrobús | 1163 | 54.2% |
| Industria | 1153 | 53.8% |
| Transporte de carga | 901 | 42.0% |
| Vehículos particulares | 672 | 31.3% |
| Quema de basura | 576 | 26.9% |
| Incendios forestales | 316 | 14.7% |
| Camiones de basura | 297 | 13.8% |
| Construcciones | 187 | 8.7% |
| Uso de carbón y leña para la cocción de alimentos en fogatas y asados de carnes en viviendas | 137 | 6.4% |
| Fumar | 103 | 4.8% |
| Calles sin pavimentar | 95 | 4.4% |
| Hogares (cocinar, calentar agua para bañarse, uso de solventes, productos de limpieza) | 84 | 3.9% |
| Motocicletas | 83 | 3.9% |
| Comercios y servicios (restaurantes, lavanderías, entre otros) | 68 | 3.2% |

Nota: el total de respuestas es mayor al tamaño de la muestra, ya que cada persona encuestada podía seleccionar hasta tres opciones. Por esta misma razón, los porcentajes no suman 100% y se expresan respecto del total de personas de la muestra (2145).

Sección 4. Calidad del aire e impactos a la salud

4.1 ¿Considera que la mala calidad del aire puede tener impactos perjudiciales sobre su salud?

| Percepción | Respuestas | Porcentaje |
|--------------|-------------|-------------|
| Sí | 2051 | 95.62% |
| Parcialmente | 88 | 4.10% |
| No | 6 | 0.28% |
| Total | 2145 | 100% |

4.2 A continuación se enlistan una serie de síntomas. Para cada uno indique si, en el último año, ha sentido dicho síntoma al andar en la calle. En caso de que la respuesta sea afirmativa, indique también la frecuencia con la que se ha presentado.

| Síntoma | Frecuencia (no. de respuestas y porcentaje) | | | | | | |
|------------------------------|---|------------------------------|-------------------------------|-------------------------|--|----------------------------|----------------|
| | Diariamente | Al menos una vez a la semana | Al menos una vez cada 15 días | Al menos una vez al mes | Al menos una vez en los últimos seis meses | Al menos una vez en el año | Nunca |
| Dolor de cabeza | 58 2.70% | 294 13.71% | 192 8.95% | 522 24.34% | 418 19.49% | 394 18.37% | 267 12.45% |
| Irritación de garganta | 103 4.80% | 336 15.66% | 214 9.98% | 504 23.50% | 464 21.63% | 319 14.87% | 205 9.56% |
| Irritación en los ojos | 322 15.01% | 389 18.14% | 269 12.54% | 459 21.40% | 364 16.97% | 246 11.47% | 96 4.48% |
| Flemas | 122 5.69% | 216 10.07% | 165 7.69% | 304 14.17% | 349 16.27% | 377 17.58% | 612 28.53% |
| Falta de aire | 62 2.89% | 134 6.25% | 126 5.87% | 202 9.42% | 267 12.45% | 318 14.83% | 1036 48.30% |
| Opresión o dolor en el pecho | 19 0.89% | 101 4.71% | 80 3.73% | 204 9.51% | 257 11.98% | 322 15.01% | 1162 54.17% |

4.3 ¿Cuál cree que sea el sector o sectores de la población más afectados por la contaminación del aire? [Puede elegir más de una opción]

| Sector | Respuestas | Porcentaje |
|--|------------|------------|
| Adultos mayores (tercera edad) | 1361 | 63.4% |
| Afecta a todos por igual | 1191 | 55.5% |
| Niñas y niños | 948 | 44.2% |
| Bebés | 791 | 36.9% |
| Mujeres embarazadas | 569 | 26.5% |
| Peatones y ciclistas | 550 | 25.6% |
| Gente de bajo nivel socioeconómico | 267 | 12.4% |
| Personas que utilizan modos de transporte motorizados (automóvil particular, motocicletas, micros, combis, autobuses públicos, Metro, Mexibús o Metrobús, entre otros) | 199 | 9.3% |
| Adultos | 192 | 9.0% |
| Adolescentes y jóvenes | 191 | 8.9% |
| Transportistas | 146 | 6.8% |
| Comerciantes | 125 | 5.8% |
| Mujeres | 84 | 3.9% |
| Profesionistas | 49 | 2.3% |

Nota: el total de respuestas es mayor al tamaño de la muestra, ya que cada persona encuestada podía seleccionar más de una opción. Por esta misma razón, los porcentajes no suman 100% y se expresan respecto del total de personas de la muestra (2145).

4.4 Considero que mi nivel de riesgo asociado a la contaminación del aire es el siguiente:

| Nivel de riesgo | Respuestas | Porcentaje |
|-----------------|-------------|-------------|
| Muy alto | 162 | 7.55% |
| Alto | 692 | 32.26% |
| Moderado | 994 | 46.34% |
| Bajo | 195 | 9.09% |
| Muy bajo | 81 | 3.78% |
| Nulo | 21 | 0.98% |
| Total | 2145 | 100% |

4.5 ¿En dónde cree que se corre más riesgo de respirar aire contaminado? [Puede elegir más de una opción]

| Lugar | Respuestas | Porcentaje |
|---------------------------|------------|------------|
| Zonas industriales | 1333 | 62.14% |
| Avenidas principales | 1288 | 60.05% |
| En todos lados por igual | 799 | 37.25% |
| Central de autobuses | 615 | 28.67% |
| Parques y plazas públicas | 182 | 8.48% |
| Escuelas | 66 | 3.08% |
| Calles poco transitadas | 57 | 2.66% |
| Hogares | 31 | 1.45% |

Nota: el total de respuestas es mayor al tamaño de la muestra, ya que cada persona encuestada podía seleccionar más de una opción. Por esta misma razón, los porcentajes no suman 100% y se expresan respecto del total de personas de la muestra (2145).

Sección 5. Calidad del aire y cambio climático

5.1 Considero que el cambio climático y la calidad del aire están:

| Percepción | Respuestas | Porcentaje |
|---------------------------|-------------|-------------|
| Altamente relacionados | 1654 | 77.11% |
| Medianamente relacionados | 367 | 17.11% |
| Poco relacionados | 79 | 3.68% |
| No tienen relación alguna | 22 | 1.03% |
| No sé | 23 | 1.07% |
| Total | 2145 | 100% |

5.2 ¿Cómo cree que el cambio climático afecta la calidad del aire? [Puede elegir más de una opción]

| Relación | Respuestas | Porcentaje |
|---|------------|------------|
| Propicia incendios forestales más intensos y frecuentes, los cuales contaminan al aire. | 1414 | 65.92% |
| Las altas temperaturas y mayor radiación solar generan más ozono. | 1376 | 64.15% |
| Propicia condiciones que evitan la dispersión de contaminantes en el aire (vientos débiles y bajas temperaturas). | 1201 | 55.99% |
| Crea un ambiente seco que genera más partículas suspendidas en el aire. | 989 | 46.11% |
| Sí sé qué es el cambio climático, pero no sé cómo afecta la calidad del aire. | 137 | 6.39% |
| Limpia el aire porque hay más lluvias. | 56 | 2.61% |
| No le afecta. | 13 | 0.61% |
| No sé qué es el cambio climático. | 8 | 0.37% |

Nota: el total de respuestas es mayor al tamaño de la muestra, ya que cada persona encuestada podía seleccionar más de una opción. Por esta misma razón, los porcentajes no suman 100% y se expresan respecto del total de personas de la muestra (2145).

Sección 6. Medidas y políticas frente a la contaminación del aire

6.1 ¿Tiene usted conocimiento o está familiarizado con alguno de los siguientes Programas de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire? [Puede elegir hasta cuatro opciones]

| Programa | Respuestas | Porcentaje |
|--|------------|------------|
| Programa para Mejorar la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana del Valle de México (PROAIRE ZMVM 2011-2020) | 657 | 30.63% |
| Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire del Estado de Hidalgo (PROAIRE 2016-2024) | 97 | 4.52% |
| Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire en el Estado de México (PROAIRE 2018-2030) | 174 | 8.11 % |
| Programa de Gestión Federal para Mejorar la Calidad del Aire de la Megalópolis (PROAIRE DE LA MEGALÓPOLIS 2017-2030) | 341 | 15.90 % |
| Ninguno de los anteriores | 1325 | 61.77% |

Nota: el total de respuestas es mayor al tamaño de la muestra, ya que cada persona encuestada podía seleccionar hasta cuatro opciones. Por esta misma razón, los porcentajes no suman 100% y se expresan respecto del total de personas de la muestra (2145).

6.2 ¿Qué medidas adopta en sus viajes cotidianos para reducir emisiones contaminantes asociadas al transporte? [Puede elegir más de una opción]

| Medida | Respuestas | Porcentaje |
|---|------------|------------|
| Verifico semestralmente mi automóvil de acuerdo con el Programa de Verificación Vehicular Obligatoria | 956 | 44.57% |
| Doy mantenimiento periódico a mi automóvil (al menos una vez al año) | 914 | 42.61% |
| Utilizo el transporte público en mis trayectos diarios | 887 | 41.35% |
| Utilizo una bicicleta o camino en mis trayectos diarios | 780 | 36.36% |
| Utilizo un automóvil con mejor rendimiento de combustible en mis trayectos diarios | 649 | 30.26% |
| Reviso que las llantas de mi automóvil estén a una presión adecuada | 541 | 25.22% |
| Comparto un automóvil con otras personas para viajes periódicos (<i>carpooling</i>) | 364 | 16.97% |
| Utilizo un automóvil eléctrico o híbrido en mis trayectos diarios | 77 | 3.59% |
| Ninguna de las anteriores | 83 | 3.87% |

Nota: el total de respuestas es mayor al tamaño de la muestra, ya que cada persona encuestada podía seleccionar más de una opción. Por esta misma razón, los porcentajes no suman 100% y se expresan respecto del total de personas de la muestra (2145).

6.3 ¿Qué medidas adicionales adopta en su hogar para reducir las emisiones de contaminantes atmosféricos? [Puede elegir más de una opción]

| Medida | Respuestas | Porcentaje |
|--|------------|------------|
| Utilizo focos ahorradores | 1937 | 90.30% |
| Evito quemar cualquier tipo de residuo | 1453 | 67.74% |
| Aprovecho los residuos orgánicos para generar composta | 1284 | 59.86% |
| Cuento con sistemas para reusar el agua de lluvia | 1000 | 46.62% |
| Reemplazo mis electrodomésticos antiguos o compro nuevos aparatos con mayor eficiencia energética (esto es, que consumen menos electricidad) | 695 | 32.40% |
| Compro pinturas y/o productos de limpieza amigables con el medio ambiente (con menor contenido de compuestos volátiles) | 482 | 22.47% |
| Empleo un calentador solar de agua | 279 | 13.01% |
| Separo mis residuos de forma adecuada (orgánicos, inorgánicos reciclables e inorgánicos no reciclables) | 204 | 9.51% |
| Uso una estufa eléctrica en lugar de una de gas | 134 | 6.25% |
| Mi vivienda cuenta con paneles solares | 107 | 4.99% |
| Ninguna de las anteriores | 590 | 27.51% |

Nota: el total de respuestas es mayor al tamaño de la muestra, ya que cada persona encuestada podía seleccionar más de una opción. Por esta misma razón, los porcentajes no suman 100% y se expresan respecto del total de personas de la muestra (2145).

6.4 ¿Qué medidas adopta cuando se activa una contingencia ambiental atmosférica (situación con elevados niveles de contaminación en el aire que limitan actividades al aire libre y actividades industriales y de transporte)? [Puede elegir más de una opción]

| Medida | Respuestas | Porcentaje |
|--|------------|------------|
| Evito actividades al aire libre | 1688 | 78.69% |
| Sigo las recomendaciones del gobierno | 992 | 46.25% |
| Me resguardo en casa y cierro ventanas. | 838 | 39.07% |
| Uso cubrebocas | 791 | 36.88% |
| Uso el transporte público | 492 | 22.94% |
| Tomo suplementos alimenticios | 162 | 7.55% |
| Uso transporte individual (automóvil propio, taxi o similar) | 161 | 7.51% |
| Utilizo un purificador de aire | 146 | 6.81% |
| Humedezco cortinas | 24 | 1.12% |
| Ninguna, continúo mis actividades normales | 108 | 5.03% |

Nota: el total de respuestas es mayor al tamaño de la muestra, ya que cada persona encuestada podía seleccionar más de una opción. Por esta misma razón, los porcentajes no suman 100% y se expresan respecto del total de personas de la muestra (2145).

A8.2 Principales canales de comunicación en materia de calidad del aire dentro de la ZMVM

A8.2.1 Entidades federales

En materia de comunicación, la Federación tiene la obligación de “*propiciar el fortalecimiento de la conciencia ecológica, a través de los medios de comunicación masiva y promover la participación social para la prevención y control de la contaminación a la atmósfera*”¹.

Además, es responsabilidad del Gobierno Federal establecer y actualizar el Sistema Nacional de Información de la Calidad del Aire (SINAIC), integrando los datos del monitoreo atmosférico que llevan a cabo los Estados y Municipios.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)

La SEMARNAT contiene en su sitio web una biblioteca de las acciones y programas relacionados con el mejoramiento de la calidad del aire a nivel nacional. Las publicaciones que incluye son:

- Programas de Gestión de la Calidad del Aire vigentes por entidad federativa.
- Los Inventarios Nacionales de Emisiones de Contaminantes Criterio.

- El Sistema Nacional de Información de Calidad del Aire (SINAICA), que incluye información, enlaces y programas informáticos que permiten recabar, transmitir y publicar información relevante sobre la calidad del aire y que se genera a través de distintos sistemas de monitoreo atmosférico.

- La Estrategia Nacional de Calidad del Aire (ENCA).

Se destaca también el papel de la SEMARNAT en el diseño y vigilancia de la NOM-172-SEMARNAT-2019, que estable-

¹ Artículo 7.º, fracción XIV del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera.

ce los lineamientos para la obtención del Índice Aire y Salud², a fin de que sea empleado de manera unificada en el país para difundir continuamente el estado de la calidad

Comisión Ambiental de la Megalópolis

Cuando los niveles de contaminación del aire representan un riesgo a la salud de la población y se superan los límites establecidos en el **Programa para Prevenir y Responder a Contingencias Ambientales Atmosféricas** (PPRECAA), la CAME coordina la declaración de activación de la fase de contingencia que corresponda, así como la aplicación y suspensión de las medidas para prevenir la exposición de la población y reducir los niveles de emisiones contaminantes. Este organismo es el encargado de activar, dar seguimiento y suspender la activación de contingencias ambientales, a través de boletines y comunicados donde informa sobre la activación de la fase que aplica, y las recomendaciones para la protección a la salud de la población y las restricciones que se implementarán en distintos sectores emisores (por ejemplo, transporte, industria y servicios). Se destaca que todo este trabajo se realiza en coordinación con la SEDEMA de la Ciudad de México y la SMAGEM del Estado de México.

La CAME cuenta con los siguientes canales de comunicación para diseminar comunicados, información y alertas:

Sitio web

El sitio web de la CAME funciona como un portal informativo con los siguientes recursos:

- Comunicados de prensa sobre temas en torno a la calidad del aire.

del aire, los riesgos asociados a su exposición y las medidas de protección personal recomendadas.

- Material de divulgación e infografías relacionadas con la calidad del aire y cuidados para disminuir la exposición de la población a los contaminantes.
- Acciones y programas generados o aprobados por la Comisión.
- Videos y recursos multimedia sobre talleres organizados con expertos para discutir y proponer soluciones para la gestión de la calidad del aire.

Redes sociales

Respecto a su presencia en redes sociales, la CAME cuenta con cuentas activas en Twitter (@CAMegalopolis), Facebook (@CAMegalopolis) e Instagram (@ponbuenambiente). En ellas se publican las últimas noticias sobre la activación o suspensión de contingencias ambientales, recomendaciones para la ZMVM en materia de calidad del aire y recordatorios referentes al programa HNC y el Programa de Verificación Vehicular Obligatoria (PVVO). En su canal de YouTube se suben y almacenan los videos de los talleres con expertos que también son diseminados a través de su sitio web. Por otro lado, la CAME tiene presencia en Instagram a través de una campaña denominada “Pon Buen Ambiente”. La campaña consiste en la publicación de ilustraciones con medidas que la ciudadanía puede seguir para mejorar la calidad del aire.

se apoya de un sitio web, una aplicación móvil y cuentas en redes sociales para comunicar información en torno a la gestión de la calidad del aire en la ZMVM. Asimismo, la SEDEMA cuenta con otros canales generales para la comunicación de información sobre sus actividades.

Sitio web de la Dirección de Monitoreo de Calidad del Aire

El sitio web³ de la Dirección de Monitoreo de Calidad del Aire es el repositorio de información sobre calidad del aire principal en la ZMVM. Este integra información para una gran variedad de audiencias como niñas y niños, personas adultas mayores, gente con un conocimiento más técnico sobre los fenómenos que inciden en el estado de la calidad del aire, y la ciudadanía en general. Los principales elementos informativos del sitio son los siguientes:

- Reportes de la calidad del aire en tiempo real: La página inicial presenta un resumen del estado actual

de la calidad del aire en la ZMVM, a través de mapas que muestran la categoría del Índice Aire y Salud por estación de monitoreo (ver Figura A8.1); asimismo, se indican recomendaciones para proteger la salud de la población en general y de grupos susceptibles. El usuario también puede acceder a información más desagregada, en específico reportes horarios de la calidad del aire, datos de concentración de contaminantes por estación de monitoreo e información actualizada sobre la intensidad de la radiación solar ultravioleta y las condiciones meteorológicas.

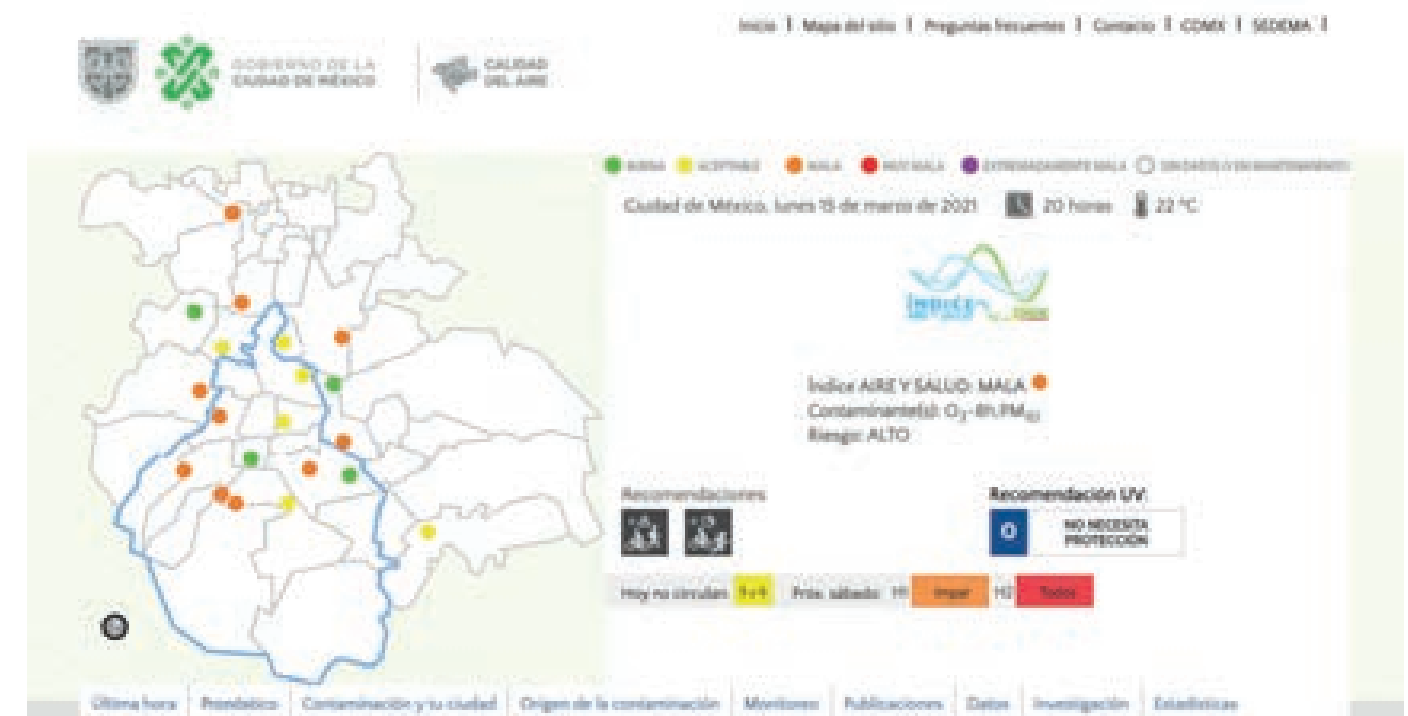


Figura A8.1 Página de inicio del portal web del SIMAT de la Ciudad de México

Fuente: <http://www.aire.cdmx.gob.mx/>

- Pronóstico de la calidad del aire: Es posible encontrar información sobre la calidad del aire pronosticada para la Ciudad de México y su área metropolitana, para el día actual y el siguiente; en un mapa se muestran las estaciones de monitoreo y la calidad del aire esperada para cada una en función de los valores máximos esperados, que pueden o no prevalecer durante todo el día. Tam-

bién se presentan mapas dinámicos que muestran la distribución espacial de las concentraciones pronosticadas para O_3 (horaria y como promedio móvil de 8 horas), NO_2 , SO_2 , CO y $PM_{2.5}$, así como el pronóstico de las condiciones meteorológicas. Finalmente, en el sitio también es posible encontrar información sobre cómo funciona el modelo del pronóstico (AQFS-Mex), datos del semáforo de alerta

² El cálculo y la obtención del Índice Aire y Salud, así como una descripción detallada del mismo, se pueden consultar en el Capítulo 3 y su Anexo 3.3.

³ Disponible en <http://www.aire.cdmx.gob.mx/>

volcánica y caída de ceniza del volcán Popocatepetl, y boletines meteorológicos.

- Origen de la contaminación atmosférica y sus efectos a la salud. En el sitio web se resumen explicaciones sobre los procesos que generan contaminación del aire dentro de la Ciudad de México, los efectos a la salud que tienen los distintos contaminantes, así como información específica sobre la magnitud de las emisiones y sus fuentes principales con base en los datos generados en el inventario de emisiones de la ZMVM.
- Índice de Riesgo para Personas Susceptibles (IRPS). La Ciudad de México generó esta herramienta de comunicación para ayudar a la población vulnerable a asociar los efectos nocivos en salud que pueden presentarse por la contaminación atmosférica. Este índice multi-contaminante, que refleja la relación en la atmosfera de la concentración de O₃, PM_{2.5} y NO₂, es un complemento para otros sistemas de comunicación del estado de la

calidad del aire por contaminante (como el Índice Aire y Salud) y está dirigido especialmente a grupos vulnerables (por ejemplo, personas con enfermedades respiratoria preexistentes) que pueden presentar síntomas incluso a concentraciones bajas. Se estima un único valor del IRPS por día, el cual se comunica por medio de una escala numérica y de colores (ver Figura A8.2). El valor del índice se da a conocer para el día anterior, el actual y el siguiente inmediato. El valor del día anterior sirve como referencia, puesto que en ocasiones los efectos a la salud pueden tardar en presentarse; los valores del día presente y el siguiente sirven para brindar información a las personas para que planeen sus actividades al aire libre y reduzcan su exposición. Debido a que la sensibilidad a la contaminación varía para cada persona, se busca que cada quien defina su nivel de riesgo (programa #ConoceTuNumero), esto es, el valor del IRPS a partir del cual comienzan a sentir molestias, y que con esto puedan modificar su comportamiento y actividades al aire libre.



Figura A8.2 Índice de Riesgo para Personas Susceptibles de la Ciudad de México
Fuente: <http://www.aire.cdmx.gob.mx/conoce-tu-numero-iner/>

- Información del monitoreo atmosférico: Respecto al monitoreo de la calidad del aire, el sitio ofrece información sobre los niveles de contaminación registrados en cada una de las estaciones automáticas de monitoreo, cómo se miden las concentraciones horarias de los distintos contaminantes, las características del sistema de monitoreo, la normatividad que rige dichas actividades y las metodologías utilizadas para generar los distintos índices e indicadores que reporta la SEDEMA de forma horaria durante

todo el año. También se ponen a disposición del usuario los datos históricos del SIMAT desde 1986 para la concentración de contaminantes criterio, el depósito atmosférico, variables meteorológicas, inventarios de emisiones y otros proyectos especiales. Se destaca que es posible explorar información de la calidad del aire a través de estadísticas, gráficos, mapas, tablas, numerarias y *dashboards* que sintetizan información sobre tendencias, indicadores y el cumplimiento de la normatividad de calidad del aire (ver Figura A8.3).

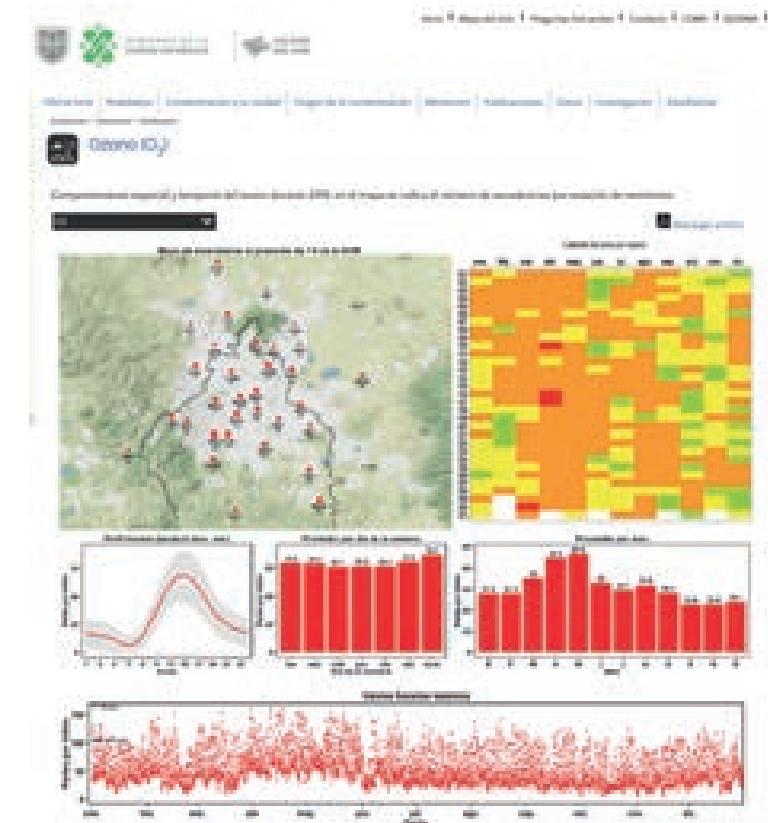


Figura A8.3 Ejemplo de la visualización de indicadores de la calidad del aire dentro del portal web del SIMAT de la Ciudad de México
Fuente: Dashboards disponibles en <http://www.aire.cdmx.gob.mx/>

- Publicaciones relevantes: El sitio web también funge como repositorio de distintas publicaciones y materiales generados por la SEDEMA en materia de calidad del aire, tales como:
 - El **ProAire vigente**, así como programas anteriores y evaluaciones y reportes técnicos del avance en la implementación de la política local de calidad del aire.
 - El **Inventario de emisiones de la ZMVM**, el cual se actualiza cada dos años. Asimismo, en el sitio web están publicadas las memorias de cálculo de cada iteración del inventario.
 - El **Informe anual de la calidad del aire** en la Ciudad de México.
 - Informes de lluvia ácida, informes climatológicos, folletos, carteles, infografías y otros documentos técnicos.

Aplicación AIRE

Esta aplicación para dispositivos móviles iOS y Android facilita el acceso a los datos que genera continuamente el SIMAT en la Ciudad de México y su área conurbada. La información se actualiza de forma horaria y permite que el usuario conozca el estado de la calidad del aire en la zona, los riesgos asociados y recomendaciones para proteger su salud, según el Índice Aire y Salud, y el sistema de pronóstico de la calidad de aire. La aplicación cubre a las 16 alcaldías de la Ciudad de México y algunos de los municipios conurbados del Estado de México.

El usuario puede acceder a información de la alcaldía municipio en donde se encuentra si habilita la geocalización en su dispositivo móvil. Además de consultar

los niveles máximos de contaminación actual, se puede visualizar un mapa principal que muestra la calidad del aire por estación de monitoreo. Asimismo, la aplicación incorpora reportes que presentan información del estado de la calidad del aire por alcaldía o municipio, así como mapas por contaminante. También se ofrece información actualizada sobre la intensidad de la radiación solar ultravioleta, las condiciones actuales del tiempo (incluyendo vectores de viento y precipitación en el mapa principal de la calidad del aire por estación), el pronóstico de calidad del aire para el día siguiente y las restricciones del programa HNC. La Figura A8.4 muestra algunos ejemplos de cómo un usuario visualiza información sobre el estado actual de la calidad del aire dentro de la aplicación.



Figura A8.4 Aplicación AIRE del Gobierno de la Ciudad de México

Fuente: Aplicación AIRE de la Ciudad de México

Es importante mencionar que existen una gran variedad de aplicaciones móviles que brindan información del tiempo y otros datos meteorológicos, entre ellas la calidad del aire. Es común que las aplicaciones muestren información diferente a la del SIMAT, dado que utilizan algoritmos de cálculos e indicadores diferentes para estimar un índice de calidad del aire, lo que resulta en una

comunicación confusa y, en ocasiones, menos precisa en comparación con los sistemas de monitoreo locales. Algunos ejemplos son las aplicaciones de clima preinstaladas en sistemas operativos iOS y Android, y aplicaciones de terceros como The Weather Channel, AccuWeather, Yahoo Tiempo y IQAir.

Redes sociales de la Dirección de Monitoreo de Calidad del Aire

La comunicación se apoya de una cuenta de Twitter (@Aire_CDMX) para la difusión de información sobre calidad del aire. De forma horaria, se publica el Índice Aire y Salud para comunicar el estado de la calidad del aire de forma

masiva y en tiempo real. Asimismo, la cuenta brinda información meteorológica como pronósticos de lluvia, la temperatura del día y el índice de radiación UV, así como otros datos de interés en torno a la calidad del aire.

Canales de atención ciudadana

La Dirección de Monitoreo de Calidad del Aire también cuenta con una línea de atención telefónica, el servicio AIRET el (55-5278-9931 ext. 1) y un correo electrónico

(calidadaire@sedema.cdmx.gob.mx) donde es posible solicitar información relativa a la calidad del aire.

Otros canales de comunicación

El sitio web⁴ de la SEDEMA ofrece una gran variedad de información relativa a los programas gestionados por la Secretaría. Dentro del sitio, se promueven actividades culturales en espacios públicos de la ciudad y el usuario puede encontrar materiales ambientales educativos. Algunos programas y trámites relacionados con la gestión de la calidad del aire que se difunden en este sitio web son el programa HNC, el PVVO y la Licencia Ambiental Única de la Ciudad de México (LAU-CDMX).

La SEDEMA también utiliza sus redes sociales para difundir materiales de divulgación, infografías y videos de los diversos esfuerzos de la Secretaría, incluyendo acciones para mejorar la calidad del aire. Se destacan las cuentas de Facebook (@sedemacdmx) y Twitter (@SEDE-

MA_CDMX). En específico, en Facebook se transmiten los seminarios web “Viernes de Cultura Ambiental”, los cuales son abiertos al público y quedan grabados en línea.

Además, la SEDEMA cuenta con una unidad especializada en promover la educación ambiental a la población en temas diversos como la gestión de residuos, la biodiversidad de la ciudad, el consumo y el cuidado del agua, entre otros temas. En relación con la calidad del aire, se ofrece un curso denominado “La contaminación y tu salud”, en donde se dan a conocer los principales contaminantes que afectan la calidad del aire y sus implicaciones en la salud humana. El curso busca fomentar acciones concretas con participación ciudadana para mejorar la calidad del aire.

A8.2.3 Estado de México

Sitio web

En el Estado de México, la SMAGEM cuenta con un sitio web⁵ oficial en donde se pueden consultar publicaciones, documentos técnicos, conferencias, talleres, exposiciones, y concursos en materia de medio ambiente y también de calidad del aire, con la finalidad de promover la participación de todos los sectores en tareas de prevención y protección del medio ambiente.

Dentro de la página de la SMAGEM se encuentra un enlace directo para consultar el sitio web oficial⁶ de la Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA) del Valle de Toluca, en donde se puede consultar información específica de la gestión de la calidad del aire, como:

⁴ Disponible en <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/>

⁵ Disponible en <http://sma.edomex.gob.mx/>

⁶ Disponible en <http://rama.edomex.gob.mx/>

- Aspectos generales del monitoreo (contaminantes, normatividad, técnicas de medición, entre otros)
- Detalles administrativos, geográficos y técnicos de la RAMA
- Reportes de la calidad del aire (diario, mensual, histórico)
- Trámites y servicios

Esta información publicada por la SMAGEM cubre el Valle de Toluca, y se genera a partir de ocho estaciones de monitoreo en la zona. No se proporciona información del monitoreo en los 59 municipios conurbados que forman parte de la ZMVM, ya que esta se encuentra en el sitio web de la SEDEMA.

Redes sociales

La SMAGEM hace uso de dos identidades oficiales en redes sociales: Secretaría del Medio Ambiente del Estado de México y la Dirección de Concertación y Participación Ciudadana, cada una con una cuenta de Facebook ([@AmbienteEdomex](#) y [@CPC.SMA](#)) y Twitter ([@AmbienteEdomex](#) y [@CPC_SMA](#)), respectivamente. A pesar de

tratarse de dos identidades distintas, en ambas se publican los mismos contenidos en torno a las acciones y recomendaciones relacionadas al medio ambiente, con el objetivo de alcanzar una mayor audiencia y homologar mensajes.

A8.3 Reportes de los talleres participativos para la elaboración del ProAire ZMVM 2021-2030

El diseño del Programa de Gestión Ambiental de la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana del Valle de México 2021-2030 (ProAire ZMVM 2021-2030) comenzó a inicios del año 2020, con el objetivo de integrar la información referente a las políticas, medidas y acciones propuestas para mejorar la calidad del aire en la Zona Metropolitana del Valle de México.

De acuerdo con los Términos de Referencia del proyecto, se realizaron nueve talleres participativos (ver Tabla A8.1) para la elaboración del ProAire 2021-2030

cuyos reportes se encuentran en el presente Anexo. El objetivo de los talleres fue ser un espacio de discusión entre expertos en materia de calidad del aire, gobiernos y sociedad civil, para generar y consensar acciones del ProAire ZMVM 2021-2030. De esta manera, el equipo consultor seleccionó medidas más relevantes que surgieron como resultado de cada uno de los talleres. Así mismo, se revisaron, analizaron y ordenaron las discusiones, información y resultados que surgieron a través de las instituciones participantes en los talleres.

Tabla A8.1 Lista de talleres para el ProAire

| Nombre | Fecha | Modalidad | Institución organizadora |
|---|-----------------------|------------|---|
| Energía sustentable | 5 de julio de 2019 | Presencial | Secretaría de Medio Ambiente de la Ciudad de México (SEDEMA) y la Iniciativa Climática México (ICM) |
| Industria y fuentes de área | 9 de agosto de 2019 | Presencial | SEDEMA e ICM |
| Movilidad | 23 de octubre de 2019 | Presencial | SEDEMA, SEMOVI e ICM |
| Calidad del aire e investigación | 26 de junio de 2020 | Virtual | SEDEMA y CAPSUS |
| Salud y calidad del aire | 10 de julio de 2020 | Virtual | SEDEMA y CAPSUS |
| Residuos sólidos urbanos y su impacto en la calidad del aire y en el cambio climático | 27 de julio de 2020 | Virtual | SEDEMA y CAPSUS |
| Agua, cambio climático y calidad del aire | 17 de agosto de 2020 | Virtual | SEDEMA, CAPSUS e ICM |
| Cultura climática y de calidad del aire | 5 de octubre de 2020 | Virtual | SEDEMA, CAPSUS |
| Género, cambio climático y calidad del aire | 9 de octubre de 2020 | Virtual | SEDEMA, Secretaría de Mujeres (SEMujeres), CAPSUS e ICM |

A continuación se presenta el reportes individuales de cada uno de los talleres. En cada reporte se presenta una descripción de actividades, los resultados obtenidos, el listado de los participantes y un registro fotográfico de los mismos. Finalmente, se incluye el reporte del taller para

el proceso de identificación y priorización de las medidas a incluir en el ProAire ZMVM 2021-2030, el cual busca ayudar a dirigir y estructurar las etapas de identificación y realización del valor social en los instrumentos, políticas y herramientas de mitigación.

A8.3.1 Taller 1 Energía sustentable

Descripción de actividades

El taller tuvo lugar el 5 de julio del 2019, en el Auditorio de la Quinta Colorada, dentro de la 1a sección del Bosque de Chapultepec, Ciudad de México. Fue el primer taller en ejecutarse de la lista de talleres del ProAire y estuvo a cargo de la SEDEMA e ICM. En el taller participaron más de 120

personas de diferentes sectores de la sociedad, incluyendo representantes del Gobierno Federal, de la Ciudad de México, del Estado de México y del Estado de Hidalgo; academia y centros de investigación, organizaciones de la sociedad civil y asociaciones y empresas del sector privado.

Los objetivos del taller fueron identificar medidas para la reducción de emisiones de contaminantes criterio y compuestos gases de efecto invernadero (CyGEI) en el sector energético, así como definir potenciales actores implementadores y analizar las necesidades para su instrumentación a través de la Estrategia Local de Acción Climática 2020-2040, el Programa de Acción Climática de la Ciudad de México 2020-2026, el Programa de Gestión Ambiental de la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana del Valle de México (ProAire) 2021-2030 y el Programa Integral de Movilidad (PIM)2020-2024, así como de Ciudad Solar.

Las actividades del taller siguieron la metodología del Café Mundial que consiste en la conformación de mesas de discusión que trabajan de manera simultánea, en donde se plantean preguntas detonantes y la discusión es liderada por un moderador y un relator.

Resultados

A continuación se presentan los resultados principales obtenidos durante las mesas de discusión, en donde se identificaron las medidas, actores e instrumentos para promover la sostenibilidad energética de la Ciudad de México. Los resultados descritos a continuación integran los insumos recabados por la Secretaría del Medio Am-

Mesa 1. Solar fotovoltaico

Se generó una lista de propuestas resumida en la Tabla A8.2. Por parte del gobierno federal, se identificaron a la CRE, la SENER, la SEMARNAT, el INFONAVIT y la CONUEE como las instancias responsables de ejecutar estas pro-

Para los objetivos del evento, se definieron cuatro mesas de discusión que corresponden a los ámbitos de la energía sustentable de la Ciudad de México: solar fotovoltaico, solar térmico, electromovilidad y eficiencia energética. En cada grupo de trabajo se tuvo la oportunidad de discutir y proponer acciones para avanzar la sustentabilidad energética de la ciudad. También, la diversidad fue respetada y permitió identificar opciones y distintas soluciones desde perspectivas institucionales, disciplinarias y culturales. Todos los participantes se desplazaron por las cuatro mesas con las distintas líneas de acción propuestas a lo largo del taller. En cada una de ellas, las y los participantes cuestionaron, enriquecieron o agregaron acciones o aspectos para hacer posible la implementación de las acciones propuestas.

biente de la Ciudad de México, la Secretaría de Movilidad de la Ciudad de México y la Iniciativa Climática de México, con base en la información documentada del evento y su memoria fotográfica, así como con los textos elaborados por los relatores de las mesas de discusión.

puestas. También se identificaron la SEDEMA, la SEDECO y las alcaldías como los actores relevantes por parte del Gobierno de la Ciudad de México.

Tabla A8.2 Incentivos y esquemas de financiamiento para garantizar el acceso y uso generalizado de estrategias

| Propuestas de participantes | |
|-----------------------------|--|
| 1 | Establecer un programa de sistemas fotovoltaicos para cadenas de tiendas de autoservicio. |
| 2 | Incentivos al predial para que arrendatarios de inmuebles coloquen paneles fotovoltaicos. |
| 3 | Financiamiento a pequeñas y medianas empresas, con tarifas diferenciadas y los ahorros económicos paguen nuevos proyectos, modelo tipo ESCO. |
| 4 | Vincular la movilidad con la energía fotovoltaica. |
| 5 | Considerar al Estado de México e Hidalgo, para formar una alianza de la ZMVM y contribuir con el presupuesto destinado para estos proyectos. |
| 6 | Promover distintivos a las empresas con consumo de energía fotovoltaica o térmica, o con acciones de eficiencia energética. |
| 7 | Instalación de paneles fotovoltaicos en hogares y cobrar a través de la factura eléctrica. |
| 8 | Capacitar a técnicos e instaladores, para garantizar el éxito en los proyectos enfocados a energía fotovoltaica. |
| 9 | Instalar energía limpia, siempre y cuando exista en el inmueble eficiencia energética (obligatorio). Impulsar el diseño de incentivos fiscales para dueños de edificios. |
| 10 | Redirigir los subsidios eléctricos. |
| 11 | Garantizar el cumplimiento de la normatividad aplicable; por ejemplo, los objetivos señalados en la Ley de Transición Energética y la Ley General de Cambio Climático. |

Mesa 2. Solar Térmico

En la mesa de la temática solar térmica se señaló la necesidad de ampliar propuestas a la industria y no sólo a los servicios y hogares, la consideración del enfriamiento mediante energía renovable y la asociación de las medidas del eje solar térmico con criterios de eficiencia energética.

Para lograr un mayor alcance en el uso de esta tecnología, se identificaron incentivos y esquemas de financiamiento para garantizar su uso (Tabla A8.3) y propuestas de socialización para la población (Tabla A8.4).

Tabla A8.3 Incentivos y esquemas de financiamiento para garantizar el acceso y uso generalizado de estrategias solares térmicas

| Propuestas de participantes | |
|-----------------------------|--|
| 1 | Promover que el arrendador descuente un porcentaje de la renta a quienes adopten este tipo de tecnologías. |
| 2 | Crear incentivos económicos o fiscales a grandes consumidores (hoteles y restaurantes). |
| 3 | Diseñar fondos de garantía, cooperativas y fideicomisos con esquemas de financiamiento. |
| 4 | Asignar un descuento en el pago del predial o incluso de servicios para incentivar la instalación de sistemas solares térmicos. |
| 5 | Desarrollar el mercado a través de licitaciones internacionales. |
| 6 | Promover modelos de negocio ESCO y leasing (para industria). |
| 7 | Impulsar compras a escala a diferentes usuarios que permita disminuir costos e incentivar la instalación a gran escala de los paneles. |
| 8 | Involucrar a la banca de desarrollo para impulsar el uso de energía solar térmica. |

Tabla A8.4 Propuestas de socialización a la población

| Propuestas de participantes | |
|-----------------------------|---|
| 1 | Promover casos de éxito: Aguascalientes, Guanajuato, Mérida e incluso a nivel vecinal para promover el uso de este tipo de energía. |
| 2 | Sensibilizar sobre la importancia de disminuir emisiones de carbono. Establecer la implementación de esta tecnología como un camino. |
| 3 | Difundir información sobre mecanismos de financiamiento (procesos, empresas certificadas). La información está concentrada en ciertos niveles, no se socializa (qué, cómo y a quién). Se necesita garantizar la asesoría a ciudadanos interesados en energía solar térmica. |
| 4 | Resaltar los beneficios en salud y atención de la crisis climática (a ciudadanos) y costo-beneficio para sector privado. Establecer de manera clara los ahorros económicos para el mediano y largo plazo que el uso de esta tecnología conlleva. |
| 5 | Implementar mediante la creación de alianzas estratégicas entre los actores (banca internacional, sector privado, etc.). <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Contar con un mapeo de fabricantes. <input type="checkbox"/> Crear un padrón para identificar proveedores confiables de energía solar. |

Mesa 3. Electromovilidad

Durante la mesa de discusión se presentaron 4 medidas consideradas en el Programa de Reducción de Emisiones de la SEMOVI: el fortalecimiento de red de carga para vehículos eléctricos (10% de automóviles privados nuevos serán híbridos o eléctricos al 2024), los incentivos no mone-

tarios para la masificación de vehículos privados híbridos, eléctricos y de carga, el 100% de flota de mototaxis a vehículos eléctricos y 20% híbridos/eléctricos en flota convencional y que habrán una flota de 500 trolebuses al 2024. Los incentivos potenciales se resumen en la Tabla A8.5.

Tabla A8.5 Incentivos propuestos

| Propuestas de participantes | |
|-----------------------------|--|
| 1 | Implementar Incentivos no monetarios para la masificación de vehículos eléctricos. |
| 2 | Un incentivo puede ser que los vehículos eléctricos sean 100% deducibles. |
| 3 | Acompañar los incentivos a la compra de vehículos eléctricos con un programa de electrolineras. |
| 4 | Fortalecer el transporte eléctrico de última milla y generar incentivos para tener vehículos eléctricos (de carga, transporte público y privados). |

Mesa 4. Eficiencia energética

En la mesa de discusión de eficiencia energética, se identificó la importancia de contar con programas e incentivos que abarquen todos los sectores y se resaltó la importancia del sector servicios/comercio. También se resaltó la promoción de un mayor involucramiento de hogares (en donde hay gran potencial, pero poca información/conocimiento sobre medidas y sus beneficios) y de la ciudadanía en general. Se identificaron medidas relacionadas con el ámbito programático y normativo, e incentivos, especialmente para comercios y

servicios. Asimismo, se discutió que el biogás debe ser tratado como un componente por separado y se mencionó la importancia de pensar en un Plan Integral, así como un mercado de emisiones en la Ciudad. Se identificaron actores relevantes como el Consejo Nacional de Biogás, SECTEI, Banobras, academia, universidades, sector transporte y proveedores.

Los principales resultados se exponen en la Tabla A8.6.

Tabla A8.6 Principales medidas requeridas

| Propuestas de participantes | |
|-----------------------------|---|
| 1 | Aplicación efectiva de la normativa existente para edificaciones y la creación de un fondo revolvente para apoyar a los programas para edificios públicos. |
| 2 | Creación de programas de eficiencia energética para infraestructura en la Ciudad de México en donde se incluyan todos los tipos (metro, estaciones de bombeo, plantas de tratamiento, etc.). |
| 3 | Replicar programas federales de eficiencia energética exitosos, y hacer usos de programas en marcha como las redes de aprendizaje de la CONUEE. |
| 4 | En materia de información se mencionó la importancia de contar /actualizar diagnósticos energéticos, así como crear una base de datos que incluya toda la información disponible para EE y así poder sacar también los co-beneficios asociados. |

Evidencia del taller

Registro fotográfico



Figura A8.1 Asistentes del taller



Figura A8.2 Introducción al taller

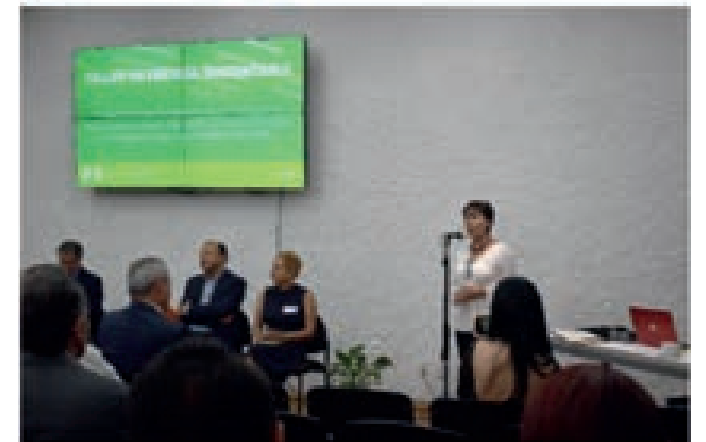


Figura A8.3 Mesa de discusión

A8.3.2 Taller 2 Industria y Fuentes de Área

Descripción de actividades

El taller fue organizado por la SEDEMA y la Iniciativa Climática México (ICM) y tuvo lugar el 9 de agosto del 2019, en el Auditorio de la Quinta Colorada, dentro de la 1a sección del Bosque de Chapultepec, Ciudad de México.

Los objetivos particulares del taller fueron:

- Presentar los objetivos y la coordinación de la Estrategia Local de Acción Climática 2020-2040, el Programa de Acción Climática de la Ciudad de México 2020-2026 y el Programa de Gestión Ambiental de la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana del Valle de México (ProAire) 2021-2030.
- Presentar la estimación del presupuesto de carbono para la Ciudad de México y el sector de industria y fuentes de área.
- Identificar y definir el objetivo y las metas de mitigación del sector industrial y de las fuentes de área, así como las acciones sinérgicas y prioritarias para su cumplimiento.
- Contar con la participación de especialistas del gobierno, academia, sector privado y sociedad civil a fin de contar con sus propuestas y elaborar una hoja de ruta para el sector de industria y fuentes de área.

Al comienzo del taller se dieron unas palabras de bienvenida para dar inicio al segundo taller para la preparación conjunta de los temas de calidad del aire y cambio climático, para optimizar la preparación de tres instrumentos: Estrategia Local de Cambio Climático, el Programa de Acción Climática y el Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire. Se resaltó que la atención a la industria y fuentes de área ha sido un tema que ha quedado relegado, de forma que en México se deben adoptar lógicas con menor impacto ambiental. Además, se habló de las sinergias entre los instrumentos de política ambiental mencionados, destacando que se busca implementar medidas y estrategias que permitan revertir la tendencia actual del incremento de temperatura, incluir la perspectiva de género y reducción de la desigualdad, así como resaltar medios de implementación para que los instrumentos sean ejecutados.

De igual forma, el taller contó con dos ponencias de especialistas en materia del sector industrial y fuentes de área. Estos especialistas fueron el Mtro. Daniel Charcón de ICM, quien habló del presupuesto de carbono de la Ciudad de México y su importancia para el desarrollo social y económico en la ciudad, y la Mtra. Patricia Camacho Rodríguez de la SEDEMA, quien habló del inventario de emisiones de la industria y las fuentes de área en la ZMVM.

Posterior a las ponencias, se siguió la metodología del Café Mundial para fomentar la discusión entre los participantes del taller. Esta metodología es una herramienta de aprendizaje colectivo que impulsa el trabajo multidisciplinario, en donde se emplea la conversación como herramienta principal para la construcción del conocimiento. Consiste en la conformación de mesas de discusión que trabajan de manera simultánea, en donde se plantean preguntas detonantes y la discusión es liderada por un moderador y un relator.

Para los objetivos del evento, se definieron dos mesas de discusión que corresponden a los ámbitos de la in-

Resultados

Los resultados descritos a continuación integran los insumos recabados por la Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México y la Iniciativa Climática de México, con base en la información documentada del evento y su memoria fotográfica, así como con los textos elaborados por los relatores de las mesas de discusión.

Para enriquecer la conversación y discusión del taller, durante el mismo se presentaron cuatro ponencias. A continuación se describen los principales puntos expuestos y discutidos durante estas.

Presupuesto de carbono - Mtro. Daniel Chacón (ICM):

Durante la ponencia, el Mtro. Daniel Chacón explicó que el presupuesto de carbono hace referencia a la cantidad de carbono que se puede seguir colocando en la atmósfera para limitar el incremento de la temperatura global en menos de 2°C respecto a niveles preindustriales, por lo que es una métrica que facilita definir límites de emisiones entre los países y al interior de sus sectores. También resaltó que, siendo el mayor contribuyente a las emisiones del país, se estima que la Ciudad de México tiene un presupuesto de 448 MtCO₂ hasta el 2100. Esto significa que las autoridades locales deben acelerar los esfuerzos para reducir emisiones y definir las políticas bajo esta lógica para cumplir la ruta del Acuerdo de París. También mencionó que ahora las alternativas y las

industrias y las fuentes de área. En estas mesas los participantes tuvieron la oportunidad de discutir y proponer acciones o aspectos para hacer posible su implementación. Se identificaron medidas, actores e instrumentos para promover las buenas prácticas y la disminución de gases de efecto invernadero (GEI) y de contaminantes del aire provenientes de la industria y fuentes de área. Al finalizar las discusiones, se llevó a cabo el cierre del evento en donde los relatores compartieron los hallazgos identificados. Los resultados principales obtenidos se presentan en las Tablas A8.7, A8.8 y A8.9 en la siguiente sección.

tecnologías son más accesibles y presentan ventajas económicas al implementarlas, por lo que hay que impulsar su implementación.

El inventario de emisiones de la industria y las fuentes de área - Mtra. Patricia Camacho Rodríguez (SEDEMA):

En su presentación, la Mtra. Patricia Camacho Rodríguez resaltó la importancia de trabajar de manera conjunta calidad del aire y cambio climático por su relación, en parte por la incidencia de las modificaciones meteorológicas en la concentración de contaminantes. Destacó que la Ciudad de México cuenta con 2300 industrias federales y locales que inciden en la concentración de emisiones, entre las que destacan la industria alimenticia y la metálica por su presencia y contribución de emisiones, así como la industria química a nivel federal por su emisión de COV. A su vez, señaló que la SEDEMA está estimando las emisiones incluyendo la información de las licencias ambientales y las Cédulas de Operación Anual. Se está haciendo un esfuerzo por hacer una distinción entre las industrias que son de jurisdicción local y federal y por brindar información en función del tipo de emisiones; por combustión y por tipo de actividad. A su vez, señaló que las normas de contaminantes están siendo actualizadas, lo que implica mayores esfuerzos para cumplir la normatividad.

Mesas de discusión

A continuación se presentan los resultados principales obtenidos durante las mesas de discusión, en donde se identificaron las medidas, actores e instrumentos para

promover las buenas prácticas y la disminución de GEI y de contaminantes del aire en la industria y en fuentes de área dentro de la ZMVM.

Mesa 1. Fuentes de área

Las fuentes de área consideran la generación de aquellas emisiones inherentes a actividades y procesos. Algunos de los principales emisores de PM₁₀ y PM_{2.5} son las vialidades pavimentadas y sin pavimentar. En cuanto a los COV, los mayores generadores son el uso comercial y doméstico de solventes; la distribución, fugas y almacenamiento de combustibles; y los residuos urbanos. Finalmente, para el CO_{2eq}, los mayores emisores

son los rellenos sanitarios, la combustión habitacional y aguas residuales no tratadas. Por lo tanto, se discutió sobre medidas que podrían ser implementadas para reducir la emisión de contaminantes de fuentes de área en la Ciudad de México, resultando en la lista expuesta en la Tabla A8.7. Además, se identificaron medidas para reducir la desigualdad, las cuales se resumen en la Tabla A8.8.

Tabla A8.7 Medidas e instrumentos/necesidades de implementación

| Propuestas de participantes | |
|-----------------------------|--|
| 1 | Reducción de emisiones en la distribución y uso de gas LP. |
| 2 | Supervisión y vigilancia de normatividad para control de emisiones de combustibles. |
| 3 | Campaña de concientización para mantenimiento de instalaciones de gas y verificación de fugas en viviendas. |
| 4 | Regulación de pintado de aire libre. |
| 5 | Regular COV en pinturas y tintas. |
| 6 | Residuos Sólidos Urbanos (RSU). |
| 7 | Lineamientos para compras verdes en gobierno. |
| 8 | Lineamientos de construcción sustentable. |
| 9 | Programa de autogestión de gasolineras para incrementar la eficiencia de sus sistemas de control. |
| 10 | Correcto tratamiento de aguas residuales. |
| 11 | Programa de sustitución de gas LP por gas natural o electrificación de aparatos para la industria y hogares. |
| 12 | Regulación a negocios itinerantes como food trucks, mercados sobre ruedas, etc. para evitar instalación de gas LP sin control. |
| 13 | Regulación para control de disposición de desechos cerca de carnicerías y mercados |

Tabla A8.8 Medidas para reducir la brecha de desigualdad

| Propuestas de participantes | |
|-----------------------------|--|
| 1 | Continuidad de programas por cambios de alcaldías. |
| 2 | Capacitación para pepenadores. |
| 3 | La desigualdad económica promueve el uso de combustibles pesados en los sectores económicos más vulnerables. |
| 4 | Daños a la salud de la población y a trabajadores que usan solventes, como muebleros u hojalateros. |
| 5 | Considerar el rol de la mujer en actividades del hogar. |
| 6 | Sectores con menores ingresos. |

Mesa 2. Industria

La industria en la ZMVM se integra principalmente por la industria alimentaria, química, de fabricación de productos metálicos, de plástico y de hule. Es relevante atender al sector pues la fabricación de productos metálicos y a base de minerales no metálicos es un importante emisor tanto de CO_{2eq} como de material particulado (PM₁₀ y PM_{2.5}) y carbono negro. En tanto, la industria química se ubica dentro de los tres principales emisores de CO_{2eq} y COV, mientras que la industria alimentaria es relevante por sus

emisiones de carbono negro y de material particulado. Por lo tanto, se discutió sobre medidas que podrían ser implementadas en el sector industrial en la Ciudad de México, resultando en la lista expuesta en la Tabla A8.9. Es relevante mencionar que aunque las industrias se distribuyen en la ZMVM, muchas de ellas son de jurisdicción federal, por lo que incidir en las emisiones de GEI y contaminantes criterio del sector requiere de la participación de distintos órdenes de gobierno.

Tabla A8.9 Medidas e instrumentos/necesidades de implementación

| Propuestas de participantes | |
|-----------------------------|--|
| 1 | Actualizar y fortalecer la vigilancia para el cumplimiento de la normatividad. |
| 2 | Fortalecer Licencia Ambiental Única (LAU). |
| 3 | Creación de normas para regular las emisiones de COV en sectores federales. |
| 4 | Capacitación y buenas prácticas en los procesos industriales. |
| 5 | Eficiencia en sistema de bombeo, compresión y ventilación. |
| 6 | Posicionar el mercado de emisiones como un instrumento para reducirlas. |
| 7 | Implementar medidas para el control del crecimiento urbano. |
| 8 | Revisar instrumentos fiscales para identificar qué se requiere actualizar y mejorar. |
| 9 | Otras medidas propuestas relacionadas con la reducción de brechas de desigualdad |
| <input type="checkbox"/> | Aumentar la capacitación y profesionalización de mujeres y población vulnerable para que se les incorpore en las actividades del sector. |
| <input type="checkbox"/> | Promover la selección de personalidad con base en capacidades y experiencia y no en género o condición social o racial. |
| <input type="checkbox"/> | Disminuir la brecha salarial en la industria. |
| <input type="checkbox"/> | Cambiar percepción de las actividades y capacidades para incluir a todos los sectores de la población. |
| <input type="checkbox"/> | Flexibilidad de horarios y licencias a quienes trabajan en el sector y en episodios de contingencia. |
| <input type="checkbox"/> | Difusión y revisión de la aplicación de la NMX-R-025-SCFI-2015 en igualdad laboral y no discriminación. |
| <input type="checkbox"/> | Crear indicadores de género en materia de medio ambiente para conocer el impacto social. |
| <input type="checkbox"/> | Realizar estudios y reportes estadísticos del porcentaje de participación de hombres y mujeres en los diversos ramos y sectores industriales en la ZMVM. |
| <input type="checkbox"/> | Promover esquemas de horarios escalonados, trabajo en casa, jornadas laborales más cortas, etc, para personas que se encuentren a cargo de infantes, adultos mayores, personas discapacitadas u otros. |
| <input type="checkbox"/> | Acercamiento de mujeres jóvenes a la industria. |

Evidencia del taller

Registro fotográfico



Figura A8.4 Introducción al taller



Figura A8.5 Mesa de discusión



Figura A8.6 Asistentes del taller

A8.3.3 Taller 3 Movilidad

Descripción de actividades

El taller se llevó a cabo el 23 de octubre de 2019, de 8:30 a 14:00 horas, de manera presencial. Este fue organizado por la SEDEMA, la SEMOVI y la Iniciativa Climática México (ICM) y tuvo lugar en el Auditorio de la Quinta Colorada, dentro de la 1a sección del Bosque de Chapultepec, Ciudad de México. El objetivo del taller fue obtener aportaciones de especialistas en materia de movilidad que ayuden a integrar y diseñar la política climática de la Ciudad y las propuestas de política pública incluidas dentro del ProAire ZMVM 2021-2030.

Los objetivos particulares del taller fueron los siguientes:

- Presentar los objetivos de la Estrategia Local de Acción Climática (ELAC) 2020-2040 y el Programa de Acción Climática de la Ciudad de México (PACCM) 2020-2026, así como su coordinación con el Programa de Gestión Ambiental de la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana del Valle de México (ProAire) 2021-2030 y el Programa Integral de Movilidad (PIM) 2020-2024.
- Presentar la estimación del presupuesto de carbono para la Ciudad de México y el sector movilidad.
- Identificar y definir el objetivo y las metas de mitigación y adaptación del sector movilidad, así como las medidas sinérgicas para la reducción de emisiones prioritarias para su cumplimiento.
- Contar con la participación de especialistas del gobierno, academia, sector privado y sociedad civil a fin de contar con sus propuestas y elaborar una hoja de ruta para el sector movilidad.

Al comienzo del taller se dieron unas palabras de bienvenida donde se resaltó la sinergia que presentan la calidad del aire y el cambio climático al compartir un mismo origen: la forma en la que la energía es generada y consumida. Por lo tanto, también se hizo mención a esfuerzos conjuntos para generar sinergias en el diseño y ejecución de las políticas públicas, como son el

movimiento de jóvenes Fridays for Future y la reunión celebrada entre las diversas autoridades ambientales del país en el contexto de la Comisión Ambiental y de Cambio Climático de la Conferencia Nacional de Gobernadores. Finalmente, se habló de la importancia de atender de manera transversal las emisiones causadas por la movilidad.

La siguiente actividad tuvo como objetivo mostrar las sinergias entre los instrumentos de política ambiental en la Ciudad de México: la Estrategia Local de Acción Climática 2020-2040, el Programa de Acción Climática de la Ciudad de México 2020-2026, el ProAire ZMVM 2021-2030 y el Programa Integral de Movilidad 2020-2024.

De igual forma, el taller contó con cuatro ponencias de especialistas en materia de movilidad. Estos especialistas fueron el Mtro. Daniel Chacón de ICM, quien habló del presupuesto de carbono de la Ciudad de México y su importancia para el desarrollo social y económico en la ciudad; la Lic. Petra Paz Ramírez de la SEDEMA, quien presentó acerca de las emisiones de contaminantes criterio y compuestos y gases de efecto invernadero (GEI) por el sector transporte en la Ciudad; el Dr. Antonio Mediavilla Sahagún del Centro Mario Molina (CMM), quien expuso sobre las herramientas de gestión para comparar el impacto de distintas políticas de movilidad en las emisiones contaminantes; y la Lic. Carolina García Cañón de la Secretaría de Medio Ambiente del Estado de México (SMAGEM), quien abordó los programas y acciones de movilidad y transporte en el Estado de México.

Al finalizar las presentaciones, se siguió la metodología del Café Mundial para fomentar la discusión entre los participantes del taller. Esta metodología es una herramienta de aprendizaje colectivo que impulsa el trabajo multidisciplinario, en donde se emplea la conversación como herramienta principal para la construcción del conocimiento. Consiste en la conformación de mesas de discusión que trabajan de manera simultánea, en donde se plantean preguntas detonantes y la discusión es liderada por un moderador y un relator.

Para los objetivos del presente evento, se definieron cuatro mesas de discusión:

1. Movilidad activa (peatones y ciclistas)
2. Transporte individual motorizada
3. Transporte público colectivo e individual
4. Transporte de carga

Resultados

Los resultados descritos a continuación integran los insumos recabados por la SEDEMA y la ICM, con base en la información documentada del evento y su memoria fotográfica, así como en los textos elaborados por los relatores de las mesas de discusión.

Para enriquecer la conversación y discusión del taller, durante el mismo se presentaron cuatro ponencias. A continuación se describen los principales puntos expuestos y discutidos durante estas.

Presupuesto de carbono - Mtro. Daniel Chacón (ICM):

En la ponencia, el Mtro. Daniel Chacón explicó que el presupuesto de carbono hace referencia a la capacidad que tiene la atmósfera de acumular carbono si se desea mantener el aumento de la temperatura en límites seguros. Por lo tanto, destacó que las decisiones que se tomen en este momento, como la compra de un autobús de combustión interna, pueden influenciar lo que suceda en el sistema climático en las próximas décadas. Enfatizó que de acuerdo a los expertos del IPCC el límite más seguro para evitar la catástrofe climática es un calentamiento máximo de 1.5°C por encima de la temperatura a nivel preindustrial y que la tendencia de las políticas actuales nos llevaría a un calentamiento entre 4°C y 6°C. A su vez, mencionó que México cuenta con un presupuesto de carbono nacional de 23.3 GtCO_{2eq} hasta finales del siglo, con la tendencia de 2°C; por lo que se requieren medidas inmediatas que cambien los patrones de movilidad, así como el compromiso de toda la sociedad para alcanzar un pico de emisiones lo más pronto posible.

En estas mesas los participantes tuvieron la oportunidad de discutir y proponer acciones, así como aspectos para hacer posible su implementación. Se identificaron medidas, actores e instrumentos para promover las buenas prácticas y la disminución de GEI y de contaminantes del aire provenientes de las fuentes móviles. Posteriormente se llevó a cabo la presentación de resultados en plenaria, mismos que fueron complementados por las y los asistentes. Los principales resultados obtenidos se presentan en las Tablas A8.10, A8.11, A8.12 y A8.13 en la siguiente sección.

Herramienta de gestión para comparar el impacto de distintas políticas de movilidad en las emisiones contaminantes - Dr. Antonio Mediavilla Sahagún (CMM):

En la presentación, el Dr. Antonio Mediavilla destacó que el big data es una herramienta que puede utilizarse para contribuir al cumplimiento de las metas de calidad del aire y cambio climático, pues el análisis de datos de redes móviles ha mostrado ser una forma efectiva y económica para estimar las emisiones de CO₂ y NO_x en las zonas urbanas. Comentó que el inventario de la Ciudad de México y del país revelan que las fuentes móviles son responsables significativos de contaminantes y que los efectos de políticas sobre la calidad del aire no son ni económica ni rápidamente procesados por las técnicas actualmente disponibles, ya que estas técnicas están basadas en métodos de medición en puntos fijos. Por ello, señaló que la herramienta presentada busca utilizar los CDR (Call Detail Records) para asociarlos a patrones de movilidad urbana y su correlación con la contaminación atmosférica a escala urbana, por lo que permitirá evaluar y comparar políticas, identificando cuál reduce más emisiones y maximiza el uso de recursos.

Las emisiones de contaminantes criterio y compuestos y gases de efecto invernadero por el sector transporte en la Ciudad de México - Lic. Petra Paz (SEDEMA):

La Lic. Petra Paz señaló que se estima una flota vehicular de 2.3 millones en la Ciudad de México, así como de 5.7 millones en la ZMVM, la cual al relacionarla con datos de actividad vehicular y la propiedad de los combustibles,

permiten estimar las emisiones de este sector. La licenciada mencionó que el transporte es el sector de mayor consumo de combustibles fósiles, representando el 61% de la energía que se consume en la Ciudad. De forma correspondiente, habló de que el sector se relaciona con las mayores emisiones de óxidos de nitrógeno (NO_x) y de dióxido de carbono (CO₂), apuntando que las fuentes móviles aportan el 86% de las emisiones totales de NO_x y el 74% de las emisiones de dióxido de carbono equivalente (CO_{2eq}), con el 99% de las emisiones de hidrofluorocarbonos (HFC), 76% de CO₂ y 63% de óxido nitroso (N₂O). Además resaltó que el transporte pesado a diésel, el cual es en su mayoría de jurisdicción federal, es el mayor emisor de carbono negro y de partículas menores a 2.5 micrómetros (PM_{2.5}); así como que la resuspensión de polvos en vialidades pavimentadas por actividades vehiculares también es una importante fuente de generación de partículas PM_{2.5}.

Durante la ponencia, también se abordaron algunas de las causas que contribuyen a las emisiones del transporte, las cuales incluyen la mala condición de vialidades y exceso de reductores de velocidad, largos recorridos hacia los centros de trabajo y escuelas, número de viajes, actividad de vehículos automotores, falta de mantenimiento de unidades, transporte público deficiente e insuficiente, desintegración del transporte público, falta de infraestructura y seguridad para movilidad activa, insegu-

Mesas de discusión

A continuación se presentan los resultados principales obtenidos de las mesas de discusión, en donde se identificaron las medidas, actores e instrumentos para

Mesa 1. Movilidad activa (peatones y ciclistas)

El crecimiento de la infraestructura vial ciclista ha sido disperso, no soluciona barreras urbanas y no cubre las zonas donde se realizan más viajes en bicicleta. Por lo

ridad en el transporte público, tecnologías atrasadas, mala calidad de combustibles, alto consumo de combustibles, deficiente gestión del tránsito, vehículos pesados sin tecnologías de control, entre otras. Por ello, se concluyó que los procesos para mejorar la calidad del aire y mitigar emisiones causantes del cambio climático deben de ser sinérgicos, con planeación y ejecución conjunta de políticas, estrategias y acciones.

Programa y acciones de movilidad y transporte en el Estado de México - Lic. Carolina García Cañón (SMAGEM):

La Lic. Carolina García explicó que el Programa de Gestión de la Calidad del Aire en el Estado de México 2018-2030 es un instrumento de gestión ambiental que integra 8 estrategias, 13 medidas y 96 acciones para prevenir y revertir las tendencias del deterioro de la calidad del aire, en los 125 municipios de la entidad, con el fin de proteger la salud de 16 millones de habitantes. Además, señaló que, entre las estrategias del programa sobresalen la reducción de emisiones en fuentes móviles y el fortalecimiento institucional y de financiamiento. Al respecto, mencionó que una de las medidas críticas es el fortalecimiento del Programa de Autorregulación, mientras que entre las medidas prioritarias se encuentran el fortalecimiento del Programa de Verificación Vehicular Obligatoria, el establecimiento de Zonas de Baja Emisión y la implementación de programas de reducción de emisiones contaminantes.

promover las buenas prácticas y la disminución de GEI y de contaminantes del aire provenientes de las fuentes móviles.

tanto, se discutió sobre medidas que podrían ser implementadas en materia de movilidad activa en la Ciudad de México, resultando en la lista expuesta en la Tabla A8.10.

Tabla A8.10 Medidas e instrumentos/necesidades de implementación

| Propuesta de participantes | |
|----------------------------|--|
| 1 | Duplicar viajes en bicicleta para llegar al 3% total en 2024. |
| 2 | Contar con biciestacionamientos masivos. |
| 3 | Expandir el sistema Ecobici |
| 4 | Implementar biciescuelas para mujeres. |
| 5 | Realizar piloto de movilidad de barrio. |
| 6 | Incrementar la infraestructura ciclista. |
| 7 | Incorporar arborización, áreas de descanso con bebederos y bancas |
| 8 | Normatividad y regulación. |
| 9 | Reducir las brechas de desigualdad. |
| 10 | Las mujeres son quienes realizan más viajes peatonales y con principales propósitos de realizar actividades de cuidado. Hay potencial de disminuir la brecha de mujeres usuarias de la bicicleta en la ciudad. |

Mesa 2. Transporte individual motorizado

El uso del transporte individual motorizado ha traído diversos problemas en las ciudades. Por un lado, contribuye de manera representativa a la emisión de contaminantes. Por otro lado, suele ser el responsable de la congestión en las vialidades de las ciudades debido a la alta cantidad de vehículos que circulan a diario, el espacio que ocupa

y la poca capacidad de ocupación (1.5 personas por vehículo). Por lo tanto, se discutió sobre medidas que podrían ser implementadas en materia de transporte individual motorizado en la Ciudad de México, resultando en la lista expuesta en la Tabla A8.11.

Tabla A8.11 Medidas e instrumentos/necesidades de implementación

| Propuesta de participantes | |
|----------------------------|---|
| 1 | Incorporar trabajo en casa. |
| 2 | Promover viernes sin autos administrativos. |
| 3 | Plan de movilidad escolar e institucional. |
| 4 | Definir zonas de bajas emisiones en el centro de la Ciudad. |
| 5 | Restringir la circulación de vehículos particulares locales y foráneos. |
| 6 | Hacer obligatorio el auto compartido en algunas vías de acceso controlado de 7 a 10 h. |
| 7 | Promover alcanzar un 10% de automóviles privados nuevos híbridos o eléctricos en 2024. |
| 8 | Contar con planes escolares, institucionales y empresariales de auto compartido. |
| 9 | Fortalecer la red de carga de vehículos eléctricos. |
| 10 | Crear incentivos para la sustitución de vehículos de bajas emisiones en servicios basados en plataformas. |
| 11 | Adquirir motocicletas Euro III para actividades del gobierno de la Ciudad. |
| 12 | Fortalecer HNC y PVVO. |
| 13 | Actualizar la NOM 163 sobre eficiencia energética en vehículos ligeros y la NOM 042 sobre emisiones de contaminantes criterio en vehículos ligeros. |
| 14 | Promover el uso de gasolinas de calidad en la megalópolis. |
| 15 | Instaurar etiquetado verde de automóviles. |
| 16 | Hacer obligatorio el programa de autobús escuela. |
| 17 | Extender el horario de auto compartido. |
| 18 | Fortalecer el cumplimiento de las normas mediante la regulación y sanción. |
| 19 | Ingresar incentivos de cambios de flotilla vehicular decadente para el HNC. |
| 20 | Aplicar la verificación vehicular para motos. |

Tabla A8.11 Medidas e instrumentos/necesidades de implementación (continuación)

| Propuesta de participantes | |
|----------------------------|--|
| 21 | Actualizar la NOM-016-CRE-2016, Especificaciones de calidad de los petrolíferos. |
| 22 | Reducir las brechas de desigualdad. |
| 23 | Históricamente, el automóvil ha sido usado principalmente por personas con un alto ingreso económico. Se busca que haya disminución en su uso y se opte por modos de transporte más sostenibles. |

Mesa 3. Transporte público individual y colectivo

La red de transporte público en la Ciudad de México se encuentra fragmentada y no ofrece un servicio de calidad, por lo que algunas personas, que pueden costearlo, optan por utilizar vehículos motorizados individuales, lo cual genera mayores emisiones y otros costos asociados. Por lo tanto, se discutió sobre medidas que podrían ser implementa-

das en materia de transporte público individual y colectivo en la Ciudad de México, resultando en la lista expuesta en la Tabla A8.12. Se enfatizó en contar con un enfoque metropolitano integral, en pensar en esquemas de financiamiento que busquen la inclusión de la población de bajos recursos y contar con un programa de chatarrización.

Tabla A8.12 Medidas e instrumentos/necesidades de implementación

| Propuesta de participantes | |
|----------------------------|--|
| 1 | Renovar y dar mantenimiento al 70% del transporte concesionado. |
| 2 | Instaurar una aplicación digital para el servicio de taxi. |
| 3 | Sustituir los taxis a bajas emisiones, híbridos o eléctricos (20%). |
| 4 | Promover la transición de mototaxis a vehículos eléctricos o de pedaleo asistido. |
| 5 | Expandir la Línea 12 del Metro hasta Observatorio |
| 6 | Renovar la flota BRT (Metrobús). |
| 7 | Acelerar la implementación de la NOM 044 SEMARNAT sobre emisiones de vehículos pesados con base en estándares Euro VI y EPA 10. |
| 8 | Incrementar la flota de Trolebús a 2024. |
| 9 | Incluir estándares ambientales para vehículos de contratistas de corredores públicos. |
| 10 | Expandir la red de Metrobús en 6 líneas a 2024. |
| 11 | Expandir el sistemas de transporte masivo de Const. de 1917 a Santa Marta. |
| 12 | Desarrollar el Sistema Cablebús a 2024. |
| 13 | Incrementar los corredores exclusivos para transporte público a 2024. |
| 14 | Adquisición de nuevas unidades de RTP de bajas emisiones. |
| 15 | Línea de transporte público de cero o bajas emisiones. |
| 16 | Impulsar energías alternativas limpias (Biogás e Hidrógeno). |
| 17 | Plan de Seguridad en el Transporte Público. |
| 18 | Transporte público a gas natural. |
| 19 | Creación de trenes para el transporte entre las ciudades. |
| 20 | Esquemas de intermodalidad (CETRAM). |
| 21 | Expansión de transporte. |
| 22 | Reducción de brechas de desigualdad. |
| 23 | Algunas de las zonas de la Ciudad de México que están mejor servidas por las redes de transporte público colectivo son las que a la vez ocupan el automóvil, mientras la periferia de escasos recursos, altamente dependiente de estos sistemas, sufren de servicios lentos, incómodos, inseguros y poco confiables. |

Mesa 4. Transporte de carga

El transporte de carga constituye el 9% del parque vehicular registrado en la Ciudad de México y es uno de los sectores con menores políticas implementadas para optimizar su funcionamiento, a pesar de ser esencial para la actividad económica y tener un alto impacto en el ambiente. Ello se traduce en ineficiencias operacionales, en altas emisiones de gases contaminantes y de

efecto invernadero, en alta congestión en corredores logísticos y zonas de concentración de destinos, así como en conflictos con otras personas usuarias de la vía. Por lo tanto, se discutió sobre medidas que podrían ser implementadas en materia de transporte de carga en la Ciudad de México, resultando en la lista expuesta en la Tabla A8.13.

Tabla A8.13 Medidas e instrumentos/necesidades de implementación

| Propuesta de participantes | |
|----------------------------|--|
| 1 | Permitir el transporte de doble semi-remolque y de sustancias peligrosas solo por la noche. |
| 2 | Restringir horarios de carga. |
| 3 | Circulación obligatoria en corredores designados para carga pesada. |
| 4 | Colocar trampas de partículas en unidades de carga. |
| 5 | Arrendamiento consolidado de vehículos oficiales de carga con altos estándares de eficiencia o eléctricos. |
| 6 | Acelerar introducción de tecnologías EURO VI / EPA 10. |
| 7 | Definir las tecnologías para programas de financiamiento. |
| 8 | Tomar en cuenta el movimiento de cargas a través de cargas ferroviarias. |
| 9 | Crear y actualizar normas. |
| 10 | Creación de infraestructura. |
| 11 | Marcar bahías de paradas para vehículos recolectores de residuos. |
| 12 | Hacer pruebas de calibración para contaminantes en vehículos. |
| 13 | Chatarrización en planes de manejo después de su vida útil. |
| 14 | Tratamiento de baterías de vehículos. |

Evidencia del taller

Registro fotográfico



Figura A8.7 Mesa de discusión



Figura A8.8 Presentación de resultados



Figura A8.9 Participantes del taller

A8.3.4 Taller 4 Calidad del Aire e Investigación

Descripción de actividades

El taller se llevó a cabo el 26 de junio de 2020, de 11:00 a 14:00 horas, de manera virtual, en sintonía con las medidas de mitigación y distanciamiento social establecidas a nivel internacional para reducir los riesgos asociados a la pandemia del COVID-19, y fue organizado por la SEDEMA y en colaboración con el equipo consultor Capital Sustentable (CAPSUS). El objetivo del taller fue obtener aportaciones de especialistas en materia de calidad del aire que ayuden a integrar y diseñar el Programa de Gestión Ambiental de la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana del Valle de México (ProAire) 2021-2030, así como para las propuestas de política pública que estarán incluidas dentro del mismo.

Los objetivos particulares del taller fueron los siguientes:

- Presentar los principales temas de investigación en Calidad del Aire.
- Delinear una agenda de investigación científica y comentar las necesidades mejorar y ampliar el diagnóstico de las causas y efectos de la contaminación atmosférica.

Al comienzo del taller se presentaron los avances y principales necesidades en la investigación de calidad del aire. Durante el mismo, se delineó una agenda de investigación científica y se comentaron los pendientes para mejorar el diagnóstico de las causas y efectos de la con-

taminación atmosférica. De igual forma, se identificaron y definieron un listado de problemas y posibles soluciones que relacionen a cada uno de los temas de los talleres con la calidad del aire. Por otro lado, en el taller se destacó la importancia de involucrar a actores relevantes a lo largo del desarrollo del ProAire 2021-2030.

De igual forma, el taller contó con cuatro presentaciones de especialistas en materia de calidad del aire. Estos especialistas fueron la Dra. Luisa Molina del Molina Center, quien propuso líneas de investigación para la ZMVM, el Dr. Luis Gerardo Ruiz del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) quien abordó la calidad del aire y el cambio climático, el Dr. Omar Amador del Centro de Ciencias Atmosféricas de la UNAM, quien expuso la caracterización química del aerosol orgánico atmosférico: tendencias y perfiles horarios, y la M. en I. Olivia Rivera de la SEDEMA, que destacó la calidad del aire y la demanda de conocimiento e información.

Posterior a cada presentación, se sostuvo un diálogo entre los distintos representantes de los diferentes sectores involucrados. Los comentarios de los participantes resultaron complementarios para la recopilación de diversas propuestas de estudio y la posterior integración de una agenda de investigación. Asimismo, se realizó un listado de problemas identificados y posibles soluciones (Tabla A8.14), así como una lista de propuestas de medidas adicionales para la agenda de investigación (Tabla A8.15).

Resultados

Como resultado principal del taller se obtuvo el listado de la agenda de investigación, ampliando así los temas de investigación de la química atmosférica, incluyendo ejercicios de investigación interdisciplinarios.

Propuestas de Investigación para la ZMVM - Dra. Luisa Molina (Molina Center):

La presentación de la Dra. Molina abordó la relevancia de realizar investigación sobre emisiones, perfiles tempora-

les por tipo de fuente en la región, emisiones de productos químicos volátiles, emisiones de GLP, identificación de COV provenientes de combustión incompleta de GLP. Además, señaló que es necesario aumentar las capacidades de medición de COV en cuanto a su representatividad espacial y temporal, e incluir oxigenados.

Respecto a la actual pandemia del COVID-19, instó identificar emisiones de halógenos (Cl), alcohol y productos de limpieza. Por otro lado, habló sobre las nuevas técni-

cas para el desarrollo de inventarios (modelación inversa, machine learning), cuantificación de incertidumbre y señaló la importancia del uso de información satelital para identificar las fuentes y reducir las incertidumbres y analizar la acidez en los aerosoles.

Sobre los impactos a la salud subrayó que es importante llevar a cabo estudios sobre los componentes y/o características específicas de la contaminación en el aire al ser responsables de los efectos en la salud, así como la especiación química de las emisiones de COV, PST y la toxicidad de las partículas e impactos a exposiciones crónicas.

Calidad del aire y cambio climático - Luis Gerardo Ruiz (INECC):

La presentación destacó entre las necesidades de investigación, realizar estudios integrales de contaminación atmosférica-cambio climático e integrar todos los inventarios dentro de uno mismo para resolver discrepancias del inventario medida. Los inventarios no son suficientes y el monitoreo real es con mediciones en el aire ambiente, así como gestión no solamente basada en criterios demográficos, sino también basada en cuencas atmosféricas (permitiendo aproximarse a la gestión ecosistémica), MRV (monitoreo-revisión-evaluación) de contaminantes locales y globales y abordar el beneficio climático de la reducción de contaminantes en la CDMX. Además se comentó que se debe proponer una buena red para medir carbono negro, al menos en las ciudades con más población, actividad industrial, movilidad, etc.

Caracterización Química del Aerosol Orgánico Atmosférico: Tendencias y Perfiles Horarios - Omar Amador (CCA-UNAM):

La presentación abordó el decremento en los gases criterio de combustión incompleta primarios: CO, NOx. Señaló que la mayor concentración de Hidrocarburo aromático policíclico (HAP) en fase gas es posiblemente debido a que han aumentado las emisiones de vehículos diésel. Además, destacó el interés de conocer la composición

química de las partículas ya que los efectos en la salud no solamente dependen de su tamaño, sino que también si están compuestas por materiales tóxicos.

Subrayó que hay una mejor calidad del aire a pesar del aumento de vehículos. También refirió que existen tecnologías de vanguardia para analizar la composición de PM₁₀ y PM_{2.5}. De igual manera, el Centro de Ciencias Atmosféricas-UNAM cuenta con un sistema que puede determinar la medición horaria de contaminantes primarios (POA) como secundarios (SOA).

Además, realizó recomendaciones para el ProAire 2021-2030: medir sistemáticamente la composición química del aerosol orgánico atmosférico (AOS), primario y secundario, tanto la fase gaseosa como la particulada (Semivolátiles, volatilidad intermedia y volátiles), así como incentivar inversión en tecnologías de menor costo para medir AOS sin perder calidad metrológica y regular a los Compuestos Orgánicos Atmosféricos Tóxicos (p.ej. HAP).

Calidad del aire y demanda de conocimiento e información - Olivia Rivera (SEDEMA):

La ponencia destacó que la toxicidad de las partículas se registra más alta en diciembre, debido a la actividad pirotécnica. Además, la pirotecnia tiene un impacto ambiental y en salud que debe considerarse, analizarse y atenderse. Asimismo, coincidió con la ponencia anterior en cuanto a que no es solamente importante conocer el tamaño de las partículas, sino también su composición.

Dentro de los comentarios se mencionó que se debe de continuar con la determinación de factores de emisión propios. Por otro lado, se consideró adecuado integrar una acción de comunicación a la ciudadanía del riesgo a la población de exponerse a niveles de contaminación del aire y las acciones que de manera individual y colectiva son necesarias realizar para el cuidado de la salud, apoyado en las evidencias que se disponen por ejemplo de la quema de biomasa y pirotecnia entre otras aplicando mecanismos didácticos como por ejemplo infografías e incrementar los recursos destinados al monitoreo.

Mesas de discusión

A continuación se presenta el listado de problemas identificados y posibles soluciones (Tabla A8.14) identificados en la mesa de discusión del taller. Asimismo, se sintetizó una lista de propuestas de medidas adicionales para la agenda de investigación (Tabla A8.15) surgida a partir de la discusión.

Tabla A8.14 Problemas identificados y posibles soluciones

| Problema | Propuesta de participantes |
|--|--|
| 1 Compuestos cancerígenos y contaminantes generados por la quema de diésel. | BRT y transporte masivo electrificados en lugar de Euro VI (diésel) |
| 2 No hay suficientes datos en el sistema de monitoreo para entender toda la dimensión de los problemas de calidad del aire. | Se tiene que reforzar y ampliar la red de monitoreo para que se puedan medir los COV y ampliar a otros contaminantes. Muestreo continuo y automático |
| 3 La política de “Quédate en casa” y la investigación científica ha mostrado que el problema del O ₃ está limitado por los COV. | Balance de carbono para identificar donde realmente se están reduciendo emisiones (por ejemplo, de COV). |
| 4 Existen contaminantes que provienen de fuera de la ZMVM. | Determinar concentraciones de fondo, asimismo, aplicar medidas para reducir dichas concentraciones y tener un margen mayor a los niveles de norma. |
| 5 Por temer a los contagios es probable que la población migre a motocicletas, incrementando su número en la ciudad. | En el ProAire se pueden definir medidas para motocicletas (probablemente proliferan después de la pandemia en la nueva “normalidad”). [Sería bueno preguntar a los distribuidores si la venta se ha incrementado]. |
| 6 No hay suficientes recursos para tener un sistema de monitoreo amplio en la ZMVM. | Se requiere asegurar el presupuesto de monitoreo para las tres entidades. Buscar mecanismos de financiamiento para adquirir tecnologías de energías alternativas como calentadores solares y fotoceldas. |
| 7 La información sobre la fuente de los contaminantes es insuficiente para diseñar políticas públicas puntuales. | Continuar con la caracterización química de aerosoles (tanto fracción orgánica como inorgánica). |
| 8 Existen algunos contaminantes que requieren una normatividad más amplia. | Tener una reglamentación sobre tóxicos, tener un listado normado como la EPA en los 90s. Para dar soporte a las investigaciones y que el Gob pueda atacar esto de mejor manera. |
| 9 Los COV tienen un impacto significativo en las concentraciones de O ₃ . | Recuperación de vapores: apearse a estándares internacionales y si implementar las normas. |
| 10 La meteorología tiene una influencia significativa en la concentración de contaminantes. | Ampliar la investigación sobre la relación de calidad del aire y meteorología, abarcando todas las capas de la atmósfera. Implementar estudios de modelación para fundamentar la toma de decisiones. |

Tabla A8.15 Propuestas de medidas adicionales para la agenda de investigación

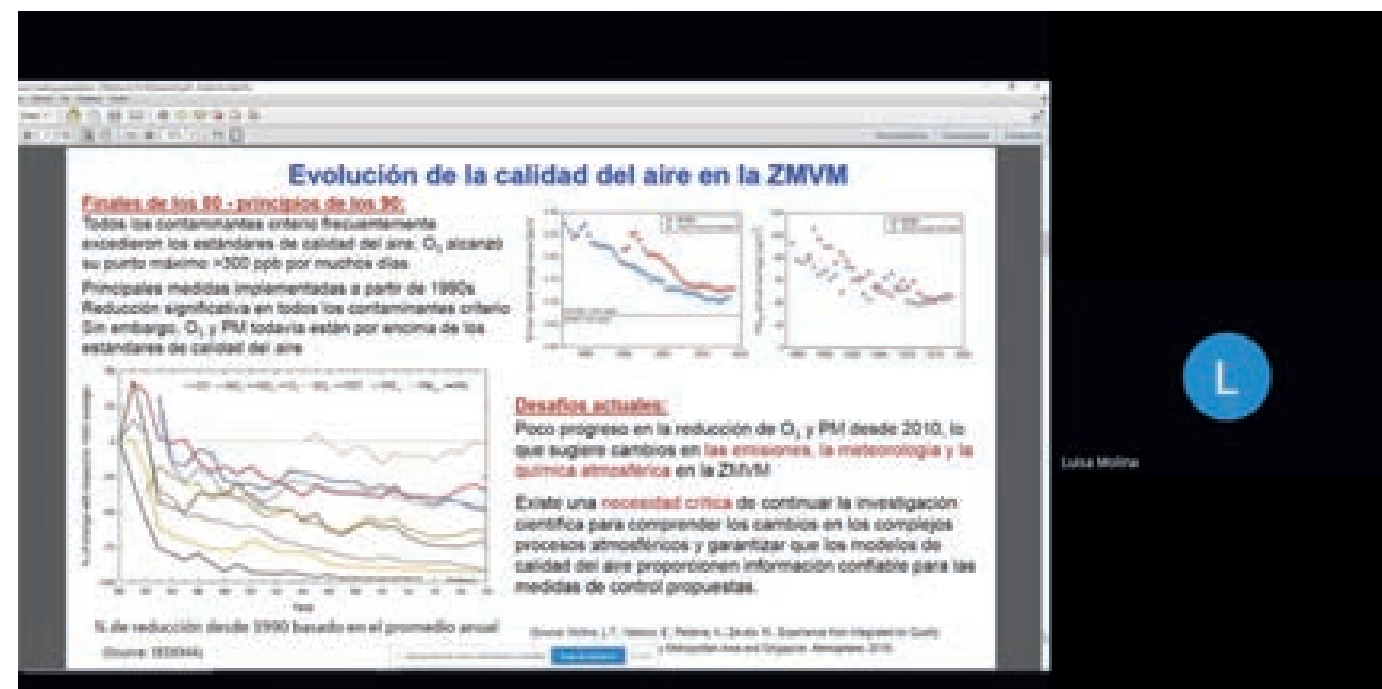
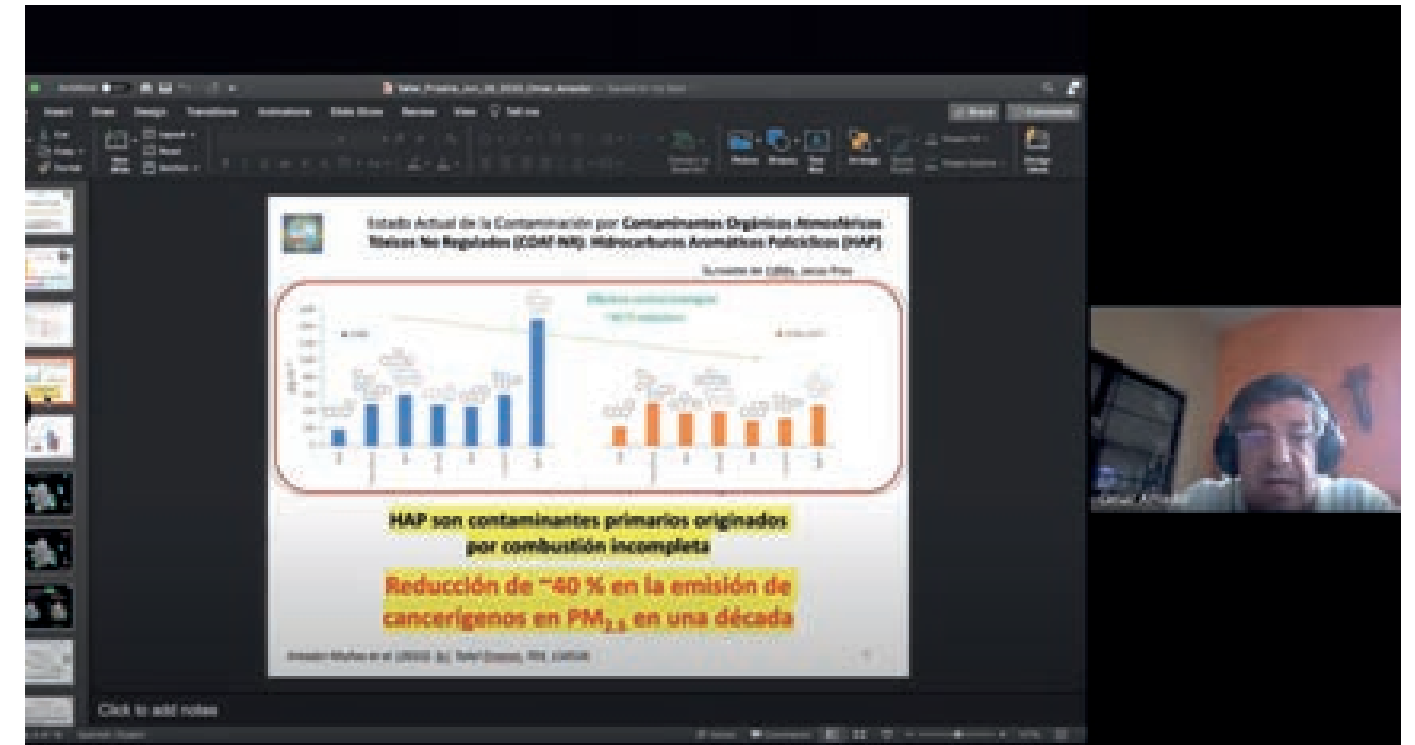
| Propuesta de participantes |
|---|
| 1 Armar el listado de la agenda de investigación e identificar fuentes de financiamiento. |
| 2 Ampliar los temas y recursos de investigación a otras disciplinas, pues está centrado en la química atmosférica. Las investigaciones deben ser multidisciplinarias. |
| 3 Reforzar el monitoreo de contaminantes, de forma que se midan los COV y se integren otros sensores de menor costo. |
| 4 Se debe estudiar más a fondo la relación de la meteorología con la calidad del aire. |
| 5 Se deben caracterizar a mayor detalle los contaminantes para poder ubicar las fuentes de emisión y las actividades que los generan. Esto especialmente en aerosoles y partículas. |
| 6 Se requiere mejor información sobre la ciudad para mejorar los datos de actividad del inventario. |
| 7 Considerar la contaminación de fondo regional que también afecta la contaminación urbana. |
| 8 Se requiere analizar las biopartículas: hongos y bacterias y no solamente polen. Considerarlos para impactos a la salud. |
| 9 Asignar un costo económico a una vida sana. |

Tabla A8.15 Propuestas de medidas adicionales para la agenda de investigación (continuación)

| Propuesta de participantes | |
|----------------------------|---|
| 10 | Realizar un estudio de balance de carbono. |
| 11 | No sólo debemos considerar mortalidad o cáncer, hay otras enfermedades crónico-degenerativas causadas por contaminantes atmosféricos, tanto normados como no normados, necesidad de aterrizar la investigación en los impactos sociales. |
| 12 | Evaluación integral de los impactos de políticas públicas ambientales tanto en cambio climático como en calidad del aire. Considerando reforzar las soluciones basadas en la naturaleza, que contribuyen a mitigación por captura de carbono pero también a adaptación, y asimismo a mejorar la calidad del aire y la salud de la población, más otros beneficios sociales. |
| 13 | Los sensores de bajo costo deben incluirse en las actividades de monitoreo como complementos a los sistemas que ya existen. Hay experiencias en Medellín y Chile que han sido exitosas. Sobre estos sensores, la Universidad de Chicago tiene una colaboración desde hace años con el Argonne National Laboratory. |
| 14 | Se requiere realizar la caracterización de aerosoles y de partículas. |
| 15 | Desarrollar factores de emisión locales. |
| 16 | Analizar la calidad del aire interior y su relación con la calidad del aire exterior. |
| 17 | Estudiar la conveniencia de utilizar etanol en las gasolinas de la ZMVM. |
| 18 | Realizar redes de bio-monitoreo usando musgos desvitalizados o clones de musgos desvitalizados que permitan ser colocados a un en una red muy amplia dentro de la zona metropolitana para monitorear los patrones espaciales y las tendencias temporales de las concentraciones atmosféricas o la deposición de metales pesados y COPs tal como HAPs, PCBs, PCDD/F y PBDE. |

Evidencias del taller

Registro fotográfico

**Figura A8.10** Presentación de la Dra. Luisa Molina**Figura A8.11** Presentación del Dr. Omar Amador

A8.3.5 Taller 5 Salud y calidad del aire

Descripción de actividades

El taller se llevó a cabo el 10 de julio del 2020, de las 11:00 a las 13:00 horas, de forma virtual a través de la plataforma digital Google Meet, y fue organizado por la SEDEMA y en colaboración con el equipo consultor Capital Sustentable (CAPSUS). Este taller tuvo como meta obtener aportaciones de especialistas en materia de salud y calidad del aire que ayuden a integrar y diseñar el ProAire ZMVM 2021-2030, así como para las propuestas de política pública que estarán incluidas dentro del mismo.

Los objetivos particulares del taller fueron los siguientes:

- Presentar los pendientes principales de medidas relacionadas a la gestión de la calidad del aire y la protección a la salud pública.

- Delinear una agenda de investigación en salud para mejorar el entendimiento de las causas y efectos de la contaminación atmosférica.
- Identificar y definir un listado de problemas y posibles soluciones que relacionen a la salud pública con la calidad del aire.
- Involucrar a actores relevantes a lo largo del desarrollo del ProAire ZMVM 2021-2030.

El taller comenzó con la participación distinguida de la Dra. Marina Robles, titular de la Secretaría de Medio Ambiente de la Ciudad de México, quien reiteró que se debe prestar especial atención al origen de los problemas asociados

con la mala calidad del aire, los cuales están relacionados con políticas de orden nacional, por lo que subrayó la importancia de una gestión exhaustiva como sociedad, para que las políticas nacionales asuman responsabilidad en las causas de la contaminación atmosférica.

Durante el taller se realizaron tres presentaciones de especialistas en materia de salud y calidad del aire. Estos expertos fueron el Dr. Horacio Riojas sobre información en salud y calidad del aire para la ZMVM, M. en C. Stephanie Montero sobre las necesidades para el desarrollo de políticas públicas y el Dr. Emmanuel Calderón, en representación del Dr. Arturo Revuelta, sobre la herramienta del Sistema de vigilancia Epidemiológica y Efectos a

Salud por la Calidad del Aire (SIVEESCA). Posterior a las presentaciones, se facilitó un espacio de conversación entre los participantes para dialogar sobre las aportaciones de los ponentes, así como realizar aportaciones a la agenda de investigación, sobre la relación entre salud y calidad del aire.

Se sostuvo un diálogo entre los distintos representantes de los diferentes sectores involucrados. En la Tabla A8.17 se incluye el registro de los resultados del taller, donde se resume en un listado de los temas a incluir en la agenda de investigación necesaria para mejorar el conocimiento científico sobre los contaminantes atmosféricos, impactos a la salud y la gestión de la calidad del aire de la ZMVM.

Resultados

Dentro del taller se abordó la importancia de incorporar la relación entre calidad del aire y las enfermedades infecciosas emergentes (EIE) como el COVID-19. Los asistentes señalaron que es crucial hacer la correlación entre exposición crónica a contaminantes ambientales y la gravedad de la presentación de la enfermedad desencadenada por este virus, así como considerar también la relación con otras EIE. Además, destacaron como prioridad hacer campañas en conjunto con médicos para que ellos contribuyan en emitir recomendaciones a sus pacientes y se propuso incorporar dentro del ProAire la articulación de acciones y medidas en conjunto con autoridades médicas, así como la difusión de información y comunicación que enfatice el mensaje sobre la calidad del aire y las afectaciones a la salud de la población.

Por otro lado, los participantes resaltaron la relevancia de incluir en los costos el bienestar social. En este sentido la SEDEMA, en conjunto con autoridades del sector salud están ajustando y definiendo metodologías para evaluar/monetizar los impactos a la salud. También se destacó la importancia de la coordinación para incorporar información del SIVEESCA o datos de salud, con el resto de información generada en la ZMVM por el EdoMex o Hidalgo (por ejemplo, Tizayuca, que tiene una estación de monitoreo), ya que al momento solo se considera información proveniente del SIMAT de la Ciudad de México para calidad del aire.

Los participantes sugirieron dar seguimiento a la discusión de las medidas consensuadas por los diferentes grupos de trabajo: de Comunicación Social, de Investigación y de Políticas Públicas del Comité Científico-Técnico de Vigilancia sobre la Contaminación Atmosférica de la Ciudad de México.

A continuación se presentan los resultados y puntos claves obtenidos de cada ponencia.

Necesidades para el desarrollo de políticas públicas

- Stephanie Montero (SEDEMA)

La ponencia abordó los impactos a la salud por los contaminantes atmosféricos. Señaló que la calidad del aire es el 5o factor de riesgo de causas de muerte, por lo cual destacó que el sector salud busca lograr entornos saludables, es ahí en donde uno de los componentes fundamentales es mejorar la calidad del aire. En este sentido, reiteró la importancia de ampliar las investigaciones para conocer a mayor detalle de qué manera se afecta la salud de la población a causa de la exposición de contaminantes en la calidad del aire, a nivel local.

Asimismo, refirió el efecto piramidal de la calidad del aire, donde la punta de la pirámide son las muertes, pero por debajo están las admisiones hospitalarias, atención médica, ataques al corazón, baja en productividad escolar

y profesional, síntomas respiratorios, agravamiento de enfermedades respiratorias, inflamación de vías respira-

torias, efectos cardiacos. Las líneas de acción obtenidas se presentan en la Tabla A8.16.

Tabla A8.16 Propuestas de líneas de acción

| Propuesta de participantes | |
|----------------------------|---|
| 1 | Información de salud y calidad del aire: datos de monitoreo y tener información más accesible de salud para que se pueda cruzar p.ej. Comité de vigilancia, Sistema epidemiológico. |
| 2 | Investigación. |
| 3 | Medidas para mitigarlas emisiones y mejorarla calidad del aire. |
| 4 | Medidas para reducirla exposición de las personas: PCAA y medidas que alertan a la población. |
| 5 | Comunicación y participación ciudadana: clave para los ciudadanos y los responsables de las emisiones. |
| 6 | Difundir y mejorar la comunicación de la calidad del aire a la población para que tomen decisiones con base a información oportuna del estado de la calidad del aire. |
| 7 | Participación intersectorial: mayor colaboración con la Secretaría de Salud. En este momento existe un comité técnico de vigilancia con tres grupos de trabajo. |

Información en Salud y Calidad del Aire para la ZMVM

- Horacio Riojas (INSP)

La presentación destacó que existe un grupo preocupado por el tema de salud que han llegado a diseñar un listado de medidas que se deben de considerar en materia de salud y calidad del aire, así como otras medidas que sean relevantes para integrar en el PROAIRE. Además, se tiene un consenso para colocar el tema de salud como uno de los ejes centrales del PROAIRE. Por lo anterior, se consideró que se podría constituir un grupo para la implementación y seguimiento de estas medidas.

Se propuso crear propuestas colectivas sobre la agenda de investigación que integren la promoción a la salud, investigación y políticas. Esta agenda de investigación tendría como objetivo informar de manera preventiva a la población sobre los tipos de contaminantes del aire y los efectos adversos sobre la salud, así como capacitar a los diversos grupos de personal, personal de salud, sobre los efectos nocivos a la salud de los diversos contaminantes, además de fomentar las medidas de protección previamente, durante y después de las contingencias ambientales.

Presentación de la herramienta del Sistema de vigilancia Epidemiológica y Efectos a la Salud por la Calidad del Aire (SIVEESCA)

- Emmanuel Calderón, en representación Arturo Revuelta (Servicios de Salud Pública de la CDMX).

El ponente destacó que, desde el 2019, el reporte del SIVEESCA se enfoca principalmente en padecimientos respiratorios, donde se reportan el número de casos. Además, se realiza una notificación diaria de los centros de salud y hospitales de segundo nivel (únicamente sobre los casos de primera vez), con el objeto de agilizar el flujo de información. Asimismo, se creó una plataforma web con un perfil de unidades notificantes.

Como resultado de los talleres, se generó un listado de los temas a incluir en la agenda de investigación necesaria para mejorar el conocimiento científico sobre los contaminantes atmosféricos, impactos a la salud y la gestión de la calidad del aire de la ZMVM. Estos resultados se presentan a continuación en la Tabla A8.17.

Tabla A8.17 Temas para incluir en la agenda de investigación

| Problema | Propuesta |
|--|---|
| 1 Insuficiencia en la caracterización química de PM _{2.5} debido a que no es un mono-componente y deben considerarse criterios adicionales para su regulación además de la masa o el diámetro aerodinámico. | PM _{2.5} son multi-compuestos y se debe evaluar la toxicidad de las diferentes fracciones que las integran, componentes orgánicos primarios y secundarios, inorgánicos y aerobiológicos. Una vez determinados dichos componentes se podrían regular las fuentes de emisión que generan las especies más tóxicas. |
| 2 Algunos compuestos orgánicos volátiles (COV) son precursores de ozono y partículas secundarias que forman parte de PM _{2.5} . | Identificar a los COV que se encuentran en el aire ambiente, y determinar cuáles participan en reacciones que generan compuestos secundarios. Por otro lado, evaluar cuáles de ellos están relacionados con efectos adversos a la salud. |
| 3 Se desconoce el impacto de los contaminantes atmosféricos sobre la incidencia de ingresos hospitalarios asociados a enfermedades respiratorias agudas y crónicas. | Hacer el registro de los casos que ingresan a la Unidad de Urgencias Respiratorias del INER y otros hospitales durante las distintas épocas del año y durante los periodos de contingencias, con la finalidad de identificar el exceso de consultas generadas por estos eventos. |
| 4 Se desconoce el impacto económico debido a la atención de las enfermedades respiratorias agudas y crónicas asociado a la contaminación atmosférica. | Determinar el costo de atención de enfermedades relacionadas con la contaminación del aire. |
| 5 Determinación de la composición biológica en las partículas | Determinación de enfermedades infecciosas, no infecciosas, alergias |
| 6 Existen en la atmósfera diversos compuestos derivados del uso comercial que están relacionados con efectos adversos en la salud e impacto ambiental. | Disminuir y/o reemplazar el uso de compuestos listados en el Hazardous air pollutants. |
| 7 Incremento en la concentración de platino (Pt) en el aire ambiente medido en muestras de PM _{2.5} . | Se requiere conocer los efectos en la salud por el incremento de Pt. |
| 8 Falta de seguimiento de efectos a la salud por contaminación atmosférica | Determinar la línea base de morbilidad y mortalidad atribuible a la contaminación en la ZMVM |
| 9 Relación: cambio climático-contaminación del aire con salud | Evaluar el fenómeno de la isla de calor urbano en la zona metropolitana |

Evidencia del taller

Registro fotográfico

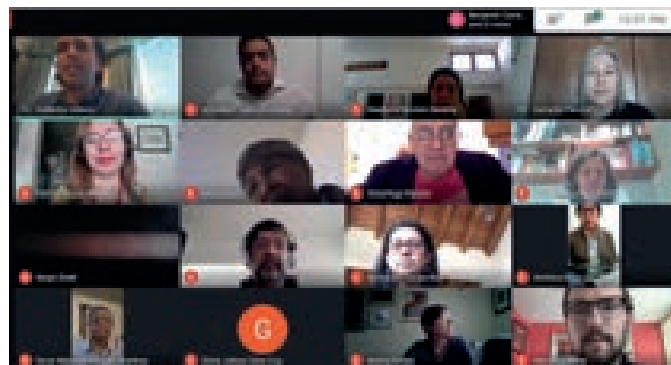


Figura A8.12 Asistentes al taller

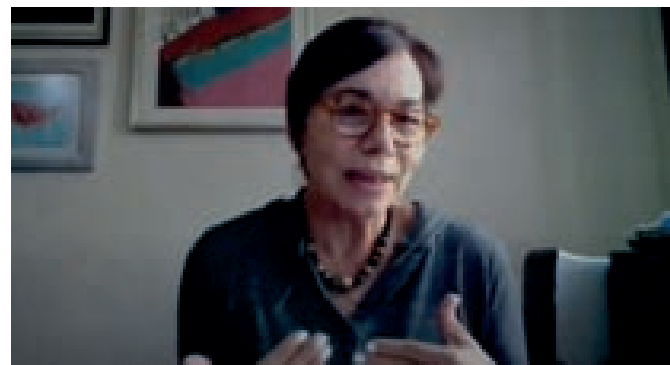


Figura A8.13 Comentarios de la Dra. Marina Robles

A8.3.6 Taller 6 Residuos sólidos urbanos y su impacto en la calidad del aire y el cambio climático

Descripción de actividades

El taller se llevó a cabo el 27 de julio del 2020, de las 11:00 a las 13:30 horas, de forma virtual a través de la plataforma digital Google Meet, en función de las medidas de contingencia, mitigación y distanciamiento social derivadas de la pandemia del COVID-19. Fue organizado por la SEDEMA en colaboración con el equipo consultor Capital Sustentable (CAPSUS). Este taller tuvo como meta principal obtener aportaciones de especialistas en materia de residuos sólidos urbanos, calidad del aire y cambio climático, integrar y diseñar el Programa de Gestión de la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana del Valle de México 2021-2030 (ProAire ZMVM) y el Programa de Acción Climática de la CDMX 2021-2026 (PACCM), así como para las propuestas de política pública que estarán incluidas dentro de los mismos.

Los objetivos particulares del taller fueron los siguientes:

- Presentar los principales planes y acciones relacionadas a medidas relacionadas a la gestión de los residuos sólidos, el cambio climático y de la calidad del aire en la ZMVM.
- Definir un listado de problemas que relacionen a los residuos sólidos con la calidad del aire y el cambio climático.
- Identificar las mejores prácticas para mejorar la gestión de los RSU y limitar su contribución a la contaminación atmosférica y al cambio climático
- Involucrar a actores relevantes a lo largo del desarrollo del ProAire ZMVM 2021-2030 y del PACCM 2021-2026.

El taller contó con la presencia de distinguidos participantes como la titular de la Secretaría de Medio Ambiente de la Ciudad de México, la Dra. Marina Robles, quien dio las palabras de bienvenida e introducción al taller. Destacó que la Ciudad de México está construyendo una política ambiental y climática transversal e integrada. Como puntos centrales para el conversatorio, destacó la importancia de implementar un plan de economía circu-

lar en la ciudad, construyendo cadenas cortas de mercado locales con un enfoque producto-servicio, así como la importancia de adoptar el aprovechamiento sustentable de residuos de la construcción.

Por su parte, la Mtra. Leticia Gutiérrez, titular de la Dirección General de Coordinación de Políticas y Cultura Ambiental, complementa las palabras de bienvenida e iniciación del taller, reforzando la idea de la importancia que se tiene para identificar medidas con doble beneficio. Como introducción, dio a conocer cifras de la generación de residuos en la CDMX y de su disposición, principalmente a municipios vecinos a la entidad, lo cual genera no solamente emisiones de metano (CH₄) en los rellenos sanitarios, sino que además, se generan emisiones de fuentes móviles por el transporte de los residuos hacia estos sitios de disposición. Concluyó mencionando la importancia que tiene este sector en la política climática de la ciudad y que se deben de identificar las rutas de descarbonización, refiriéndose a cuánto es lo máximo que la ciudad tiene para “gastarse” en emisiones hacia la atmósfera, y tomándolo como base, qué es lo que se debe de hacer para reducir este límite y llevarlo a cero emisiones.

La primera actividad del taller consistió en que expertos en la materia de residuos y su relación con el cambio climático y la calidad del aire expusieron su opinión y conocimiento sobre el tema al resto de los asistentes al taller, esto con el fin de identificar aquellas áreas de oportunidad en la generación de residuos que aquejan a la ZMVM y dar comienzo a la discusión y propuestas de soluciones del resto de los asistentes. Se realizaron tres presentaciones de expertos en materia de residuos. Estos especialistas y sus ponencias fueron: Rogelio Jiménez Olivero, sobre políticas actuales y necesidades en la gestión de RSU; Andrea Calderón, sobre el impacto de los RSU en la calidad del aire y el cambio climático y presupuesto de carbono; y por último la Dra. Cristina Cortinas de Nava, sobre mejores prácticas para la gestión de residuos.

Al concluir con las presentaciones, se abrió el espacio para que los asistentes participaran en la discusión de

la problemática presentada y de posibles soluciones y medidas que se podrían aplicar en la ZMVM que logren disminuir el impacto que los residuos ocasionan al medio ambiente. En la Tabla A8.18 se incluye el registro de los resultados del taller, se resumen las medidas discuti-

Resultados

Esta sección del reporte presenta las aportaciones principales identificadas durante las ponencias de los expertos, así como un listado de las medidas relevantes que se podrían implementar en materia de reducción y mejor gestión de residuos en la ZMVM, que tienen como el objetivo de disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero que este sector genera y, a su vez, mejorar la calidad del aire en la ZMVM.

Políticas actuales y necesidades en la gestión de residuos en la Ciudad de México - Rogelio Jiménez Olivero (SEDEMA)

Durante su ponencia habló sobre el plan rector en materia de residuos que lleva a cabo la CDMX: Basura Cero. La CDMX maneja diariamente 12,700 toneladas de residuos sólidos, con un costo anual de disposición final de \$2,800 millones de pesos. El Plan Basura Cero está compuesto por distintas metas de reducción de residuos y de incrementar su aprovechamiento, ya sea a través del reciclaje, composta, combustibles alternos, etc. El plazo de tiempo para alcanzar estas metas es con visión al año 2024 y se espera que, de cumplirse, se reduzca el 74% de las emisiones totales que genera el sector.

También abordó el tema de la economía circular, en donde enfatizó tres ejes rectores:

1. Reduce el consumo de recursos y se prioriza el uso de energías renovables a través de la restricción de productos de un solo uso, de consumos compartidos y de renta de servicios.
2. Aumenta la durabilidad de los productos y servicios a través de promover la reparación de productos y de bienes.

das por los asistentes durante el taller y también las propuestas incluidas en las presentaciones de los ponentes. Principalmente se incluyen aquellas medidas relevantes cuya aplicación en los instrumentos de planeación de la CDMX, que competen al taller, podría ser viable.

3. Reduce la generación de residuos con su aprovechamiento y valorización, reciclamiento y separación y clasificación desde la fuente.

Particularmente, durante esta administración se han hecho modificaciones a la Ley de Residuos y Reglamento de la Ley de Residuos, con la prohibición de bolsas de plástico a partir de 2020 y la prohibición de productos plásticos de un solo uso a partir de 2021 y se están llevando a cabo Normas Ambientales en materia de residuos: NADF-007-RNAT-2013, en materia de residuos de la construcción y demolición y PROY-NADF-010-AMBT-2019, de bolsas y productos plásticos de un solo uso; así como la reactivación del Comité de Gestión de Residuos en la Ciudad de México. Así mismo, en materia de infraestructura gubernamental, se implementarán dos plantas de separación de residuos, plantas procesadoras y centros de acopio de cascajo y plantas de tratamiento y aprovechamiento de residuos (inorgánicos y orgánicos).

Concluyó con la importancia de la formulación del Programa de Gestión Integral de Residuos (2021-2025) que esté de la mano con el PACCM, el Plan Basura Cero y ECUSBE-CDMX. Integrado por cuatro componentes: producción y consumo responsable; manejo y aprovechamiento; cambio climático, adaptación e innovación; e impulso al empleo. Así como la mención de que dentro de su presentación se encuentran algunas medidas climáticas que contribuirán a la disminución de las emisiones generadas por los residuos sólidos urbanos, mismas que se enlistan en la Tabla A8.18.

Tabla A8.18 Identificación de problemas y propuestas en la presentación políticas actuales y necesidades en la gestión de residuos en la Ciudad de México

| Problema | Propuesta |
|---|--|
| 1 Implementación de esquemas de aprovechamiento de residuos industriales con un enfoque de economía circular hacia el 2025 | Fortalecer el marco regulatorio hacia la economía circular en el sector industrial de la ciudad. Convenios con el sector productivo y comercial. |
| 2 Garantizar que los servicios de recolección cuenten con las condiciones y características adecuadas para realizar la separación y prevengan la contaminación al aire y suelo (2025). | Desarrollar un programa de autorización, evaluación, mantenimiento y renovación del parque vehicular de recolección de residuos |
| 3 Reducir las emisiones de CO ₂ eq. generados por residuos sólidos urbanos | Disminuir las emisiones de CO ₂ eq. derivado de la disposición final de residuos. |
| 4 Inclusión de temas relacionados con el manejo integral de residuos y su relación con el cambio climático y la pérdida de biodiversidad en programas escolares (2025) | Instrumentar que las instituciones de educación en todos sus niveles incorporen en sus programas de enseñanza temas relacionados con la gestión integral de residuos sólidos |
| 5 Mitigar los gases de efecto invernadero asociados al manejo y disposición final de residuos (2022) | Desarrollar mecanismos que eviten la emisión de GEI asociada a la disposición de residuos y por la quema a cielo abierto de residuos sólidos en la periferia de la ciudad. Promover actividades de prevención y saneamiento en áreas naturales protegidas (ANP), áreas de valor ambiental (AVA) y cuerpos de agua de la ciudad afectados por la incorrecta disposición de residuos. |
| 6 Contar para 2025, a través del desarrollo e investigación, con indicadores de emisiones derivados del manejo de residuos en la Ciudad de México | Mejorar la cuantificación y/o estimación de las emisiones asociadas al manejo de los residuos sólidos. |
| 7 Fortalecer la política de cambio climático de la ciudad, a través de mecanismos que permitan alentar el desarrollo y orientadas a reducir los impactos por residuos ante el cambio climático (2021) | Gestionar esquemas de financiamiento para la implementación de programas y proyectos que atiendan la problemática de los residuos para la mitigación y adaptación del cambio climático. Instrumentar acciones para la captación, eliminación o en su caso, aprovechamiento del biogás generado en el relleno sanitario clausurado de Bordo Poniente etapa IV |

Impacto de los residuos sólidos urbanos en la calidad del aire y el cambio climático y presupuesto de carbono - Andrea Calderón (ICM)

Al comienzo de su presentación habló sobre la trayectoria de emisiones de GEI en la que contribuyen todos los sectores dentro de la CDMX y el presupuesto de carbono que tiene la ciudad. El presupuesto de carbono es la cantidad de carbono que puede emitir una economía o una parte de ella en un período de tiempo determinado, particularmente para la CDMX, en un escenario de limitar el aumento de la temperatura a 1.5°C, el presupuesto de carbono en periodos sexenales, según estimaciones de la Iniciativa Climática de México (ICM), va de 129. 4 MtCO_{2eq}, en los años 2018-2024, a 12.6 MtCO_{2eq}, para los años 2042-2048. Mientras que la meta de reducción de emisiones respecto a las emisiones del año 2016 sería del 32% al 2024, 56% al 2030 y 100% al 2050, buscando alcanzar emisiones netas cero. Similar al análisis anterior, con respecto a la contribución que el sector residuos tiene al total de emisiones generadas en la CDMX, para cumplir

con los límites de presupuesto de carbono y de reducción de emisiones, se deberían de cumplir las siguientes metas de reducción de emisiones del sector (con respecto al año 2016), de 24% al 2024, 41% al 2030, 71% al 2040 y 100% al 2050. Particularmente, en esta administración el presupuesto de carbono en el sector residuos sería de 1.6 MtCO_{2eq} (24% emisiones).

Asimismo, durante su presentación enlista una serie de acciones climáticas que se deben de implementar para contribuir con la meta presentada, mismas que se incluyen en la Tabla A8.19.

En materia de calidad del aire, destacó la importancia sobre la reducción de emisiones de CH₄ para mitigar la contaminación por ozono radica en que: el metano contribuye a los niveles de ozono troposférico como precursor de ozono; al contribuir al calentamiento global, que eleva las temperaturas durante el día; si se controla, ayudaría a disminuirla formación de ozono troposférico; y reducir los efectos en salud asociada con ozono.

Tabla A8.19 Identificación de propuestas en la presentación de Andrea Calderón - Iniciativa Climática de México

| Propuestas de participantes | |
|-----------------------------|---|
| 1 | Reciclado del papel residencial y comercial en un 65% para el 2024, 85% para el 2030 y 100% para el 2050. |
| 2 | Digestión anaeróbica restos de cocina y jardín en un 50% para el 2024, 85% para el 2030 y 100% para el 2050. |
| 3 | Cogeneración a partir de digestión anaeróbica en un 60% para el 2024, 80% para el 2030 y 100% para el 2050. |
| 4 | Cogeneración a partir del biogás de rellenos sanitarios en un 40% para el 2024, 75% para el 2030 y 95% para el 2050. |
| 5 | Tratamiento de aguas residuales con digestión anaeróbica en un 30% para el 2024, 70% para el 2030 y 100% para el 2050. |
| 6 | Mejora de sistemas operativos en plantas de lodos activados en un 30% para el 2024, 70% para el 2030 y 100% para el 2050. |
| 7 | Captura de biogás de lodos para cogeneración en un 30% para el 2024, 70% para el 2030 y 100% para el 2050. |

Mejores prácticas para la gestión de residuos - Dra. Cristina Cortinas de Nava (Red Queretana de RSU)

La Dra. Cortinas al inicio de su ponencia reiteró que el mejor residuo es el que no se genera. Señaló que la legislación debería de estar enfocada en la prevención de la generación de residuos. Además, destacó que el objetivo debería de ser llevar a cero la cantidad de residuos, por lo que subrayó la importancia de la economía circular que permita cerrar el ciclo de los materiales.

Dentro de su presentación ejemplificó con ciudades a nivel mundial que han sido exitosas en el modelo de cero

disposición, de lo cual destacó que uno de los factores comunes que han llevado esta gestión a ser exitosa, es que en todos los proyectos la ciudadanía desde el inicio se involucró en el desarrollo del ejercicio, por lo que reiteró que se necesita que los gobiernos convoquen a la ciudadanía. Asimismo, refirió que las asociaciones intermunicipales/regionales son la forma en la que se debería de colaborar para la prevención y gestión integral de los residuos, así como el establecimiento de observatorios municipales que permitan identificar, registrar, difundir y apoyar iniciativas de gobiernos locales y ciudades circulares. El resumen de los problemas y las propuestas identificadas se presenta en la Tabla A8.20.

Tabla A8.20 Identificación de problemas y propuestas en la presentación y comentarios de la Dra. Cristina Cortinas

| Problema | Propuesta |
|---|--|
| 1 Fomentar la prevención y valoración de los residuos | El uso de asociaciones como Asociación Intermunicipal Jalisco-Michoacán Simar Sureste. |
| 2 Cero Residuos a Disposición Final | Necesidad de reglamentar la ley de participación ciudadana que aplica en la cdmx y fomentar esquemas novedosos que recojan las experiencias de la activa comunicación digital en tiempo de pandemia. |

Mesas de discusión

A continuación se presenta el listado de las medidas propuestas durante y para el taller. Se identifican los problemas que relacionen a los RSU con el cambio climático y la calidad del aire, así como las mejores prácticas necesarias para mejorar su gestión y limitar su contribución

a la contaminación atmosférica. Estos resultados surgen de la información presentada por los ponentes y del diálogo establecido entre los asistentes al taller, derivado del análisis de las presentaciones y continuando con la línea de discusión del taller (Tabla A8.21).

Tabla A8.21 Identificación de medidas propuestas durante la discusión y el consenso

| Propuestas de participantes | |
|-----------------------------|---|
| 1 | Que se haga un plan de manejo obligatorio aplicado a los residuos de la construcción, en el que además se fomente el uso de materiales de construcción que tengan un menor impacto ambiental y la implementación de sistemas constructivos bioclimáticos. |
| 2 | Exigir planes de manejo de acuerdo con la normatividad (NOM-161-SEMARNAT-2011) a los sujetos regulados. Aprovechar Planes de manejo colectivos, mixtos, regionales, nacionales y el principio de responsabilidad compartida |
| 3 | Implementar el cobro por el servicio de recolección de residuos de los hogares, comercios y servicios. Así como por la separación de los mismos. |
| 4 | Hacer un diagnóstico para conocer cómo es que se generan los residuos, su disposición y tratamiento, para que después se diseñen las políticas. |
| 5 | Regulación laboral del personal de limpieza y pepena. |
| 6 | Determinar la calidad de los residuos, particularmente de las pilas, y hacer modificaciones a la NADF 020, sobre todo en la parte de toxicidad. |
| 7 | Conformación de subcomité para la gestión de residuos, ya que se identificó en las discusiones del taller que todas las alcaldías tienen problemas por tiraderos a cielo abierto. |

Evidencias del taller

Registro fotográfico

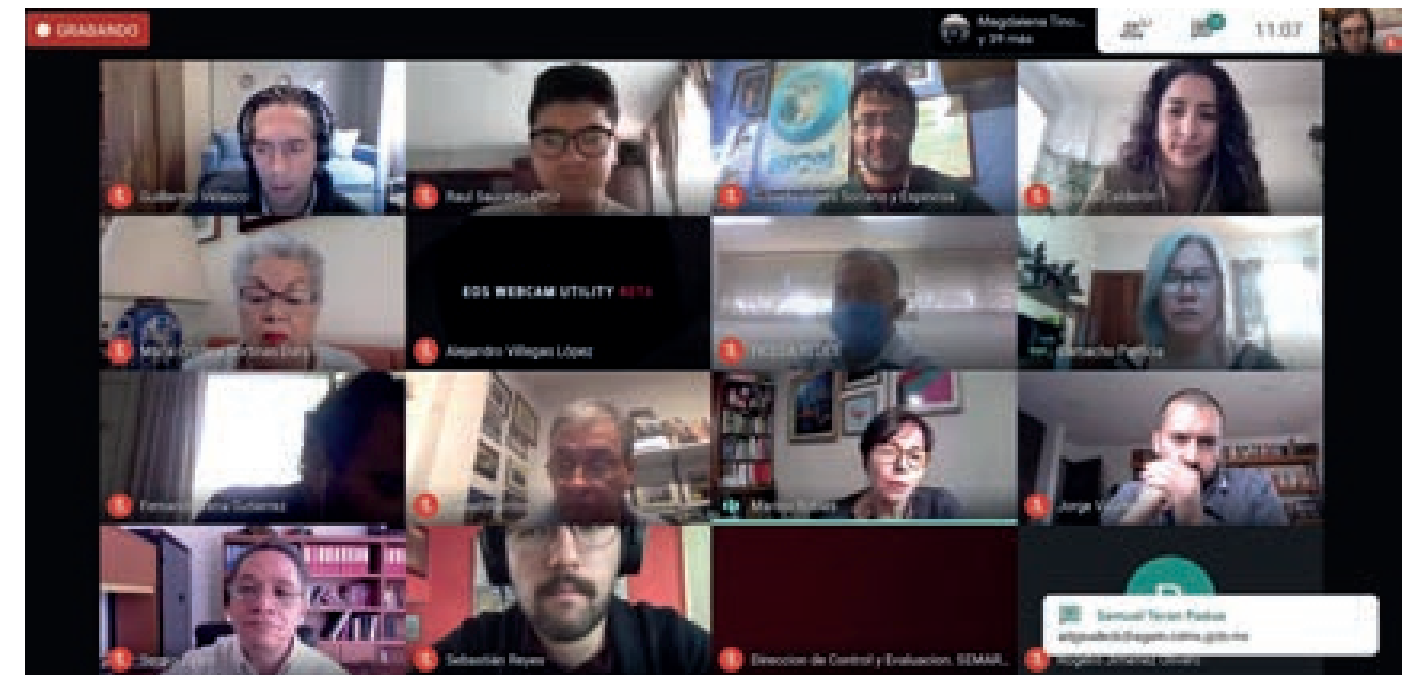


Figura A8.14 Palabras de bienvenida de la Secretaria Marina Robles



Figura A8.15 Presentación de Rogelio Jiménez Olivero

A8.3.7 Taller 7 Agua, cambio climático y calidad del aire

Descripción de actividades

El taller se llevó a cabo el 17 de agosto del 2020, de las 11:00 a las 13:30 horas, de forma virtual a través de la plataforma digital Zoom, en función de las medidas de contingencia, mitigación y distanciamiento social derivadas de la pandemia del COVID-19. Fue organizado por la SEDEMA en colaboración con el equipo consultor Capital Sustentable (CAPSUS) y la Iniciativa Climática de México (ICM). Este taller tuvo como tema la gestión del agua y su relación con la calidad del aire y el cambio climático. Su objetivo principal fue obtener aportaciones de especialistas en la materia para integrar y diseñar el Programa de Gestión de la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana del Valle de México 2021-2030 (ProAire ZMVM) y el Programa de Acción Climática de la CDMX 2021-2026 (PACCM), así como para las propuestas de política pública que estarán incluidas dentro de los mismos.

Los objetivos particulares del taller fueron los siguientes:

- Definir un listado de problemas que relacionen a la gestión del agua con la calidad del aire y el cambio climático.
- Conocer mejores prácticas locales y nacionales para la gestión del agua y su relación con el cambio climático y la calidad del aire, desde su extracción hasta el tratamiento y uso de aguas residuales.
- Generar propuestas de políticas públicas para la resiliencia hídrica y la reducción de emisiones de contaminantes criterio y compuestos y gases de efecto invernadero en la gestión del agua.
- Involucrar a partes interesadas en el desarrollo del ProAire ZMVM 2021-2030 y del PACCM 2021-2030.

De manera similar al resto de los talleres, en esta sesión participaron actores distinguidos en el medio, como la titular de la Secretaría de Medio Ambiente de la Ciudad de México, la Dra. Marina Robles, quien dio las palabras de bienvenida e introducción al taller. En el caso particular del agua mencionó que hay al menos 2 líneas de aproximación: una tiene que ver con la adaptación, en donde se tienen que desarrollar estrategias de resiliencia para contener el abasto y por otro lado está la mitigación. Mencionó también que esperaba que de este taller surgieran propuestas a soluciones prácticas en el uso de agua y gestión, así como la cantidad de energía utilizada para su distribución.

Por su parte, el coordinador general del Sistema de Aguas de la CDMX, el Dr. Rafael Carmona Paredes, habló sobre la importancia del tema del taller debido a la estrecha relación que tiene la gestión del agua con el cambio climático. El Dr. Carmona mencionó que parte del nuevo enfoque en la gestión del agua y el combate al cambio climático debe de estar en la construcción de sistemas de tratamiento de agua naturales, como humedales, los cuales, además de efectivos, son más amigables con el medio ambiente. Otra solución sería reducir las fugas en las redes, ya que el 40% de este recurso se pierde por fugas dentro de la red.

Las últimas palabras de bienvenida las dio la Mtra. Leticia Gutiérrez Lorandi, coordinadora de dirección de Políticas y Cultura ambiental de la SEDEMA. Habló sobre la impor-

tancia de este taller para enriquecer los instrumentos de planeación de la CDMX y de la SEDEMA. Mencionó que la agenda del agua en la CDMX tiene un componente importante de mitigación de emisiones con el uso eficiente de la energía y con las emisiones de COV y de CH₄ y en la agenda de adaptación buscar soluciones basadas en la naturaleza, resilientes al clima.

Posterior a la bienvenida, se llevaron a cabo un total de 4 presentaciones, que consistieron en que expertos en la materia de agua y su relación con el cambio climático y la calidad del aire. Los especialistas y sus ponencias fueron el Dr. Oscar Arnoldo Escolero Fuentes, sobre la crisis hídrica en la Ciudad de México; la Mtra. Claudia Hernández Martínez, sobre políticas públicas en la gestión del agua que contribuyen a la reducción de emisiones y la resiliencia hídrica; el Ing. José Elías Chedid, sobre la problemática de tratamiento en la ZMVM y en el uso de mecanismos naturales para la depuración de contaminantes; y la Ing. Bianca Corona, sobre oportunidades para el saneamiento en la acción climática.

Al concluir con las presentaciones, los asistentes se dividieron en dos grupos para que participaran en la discusión de la problemática presentada y de posibles soluciones y medidas que se podrían aplicar en la ZMVM que logren disminuir el impacto que la gestión y disposición de agua genera al medio ambiente. Los resultados de las discusiones alcanzadas se encuentran en la siguiente sección del reporte.

Resultados

Esta sección del reporte presenta las aportaciones principales identificadas durante las ponencias de los expertos, así como un listado de las medidas relevantes que se podrían implementar en materia de mejor gestión de agua y agua residual en la ZMVM, que tienen como el objetivo de disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero que este sector genera y, a su vez, mejorar la calidad del aire en la ZMVM.

La Crisis hídrica en la Ciudad de México - Dr. Oscar Arnoldo Escolero Fuentes (Instituto de Geología, UNAM).

Menciona en su presentación estadísticas prioritarias a tomar en cuenta, importamos el 55% del agua a la ciudad

y el 45% están dentro de la Ciudad, el 59% viene de agua subterránea y el 41% de agua superficial, cada habitante consume 184 litros al día, 58% es para uso doméstico: el 45% se utiliza en las duchas, 28% en sanitarios, 13% en lavabos, 4% lavado de ropa y 2% en autos, 11% uso comercial, 31% se pierde en fugas.

Menciona que en el estudio sobre el análisis de la vulnerabilidad de fuentes de abastecimiento de agua potable, la más alta vulnerabilidad está en el abastecimiento por fuentes externas, por lo que se debe de trabajar en tres aspectos. El primero consiste en reducir la demanda de agua a través de tecnología existente como regaderas de bajo flujo o escusados más eficientes. Estas estrate-

gias lograrían reducir 11.94 m³/s de agua. El segundo aspecto prioritario es la búsqueda de fuentes alternativas como sistemas de captación de agua de lluvia, captación de manantiales (se puede captar hasta un 50% más de agua, con mejor infraestructura y comunicación con los habitantes y comunidades que se encarguen de la conservación). Finalmente, se debe hacer un manejo correcto de la recarga de acuíferos. Se debe de hallar la forma de infiltrar agua y meterla al subsuelo como sistema de almacenamiento, mejorar la capacidad instalada y condicionar el agua que viene de presas y aprovecharla para su infiltración.

Concluye mencionando que es factible eliminar la dependencia del sistema Lerma y PAI, así como reducir la explotación del subsuelo, con visión al 2050.

Políticas públicas en la gestión del agua que contribuyen a la reducción de emisiones y la resiliencia hídrica - Mtra. Claudia Hernández Martínez. (Directora General de Apoyo Técnico y Planeación de SACMEX).

Comienza presentando las consecuencias de los cambios en la temperatura y de las precipitaciones por el cambio climático, así como las acciones que propone implementar la SACMEX para disminuir el impacto y buscar solucionarlo. A corto y mediano plazo, se realizarán acciones para incrementar la eficiencia de la infraestructura como la sectorización de la red, el incremento de la macromedición, telemetría y control, la reducción de fugas, la sustitución de tubería en red primaria y secundaria y rehabilitación de pozos y rehabilitar plantas potabilizadoras. A largo plazo, se buscarán fuentes de suministro alternas para reducir la extracción y estrés del acuífero.

Además, la SACMEX propone la sectorización donde se espera que al regular las presiones en la red primaria, se reducirá el rebombeo y disminuyendo el consumo de energía. También, al cancelar pozos como un beneficio de la sectorización y por los problemas de calidad del agua, se reducirá la operación de plantas potabilizadoras y por lo tanto el consumo energético. Finalmente se propone maximizar el uso de PTARs existentes para incrementar reúso y bajar costos, por ejemplo las PTAR Cerro de la Estrella y San Juan de Aragón.

La problemática de tratamiento en la ZMVM y en el uso de mecanismos naturales para la depuración de

contaminantes - Ing. José Elias Chedid (Titular de la Comisión de la Cuenca del Río Lerma, SMAGEM).

El Ing. Elias presentó el vínculo directo entre la explotación de los acuíferos del Río Lerma y el uso del agua en la CDMX. Actualmente, en relación al destino del agua residual de la ZMVM, el 10% se queda en el Valle para su aprovechamiento y el 90% se envía a riego agrícola.

En relación al uso de mecanismos naturales, se presentó que los humedales son una reserva natural contra el cambio climático debido a su capacidad de captura de carbono y de retención de metano. Actualmente existe una iniciativa internacional de Apoyo al Río Lerma que busca la conservación y protección de los recursos naturales, principalmente orientado a los depósitos de agua potable de la tierra.

Finalmente, se presentaron las siguientes propuestas para lograr el uso de mecanismos naturales para la depuración de contaminantes:

- Tratar las aguas residuales dentro de la ZMVM, promoviendo su reúso y la economía circular.
- Considerar los más cortos trayectos de conducción y uso de humedales.
- Seguir modelos como “ciudades esponja” o los impulsados por el movimiento “Lagos Vivos”.
- Sanear y aprovechar el CH₄ de los actuales sitios de disposición de residuos sólidos.
- Para el agua residual que atraviesa la ZMVM en conductos abiertos o cerrados buscar alternativas de captura del CH₄.
- A nivel gubernamental y con el apoyo de la sociedad civil, interactuar con “La iniciativa global del metano”.

Oportunidades para el saneamiento en la acción climática - Ing. Bianca Corona (Asesora para México, Empresas de Agua y Saneamiento para la Mitigación de Cambio Climático WaCCliM, GIZ.)

Se presentaron las oportunidades para la mitigación y la adaptación climática a lo largo del ciclo urbano del agua.

En la fase de captación, se pueden mejorar las instalaciones eléctricas, la selección de tarifas eléctricas óptimas y el reemplazo de bombas ineficientes. En la fase de distribución, se deben de reducir las pérdidas de agua, sectorizar la distribución para controlarla mejor y optimizar la eficiencia de plantas hidroeléctricas. Finalmente, en la recolección y tratamiento de aguas residuales, se debe incrementar la cobertura de tratamiento de agua, lograr la construcción de colectores de agua residual para llevar a las PTARs y construir PTARs

que puedan disminuir los costos operativos y cogeneración.

Entre las lecciones aprendidas destacaron la baja operación de plantas con aprovechamiento de lodo energético en el país, la relevancia de la eficiencia energética y autoabastecimiento como respuesta a las altas cuentas de electricidad de las PTAR y el potencial de transicionar a la estabilización anaeróbica para sustituir los costos energéticos de las plantas aerobias.

Mesas de discusión

A continuación se presentan propuestas de las diferentes mesas de discusión. La discusión giró en torno a la información presentada por los ponentes y del diálogo esta-

blecido entre los asistentes al taller, derivado del análisis de las presentaciones.

Mesa de discusión 1

Tabla A8.22 Relatoría grupo 1

| Propuestas de participantes | |
|-----------------------------|---|
| 1 | Destinar recursos para reparación y mantenimiento de infraestructura existente. (Esto se está realizando por medio de la sectorización con el objetivo de hacer llegar el recurso a las zonas que lo carecen) |
| 2 | Modernizar el marco jurídico tanto nacional como local que gestiona el abastecimiento del agua, para mejorar su distribución. (Dote de 180 l/s en CDMX vs 240 l/s en el Edo. de México). |
| 3 | Obligar a desarrolladores a utilizar sus PTARs y garantizar su calidad para su reúso en las actividades agrícolas. |
| 4 | Recuperar las cuencas de forma integral, considerando todos los usos del agua. |
| 5 | Buscar financiamiento para desarrollar factores de emisión en alianzas con el IMTA. |
| 6 | Consolidar información referente a agua en los reportes de la COA. |
| 7 | Atender la problemática con una perspectiva que parte del acuífero y su sobreexplotación; impactos en los ecosistemas que dependen de dicho acuífero. |
| 8 | Incrementar la oferta mediante el reúso de agua. |
| 9 | Prohibición / veda del agua del acuífero para riego; y usar las aguas del acuífero para uso urbano doméstico. |
| 10 | Fortalecer a la población como fiscalizadores / vigilantes del tratamiento de agua por parte de las autoridades locales. |
| 11 | Las futuras PTAR además de la calidad en el tratamiento, deberán contar con mitigación de emisiones. |
| 12 | Sensibilizar al personal de los Organismos Operadores sobre la importancia de la recolección de datos para calcular emisiones. |
| 13 | Considerar la infraestructura que conlleva la disposición final de los lodos generados en la PTAR. |

Mesa de discusión 2

Tabla A8.23 Relatoría grupo 2

| Propuestas de participantes | |
|-----------------------------|--|
| 1 | Se debe contabilizar el agua residual tratada en los balances hídricos. Sin embargo, es importante tener en cuenta los problemas de calidad del agua y los problemas de O&M que aquejan a las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales. |
| 2 | No está integrada el agua residual tratada. Es importante cambiar el paradigma en el consumo de agua en algunos servicios. Usar agua donde no se requiera potable. |
| 3 | Los nuevos desarrollos habitacionales deben considerar al menos dos fuentes de abastecimiento: una de agua potable para cocina, limpieza corporal, consumo y preparación de alimentos; y una secundaria con agua residual tratada, para abastecer los sistemas sanitarios y para usos que no requieran agua potable. |
| 4 | Es importante también tener mayor control de las descargas no domésticas a la red de recolección municipal para evitar problemas en el tratamiento biológico. |
| 5 | Se comentó de la generación de metano en descarga a cuerpos receptores. El mayor problema lo generan las fosas sépticas (no tantas en CDMX) pero se tienen que establecer estrategias para proponer una solución que no genera metano, pero que proteja cuerpos receptores. |
| 6 | Proponer líneas de reúso. |

Tabla A8.24 Respuestas a la pregunta ¿Cómo hacer partícipe a la ciudadanía para la solución del problema?

| Propuestas de participantes | |
|-----------------------------|--|
| 1 | Hacer del conocimiento a la sociedad de las acciones que realiza el gobierno para mejorar la calidad del aire e invitar a la sociedad a sumarse en acciones concretas desde casa para el buen uso del agua y la disminución de emisiones a la atmósfera. |
| 2 | Invitar a usar el agua de manera más eficiente. |
| 3 | Dar a conocer a la sociedad respecto a las acciones compartidas de educación en el uso del agua y la problemática de los desechos sólidos y líquidos vertidos a las aguas residuales en todas las ciudades de la megalópolis y del país. |
| 4 | Realizar de manera intensiva y constante talleres de participación social para la enseñanza de los beneficios económicos y ambientales del uso adecuado del agua y los impactos generados por los desechos vertidos. |

Tabla A8.25 Respuestas a la pregunta ¿Cómo mitigar el impacto medioambiental del proceso de tratamiento de aguas residuales

| Propuestas de participantes | |
|-----------------------------|---|
| 1 | Reducir la cantidad de aguas residuales generadas. |
| 2 | Reducir el consumo energético en los sistemas de tratamiento de aguas residuales y minimizar su impacto medioambiental |
| 3 | La meta final de los sistemas de tratamiento de aguas residuales es ser "autosuficiente", donde la energía requerida por la planta sea producida en la propia planta, mediante obtención de biogás u otros mecanismos de energías renovables (eólica, solar). |
| 4 | Energía eléctrica generada a partir del biogás generado en el sistema de tratamiento. |

Tabla A8.26 Respuestas a la pregunta ¿Qué alternativas habría en el aprovechamiento de agua tratada en una red de abastecimiento paralelo?

| Propuestas de participantes | |
|-----------------------------|---|
| 1 | Desde tecnología y logística. |
| 2 | Uso por parte de algunas industrias, usar agua tratada para otras industrias. |

Tabla A8.27 Respuestas a la pregunta ¿Qué alternativas habría en el aprovechamiento de agua tratada en una red de abastecimiento paralelo?

| Propuestas de participantes | |
|-----------------------------|--|
| 1 | Acuerdos entre industrias, incentivos económicos. |
| 2 | Requisito de instalar sistemas de captación pluvial en unidades habitacionales. Seguimiento de qué tanto se está cumpliendo. Reducir la demanda de la red. |
| 3 | Programas domiciliarios en captación de agua de lluvia. |
| 4 | Programa cosecha el 70% de las beneficiadas fueron mujeres y niñas. |
| 5 | Perspectiva de género. Importante evaluar los roles de género. |

Evidencias del taller

Registro fotográfico

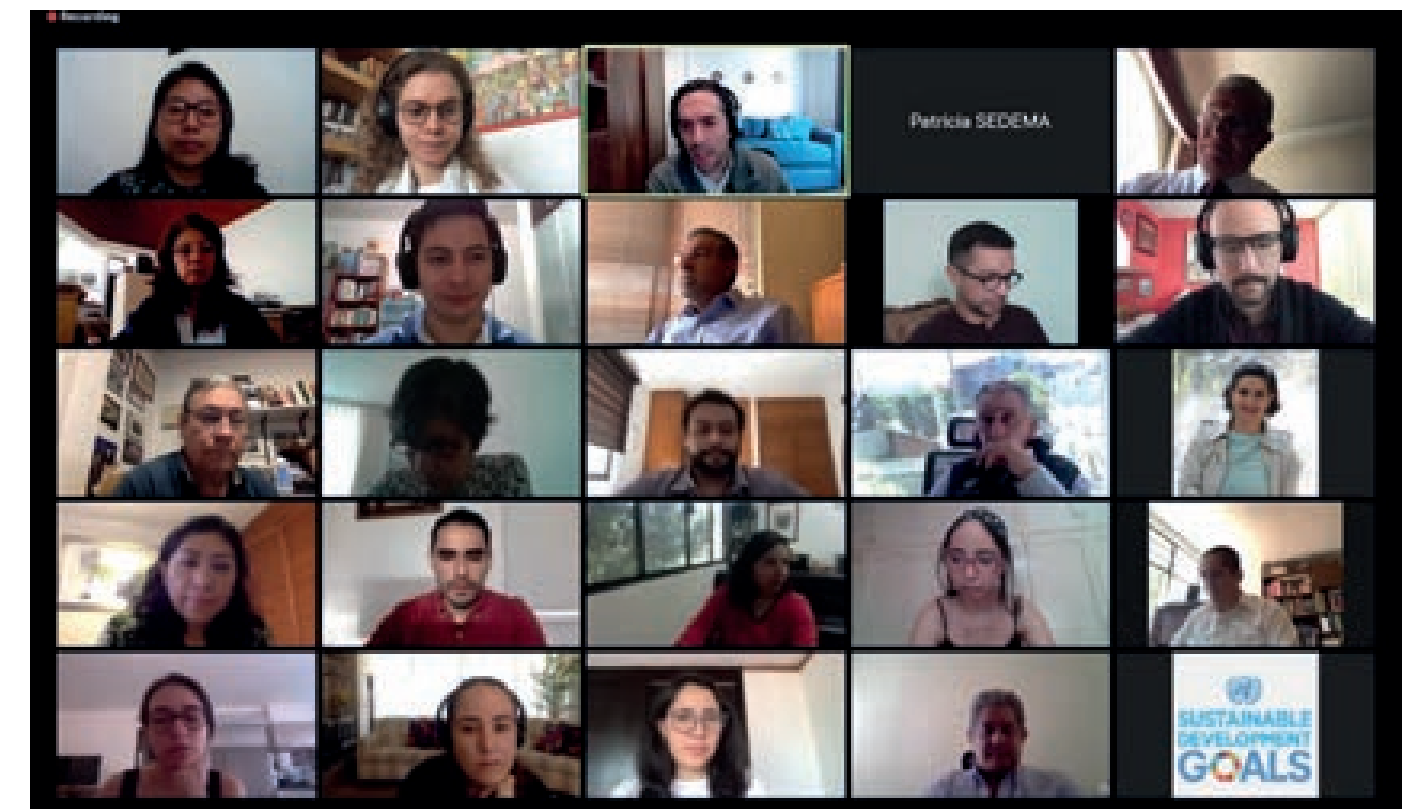


Figura A8.16 Palabras de bienvenida

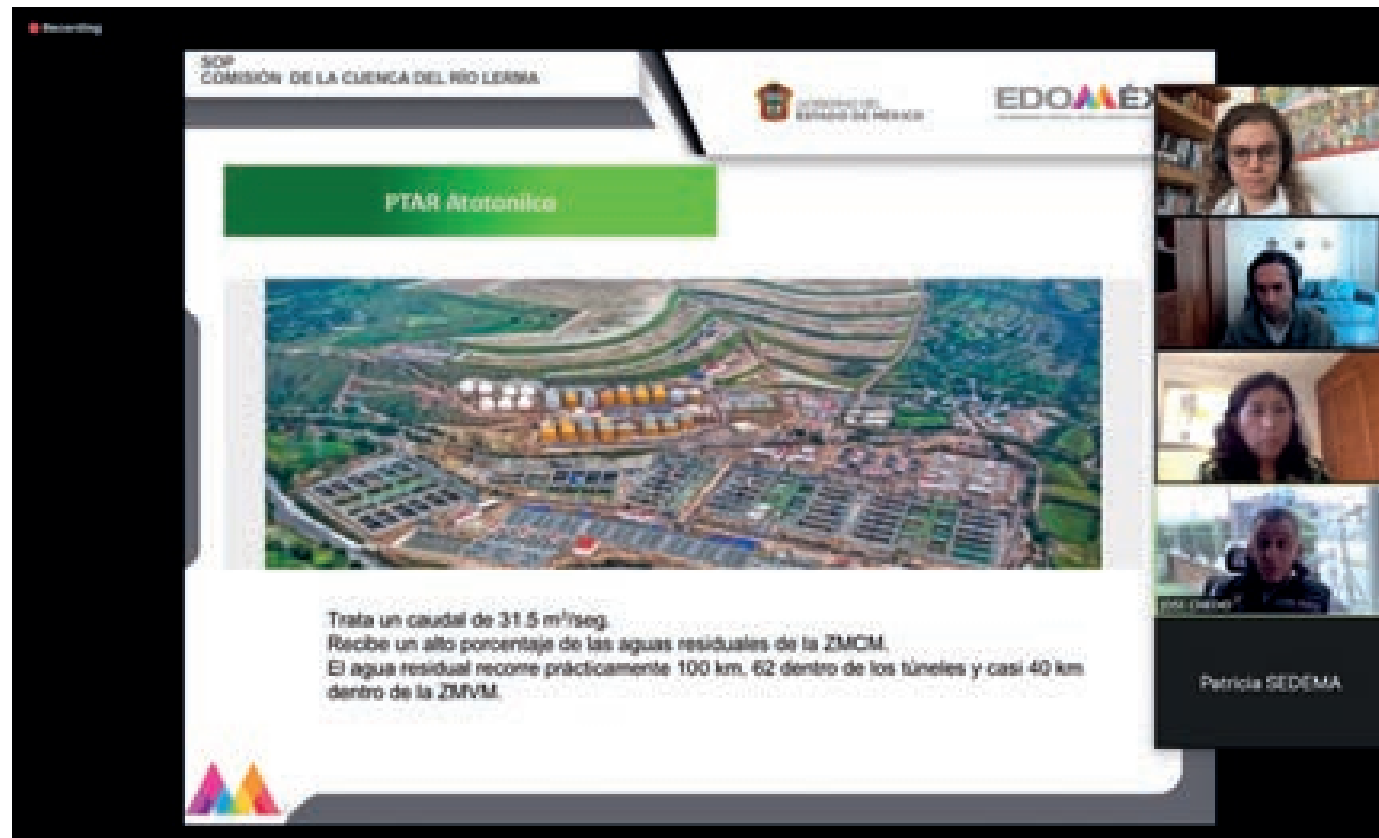


Figura A8.17 Presentación ICM

A8.3.8 Taller 8 Cultura climática y de calidad del aire

Descripción de actividades

El taller se llevó a cabo el 5 de octubre del 2020, de las 11:00 a las 13:00 horas, de forma virtual a través de la plataforma digital Zoom, con el objeto de seguir las medidas de mitigación y distanciamiento social establecidas a nivel internacional para reducir los riesgos asociados a la pandemia del COVID-19, y fue organizado por la SEDEMA, a través de la Dirección General de Coordinación de Políticas y Cultura Ambiental y de la Dirección General de Calidad del Aire. En ese marco, este taller tuvo como tema la cultura climática y de la calidad del aire, y busca obtener aportaciones de especialistas en materia de educación, comunicación y participación ambiental y climática, que ayuden a integrar y diseñar políticas públicas de mitigación y adaptación

al cambio climático y de mejora de la calidad del aire, para la ELAC 2021-2050, el PACCM 2021-2030 y el ProAire ZMVM 2021-2030.

Los objetivos particulares del taller fueron los siguientes:

- Identificar los retos y las oportunidades para fortalecer la cultura climática y de calidad del aire en la Ciudad de México.
- Conocer mejores prácticas locales, nacionales e internacionales de educación, comunicación y participación para la acción climática y para la mejora de la calidad del aire.

- Generar propuestas de políticas públicas para fortalecer la cultura climática y gestión de la calidad del aire.
- Involucrar las partes interesadas en el desarrollo de la ELAC 2021-2050, y del PACCM 2021-2030 y en la estrategia de comunicación del ProAire 2021-2030.

El taller contó con la presencia de distinguidos participantes como la Dra. Marina Robles, titular de la Secretaría de Medio Ambiente de la Ciudad de México, quien dio las palabras de bienvenida reiterando la importancia de la participación de los asistentes para retomar sus ideas e incorporarlas en la línea de cambio climático y en las estrategias de calidad del aire de la Ciudad de México.

También contó con la presencia de la Mtra. Leticia Gutiérrez, Directora general de Coordinación de Políticas y Cultura ambiental de la SEDEMA. Habló sobre el contexto y relevancia del taller, destacando el entusiasmo de involucrar

a expertos en distintas líneas de investigación y de conocimiento para desarrollar la estrategia climática de la Ciudad.

Durante el taller se realizaron tres presentaciones de especialistas en materia de cultura climática y calidad del aire. Estos expertos fueron el Dr. Edgar González Gaudiano, sobre educación ambiental para la acción climática, la Mtra. Claudia Hernández Fernández, sobre Comunicación y participación para la acción climática y la mejora de la calidad del aire, y el Mtro. Guillermo Velasco, sobre los Resultados de la Encuesta de Percepción Ciudadana en la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana del Valle de México.

Posterior a las presentaciones, se dividieron a los asistentes en cuatro distintos grupos de trabajo de 20 personas, en donde facilitó un espacio de conversación entre los participantes para dar puntos de vista y facilitar el diálogo sobre las aportaciones de los ponentes, así como realizar aportaciones a la agenda de comunicación y educación del cambio climático y la calidad del aire.

Resultados

A continuación se presentan los principales puntos clave presentados por cada especialista en materia de cultura climática y calidad del aire

Educación ambiental para la acción climática - Dr. Édgar González Gaudiano (Universidad Veracruzana).

El Dr. González destacó que es necesario impulsar la cultura ambiental en los programas educativos tales como planes de estudio relacionados con la calidad del aire, epidemiología y la cultura climática. Para esto, es necesario trabajar en el currículum educativo y asegurar que la educación va orientada a “realizar el cambio”. Se mencionó que usualmente existen mensajes contrarios en los programas educativos, por ejemplo, cuidar el ambiente vs. industrialización. Finalmente, se necesita enfatizar la participación ciudadana y favorecer la interconexión entre áreas de contenido.

Comunicación y participación para la acción climática y la mejora de la calidad del aire - Mtra. Claudia Hernández Fernández, Directora Ejecutiva de Cultura Ambiental en la SEDEMA.

La Mtra. Hernández mencionó la relevancia de crear condiciones y espacios para dialogar y escucharnos. Algunos espacios potenciales son escuelas, charlas de café y las noticias mismas. Es necesario agregar una visión humanista de la comunicación y educación.

Asimismo, mencionó cuatro puntos clave para crear estrategias de comunicación afectiva. Primero, hablar sobre el sentimiento que provoca el cambio: lo afectivo, cognitivo, práctico y ético. En segundo lugar, se debe apelar a valores de personas, reforzando los valores positivos. Esto involucra mencionar las repercusiones más allá de las relaciones con el cambio climático y la calidad del aire. Tercero, buscar aliados (medios de comunicación y profesores) con múltiples mensajeros que tengan credibilidad. Finalmente, innovar tomando en cuenta todos los lenguajes que utiliza la población para informarse.

Resultados de la Encuesta de Percepción Ciudadana en la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana del Valle de México: Mtro. Guillermo Velasco, Socio Fundador de CAPSUS.

Durante la presentación del Mtro. Guillermo Velasco se presentaron los resultados de la encuesta que se llevó a cabo en línea para la ZMVM sobre la percepción ciudadana de la calidad del aire. En la encuesta participaron alrededor de 2,000 personas de la Ciudad de México, Estado de México e Hidalgo. A continuación, se presentan los hallazgos más importantes de la encuesta:

- La población considera a la calidad del aire como uno de los problemas ambientales prioritarios en la ZMVM.
- Los ciudadanos consideran que la mala calidad del aire afecta a su salud.
- La percepción que tienen los ciudadanos sobre si ha mejorado la calidad del aire en la ZMVM en los últi-

mos años, indican que no ha mejorado y que esta es mala, a pesar de que las tendencias históricas dicen lo contrario.

- El 40% de los participantes indicaron que las principales fuentes de emisión de contaminantes del aire son: camiones de pasajeros, la industria y el transporte de carga. No consideran como fuentes principales de contaminantes a las calles sin pavimentar, motocicletas, hogares y comercios (gas LP), los cuales realmente serían las fuentes principales de contaminación.
- Los medios de comunicación que la ciudadanía utiliza para informarse sobre la calidad del aire son en su mayoría sitios oficiales del gobierno.

Mesas de discusión

Las propuestas de comunicación y cultura sobre calidad del aire derivadas de las mesas de trabajo están registradas en las siguientes tablas. En la Tabla A8.28 se presentan las propuestas para el fomento y consolidación de educación ambiental, en la Tabla A8.29 el fomento a la capacitación y creación de empleos verdes, en la Tabla A8.30 el impulso a patrones de producción y consumo responsable, en la Tabla A8.31 se encuentran estrategias para la difusión y acceso a información y finalmente en la Tabla A8.32 dos propuestas transversales.

Tabla A8.28 Fomento y consolidación de la educación ambiental y la investigación sobre cambio climático y calidad del aire

| Propuestas de participantes | |
|-----------------------------|---|
| 1 | Revisar y actualizar contenido de cambio climático y calidad del aire en planes de estudio de educación obligatoria; en coordinación de SEDEMA, SECTEI y el magisterio (normal superior). |
| 2 | Coordinar con INECC/SEP/INAFED u otros actores con atribuciones en los temas para generación de contenidos homogéneos y no duplicar recursos. |
| 3 | Generar sinergias con PILARES, Centros de Educación Ambiental y alcaldías para hacer eficiente el uso de recursos. |
| 4 | Establecer una agenda de investigación prioritaria sobre temas de calidad del aire y cambio climático, idealmente respondiendo a demandas del gobierno, en la ZMVM. |
| 5 | Impulsar la vinculación con universidades para promover estadías y trabajos de investigación en temas de cambio climático y calidad del aire en instituciones estatales. |
| 6 | Establecer un fondo o fideicomiso para la investigación de calidad del aire y cambio climático en la Megalópolis. |
| 7 | Llevar a cabo concursos públicos sobre tecnologías de reducción de emisiones. |
| 8 | Incorporar programas de abanderamiento sobre calidad del aire en escuelas, áreas de ejercicio y deporte al aire libre |
| 9 | Tener monitores de calidad del aire de bajo costo en escuelas que den información pública en tiempo real. |

Tabla A8.29 Fomento a la capacitación y creación de empleos verdes

| Propuestas de participantes | |
|-----------------------------|--|
| 1 | Implementar empleos verdes en las Zonas de Baja Emisión (vigilancia y cumplimiento). |
| 2 | En el sector movilidad, fomentar el transporte cero emisiones. Un ejemplo es la iniciativa ZEBRA - Acelerador para el despliegue rápido de autobuses cero emisiones, que es un programa de P4G a través de C40 e ICCT. |
| 3 | En el sector salud, capacitar al personal de salud sobre impactos de la calidad del aire y el cambio climático en la salud y cómo transmitir esta información a pacientes en consultas. |
| 4 | Capacitar a personal de escuelas para definir y difundir protocolos durante contingencias ambientales y eventos hidrometeorológicos extremos (calor y lluvias extremas). |
| 5 | En el sector residuos, fomentar la educación y capacitación a personal de limpieza, en materia de identificación, separación y aprovechamiento de residuos. |

Tabla A8.30 Impulso a patrones de producción y consumo responsable

| Propuestas de participantes | |
|-----------------------------|---|
| 1 | Hacer relación entre los beneficios que la población obtiene cuando se diseñen nuevas Normas Oficiales Mexicanas que limiten la contaminación de productos o procesos de producción. |
| 2 | Incluir la comunicación de impactos de productos en la calidad del aire (contenido de Compuestos Orgánicos Volátiles). |
| 3 | Comunicar a la población sobre las emisiones de contaminantes en el hogar y sus impactos en la calidad del aire y las consecuencias en salud/productividad/economía. |
| 4 | Generar incentivos económicos /fiscales para la producción baja en emisiones. |
| 5 | Comunicar los impactos a la calidad del aire y el cambio climático del transporte urbano de personas y mercancías, en el contexto del cambio de patrones de consumo y trabajo remoto. |
| 6 | Fomentar la electrificación de transporte público y particular |
| 7 | Desarrollar incentivos fiscales en autos y transportes eléctricos. |
| 8 | Analizar la factibilidad de una línea de acción de construcción de estufas de leña de bajo consumo y baja emisión de humo al interior de las cocinas, así como el uso de estufas solares. |
| 9 | Fomentar la electrificación de viviendas para calentar y cocinar con electricidad. |
| 10 | Promover el uso de calentadores solares entre la población y en aquellas dependencias de gobierno que los requieran (hospitales, escuelas, deportivos). |
| 11 | Fortalecer el programa de Recicladrón, que sea constante con bases por alcaldía. |

Tabla A8.31 Difusión y comunicación para el acceso a la información, el intercambio de conocimiento y la promoción de la participación activa y colaborativa

| Propuestas de participantes | |
|-----------------------------|---|
| 1 | Diseñar mensajes elaborados a partir de un diagnóstico de percepciones, necesidades y el perfil de los usuarios. |
| 2 | Desarrollar campañas de difusión metropolitanas para ampliar alcance e impacto. |
| 3 | Generar mensajes de comunicación orientados a aspectos emocionales de resonancia positiva (esperanza activa, compromiso colectivo). |
| 4 | Comunicar de forma efectiva las acciones que el gobierno ya realiza, puede motivar a otros sectores de la sociedad. |
| 5 | Comunicar acciones individuales que la población puede realizar. |
| 6 | Generar mensajes de comunicación de tema en contextos multilingües (traducción y nombre de la lengua indígena). |
| 7 | Visibilizar iniciativas ciudadanas (avances y logros). |
| 8 | Difundir información de parte del personal de salud, sobre el impacto de la calidad del aire en la salud de la población. |
| 9 | Hacer campañas con médicos para que ellos contribuyan a dar recomendaciones a sus pacientes sobre qué acciones pueden tomar dependiendo de la calidad del aire y qué tan vulnerables sean a esta. |

Tabla A8.31 Difusión y comunicación para el acceso a la información, el intercambio de conocimiento y la promoción de la participación activa y colaborativa (*continuación*)

| Propuestas de participantes | |
|-----------------------------|--|
| 10 | Homologar los índices de calidad del aire y de riesgo y salud, ya que son confusos para la población. |
| 11 | Colocar banderines o pantallas de riesgo de calidad del aire en escuelas o en la zona escolar, homologados con los indicadores de Aire y Salud, de los mismos colores que los del indicador. |
| 12 | Desplegar monitores de calidad del aire para medir la concentración en escuelas, plazas públicas, avenidas, etc. |
| 13 | Incluir y fomentar ejercicios de ciencia ciudadana como sistemas complementarios de monitoreo de calidad del aire. |
| 14 | No comunicar “cifras grandes” sino enfocarse en historias personales para comunicar y motivar cambios sociales. |
| 15 | Enfatizar los efectos locales y perceptibles de la mala calidad del aire y el cambio climático. |
| 16 | Realizar campañas de calidad del aire que cuenten historias. Por ejemplo, un testimonio de un problema de salud derivado de la exposición a la mala calidad del aire, otro sobre alguna acción que esa persona haya realizado para disminuir sus emisiones de contaminantes. |
| 17 | Evitar tecnicismos y garantizar que la información sobre la calidad del aire sea clara y presentada en un lenguaje adecuado para toda la población. |
| 18 | Difundir información en centrales de autobuses, aeropuerto y accesos carreteros, sobre calidad del aire y medios para que visitantes de la Ciudad puedan conocer esta información durante su estadía. |
| 19 | Desarrollar campañas de comunicación y concientización sobre las afectaciones a la salud por la mala calidad del aire, derivadas de las emisiones contaminantes, locales y globales, provenientes de los vehículos automotores. |
| 20 | Medir e informar constantemente de la concentración de contaminantes mediante monitores en transporte público como Metrobus o Mexibus. |
| 21 | Homologar información de APP de clima con APP AIRE. |
| 22 | Colocar pantallas de información en plazas públicas. |
| 23 | Trabajar en alianza con noticieros y líderes de opinión en difundir mensajes de calidad del aire y cambio climático. |
| 24 | Crear alianzas con y entre redes vecinales, ONG, academia y medios de comunicación. |

Tabla A8.32 Propuestas transversales

| Propuestas de participantes | |
|-----------------------------|--|
| 1 | Impulsar la educación y la acción por medio del arte, cultura y deporte. |
| 2 | Garantizar la transparencia en los presupuestos. |

Evidencia de los talleres

Registro fotográfico



Figura A8.18 Asistentes al taller



Figura A8.19 Mesa de trabajo 3 con metodología Metaplan

A8.3.9 Taller 9 Género, cambio climático y calidad del aire

Descripción de actividades

Este taller se llevó a cabo el 9 de octubre del 2020, de las 11:00 a las 14:00 horas, de forma virtual a través de la plataforma digital Zoom, con el objeto de seguir las medidas de mitigación y distanciamiento social establecidas a nivel internacional para reducir los riesgos asociados a la pandemia del COVID-19. Este fue organizado por la SEDEMA, a través de la Dirección General de Coordinación de Políticas y Cultura Ambiental y de la Dirección General de Calidad del Aire, con el apoyo de expertas de la Secretaría de Mujeres de la Ciudad de México en materia climática y de calidad del aire. En ese marco, este taller tuvo como tema la perspectiva de género y la inclusión social como pilar en la acción climática y en las políticas de calidad del aire, y busca obtener aportaciones de especialistas en materia de género, inclusión y en diseño de políticas climáticas inclusivas, que ayuden a integrar y diseñar políticas públicas de mitigación y adaptación al cambio climático y de mejora de la calidad del aire, para la ELAC 2021-2050, el PACCM 2021-2030 y el ProAire ZMVM 2021-2030.

Los objetivos particulares del taller fueron los siguientes:

- Intercambiar experiencias y conocimientos en materia de género, cambio climático y calidad del aire para identificar acciones conjuntas, instrumentos y mecanismos para reducir la desigualdad de género en el marco de derechos humanos para la construcción de la ELAC, el PACCM y el ProAire.
- Identificar las principales problemáticas en la interacción de la agenda de género, cambio climático y calidad del aire, que permita visualizar los avances y retos que atender en los instrumentos programáticos en la materia.
- Establecer líneas de acción y metas para fortalecer la perspectiva de género y la inclusión social en la agenda de cambio climático y calidad de aire.

El taller contó con la presencia de distinguidos participantes como la Dra. Marina Robles, titular de la SEDEMA, quien dio las palabras de bienvenida al taller. Mencionó la importancia sobre la perspectiva de género en la agenda

climática y de calidad del aire de la ciudad de México, resaltando el peso diferenciado de género en nuestras actividades cotidianas. También se contó con la presencia de la Psic. Ingrid Gómez Saracíbar, titular de la Secretaría de Mujeres (SEMujeres) de la Ciudad de México, quien agradeció la participación y organización del taller a la SEDEMA.

La Mtra. Leticia Gutiérrez Lorandi, Directora General de Coordinación de Políticas y Cultura Ambiental de la SEDEMA, habló sobre el contexto y relevancia de este taller en la agenda pública de la Ciudad de México. Desde el enfoque de la ciudad para asegurar los derechos humanos, el objetivo de incorporar la perspectiva de género en la agenda pública es un compromiso que tiene el gobierno capitalino.

Durante el taller se realizaron tres presentaciones de especialistas en materia de género e inclusión social para la agenda ambiental y de calidad del aire. Estos expertos fueron Yazmín Pérez Haro, Directora Ejecutiva de Igualdad Sustantiva de la Secretaría de las Mujeres, sobre Género e inclusión social en la agenda ambiental de la Ciudad de México; Jorge Villarreal, Director del Programa de Cambio Climático en la Iniciativa Climática de México e Itzá Castañeda Camey, Consultora en género y desarrollo sustentable, sobre la perspectiva de género y la agenda de cambio climático; y Marianely Patlán, Secretaría de Movilidad de la Ciudad de México, sobre movilidad, género e inclusión.

Posterior a las presentaciones, se dividieron a los asistentes en cuatro distintos grupos de trabajo de 20 personas, en donde facilitó un espacio de conversación entre los participantes para dar puntos de vista y propiciar el diálogo sobre las aportaciones de los ponentes, así como realizar aportaciones a la agenda de climática y de calidad del aire con una perspectiva de género y de inclusión social.

Para dar inicio a las discusiones del taller, se detonaron las siguientes preguntas a los asistentes:

- ¿Cuáles son los principales problemas que identifica en la agenda de cambio climático y calidad del aire que afectan de forma diferenciada a mujeres y hombres?

- ¿Cuáles son las acciones que, desde la política pública en cambio climático/calidad del aire, se deben fortalecer y/o diseñar para resolver las desigualdades y avanzar en la agenda de cambio climático y calidad del aire?

Durante la actividad se discutieron las aportaciones de las y los asistentes, dirigiendo las participaciones hacia

Resultados

A continuación se presentan los principales puntos clave presentados por cada especialista en materia de género e inclusión social para la agenda ambiental y de calidad del aire.

Género e inclusión social en la agenda ambiental de la Ciudad de México - Yazmín Pérez Haro (Secretaría de las Mujeres).

Durante la presentación de la directora se recalcó que la gran mayoría de las medidas que actualmente se implementan para el diseño de las políticas gubernamentales surgen de reflexiones que se hacían en los años 70s y 80. Estos planteamientos no se han superado y siguen concretados en políticas focalizadas y dirigidas a las mujeres. Alineado a esto, se presentaron los lineamientos rectores del Decálogo sobre Género y Medio Ambiente de la Ciudad de México.

Finalmente se propuso que se deben de considerar los siguientes puntos en las agendas de climáticas y de calidad del aire: educación ambiental con perspectiva de género, desarrollo urbano y comunitario con perspectiva de género y mujeres como agentes de cambio y no como meras beneficiarias de las políticas públicas

La perspectiva de género y la agenda de cambio climático - Jorge Villarreal e Itzá Castañeda (ICM).

El director Villareal identificó que las mujeres y hombres tienen comportamientos distintos que reflejan una contribución distinta ante el cambio climático. Por ejemplo, se expuso que las mujeres hacen el 54% de viajes en la ciudad, pero 25% de los hombres hacen su viaje en auto mientras que las mujeres sólo componen el 16%. Asimismo,

la temática central del taller. Al finalizar la actividad se llega a un consenso general. Se obtuvieron resultados basados en la participación de las y los expertos, que serán tomados en cuenta en la elaboración de la ELAC 2021-2050 y del PACCM 2021-2030 y para la estrategia de comunicación del ProAire ZMVM 2021-2030.

mo, las mujeres tienden a caminar más en comparación con los hombres.

Se propusieron las siguientes acciones para lograra la transversalidad de la perspectiva de género en la agenda ambiental de la ciudad: gestión de información con perspectiva de género (cuantitativa y cualitativa) y el fortalecimiento de presupuestos con perspectiva de género.

Movilidad, género e inclusión - Marianely Patlán (SEMOVI).

Se identificó que debido a la estructura urbana de la ZMVM, el tiempo de traslado y la elección modal es complejo y ha provocado que la brecha de género incrementa. Hay una pobreza de tiempo sobre lo que toma invertir en los traslados dentro de la ciudad, sobre todo en las zonas periféricas.

Asimismo, la exposición a contaminantes de fuentes móviles es diferenciada según el uso de transporte y a la duración del traslado. Los ciclistas y peatones son quienes inhalan y asimilan las mayores dosis de contaminantes, sin embargo, los beneficios que se generan por la movilidad activa, contrarresta estos daños a la salud. Es aquí donde, por propósitos de viaje, las mujeres tienen mayores motivos de viaje por cuidado que los hombres, mientras que los hombres viajan más por motivos de trabajo.

La percepción de seguridad en el transporte también afecta más a las mujeres que a los hombres, ya que no es neutral con ambos géneros. Con esto se diseñó en el Programa Integral de Movilidad y el eje de prevención y atención del acoso en el sistema de movilidad.

Mesas de discusión

A continuación se presentan los resultados a las preguntas detonadoras de la actividad de discusión grupal. La Tabla A8.33 presenta algunas de las principales problemáticas identificadas (pregunta detonadora 1), mientras que la Tabla A8.34 presenta algunas de las acciones propuestas (pregunta detonadora 2).

Tabla A8.33 Lista de principales problemas identificados en la agenda de calidad del aire que afecta de forma diferenciada a hombres y mujeres

| Problemas identificados por participantes | |
|---|---|
| 1 | Las mujeres son diluidas en la figura de familia, como principales responsables del cuidado de la familia y comunidades. |
| 2 | La falta de acceso, uso y control de recursos por la división sexual del trabajo. Un contexto de cambio climático implica incrementar el tiempo de trabajo no remunerado. |
| 3 | Las mujeres suelen carecer de tiempo, ya que invierten más tiempo para el traslado, tareas de cuidado y participación activa en programas sociales. |
| 4 | Eventos climáticos severos aumentan la carga de trabajo de mujeres en el ámbito doméstico. |
| 5 | En cuanto al caso de enfermedades transmitidas por vectores, son las mujeres embarazadas quienes se presentan entre los grupos más vulnerables. |
| 6 | Hay impactos diferenciados en salud de la población que reside en zonas industriales, particularmente en mujeres con jefatura femenina de hogar y que destinan más tiempo a sus hogares. |
| 7 | La educación, incluida la ambiental, a la niñez y adolescencia recae en las mujeres. |
| 8 | Existe desinformación y resistencia al tema del género y del cambio climático. |
| 9 | Existen diferencias en la gestión de recursos. Por ejemplo, en el abastecimiento de agua, normalmente son las mujeres las que se encargan de la recolección y gestión del agua, lo mismo ocurre en la recolección de leña. También se debe considerar que son ellas las que cocinan, y que al usar combustibles como la leña son las más expuestas a gases nocivos. |
| 10 | Las mujeres recolectoras son invisibilizadas y están en mayor riesgo en la gestión de residuos sólidos urbanos. |
| 11 | Una participación estereotipada en proyectos de adaptación, en los cuales se suelen atender necesidades básicas sin atender intereses estratégicos y responsabilizar a las mujeres en trabajos de gestión ambiental no remunerados. |
| 12 | Dificultad para trasladarse a las fuentes de trabajo ante malas condiciones climáticas y cumplir con los distintos roles que juegan. |
| 13 | Existe una diferencia entre las actividades que se dan en los hogares. Existen muchas zonas que todavía tiene que hacer uso de estufas con leña, que pueden provocar muchos daños a la salud y quienes están principalmente expuestas son mujeres, niños y niñas. |
| 14 | Desvinculación entre alcaldías y Secretarías en acciones prioritarias en materia de planeación urbana y con lente climática con visión a largo plazo. |
| 15 | Existen políticas discriminatorias. Por ejemplo, el acuerdo relativo a la actividad laboral de los servidores públicos orienta los cuidados en casa esencialmente a las mujeres, sin permitir que el hombre asuma dichas tareas. |
| 16 | Eventos climáticos severos aumentan la carga de trabajo de mujeres en el ámbito doméstico. |
| 17 | En cuanto al caso de enfermedades transmitidas por vectores, son las mujeres embarazadas quienes se presentan entre los grupos más vulnerables. |

Tabla A8.34 Lista de acciones propuestas para resolver la desigualdad y avanzar en la agenda de cambio climático y calidad del aire

| Propuestas de participantes | |
|-----------------------------|--|
| 1 | Generar lineamientos comunes en los tres niveles de gobierno sobre cómo integrar la agenda de género. |
| 2 | Garantizar la alineación con un marco nacional e internacional, en especial el Plan de trabajo de Lima, en un marco de derechos humanos. |
| 3 | Garantizar la participación paritaria intergeneracional de las mujeres en toda su diversidad en las acciones de mitigación y adaptación. |
| 4 | Dentro de las reglas de operación para los programas sociales de créditos para el trabajo de la tierra, donde mujeres sean beneficiarias de estos recursos, así como de su gestión. |
| 5 | Sensibilizar y capacitar a funcionarios/as en transversalización de la perspectiva de género, derechos humanos y cambio climático. |
| 6 | Garantizar la participación plena y efectiva de las mujeres y grupos en situación de vulnerabilidad en los mecanismos de participación ciudadana. |
| 7 | Realizar diagnósticos y análisis de capacidades adaptativas institucionales de las Secretarías integrantes de la CICC, quienes instrumentan acciones de cambio climático y calidad del aire, para proponer estrategias internas sectoriales y operativas que logren cambiar la gestión pública actual. |
| 8 | Fortalecer la participación de mujeres en actividades de economía circular tradicionalmente dominadas por hombres. |

Tabla A8.34 Lista de acciones propuestas para resolver la desigualdad y avanzar en la agenda de cambio climático y calidad del aire (continuación)

| Propuestas de participantes | |
|-----------------------------|---|
| 9 | Toda acción debe incorporar una estrategia de corresponsabilidad que traslade el trabajo doméstico y de cuidado no remunerado del ámbito doméstico al público de las mujeres a los hombres. |
| 10 | Implementar efectivamente indicadores de género y medio ambiente para medir el impacto social diferenciando por regiones. |
| 11 | Incrementar la autonomía hídrica en hogares con jefatura femenina, para garantizar un acceso digno al agua. |
| 12 | Fortalecer campañas y educación para igualdad de género y seguridad de mujeres en transporte público, calles y bicicleta. |
| 13 | Generar capacidades en las mujeres y niños para que aprendan a realizar sus propios cultivos frente a la escasez de alimentos. |
| 14 | Identificar las actividades económicas altamente contaminantes en las que participan mujeres y promover la transición a empleos verdes. |
| 15 | En la gestión de desastres, garantizar los derechos sexuales y reproductivos y la adopción de medidas preventivas y de actuación eficaces frente a la violencia sexual contra las mujeres. |
| 16 | Fortalecer capacidades sobre acciones y sistemas de alerta temprana multirisgo, un plan de contingencia y acción ante riesgos asociados al cambio climático para mujeres y hombres. |
| 17 | Facilitar el trabajo a distancia para las mujeres en caso de malas condiciones climáticas que cada vez son más frecuentes y de mayor intensidad. |
| 18 | Impulsar la creación de más centros de ayuda y espacios como medida de integración urbana. |
| 19 | Fortalecer la difusión de información sobre cambio climático y calidad del aire con perspectiva de género, por medio de redes sociales y medios de comunicación oficiales. |
| 20 | Difundir información para generar conciencia en la población y visibilizar la vulnerabilidad de las mujeres ante los efectos adversos del cambio climático. Comunicar mejor la condición desfavorable en la que se encuentran y su importancia en los planes y programas destinados a alcanzar un desarrollo sustentable. |
| 21 | Integrar la perspectiva de género en protocolos de respuesta ante emergencias como lo son las contingencias ambientales atmosféricas. |

Evidencias del taller

Registro fotográfico

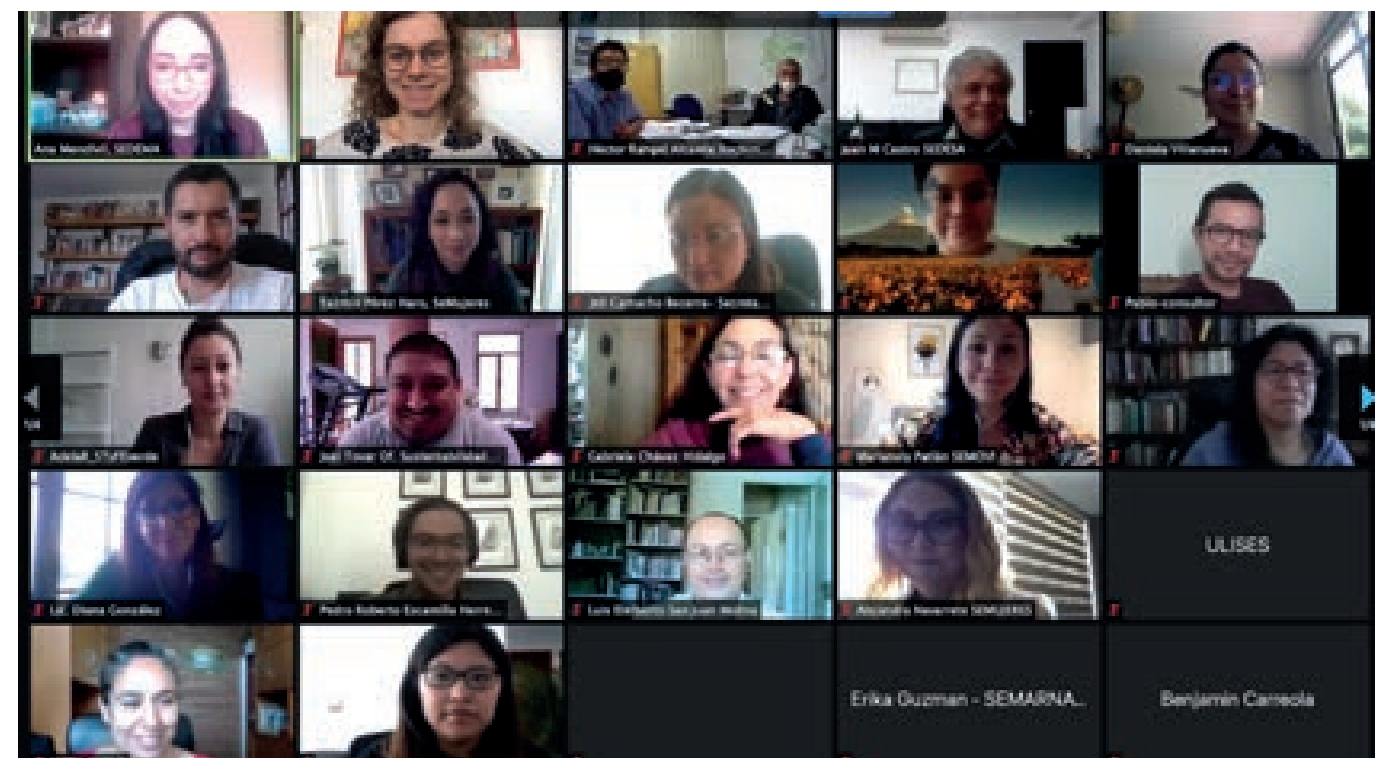


Figura A8.20 Asistentes al taller



Figura A8.21 Presentación de Yazmín Perez, de SEMujeres, sobre el Decálogo sobre Género y Medio Ambiente de la Ciudad de México

A8.3.10 Proceso de participación, prioridades y definición de indicadores del ProAire ZMVM 2021-2030

El diseño del Programa de Gestión Ambiental de la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana del Valle de México 2021-2030 (ProAire ZMVM 2021-2030) requiere de un proceso de identificación y evaluación de medidas que ayude a la priorización operacional de las autoridades ambientales. Esta sesión de trabajo fue realizada como preámbulo introductorio a la realización de los talleres participativos y en concordancia con los Términos de Referencia del proyecto. El objetivo general de esta sesión fue presentar al Grupo Núcleo de trabajo, de manera detallada, el proceso

que el equipo de consultores proponía seguir para priorizar y definir indicadores de evaluación y seguimiento. Esta actividad se realizó de manera preliminar y a manera preparatoria para los talleres participativos temáticos. Éstos tuvieron la finalidad de ser un espacio para la discusión y la identificación de medidas, herramientas y proyectos para la mitigación en los distintos sectores ambientales que inciden en la calidad del aire de la ZMVM. Los reportes específicos serán descritos a detalle en reportes adicionales incluidos en el presente anexo.

Descripción de actividades

El taller se llevó a cabo el 7 de abril de 2020 de manera virtual en estrecha coordinación entre la SEDEMA y el equipo consultor de CAPSUS. El objetivo del taller fue presentar el proceso de identificación y priorización de

las medidas a incluir en el ProAire ZMVM 2021-2030. Este proceso busca ayudar a dirigir y estructurar las etapas de identificación y realización del valor social en los instrumentos, políticas y herramientas de mitigación.

Los objetivos particulares del taller fueron:

- Presentación de las etapas dentro del ciclo de oportunidades e importancia dentro del proceso de planeación.
- Introducción al tipo de preguntas que debe de responder cada etapa.
- Introducción a la metodología RICE (Alcance, Impacto, Confianza y Esfuerzo por sus siglas en inglés).
- Presentación de estructura general de indicadores de seguimiento y evaluación de los instrumentos de política incluidos en el ProAire ZMVM 2021-2030.
- Presentación y retroalimentación sobre la primera versión de hoja de cálculo para el ejercicio de evaluación de percepción RICE por el comité núcleo.

En búsqueda de desarrollar un esfuerzo de construcción participativo y colegiado, los asistentes al taller fueron todos los miembros del Comité Núcleo. Este se integra por autoridades del gobierno federal, estatal, municipal, así como de representantes del sector académico, la iniciativa privada, las instituciones de investigación y representantes de la sociedad civil organizada. El comité funge como cuerpo asesor de las autoridades ambientales de la ZMVM bajo consideraciones de representatividad y experiencia en investigación aplicada en políticas de gestión ambiental.

La sesión de trabajo se centró en la presentación del proceso de identificación y priorización realizada por Guillermo Velasco y Jorge Macías, socio y consultor de CAPSUS respectivamente. Al comienzo del taller se hizo un recuento a los miembros del Comité Núcleo sobre los avances en la elaboración del PROAIRE ZMVM 2021-2030. Posteriormente, y a manera introductoria, se abordó la construcción e importancia del ciclo de oportunidad pública ilustrado por la Figura A8.22.

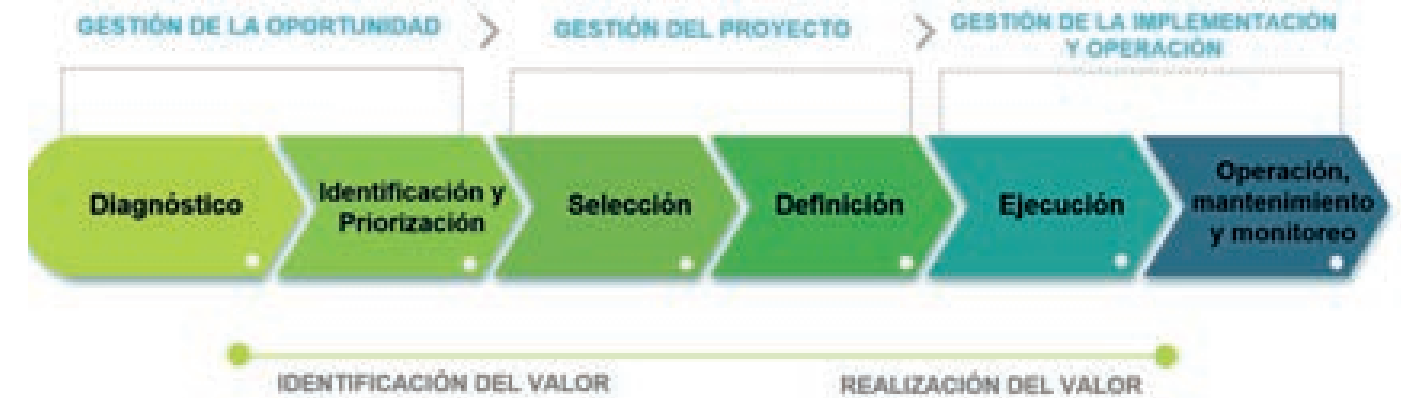


Figura A8.22 Ciclo de oportunidad pública del proyecto

Si bien el trabajo de elaboración del PROAIRE acompaña a las autoridades ambientales en las etapas de diagnóstico, identificación y priorización, selección y definición, también es relevante describir las preguntas que se de-

ben de responder en cada una de estas etapas. El grupo de preguntas detonadoras por etapa fue presentada al Comité Núcleo y reflejadas en la Figura A8.23.



Figura A8.23 Preguntas detonadoras para cada etapa del ciclo de oportunidad pública

La estructura metodológica general utilizada para la evaluación y priorización fue basada en el marco de evaluación RICE. Este marco fue desarrollado por Intercom y utilizado en programas de administración de proyectos, normalmente en el ámbito público. El nombre del marco deriva de los cuatro componentes básicos de medición: Alcance (R por su nombre en inglés), Impacto (I), Confianza (C) y Esfuerzo (E). Este marco faculta la posibilidad de incluir indicadores cualitativos y cuantitativos para determinar el valor potencial de proyectos, ideas e iniciativas.

En la sesión de trabajo, se introdujo el marco RICE, los indicadores iniciales para evaluación y una primera versión de la hoja de cálculo para el ejercicio colectivo de priorización basado en la experiencia del Comité Núcleo. Se realizó un ejercicio de cálculo con el comité para ejemplificar el funcionamiento de la metodología y del modelo de evaluación. Se anexa captura de pantalla de la hoja de cálculo presentada a manera de evidencia.

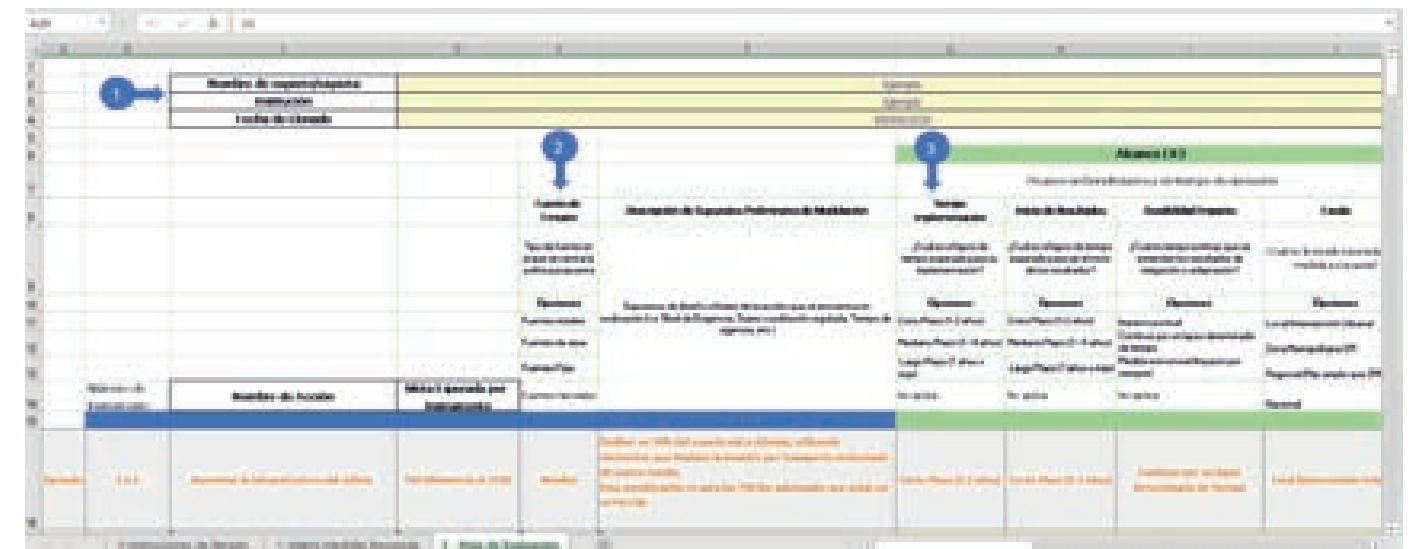


Figura A8.24 Hoja de cálculo para explicar el funcionamiento de la metodología

El último punto de la presentación fue explicar el mecanismo de participación del Comité Núcleo en la etapa inicial de identificación y priorización de medidas. En esta fase, se solicitó a las y los miembros el apoyo en elegir un

subgrupo de instrumentos de mitigación y que realizaran la evaluación de cada uno de estos instrumentos bajo la guía de los indicadores utilizados en la hoja de cálculo.

Resultados

Como resultado principal del taller se obtuvo la aprobación del Comité Núcleo sobre la metodología planteada y se recibió retroalimentación a la realización de esta. Sobre el primer punto, los miembros se comprometieron a participar de manera activa en la evaluación de medidas a través de su experiencia profesional y a través del marco de evaluación propuesto (RICE).

de Alcance e Impacto de las medidas y también de la perspectiva en cuanto a la Confianza y Esfuerzo necesario para su implementación.

La participación del Comité Núcleo fue clave para el desarrollo de un esfuerzo colectivo y colegiado que apoyó en la identificación de nuevos instrumentos o elementos de mejora sobre las acciones identificadas. El lograr un mayor nivel de desarrollo en los conceptos y elementos de diseño de las acciones identificadas representa otro objetivo de la fase de preevaluación del proyecto. Asimismo, se logró proveer de un marco de referencia del potencial

Es importante destacar que este marco de referencia no determina la priorización final de las acciones, solo representa un apoyo para la identificación de los elementos clave y así, poder guiar el trabajo de modelación bajo criterios objetivos del ProAire ZMVM. Es por ello que los resultados presentados en esta sección deben de tomarse en este espíritu y no como representativos de la priorización programática final o definitiva. En las Tablas A8.35 a A8.38 se presentan los principales diez resultados del ejercicio de preevaluación con base al tipo de fuente de emisión (Área, Fija, Móvil) y de manera general.

Tabla A8.35 Resultados de fuentes de área (pre evaluación RICE)

| Acción de Mitigación Fuentes de Área | Alcance | Impacto | Confianza | Esfuerzo | RICE Total |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Sustituir los componentes y metodología de fabricación de la pirotecnia por aquellos que tengan menores emisiones tóxicas. | 2.75 | 2.47 | 2.65 | 2.24 | 2.85 |
| Reducir tarifa eléctrica a quien tenga una vivienda cero emisiones. | 2.84 | 3.69 | 1.38 | 0.68 | 2.59 |
| Ampliar el PSAH. | 1.09 | 3.30 | 3.00 | 0.71 | 1.93 |
| Elaborar un estudio diagnóstico del estado de operación de sistemas de recuperación de vapores en estaciones de servicio. | 1.35 | 3.25 | 1.81 | 1.91 | 1.81 |
| Actualizar el marco regulatorio y normativo aplicable en la distribución del Gas L.P. | 3.71 | 1.70 | 1.97 | 1.08 | 1.80 |
| Ampliar la cobertura de la NOM-004-ASEA-2017 a toda la ZMVM. | 3.15 | 2.40 | 2.10 | 0.83 | 1.27 |
| Prohibir la pirotecnia cuando la calidad del aire no sea satisfactoria. | 1.99 | 2.25 | 2.26 | 1.31 | 1.06 |
| Fortalecer la separación y disposición final de residuos en la ZMVM. | 0.67 | 2.68 | 2.35 | 0.90 | 0.84 |
| Fomentar el tratamiento sustentable de aguas residuales en el sector privado. | 1.26 | 0.99 | 2.44 | 1.59 | 0.73 |
| Proteger los suelos de la erosión. | 0.80 | 1.94 | 2.80 | 0.73 | 0.72 |

Tabla A8.36 Resultados de fuentes fijas (pre evaluación RICE)

| Acción de Mitigación Fuentes Fijas | Alcance | Impacto | Confianza | Esfuerzo | RICE Total |
|---|---------|---------|-----------|----------|------------|
| Publicación de norma que regula los contenidos de plaguicidas domésticos. | 4.04 | 1.88 | 2.97 | 1.48 | 4.69 |
| Regular las emisiones provenientes de la generación de electricidad | 4.54 | 2.61 | 1.71 | 0.69 | 3.01 |
| Publicación de norma que regula los contenidos de COV en productos de consumo doméstico y de cuidado personal. | 3.61 | 1.84 | 2.29 | 1.24 | 2.82 |
| Regular emisiones de la industria metálica básica | 3.23 | 2.66 | 2.00 | 1.02 | 1.75 |
| Regular el manejo de residuos provenientes de artes gráficas y reducir sus emisiones. | 2.27 | 2.54 | 2.22 | 0.87 | 1.50 |
| Impulsar el uso de energía renovable en PYMES e industria | 1.20 | 2.18 | 2.20 | 0.94 | 1.05 |
| Regular emisiones de la industria química | 3.73 | 2.40 | 1.48 | 0.72 | 1.04 |
| Incluir condicionantes en materia de Impacto Ambiental para el uso de maquinaria con mejor tecnología en la construcción de obra privada y pública. | 0.70 | 1.61 | 3.51 | 1.04 | 0.86 |
| Regular recubrimientos y solventes industriales. | 4.05 | 1.77 | 1.72 | 0.66 | 0.74 |
| Regular emisiones de la industria del papel | 3.00 | 2.00 | 1.62 | 0.90 | 0.70 |

Tabla A8.37 Resultados de fuentes móviles (pre evaluación RICE)

| Acción de Mitigación Fuentes Móviles | Alcance | Impacto | Confianza | Esfuerzo | RICE Total |
|--|---------|---------|-----------|----------|------------|
| Normar o regular la venta de unidades. | 4.53 | 2.71 | 1.58 | 1.35 | 3.58 |
| Instrumentar mecanismos fiscales que impulsen el desarrollo de terrenos o edificios subutilizados. | 4.13 | 2.13 | 2.01 | 1.62 | 3.39 |
| Actualizar la normatividad ambiental de los vehículos nuevos en venta y existentes. | 4.13 | 2.93 | 1.49 | 1.08 | 3.05 |
| Programa de autorregulación de transporte de carga de bajas emisiones. | 1.81 | 2.45 | 1.46 | 0.75 | 2.55 |
| Desarrollar estaciones de transporte estructurado. | 1.15 | 1.89 | 2.00 | 3.66 | 1.89 |
| Actualizar la normatividad y regulación del transporte de carga. | 2.74 | 3.31 | 1.34 | 1.08 | 1.84 |
| Garantizar el abasto de Diésel Ultra Bajo Azufre. | 3.65 | 2.88 | 1.73 | 0.70 | 1.76 |
| Incentivar el uso de unidades híbridas / eléctricas. | 0.61 | 2.66 | 2.26 | 0.92 | 1.06 |
| Renovar la flota concesionada y aumentar el uso de filtros de partículas en las mismas. | 0.86 | 2.98 | 2.14 | 0.76 | 1.04 |
| Instrumentar el programa “conduce sin contaminar (contaminómetro)” como un esfuerzo conjunto entre las autoridades de tránsito (estatal, municipal y federal) y las de medio ambiente. | 0.80 | 1.48 | 2.45 | 0.79 | 0.82 |

Tabla A8.38 Resultados de todas las fuentes (pre evaluación RICE)

| Acción de Mitigación Todas las Fuentes | Alcance | Impacto | Confianza | Esfuerzo | RICE Total |
|---|---------|---------|-----------|----------|------------|
| Aumentar el número de trámites que se puede realizar de manera digital. | 3.73 | 4.17 | 2.85 | 1.43 | 5.00 |
| Publicación de norma que regula los contenidos de plaguicidas domésticos. | 4.04 | 1.88 | 2.97 | 1.48 | 4.69 |
| Instalar monitores de baja altura. | 0.52 | 2.30 | 5.00 | 1.83 | 4.22 |
| Normar o regular la venta de unidades. | 4.53 | 2.71 | 1.58 | 1.35 | 3.58 |
| Instrumentar mecanismos fiscales que impulsen el desarrollo de terrenos o edificios subutilizados | 4.13 | 2.13 | 2.01 | 1.62 | 3.39 |
| Actualizar la normatividad ambiental de los vehículos nuevos en venta y existentes. | 4.13 | 2.93 | 1.49 | 1.08 | 3.05 |
| Regular las emisiones provenientes de la generación de electricidad. | 4.54 | 2.61 | 1.71 | 0.69 | 3.01 |
| Sustituir los componentes y metodología de fabricación de la pirotecnia por aquellos que tengan menores emisiones tóxicas. | 2.75 | 2.47 | 2.65 | 2.24 | 2.85 |
| Publicación de norma que regula los contenidos de COV en productos de consumo doméstico y de cuidado personal. | 3.61 | 1.84 | 2.29 | 1.24 | 2.82 |
| Aprovechar el Sistema de Alarma de la CDMX para comunicar el estado de la calidad del aire durante contingencias ambientales. | 1.15 | 1.27 | 4.16 | 3.15 | 2.61 |

Los resultados presentados de manera desglosada y las herramientas generadas para la preevaluación ofrecen a los y las tomadoras de decisión la posibilidad de determinar criterios de priorización distintos. Es factible establecer una relevancia mayor a algún componente específico en contraste con otro que se estime menos prioritario. En los ejercicios presentados se asumió un peso igual a todos los componentes que integran el índice RICE total.

En tanto a la retroalimentación, surgieron dos observaciones principales en la construcción de indicadores. Primeramente, el Comité Núcleo sugirió incluir indicadores de evaluación para poder considerar si las medidas evaluadas contribuían en algún grado a disminuir las desigualdades existentes por cuestiones de género. Esta observación fue integrada en la versión final de los indicadores de evaluación y considerada por el grupo núcleo

en la valorización de los instrumentos que fueron recomendados al grupo de consultores.

Una recomendación adicional fue considerar el grado en que las medidas pudieran reflejar una mejora en la calidad de vida de los y las ciudadanas de manera directa. Es

decir, se solicitó incluir un indicador de visibilidad de los beneficios para las personas habitantes de la Zona Metropolitana del Valle de México. De la misma manera que en la observación anterior, esta recomendación fue integrada a la versión final en la hoja de cálculo.

A8.4 Participantes del ejercicio de priorización de medidas del ProAire ZMVM 2021-2030

La Tabla A8.39 muestra un listado completo de todas las personas que participaron en el ejercicio de priorización de medidas bajo el marco RICE.

Tabla A8.39 Listado de participantes del ejercicio de priorización de medidas

| Sector | Institución | Nombre | Apellido | Cargo |
|---------------------------------|---|----------------|-----------|---|
| Gobierno Federal | Comisión Ambiental de la Megalópolis | Ramiro | Barrios | Director General Adjunto de Gestión de Calidad del Aire en Zonas Metropolitanas |
| Gobierno Federal | Instituto Nacional de Salud Pública | Horacio | Riojas | Titular de la Dirección de Salud Ambiental |
| Gobierno Federal | Procuraduría Federal de Protección al Ambiente | Gonzalo Rafael | Coello | Subprocurador de Inspección Industrial |
| Gobierno Federal | Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales | Fernando | Tena | Subdirector de Programas de Calidad del Aire |
| Gobierno de la Ciudad de México | Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda | Roberto | Ascencio | Subdirector de Asuntos Transversales en la Dirección de Planeación del Desarrollo Urbano Sostenible |
| Gobierno de la Ciudad de México | Secretaría del Medio Ambiente | Oscar | Vázquez | Director de Cambio Climático y Proyectos Sustentables |
| Gobierno de la Ciudad de México | Secretaría del Medio Ambiente | Saira | Mendoza | J.U.D. de Inventarios de Emisiones de Fuentes Fijas y Móviles |
| Gobierno de la Ciudad de México | Secretaría del Medio Ambiente | Petra | Paz | Subdirectora de Inventarios de Emisiones |
| Gobierno de la Ciudad de México | Secretaría del Medio Ambiente | José Antonio | Mejía | Subdirector de Atención y Evaluación de Proyectos de Calidad del Aire |
| Gobierno de la Ciudad de México | Secretaría del Medio Ambiente | Olivia | Rivera | Directora de Monitoreo de Calidad del Aire |
| Gobierno de la Ciudad de México | Secretaría del Medio Ambiente | Sara | Mercado | Directora de Operación de Programas de Calidad del Aire |
| Gobierno de la Ciudad de México | Secretaría del Medio Ambiente | Stephanie | Montero | Coordinadora de Proyectos de Calidad del Aire y Salud |
| Gobierno de la Ciudad de México | Secretaría del Medio Ambiente | Tomás | Camarena | Director General de Inspección y Vigilancia Ambiental |
| Gobierno de la Ciudad de México | Secretaría del Medio Ambiente | César | Gálvez | Subdirector de Enlace Sectorial |
| Gobierno de la Ciudad de México | Secretaría del Medio Ambiente | Claudia | Hernández | Directora Ejecutiva de Cultura Ambiental |
| Gobierno de la Ciudad de México | Secretaría del Medio Ambiente | Isadora | Andrade | Directora de Instrumentos Económicos y Auditoría Ambiental |
| Gobierno de la Ciudad de México | Secretaría de Movilidad | Daniela | Muñoz | Directora de Planeación y Programación |

Tabla A8.39 Listado de participantes del ejercicio de priorización de medidas (continuación)

| Sector | Institución | Nombre | Apellido | Cargo |
|--|--|------------------|------------|--|
| Gobierno de la Ciudad de México | Secretaría de Salud | Ángel | González | Director General de la Agencia de Protección Sanitaria del Gobierno de la Ciudad de México |
| Gobierno de la Ciudad de México | Sistema de Aguas de la Ciudad de México | Claudia | Hernández | Directora General de Apoyo Técnico y Planeación |
| Gobierno de la Ciudad de México | Subsecretaría de Coordinación Metropolitana y Enlace Gubernamental | Primitivo | Basaldúa | Director General de Planeación y Seguimiento |
| Gobierno del Estado de México | SMAGEM | Carolina | García | Directora General de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica |
| Gobierno del Estado de México | Cuenca Lerma | José | Chedid | Director general del Organismo de Cuenca |
| Gobierno del Estado de Hidalgo | Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de Hidalgo | Estela | Pérez | Directora de Evaluación y Estadística Ambiental |
| Gobiernos locales de la Ciudad de México | Alcaldía Álvaro Obregón | Horacio | Medina | Director de Sustentabilidad |
| Gobiernos locales de la Ciudad de México | Alcaldía Miguel Hidalgo | Gonzalo Pedro | Rojas | Director General de Servicios Urbanos |
| Sociedad Civil | Asociación Interamericana para la Defensa del Medio Ambiente | Verónica | Méndez | Equipo legal y de comunicaciones |
| Sociedad Civil | Centro Mexicano de Derecho Ambiental | Anaid | Velasco | Coordinadora de investigación |
| Sociedad Civil | Consejo Internacional del transporte limpio | Leticia | Pineda | Investigadora |
| Sociedad Civil | El Poder del Consumidor | Stephan | Brodziak | Coordinador de la Campaña de Calidad del Aire |
| Academia | Centro de Ciencias de la Atmósfera UNAM | Telma | Castro | Directora e investigadora |
| Academia | Centro de Ciencias de la Atmósfera UNAM | Omar | Amador | Investigador |
| Academia | Centro de Ciencias de la Atmósfera UNAM | Ricardo | Torres | Investigador |
| Academia | Centro Mario Molina | Antonio | Mediavilla | Coordinador de Proyectos de Calidad del Aire |
| Academia | Instituto Mexicano del Petróleo | Gustavo | Sosa | Investigador |
| Academia | Instituto Politécnico Nacional | Víctor Florencio | Santes | Director del Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo |
| Academia | Instituto Politécnico Nacional | Andrea | de Vizcaya | Investigadora |

A8.5 Comités y convenios relevantes en materia de participación ciudadana y gestión de la calidad de aire

Comité Científico Asesor de la Comisión Ambiental de la Megalópolis (CAME)

La CAME funge como un órgano de coordinación para planear y ejecutar acciones en materia de protección al ambiente, incluyendo la gestión de la calidad del aire, en la zona conformada por la Ciudad de México y los Estados de Hidalgo, México, Morelos, Puebla y Tlaxcala. Para esto, se apoya en un Comité Científico Asesor integrado por miembros

de la comunidad académica, científica y tecnológica. La función principal de este órgano es formular opiniones y propuestas respecto de políticas, programas, proyectos y acciones que presente el Coordinador de la CAME en colaboración con la SEMARNAT y los titulares de los gobiernos estatales de las entidades involucradas (DOF, 2013).

Comité Científico Técnico de Vigilancia sobre Contaminación Atmosférica de la Ciudad de México

Este órgano honorífico se creó en 2016 con el fin de proveer asesoría para proteger la salud de la población de la Ciudad de México respecto de la contaminación atmosférica. El Comité está integrado por distintas instituciones gubernamentales, particularmente del sector salud y ambiental, así como expertos y académicos designados. A través de tres grupos de trabajo, este evalúa el impacto de la contaminación atmosférica en la salud de los habitantes de la Ciudad de México y define criterios para identificar e instrumentar medidas en salud pública. Entre sus funciones clave se encuentran las siguientes (Agencia de Protección Sanitaria de la Ciudad de México, 2019):

- Definir criterios para identificar efectos en la salud y medidas preventivas ante la exposición a contaminantes.

- Evaluar la afectación a la salud de la población de la Ciudad de México, derivadas de la exposición a contaminantes atmosféricos.
- Coordinar la investigación, análisis y estrategias derivadas de la exposición a la contaminación atmosférica, que coadyuven en la implementación de medidas de control sanitario y epidemiológico para disminuir riesgos en la salud de la población de la Ciudad de México.
- Identificar estrategias intersectoriales para la atención de la salud de la población afectada.
- Proponer medidas preventivas para preservar la salud de los habitantes de la Ciudad de México.

Comité de Normalización Ambiental de la Ciudad de México

Este Comité funge como unidad de asesoría, consulta y coordinación para facilitar la elaboración de normas ambientales en la Ciudad de México. Está compuesto por un pleno en donde participan las distintas direcciones de la SEDEMA, así como grupos de trabajo en don-

de intervienen representantes del sector empresarial, industrias, académicos, ONG y la sociedad en general, así como especialistas invitados. La operación y funcionamiento del Comité están descritos en su Manual Operativo (SEDEMA, 2019).

Consejo para el Desarrollo Metropolitano de la Zona Metropolitana del Valle de México

El Consejo para el Desarrollo Metropolitano de la ZMVM está integrado por la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU), así como por los gobiernos de la Ciudad de México, del Estado de México y de Hidalgo. Creado en 2019, su objetivo principal es coordinar acciones en materia de desarrollo metropolitano entre la fed-

eración, la Ciudad de México y sus alcaldías, así como de los estados y municipios conurbados en la ZMVM. Este órgano permite acordar acciones y políticas públicas en materia de asentamientos humanos, protección al ambiente y transporte, entre otras áreas (Subsecretaría de Coordinación Metropolitana y Enlace Gubernamental, 2018).

Comisión Intersectorial de Promoción de la Salud de la Ciudad de México

Esta Comisión se instaló en noviembre de 2019, como parte de una estrategia fundamental del Programa de Salud de la Ciudad de México 2019-2024. Es presidida por los Servicios de Salud Pública de la Ciudad de México y está conformada por 60 dependencias, incluyendo Alcaldías, Secretarías e Instituciones del Gobierno de la Ciudad de México, del Sector Salud, Universidades, Organizaciones No Gubernamentales, Integrantes de Comités Locales de Salud y Jurisdicciones Sanitarias. Su objetivo general es “contribuir a la promoción de la salud en la Ciudad de México a través de acciones

organizadas y coordinadas de participación social, intersectorialidad y políticas públicas que impulsen la transformación de los determinantes sociales de la salud y promuevan condiciones de vida saludables como tarea esencial anticipatoria para el bienestar integral de la población y la prevención de las enfermedades”. Se destaca que dentro de la Comisión, se integraron 8 mesas de trabajo, para desarrollar las líneas temáticas propuestas. Una de estas líneas es **Salud Ambiental**, dentro de la cual una de las problemáticas prioritarias es la contaminación del aire.

Convenios de colaboración

El Gobierno de la Ciudad de México, y la SEDEMA en específico, celebran distintos convenios de colaboración con actores externos para potenciar acciones que permitan mejorar la gestión de la calidad del aire. En ese sentido, se destacan los acuerdos con el sector académico y el sector salud.

Uno de los acuerdos más relevantes es el convenio de coordinación con el Centro de Ciencias de la Atmósfera (CCA) de la UNAM para fortalecer la investigación científica aplicada en ciencias atmosféricas y calidad del aire (SEDEMA, 2018). Esta cooperación ha facilitado la adquisición de tecnología y equipos por parte de la SEDEMA, que son utilizados por investigadores del CCA para realizar investigaciones y generar resultados que apoyen el desarrollo de políticas públicas. Por ejemplo, este tipo de

convenios serán de suma importancia para cumplir con las medidas en materia de investigación científica descritas en el Capítulo 7.

En el pasado, la SEDEMA también ha establecido convenios de cooperación interinstitucional con la Secretaría de Salud de la Ciudad de México, bajo el marco de la implementación del anterior ProAire 2011-2020 (SEDEMA, 2017). En específico, estos convenios buscan fomentar la elaboración de estudios epidemiológicos, la capacitación y difusión de información referente a la contaminación atmosférica y sus efectos en la salud, y el establecimiento de sistemas de prevención, comunicación y alerta temprana. En este nuevo ProAire se continuará la coordinación con las autoridades de salud, para fortalecer la comunicación y prevención de riesgos por la contaminación atmosférica.

Fuentes de información

- Agencia de Protección Sanitaria de la Ciudad de México. (2019). Primera sesión ordinaria del Comité Científico-técnico de Vigilancia sobre Contaminación Atmosférica de la Ciudad de México. <https://www.aps.cdmx.gob.mx/comunicacion/nota/comite-cientifico-tecnico-de-vigilancia-sobre-contaminacion-atmosferica-de-la-ciudad-de-mexico>
- Cromar, K. R., Ghazipura, M., Gladson, L. A., & Perlmutter, L. (2020). Evaluating the U.S. Air Quality Index as a risk communication tool: Comparing associations of index values with respiratory morbidity among adults in California. *PLOS ONE*, 15(11), e0242031. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0242031>
- DOF. (2013). Convenio de Coordinación por el que se crea la Comisión Ambiental de la Megalópolis, que celebran la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, el Gobierno del Distrito Federal y los estados de Hidalgo, México, Morelos, Puebla y Tlaxcala. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/332496/CONVENIO_CREACIO_N_CAME_DOF.pdf
- Gobierno de Canadá. (2019). About the Air Quality Health Index. <https://www.canada.ca/en/environment-climate-change/services/air-quality-health-index/about.html>
- Instituto Mexicano para la Competitividad. (2016). Observatorio ciudadano de calidad del aire. <https://imco.org.mx/observatorio-ciudadano-de-calidad-del-aire/>
- INTERCOM. (2018). RICE Prioritization Framework for Product Managers. <https://www.intercom.com/blog/rice-simple-prioritization-for-product-managers/>
- Levine, D., Stephan, D., Krehbiel, T., & Berenson, M. (2017). Section 8.7 Estimation and Sample Size Determination for Finite Populations. Chapter 8. Confidence Interval Estimation. En *Statistics for Managers Using Microsoft Excel* (8a ed.). Pearson.
- OCCA. (2019). Ruta urgente para mejorar la calidad del aire. <https://www.cemda.org.mx/wp-content/uploads/2019/05/Demana-Urgente-ok.pdf>
- OMS. (2020). Personal interventions and risk communication on air pollution: Summary report of WHO expert consultation, 12-14 February 2019, Geneva, Switzerland. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/333781>
- SEDEMA. (2017). Convenio general de colaboración interinstitucional que celebran por una parte la Secretaría de Salud y Servicios de Salud Pública y la Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México. <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/uploads/public/5a6/8d0/f2c/5a68d0f2c21c3362883222.pdf>
- SEDEMA. (2018). Firma Gobierno de la CDMX convenio con el Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM. <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/comunicacion/nota/firma-gobierno-de-la-cdmx-convenio-con-el-centro-de-ciencias-de-la-atmosfera-de-la-unam>
- SEDEMA. (2019). Manual Operativo del Comité de Normalización Ambiental de la Ciudad de México. http://data.sedema.cdmx.gob.mx/sitios/conadf/documentos/Manual_Operativo_CONACDMX_2019.pdf
- SEDEMA. (2021). Inventario de emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de México 2018. Contaminantes criterio, tóxicos y compuestos de efecto invernadero. Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México (datos preliminares).
- SEMARNAT. (2017). Estrategia Nacional de Calidad del Aire. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/195809/Estrategia_Nacional_Calidad_del_Aire.pdf
- Shen, F., Sheer, V. C., & Li, R. (2015). Impact of Narratives on Persuasion in Health Communication: A Meta-Analysis. *Journal of Advertising*, 44(2), 105–113. <https://doi.org/10.1080/00913367.2015.1018467>
- Subsecretaría de Coordinación Metropolitana y Enlace Gubernamental. (2018). Instalan Consejo Metropolitano del Valle de México. Subsecretaría de Coordinación Metropolitana y Enlace Gubernamental. <https://metropolitanos.cdmx.gob.mx/comunicacion/nota/instalan-consejo-metropolitano-del-valle-de-mexico>

ANEXOS CAPÍTULO 9

A9.1 Fichas de fuentes y mecanismos de financiamiento

Financiamiento público

| No. | 1 |
|---------------------------------|--|
| Fuente de financiamiento | Fideicomiso 1490 "Para apoyar los Programas, Proyectos y Acciones Ambientales de la Megalópolis" (FIDAM 1490) |
| Apoyo otorgado | Apoyos no recuperables |
| Sujeto de apoyo | Entidades públicas |
| Sectores relevantes | Todos |
| Objetivo | Canalizar la planeación y ejecución de acciones, proyectos y programas en materia de protección al ambiente, y de preservación y restauración del equilibrio ecológico en la Megalópolis (Comisión Ambiental de la Megalópolis, 2020). |
| Recomendaciones de uso | Las Reglas de Operación del FIDAM 1490 establecen que pueden ser financiadas con estos recursos las acciones dirigidas al estudio, diagnóstico, planeación, coordinación, homologación de políticas públicas, evaluación y ejecución de actividades en materia de protección al ambiente, de preservación y restauración del equilibrio ecológico en la región; así como las actividades que permitan un adecuado funcionamiento de la Comisión Ambiental de la Megalópolis (CAME) y el fortalecimiento, administración, comunicación y seguimiento de proyectos de esta índole (Comisión Ambiental de la Megalópolis, 2020). Bajo estos criterios, siendo las medidas del ProAire afines a los objetivos del fideicomiso, en particular a la mejora de la calidad del aire de la zona, es posible solicitar fondos al Comité Técnico del Fideicomiso a través de la Coordinación Ejecutiva de la Comisión, para la planeación y ejecución tanto de acciones que reducen emisiones de forma directa como aquellas complementarias. A pesar de que los solicitantes son unidades administrativas, órganos públicos desconcentrados y organismos públicos descentralizados; los beneficiarios pueden ser estos o empresas del sector privado, organizaciones de la sociedad civil y la academia. |
| Enlaces útiles | <ul style="list-style-type: none"> Reglas de Operación: https://www.gob.mx/comisionambiental/documentos/reglas-de-operacion-del-fideicomiso-1490-para-apoyar-los-programas-proyectos-y-acciones-ambientales-de-la-megalopolis?idiom=es |
| Datos de contacto | <ul style="list-style-type: none"> Comisión Ambiental de la Megalópolis Teléfono: 5490 0900 Ext. 12389, 12368 Página web: https://www.gob.mx/comisionambiental |

Financiamiento público

| | |
|--|-------------------------------|
| No. | 2 |
| Fuente de financiamiento | Fondo Ambiental Público (FAP) |
| Apoyo otorgado | Apoyos no recuperables |
| Sujeto de apoyo | Entidades públicas |
| Sectores relevantes | Todos |
| Objetivo | |
| Financiar el desarrollo y la ejecución de proyectos en la Ciudad de México para la prevención y control de la contaminación ambiental, así como para la mitigación y adaptación al cambio climático (Secretaría del Medio Ambiente, 2015), para este último tema se tiene la subcuenta FACC (Fondo Ambiental de Cambio Climático). | |
| Recomendaciones de uso | |
| Las Reglas de Operación del FAP establecen específicamente que son susceptibles a obtener financiamiento los proyectos que tengan como objetivo la prevención y control de la contaminación atmosférica, el desarrollo de programas de educación e investigación en materia ambiental, el fomento y difusión de prácticas para la protección del ambiente, el otorgamiento de incentivos para la aplicación de tecnología ambiental, el desarrollo de programas vinculados con la inspección y vigilancia, y acciones para coadyuvar la implementación de programas de gestión ambiental (Secretaría del Medio Ambiente, 2015). Por lo tanto, los recursos de este fondo pueden ser contemplados para las acciones aplicables a los sectores altamente contaminantes, así como para las acciones de comunicación, investigación, monitoreo ambiental, entre otras. Se debe de considerar que el Consejo Técnico es el encargado de administrar los recursos que conforman el fondo, de forma que este elabora y aprueba la cartera de proyectos a financiar. La cartera de proyectos se basa en las atribuciones otorgadas por ley al Gobierno de la Ciudad de México en materia ambiental y de cambio climático, más se busca fomentar la participación de actores privados y sociales. | |
| Enlaces útiles | |
| <ul style="list-style-type: none"> Reglas de Operación: https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/uploads/public/5a0/9dd/a02/5a09dda02e80c798700713.pdf | |
| Datos de contacto | |
| <ul style="list-style-type: none"> Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México Teléfono: 5345 8187, 5345 8188 Página web: https://www.sedema.cdmx.gob.mx/ | |

Financiamiento público

| | |
|--|---|
| No. | 3 |
| Fuente de financiamiento | Fondo Nacional de Infraestructura (FONADIN) |
| Apoyo otorgado | Apoyos no recuperables y recuperables (créditos subordinados y/o convertibles, garantías y aportaciones de capital) |
| Sujeto de apoyo | Entidades públicas y privadas |
| Sectores relevantes | Transporte público de pasajeros, quema a cielo abierto, residuos sólidos y aguas residuales |
| Objetivo | |
| Financiar el desarrollo de proyectos de infraestructura con impacto social y rentabilidad económica, principalmente dirigido a las áreas de comunicaciones, transportes, hidráulica, medio ambiente y turismo (Fondo Nacional de Infraestructura, 2018a). | |
| Recomendaciones de uso | |
| Tres de los programas que ofrece el FONADIN resultan atractivos para fomentar la participación del sector privado en esfuerzos de control de emisiones contaminantes. El Programa de Apoyo Federal al Transporte Masivo (PROTRAM) puede utilizarse en aquellas medidas del ProAire que están dirigidas a ampliar la cobertura del transporte público en la ZMVM. Mediante el Programa de Modernización de Organismos Operadores de Agua (PROMAGUA), se puede invertir en el mejoramiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales, de forma que tengan como cobeneficio la reducción de contaminantes atmosféricos locales. Por otro lado, el Programa de Residuos Sólidos Municipales (PRORESOL) puede utilizarse para invertir en la gestión integral de residuos sólidos urbanos, de forma que se reduzcan las emisiones de contaminantes atmosféricos en este sector. Para participar en estos programas se debe enviar una solicitud al Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, S.N.C (BANOBAS). | |
| Enlaces útiles | |
| <ul style="list-style-type: none"> Página web: https://www.fonadin.gob.mx/fni2/ Información de los programas sectoriales: https://www.fonadin.gob.mx/fni2/productos-y-programas/#toggle-id-7 | |
| Datos de contacto | |
| <ul style="list-style-type: none"> Fondo Nacional de Infraestructura <ul style="list-style-type: none"> Proyectos de agua y saneamiento: Teléfono: (55) 5270 1753 y 1770 Correo electrónico: fonadin.agua@banobras.gob.mx Proyectos de transporte: Teléfono: (55) 5270 1772 y 1633 Correo electrónico: fonadin.transporte@banobras.gob.mx Correo electrónico: fonadin@banobras.gob.mx Página web: https://www.fonadin.gob.mx/fni2/acerca-del-fonadin/contacto/ | |

Financiamiento público

| | |
|---|--|
| No. | 4 |
| Fuente de financiamiento | Programa de Mejoramiento Urbano (PMU) |
| Apoyo otorgado | Apoyos no recuperables |
| Sujeto de apoyo | Entidades públicas locales y sociales (Comités Comunitarios) |
| Sectores relevantes | Transporte particular individual, transporte público de pasajeros y vialidades |
| Objetivo | |
| Mejorar las condiciones de vida de las personas que habitan en comunidades de escasos recursos, reduciendo el déficit de infraestructura de los barrios en los que interviene y brindando certeza jurídica en propiedades (SEGOB, 2020). | |
| Recomendaciones de uso | |
| La vertiente del PMU que resulta de especial relevancia para el financiamiento de las medidas del ProAire es el Mejoramiento Integral de Barrios. A través de esta, se otorgan recursos federales en obras y proyectos de equipamiento urbano y espacio público, infraestructura urbana, movilidad y conectividad, proyectos integrales y obras comunitarias; así como en servicios relacionados con su desarrollo (SEGOB, 2020). De manera específica, el programa es una fuente de financiamiento potencial para las acciones que involucran la construcción de infraestructura ciclista, construcción y renovación de elementos para el transporte público, planos de localización de obras de conectividad, así como para la elaboración de proyectos ejecutivos, estudios, dictámenes, planes de obra y servicios de gerencias y supervisión de obras necesarios para la ejecución de los proyectos. Para presentar propuestas, el solicitante debe entregar una solicitud de apoyo ante la Unidad de Apoyo a Programas de Infraestructura y Espacios Públicos (UAPIEP). | |
| Enlaces útiles | |
| <ul style="list-style-type: none"> Reglas de Operación: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5609367&fecha=31/12/2020 | |
| Datos de contacto | |
| <ul style="list-style-type: none"> Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano <ul style="list-style-type: none"> Teléfono: (55) 6820 9716 Correo electrónico: infopmu@sedatu.gob.mx Página web: https://www.gob.mx/sedatu | |

Financiamiento público

| | |
|--|---|
| No. | 5 |
| Fuente de financiamiento | Programa Banobras-FAIS |
| Apoyo otorgado | Apoyos recuperables (adelanto de recursos) |
| Sujeto de apoyo | Entidades públicas locales |
| Sectores relevantes | Transporte público de pasajeros, sector doméstico, vialidades, labranza y cosecha, residuos sólidos, y aguas residuales |
| Objetivo | |
| Beneficiar a sectores de la población en pobreza extrema y localidades con alto o muy alto nivel de rezago social, a través del apoyo para el desarrollo de obras, acciones sociales básicas y otras inversiones (Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, S.N.C., 2020). | |
| Recomendaciones de uso | |
| El Programa Banobras-FAIS puede contribuir a sufragar aquellos proyectos señalados en el Catálogo FAIS (Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, S.N.C., 2020). Entre los proyectos relacionados con las medidas del ProAire se incluyen la pavimentación y ciclopistas, plantas de tratamiento de aguas residuales, uso de calentadores solares y estufas ecológicas, centros para la gestión integral de los residuos sólidos urbanos e infraestructura agrícola (SEGOB, 2019). Es posible contactar a las diferentes oficinas de promoción para obtener atención personalizada sobre la aplicabilidad del programa. | |
| Enlaces útiles | |
| <ul style="list-style-type: none"> Información del programa: http://www.gob.mx/banobras/acciones-y-programas/programa-banobras-fais Manual de Usuario y Operación de la Matriz de Inversión para el Desarrollo Social (Catálogo FAIS 2020): https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/559852/Manual_MIDS.pdf | |
| Datos de contacto | |
| <ul style="list-style-type: none"> Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, S.N.C. <ul style="list-style-type: none"> - Estado de México: <ul style="list-style-type: none"> Responsable: Mario Alberto Ávila San Juan Teléfono: (722) 214 9629/ 215 9942/213 1287 Correo electrónico: mario.avila@banobras.gob.mx - Ciudad de México: <ul style="list-style-type: none"> Responsable: Julio César Jiménez Ibarra Teléfono: (55) 5270 1200 Ext.1637 Correo electrónico: Julio.jimenez@banobras.gob.mx - Hidalgo: <ul style="list-style-type: none"> Responsable: Miguel Ángel Mendoza Ortiz Teléfono: (771) 713 1822/ 712 1833/ 713 1844 Correo electrónico: Miguelangel.mendoza@banobras.gob.mx Página web: https://www.gob.mx/banobras | |

Financiamiento público

| | |
|---|---|
| No. | 6 |
| Fuente de financiamiento | Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) |
| Apoyo otorgado | Asistencia técnica |
| Sujeto de apoyo | Entidades públicas, privadas y sociales |
| Sectores relevantes | Transporte de carga; transporte particular individual; transporte público de pasajeros; sector doméstico; gas L.P. en los sectores industrial, comercial y de servicios; industria; y generación, transmisión y distribución de energía eléctrica |
| Objetivo | |
| Promover la eficiencia energética y fungir como órgano técnico para las actividades que incluyen el aprovechamiento sustentable de la energía (CONUEE, s. f.). | |
| Recomendaciones de uso | |
| Algunas de las funciones de la CONUEE son promover la investigación científica y tecnológica en materia de aprovechamiento sustentable de la energía, participar en la difusión de información, expedir las Normas Oficiales Mexicanas en materia de eficiencia energética, promover la instrumentación voluntaria de sistemas de gestión energética, entre otras (CONUEE, s. f.). Además, ha colaborado con otras instituciones para ofrecer programas que incrementen la eficiencia energética en inmuebles, flotas vehiculares e instalaciones industriales de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal; así como para impulsar el aprovechamiento de la energía solar para el calentamiento de agua en los sectores residencial, comercial, industrial y de agronegocios. Como resultado, el apoyo técnico de la CONUEE resulta útil para realizar los procesos de normalización y actividades de difusión de información que se contemplan en el ProAire para fomentar la reducción del consumo de petrolíferos como el diésel, la gasolina y el gas L.P. | |
| Enlaces útiles | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Página web: https://www.gob.mx/conuee • Programa para la Promoción de Calentadores Solares de Agua (2007-2012): https://www.bivica.org/files/calentadores-agua.pdf • Programa de Eficiencia Energética en la Administración Pública Federal (APF) 2020 – 2024: https://www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/programa-de-eficiencia-energetica-en-la-administracion-publica-federal-apf-2019 | |
| Datos de contacto | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía Teléfono: (55) 3000 1000 Correo electrónico: fernando.madrid@conuee.gob.mx Página web: https://www.gob.mx/conuee#6874 | |

Financiamiento público

| | |
|--|--|
| No. | 7 |
| Fuente de financiamiento | Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) |
| Apoyo otorgado | Apoyos no recuperables |
| Sujeto de apoyo | Entidades públicas, privadas, sociales y académicas |
| Sectores relevantes | Transporte de carga; sector doméstico; gas L.P. en los sectores industrial, comercial y de servicios; industria; fuentes misceláneas; salud y comunicación; monitoreo ambiental; y agenda de investigación |
| Objetivo | |
| Coordinar esfuerzos para la generación de conocimiento, innovación, desarrollo tecnológico, formación de recursos humanos y fortalecimiento de la capacidad científica y tecnológica (CONACYT, 2019). | |
| Recomendaciones de uso | |
| El CONACYT otorga apoyos para el crecimiento, fortalecimiento y vinculación de la ciencia, la tecnología y la innovación, para lo cual cuenta con diferentes fondos. Para colocar los recursos, el organismo realiza convocatorias, algunas de ellas específicamente asociadas con los procesos contaminantes y sus impactos socioambientales (CONACYT, 2019). Por lo tanto, este medio representa una alternativa importante para cubrir los costos asociados a la Agenda de Investigación del ProAire y a la actualización de la normatividad. | |
| Enlaces útiles | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Página web: https://www.conacyt.gob.mx/ • Información de fondos y apoyos: https://www.conacyt.gob.mx/Fondos-y-apoyos.html | |
| Datos de contacto | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología Teléfono: (55) 5322 7700 Correo electrónico: cst@conacyt.mx Página web: https://www.conacyt.gob.mx/Contacto.html | |

Financiamiento privado

| No. | 8 |
|---|--|
| Fuente de financiamiento | Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE) |
| Apoyo otorgado | Asistencia técnica y apoyos recuperables (créditos) |
| Sujeto de apoyo | Entidades públicas locales, privadas y sociales |
| Sectores relevantes | Sector doméstico y gas L.P. en los sectores industrial, comercial y de servicios |
| Objetivo | |
| Brindar apoyo en el desarrollo e implementación de acciones que propicien el uso eficiente de la energía y el aprovechamiento de la energía de fuentes renovables (FIDE, 2021). | |
| Recomendaciones de uso | |
| Los programas con los que cuenta el FIDE que resultan aprovechables para la ejecución del ProAire incluyen los de Eficiencia Energética, Eco-Crédito Empresarial y Mejoramiento Integral Sustentable en Vivienda. Estos apoyan a comercios, empresas, industrias y viviendas a realizar acciones de reducción de emisiones contaminantes, por ejemplo, al apoyar la sustitución de equipos de diésel y gas natural por equipos de alta eficiencia, así como la adquisición de calentadores solares, aislantes térmicos y calentadores de gas de alta eficiencia energética. Adicionalmente, el organismo promueve la sensibilización de la sociedad con relación al aprovechamiento y uso eficiente de la energía mediante actividades como son cursos, talleres, conferencias, material didáctico, textos especializados y exhibiciones interactivas (FIDE, 2021). Por lo tanto, el financiamiento y la asistencia técnica que ofrece el organismo puede contemplarse, además, para difundir y capacitar a la población respecto a buenas prácticas para reducir el consumo de combustibles fósiles. | |
| Enlaces útiles | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Página web: https://www.fide.org.mx/ • Programa de Eficiencia Energética: https://www.fide.org.mx/?page_id=14773 • Programa de Eco-Crédito Empresarial: https://www.fide.org.mx/?page_id=14782 • Programa Mejoramiento Integral Sustentable en Vivienda: https://www.fide.org.mx/?page_id=14841 | |
| Datos de contacto | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica Teléfono: (800) 343 3835 Correo electrónico: fide.contacto@fide.org.mx Página web: https://www.fide.org.mx/ | |

Financiamiento privado

| No. | 9 |
|--|--|
| Fuente de financiamiento | Bonos Verdes |
| Apoyo otorgado | Apoyos recuperables |
| Sujeto de apoyo | Entidades públicas, privadas y sociales |
| Sectores relevantes | Transporte público de pasajeros, labranza y cosecha, residuos sólidos, aguas residuales, y fuentes naturales |
| Objetivo | |
| Financiar o refinanciar, parcial o totalmente, proyectos con beneficios ambientales claros y específicos (Grupo BMW, s. f.). | |
| Recomendaciones de uso | |
| Es posible emitir Bonos Verdes para llevar a cabo acciones contempladas en el ProAire, debido a su relación con beneficios ambientales. Un solo Bono Verde puede usarse para financiar o refinanciar uno o varios proyectos. Un ejemplo de cómo se puede aprovechar este instrumento para reducir contaminantes globales y locales es el Bono Verde emitido por el Gobierno de la Ciudad de México en 2016. Este fue colocado a través de HSBC por un monto de mil millones de pesos a un plazo de 5 años. Dicho monto fue utilizado para financiar y refinanciar proyectos de inversión de obra pública, entre los cuales se encontraban la adquisición de trenes ligeros y el mejoramiento del STC Metro, en conjunto con otras obras de eficiencia energética y de gestión del agua y manejo de aguas residuales (Carbon Trust México S.A. de C.V., 2018). Se debe considerar que, para que el instrumento sea considerado como Bono Verde, este debe contar con una certificación de Climate Bonds Initiative u obtener una opinión positiva por firmas de consultoría o de auditoría según los Principios de Bonos Verdes presentados por la ICMA (International Capital Markets Association) (Grupo BMW, s. f.). | |
| Enlaces útiles | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Estándares de certificación de Climate Bonds Initiative: https://www.climatebonds.net/certification/resources • Principios de Bonos Verdes publicados (ICMA): https://www.icmagroup.org/sustainable-finance/the-principles-guidelines-and-handbooks/green-bond-principles-gbp • Principios de Bonos Verdes MX (CCFC): https://www.bmv.com.mx/docs-pub/MI_EMPRESA_EN_BOLSA/CTEN_MINGE/PRIN_BONOS_VERDES_MX2_2.pdf • Reporte de seguimiento del Bono Verde 2016 de la Ciudad de México: http://www.data.sedema.cdmx.gob.mx/cambioclimaticocdmx/images/biblioteca_cc/Segundo_reporte_de_seguimiento_Bono_Verde_2016.pdf | |
| Datos de contacto | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Verificadores y proveedores de segunda opinión: <ul style="list-style-type: none"> Carbon Trust: https://www.carbontrust.com/contact EY: https://www.ey.com/es_mx/connect-with-us HR Ratings: https://www.hrratings.com/contact_hr/ KPMG: https://home.kpmg/mx/es/home/misc/contacto.html Sustainalytics: https://www.sustainalytics.com/get-in-touch/ Verum Calificadora de Valores / PCS: https://www.pcslatam.com/contacto | |

Financiamiento privado

| No. | 10 |
|--|---|
| Fuente de financiamiento | Bonos de Carbono |
| Apoyo otorgado | Apoyos no recuperables |
| Sujeto de apoyo | Entidades públicas, privadas y sociales |
| Sectores relevantes | Labranza y cosecha, residuos sólidos, y fuentes naturales |
| Objetivo | |
| Posibilitar que proyectos de mitigación ofrezcan bonos de carbono a empresas e individuos para que estos compensen sus emisiones de CO ₂ equivalente generadas en un determinado período (México2, 2016). | |
| Recomendaciones de uso | |
| Los proyectos susceptibles a emitir Bonos de Carbono pueden ser de los sectores de energías renovables y eficiencia energética, manejo de residuos o forestales; aunado a que deben contar con un certificado que garantice la reducción de emisiones (México2, 2016). Por lo tanto, este instrumento puede ayudar al financiamiento o mantenimiento de proyectos de esta índole, a la vez de que los vuelve más atractivos socialmente por la difusión de sus beneficios. Con relación a los objetivos de reducción de emisiones de contaminantes atmosféricos locales y globales, estos pueden usarse para proyectos especializados de captura, extracción y aprovechamiento de gas metano en rellenos sanitarios o en proyectos forestales para respaldar acciones de reducción de emisiones por fuentes naturales, como la erosión de suelos, y para fortalecer las capacidades de combate a incendios y fomentar las buenas prácticas en la labranza y cosecha agrícola. Es importante destacar la necesidad de certificar el proyecto según estándares reconocidos internacionalmente para garantizar su calidad ante los compradores. | |
| Enlaces útiles | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Información de Bonos de Carbono en México: http://www.mexico2.com.mx/medio-ambiente.php?id=6 • Información de estándares internacionales: <ul style="list-style-type: none"> Mecanismo de Desarrollo Limpio: https://cdm.unfccc.int/about/index.html Verified Carbon Standard: https://verra.org/ Gold Standard: https://www.goldstandard.org/ Climate Action Reserve: https://www.climateactionreserve.org/ Plan Vivo: https://www.planvivo.org/ | |
| Datos de contacto | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Plataforma Mexicana de Carbono <ul style="list-style-type: none"> Teléfono: (55) 5128 2048 Correo electrónico: contacto@mexico2.com.mx Página web: http://www.mexico2.com.mx/ | |

Financiamiento internacional

| No. | 11 |
|--|---|
| Fuente de financiamiento | Coalición Clima y Aire Limpio (CCAC) |
| Apoyo otorgado | Asistencia técnica y apoyos no recuperables |
| Sujeto de apoyo | Entidades públicas, privadas y sociales |
| Sectores relevantes | Transporte de carga, transporte público de pasajeros, sector doméstico, labranza y cosecha, quema a cielo abierto, residuos sólidos, y salud y comunicación |
| Objetivo | |
| Mejorar la calidad del aire y proteger el ambiente a través de la reducción de contaminantes climáticos de vida corta en diferentes sectores (CCAC, s. f.-a). | |
| Recomendaciones de uso | |
| Como miembro fundador de la CCAC, México ha participado de forma cercana en diversas iniciativas. Destaca la participación de la Ciudad de México en 2018 en la campaña BreatheLife, mediante la cual implementó esfuerzos de energía limpia y mejoramiento del transporte público (CCAC, s. f.-d). De acuerdo con las iniciativas a través de las cuales actúa la CCAC, el país puede seguir participando activamente en la Coalición mediante las acciones identificadas en el ProAire para los sectores contaminantes, como son el transporte de carga, residuos sólidos, labranza y cosecha, sector doméstico y salud y comunicación para celebrar convenios de colaboración con actores relevantes. Se debe considerar que para acceder al apoyo el socio interesado debe presentar la propuesta de financiación para obtener la aprobación del Grupo de Trabajo y la Asamblea de Alto Nivel. | |
| Enlaces útiles | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Página web: https://ccacoalition.org/ • Iniciativas de interés: https://ccacoalition.org/en/initiatives • Resumen ejecutivo: https://ccacoalition.org/en/resources/climate-and-clean-air-coalition-ccac-executive-summary • Marco de referencia del fondo: https://ccacoalition.org/en/resources/climate-and-clean-air-coalition-ccac-framework-document • Directrices y normas de participación: https://ccacoalition.org/en/resources/climate-and-clean-air-coalition-ccac-guidelines-rules-engagement | |
| Datos de contacto | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Coalición Clima y Aire Limpio <ul style="list-style-type: none"> Teléfono: (33) 4437 1473 Correo electrónico: secretariat@ccacoalition.org Página web: https://ccacoalition.org/en/contacts | |

Financiamiento internacional

| No. | 12 |
|---|--|
| Fuente de financiamiento | Banco Mundial (BM) |
| Apoyo otorgado | Asistencia técnica, apoyos no recuperables y recuperables (préstamos y garantías) |
| Sujeto de apoyo | Entidades públicas y privadas |
| Sectores relevantes | Transporte particular individual, transporte público de pasajeros, labranza y cosecha, industria, residuos sólidos, aguas residuales, fuentes naturales, salud y comunicación, y seguimiento institucional |
| Objetivo | |
| Reducir la pobreza, generar prosperidad compartida en los países en desarrollo y promover el desarrollo sostenible (Banco Mundial, 2021). | |
| Recomendaciones de uso | |
| Una de las áreas de atención del BM es la gestión de la contaminación y salud ambiental. La institución trabaja con países en desarrollo para mejorar la calidad del aire, promover la prevención de la contaminación, y fortalecer la gobernanza y regulación ambiental, así como la implementación de políticas públicas (Banco Mundial, 2018b). El BM brinda atención a los diferentes sectores emisores, como son el transporte, el manejo de residuos sólidos urbanos (RSU) y aguas residuales, la industria y la agricultura; además de que cuenta con proyectos de salud e información y comunicación (World Bank, s. f.) Algunos de los proyectos que el BM ha apoyado en México en los últimos años son el Proyecto de Transformación del Transporte Urbano para mejorar la calidad de los sistemas de transporte público y de transporte no motorizado, así como el flujo y la seguridad del tránsito (Banco Mundial, 2018c); y el Proyecto de Manejo de Desechos y Captura de Carbono, el cual apoya el desarrollo de tres instalaciones de gas en rellenos sanitarios para la captura de metano y generación de energía (Banco Mundial, 2018a). Por ello, se puede solicitar apoyo al BM para la ejecución de acciones similares que atiendan el deterioro de la calidad del aire. Debido a que el BM trabaja a través de los gobiernos nacionales, es necesario que una agencia federal funja como punto de contacto del proyecto. | |
| Enlaces útiles | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Página web: https://www.worldbank.org/en/home • Información de los instrumentos financieros: https://www.worldbank.org/en/projects-operations/products-and-services • Proyecto de Transformación del Transporte Urbano: https://projects.bancomundial.org/es/projects-operations/project-detail/P114012 • Proyecto de Manejo de Desechos y Captura de Carbono: https://projects.bancomundial.org/es/projects-operations/project-detail/P088546 | |
| Datos de contacto | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Banco Mundial <ul style="list-style-type: none"> Teléfono: (55) 5480 4200 Correo electrónico: cmolinahernandez@worldbank.org Página web: https://www.worldbank.org/en/about/contacts | |

Financiamiento internacional

| No. | 13 |
|--|--|
| Fuente de financiamiento | Banco Interamericano de Desarrollo (IDB) |
| Apoyo otorgado | Asistencia técnica, apoyos no recuperables y recuperables (préstamos, garantías e inversiones) |
| Sujeto de apoyo | Entidades públicas, privadas y sociales |
| Sectores relevantes | Transporte particular individual, transporte público de pasajeros, labranza y cosecha, residuos sólidos, aguas residuales, y seguimiento institucional |
| Objetivo | |
| Impulsar el desarrollo sostenible de América Latina y el Caribe ayudando a mejorar la salud, la educación y la infraestructura de los países (IDB, 2019). | |
| Recomendaciones de uso | |
| Actualmente, la Estrategia del BID con México para el período 2019-2024 se enfoca en contribuir al crecimiento económico inclusivo y sostenible, y al dinamismo de la productividad a través de las áreas de mercados financieros, inversiones sociales, medio ambiente y desastres naturales, agricultura y desarrollo rural, agua y saneamiento, ciencia y tecnología, educación, y energía (IDB, 2020). Con relación a las áreas prioritarias identificadas en el ProAire, dentro de la Estrategia se menciona que el BID apoyará iniciativas para mejorar los servicios de agua y saneamiento, y la regularización de los sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos (RSU); además de fomentar el desarrollo de asociaciones público-privadas en estos dos sectores. También se contempla el fomentar el uso del suelo de forma organizada, promover prácticas agrícolas con menor impacto ambiental, proveer asistencia técnica para el diseño de infraestructura de transporte urbano y apoyar programas de eficiencia energética (IDB, 2019). Para solicitar el apoyo del BID se requiere presentar una carta formal a la agencia en México. | |
| Enlaces útiles | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Página web: https://www.iadb.org/es • Información del financiamiento al sector público: https://www.iadb.org/es/acerca-del-bid/financiamiento-al-sector-publico • Información de instrumentos financieros: https://www.iadb.org/es/acerca-del-bid/financiamiento-y-movilizacion-de-recursos%2C6243.html • Estrategia del BID con México para el período 2019-2024: https://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=EZSHARE-26730841-18 | |
| Datos de contacto | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Banco Interamericano de Desarrollo <ul style="list-style-type: none"> Teléfono: (55) 9138 6200 Correo electrónico: BIDMexico@iadb.org Página web: https://www.iadb.org/es/common-pages/contactenos | |

Financiamiento internacional

| No. | 14 |
|---|---|
| Fuente de financiamiento | Banco de Desarrollo de América Latina (CAF) |
| Apoyo otorgado | Asistencia técnica, apoyos no recuperables y recuperables (préstamos, garantías e inversiones) |
| Sujeto de apoyo | Entidades públicas, privadas y sociales |
| Sectores relevantes | Transporte público de pasajeros, sector doméstico, vialidades, aguas residuales, fuentes naturales, fuentes misceláneas y seguimiento institucional |
| Objetivo | |
| Mejorar la calidad de vida de los latinoamericanos, al promover el desarrollo sostenible y la integración de la región (CAF, 2021). | |
| Recomendaciones de uso | |
| Entre las áreas de atención del CAF se incluye agua, ambiente y cambio climático, ciudades, investigación, transformación digital y transporte. Se considera una fuente de financiamiento adecuada para la ejecución del ProAire gracias al apoyo que ha dado a proyectos relacionados con contaminación atmosférica, tales como proyectos de saneamiento de agua, infraestructura ciclista, espacios verdes, vivienda sustentable, construcción de corredores de transporte urbano, pavimentación, entre otros (CAF, 2021). El proceso de solicitud se guía por los lineamientos para la adquisición de bienes, servicios y obras del banco. El acercamiento se debe hacer presentando una carta que describa las características del proyecto y el monto a financiar. | |
| Enlaces útiles | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Página web: https://www.caf.com/ • Políticas de gestión: https://www.caf.com/media/2826053/politicas-de-gestion-sep2019.pdf | |
| Datos de contacto | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Banco de Desarrollo de América Latina Teléfono: (55) 1102 6911 Correo electrónico: institutionalfunding@caf.com Página web: https://www.caf.com/es/paises/mexico/contacto/ | |

Financiamiento internacional

| No. | 15 |
|--|---|
| Fuente de financiamiento | Fondo de Prosperidad México - Reino Unido |
| Apoyo otorgado | Asistencia técnica y apoyos no recuperables |
| Sujeto de apoyo | Entidades públicas |
| Sectores relevantes | Transporte particular individual, transporte público de pasajeros y seguimiento institucional |
| Objetivo | |
| Reducir la pobreza, promover la equidad de género y apoyar el desarrollo económico inclusivo al incrementar la productividad a través de tecnología e innovación, desarrollo de habilidades y fortalecimiento de regulaciones (Gobierno de Reino Unido, 2020). | |
| Recomendaciones de uso | |
| El Fondo de Prosperidad México - Reino Unido es relevante para el ProAire debido a que en la Ciudad de México los recursos han sido aprovechados para atender necesidades de transporte público. Dentro del área de atención Ciudades del Futuro se establecen como intervenciones clave el mejorar la gobernanza y planeación de los servicios de movilidad urbana y la adopción de estrategias para mejorar los servicios de transporte (Gobierno de Reino Unido, 2020). El acuerdo de colaboración firmado en 2020 para mejorar las condiciones de movilidad en la capital del país es un ejemplo del compromiso de ambos gobiernos en la materia. El apoyo consiste en acompañamiento técnico para la realización de proyectos orientados al fortalecimiento institucional, la consolidación de sistemas integrados de transporte público y la elaboración de un modelo financiero para mejorar la calidad del servicio y garantizar la sostenibilidad del sistema a largo plazo (Ciudades del Futuro, 2020). Por ende, este acompañamiento resulta benéfico para atender la emisión de contaminantes que se asocian a este sector. Se recomienda establecer contacto con la Embajada Británica para obtener más información sobre las posibles oportunidades que brinda el fondo. | |
| Enlaces útiles | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Información del programa: https://www.gov.uk/government/publications/prosperity-fund-mexico-programme • Información del acuerdo de colaboración en materia de movilidad: http://www.ciudadesdelfuturo.mx/boletin-de-prensa/firman-acuerdo-de-colaboracion-la-cdmx-y-el-reino-unido-para-mejorar-las-condiciones-de-movilidad-en-la-capital-del-pais/ | |
| Datos de contacto | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Fondo de Prosperidad en México Correo electrónico: ProsperityFund.Mexico@fcdo.gov.uk • Ciudades del Futuro: Nombre: Elda Flores Teléfono: (55) 3096 5742 Correo electrónico: elda.flores@wri.org Página web: https://www.ciudadesdelfuturo.mx/ • Embajada Británica en México Teléfono: (55) 1670 3200 Correo electrónico: ukinmexico@fcdo.gov.uk Página web: https://www.gov.uk/world/organisations/british-embassy-mexico-city-es-419 | |

Financiamiento internacional

| No. | 16 |
|---|---|
| Fuente de financiamiento | México - UK PACT |
| Apoyo otorgado | Asistencia técnica y apoyos no recuperables |
| Sujeto de apoyo | Entidades públicas, privadas y sociales |
| Sectores relevantes | Transporte de carga, transporte particular individual, transporte público de pasajeros, fuentes naturales y seguimiento institucional |
| Objetivo | |
| Trabajar en conjunto con países con alto potencial de reducción de emisiones, para implementar y aumentar sus ambiciones de lucha contra el cambio climático (UK PACT, 2020). | |
| Recomendaciones de uso | |
| El apoyo de la Alianza para Transiciones Climáticas Aceleradas (UK PACT) se enfoca en cinco áreas prioritarias en México, en función de su potencial de reducción de emisiones: finanzas verdes, movilidad sostenible, energía, política climática, y bosques y suelos (UK PACT, 2020). Por ello, mediante el programa es posible conseguir asistencia técnica en la creación de políticas y el desarrollo de capacidades y habilidades para potencializar el impacto de medidas de mitigación de la contaminación local y global en el sector transporte, fuentes naturales, entre otros. Las propuestas se evalúan como parte de una convocatoria abierta, proceso al cual se le puede dar seguimiento a través de la página oficial. | |
| Enlaces útiles | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Página web: https://www.ukpact.co.uk/ • Información del programa: https://www.ukpact.co.uk/country-programme/mexico • Borrador de la planilla de aplicación: https://www.ukpact.co.uk/country-programmes/guidance | |
| Datos de contacto | |
| <ul style="list-style-type: none"> • UK PACT Correo electrónico: Countryprogrammes@ukpact.co.uk, Grchallengefund@ukpact.co.uk, Skillshares@ukpact.co.uk, Communications@ukpact.co.uk Página web: https://www.ukpact.co.uk/contact-us | |

Financiamiento internacional

| No. | 17 |
|--|---|
| Fuente de financiamiento | Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional (GIZ) |
| Apoyo otorgado | Asistencia técnica y apoyos no recuperables |
| Sujeto de apoyo | Entidades públicas, privadas y sociales |
| Sectores relevantes | Transporte de carga, transporte particular individual, transporte público de pasajeros, sector doméstico, residuos sólidos, aguas residuales, fuentes misceláneas y seguimiento institucional |
| Objetivo | |
| Asistir al Gobierno alemán a alcanzar sus objetivos de cooperación internacional para el desarrollo sostenible (GIZ, s. f.-b). | |
| Recomendaciones de uso | |
| Entre los servicios asociados al control de la contaminación del aire de la GIZ, destaca el programa “Infraestructura sustentable: agua, energía y transporte”, el cual se enfoca en ofrecer capacitación y asesoría para políticas y proyectos de manejo sustentable del agua, manejo de residuos y reciclaje, energía renovable y eficiencia energética, y movilidad sustentable (GIZ, s. f.-c). Otro ejemplo de cómo se puede aprovechar el apoyo de la GIZ en México para mejorar la calidad del aire es el programa implementado de 2014 a 2019 con nombre Gestión Ambiental Urbana e Industrial II. El trabajo del programa consistió en el desarrollo de soluciones en ciudades piloto para mejorar su gestión ambiental, lo cual incluyó la introducción de zonas de bajas emisiones, proyectos de manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos (RSU) y la elaboración de manuales para fortalecer la educación ambiental (GIZ, s. f.-a). | |
| Enlaces útiles | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Página web: https://www.giz.de/en/html/index.html • Programa “Infraestructura sustentable: agua, energía y transporte”: https://www.giz.de/en/ourservices/sustainable_infrastructure.html • Programa Gestión Ambiental Urbana e Industrial II: https://www.giz.de/en/worldwide/32987.html | |
| Datos de contacto | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional Nombre: Marita Brömmelmeier Teléfono: (55) 5536 2344 Correo electrónico: giz-mexiko@giz.de Página web: https://www.giz.de/en/html/contact.html | |

Financiamiento internacional

| No. | 18 |
|--|---|
| Fuente de financiamiento | Agencia Francesa para el Desarrollo (AFD) |
| Apoyo otorgado | Asistencia técnica, apoyos no recuperables y recuperables (préstamos y garantías) |
| Sujeto de apoyo | Entidades públicas, privadas, sociales y académicas |
| Sectores relevantes | Transporte particular individual, transporte público de pasajeros, quema a cielo abierto, residuos sólidos, aguas residuales, seguimiento institucional, monitoreo ambiental, y agenda de investigación |
| Objetivo | |
| Contribuir a la construcción de un mundo más justo y sostenible (AFD, s. f.-b). | |
| Recomendaciones de uso | |
| <p>La AFD apoya proyectos de diferentes sectores, incluidos clima, educación y capacitación, salud y protección social, agua y saneamiento, movilidad y transporte, gobernanza, ciudades sostenibles, agricultura y desarrollo rural, infraestructura, tecnología digital e innovación. Dentro de la vertiente de ciudades sostenibles, la AFD busca garantizar que todos los habitantes tengan acceso a servicios de agua y saneamiento, recolección y gestión de residuos sólidos urbanos (RSU), áreas públicas, entre otros, con un enfoque sostenible; por lo tanto, esta vertiente fomenta soluciones que resultan en menores emisiones contaminantes y protegen la salud de las personas. Además, atiende la degradación de la calidad del aire al brindar asesoría en la planeación de sistemas de movilidad urbana, apoyar la construcción de sistemas de transporte público de calidad y promover el uso del transporte eléctrico, autos compartidos, la movilidad activa y la modernización de flotillas. Adicionalmente, favorece la adopción de sistemas de medición y de gestión de datos que se pueden usar para el monitoreo de las concentraciones de contaminantes, y promueve la lucha contra la contaminación urbana atmosférica como un principio del ecourbanismo (AFD, s. f.-b). Otra vertiente de la AFD que resulta relevante para la ejecución del ProAire es la de investigación, mediante la cual se busca favorecer procedimientos colaborativos para crear herramientas de modelización y publicar estudios, análisis y trabajos (AFD, s. f.-a). Estos esfuerzos pueden ir dirigidos a mejorar la calidad del aire, al apoyar las acciones prioritarias de la Agenda de Investigación del ProAire. Para solicitar el apoyo de la AFD, los proyectos deben ser presentados a las oficinas de la agencia.</p> | |
| Enlaces útiles | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Página web: https://www.afd.fr/es • Información de los instrumentos financieros: https://www.afd.fr/en/finance-projects | |
| Datos de contacto | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Agencia Francesa para el Desarrollo Teléfono: (55) 5281 1777 Correo electrónico: afd_mexico@afd.fr Página web: https://www.afd.fr/fr/form/contacter-l-afd | |

Financiamiento internacional

| No. | 19 |
|---|--|
| Fuente de financiamiento | Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) |
| Apoyo otorgado | Asistencia técnica, apoyos no recuperables y recuperables |
| Sujeto de apoyo | Entidades públicas, privadas, sociales y académicas |
| Sectores relevantes | Transporte particular individual, transporte público de pasajeros, labranza y cosecha, residuos sólidos, aguas residuales, fuentes naturales, seguimiento institucional, y monitoreo ambiental |
| Objetivo | |
| Planificar y administrar la asistencia económica y humanitaria de los Estados Unidos en otros países (USAID, 2021). | |
| Recomendaciones de uso | |
| <p>En México, con relación a calidad del aire, las iniciativas que apoya la USAID incluyen programas para reducir la degradación de bosques (evitando la emisión de partículas por erosión y los incendios forestales), el fortalecimiento del monitoreo, reporte y verificación de emisiones, la reducción de emisiones provenientes de aguas residuales y residuos sólidos, entre otras (USAID, s. f.). Entre las acciones que USAID ha apoyado en el país se incluyen el Proyecto Piloto Retrofit, con el cual se demostró la reducción de emisiones en autobuses a diésel, en condiciones de operación y manejo de la Ciudad de México, usando diésel de ultra bajo contenido de azufre y dispositivos de control de contaminantes (Gobierno del Distrito Federal, 2006), proyectos piloto en comunidades locales para asegurar el manejo sustentable de la tierra (TNC México, 2018), y el diseño conceptual de sistemas en línea para el monitoreo/evaluación de planes estratégicos (USAID, 2012). Para solicitar apoyo de la USAID, el interesado debe responder a un Aviso de Oportunidad de Financiamiento o enviar una solicitud independiente.</p> | |
| Enlaces útiles | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Página web: https://www.usaid.gov/ • Guía de envíos de solicitud: https://www.usaid.gov/ads/policy/300/30354s1 • Estrategia de Cooperación para el Desarrollo del País: https://www.usaid.gov/es/mexico/cdcs • Proyecto Piloto Retrofit: http://www.aire.cdmx.gob.mx/descargas/publicaciones/gestion-ambiental-aire-memoria-documental-2001-2006/descargas/gaa_avances_propuestas_2000_2006.pdf • Proyecto para el manejo sustentable de la tierra: http://www.alianza-mredd.org/en/home/ • Programa de Desarrollo de Bajas Emisiones: https://usea.org/sites/default/files/event-/Mexico%20LEDS%20Presentation%20English.pdf | |
| Datos de contacto | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional: Teléfono: (55) 5080 2000 Correo electrónico: usaidmexico@usaid.gov Página web: https://www.usaid.gov/contact-us | |

Financiamiento internacional

| No. | 20 |
|--|---|
| Fuente de financiamiento | Becas Fulbright-García Robles |
| Apoyo otorgado | Apoyos no recuperables |
| Sujeto de apoyo | Entidades académicas |
| Sectores relevantes | Monitoreo ambiental y agenda de investigación |
| Objetivo | |
| Apoyar a estudiantes, investigadores y maestros mexicanos y estadounidenses para que realicen estudios de posgrado, estancias de investigación, docencia y programas de profesionalización en estos dos países (Comexus Fulbright-García Robles, 2013). | |
| Recomendaciones de uso | |
| El ProAire reconoce la necesidad de generar más conocimiento con respecto a los cambios en la química atmosférica, los procesos de formación de contaminantes secundarios, los impactos de la calidad del aire diferenciados por género; así como de desarrollar proyectos de investigación para mejorar la gestión y pronóstico de la calidad del aire y diagnósticos de emisiones de diferentes actividades. Por esto, las Becas Fulbright- García Robles pueden ser de utilidad para cumplir con la Agenda de Investigación del ProAire. Tal es el caso de un estudio de estimación de la exposición de partículas en la Ciudad de México para el cual el programa otorgó una donación (O'Neill <i>et al.</i> , 2002). Los interesados en adquirir el apoyo deben de responder a las convocatorias publicadas en su página web. | |
| Enlaces útiles | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Página web: https://comexus.org.mx/index.php • Artículo "Estimating particle exposure in the Mexico City metropolitan area": https://www.nature.com/articles/7500212 | |
| Datos de contacto | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Comisión México-Estados Unidos para el Intercambio Educativo y Cultural Teléfono: (55) 5592 2861 / 5535 7191 Correo electrónico: becas@comexus.org.mx Página web: https://comexus.org.mx/index.php | |

Financiamiento internacional

| No. | 21 |
|--|---|
| Fuente de financiamiento | Instituto de Efectos de la Salud (HEI) |
| Apoyo otorgado | Apoyos no recuperables |
| Sujeto de apoyo | Entidades académicas |
| Sectores relevantes | Monitoreo ambiental y agenda de investigación |
| Objetivo | |
| Proporcionar conocimiento científico de alta calidad, imparcial y relevante sobre los efectos de la contaminación del aire en la salud de las personas (Health Effects Institute, 2016). | |
| Recomendaciones de uso | |
| El HEI ofrece financiamiento a investigaciones relacionadas con la calidad del aire y la salud, para lo cual desarrolla planes estratégicos que guían las solicitudes de aplicación durante los siguientes cinco años. El Plan Estratégico 2020-2025 considera como área prioritaria estudiar la relación de la gestión para mejorar la calidad del aire y la salud, así como el resolver preguntas complejas de la interacción entre los contaminantes atmosféricos (Health Effects Institute, 2020). La Agenda de Investigación del ProAire considera el desarrollo de estudios relacionados con los impactos a la salud por la contaminación atmosférica y la vigilancia epidemiológica. En años anteriores, investigadores mexicanos ya han participado exitosamente con el HEI (Health Effects Institute, s. f.), por lo que se propone buscar esta colaboración nuevamente. Los investigadores con estudios avanzados afiliados a organizaciones de investigación pueden responder a las solicitudes o bien participar en solicitudes abiertas para proponer investigaciones innovadoras (Health Effects Institute, 2016). | |
| Enlaces útiles | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Página web: https://www.healtheffects.org/ • Plan Estratégico 2020-2025: https://www.healtheffects.org/about/strategic-plan • Compromisos del investigador: https://www.healtheffects.org/research/investigators/commitments | |
| Datos de contacto | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Instituto de Efectos de la Salud Teléfono: (617) 488 2300 Correo electrónico: funding@healtheffects.org Página web: https://www.healtheffects.org/contact | |

Financiamiento internacional

| | |
|--|---|
| No. | 22 |
| Fuente de financiamiento | Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA) |
| Apoyo otorgado | Asistencia técnica, apoyos no recuperables y recuperables (préstamos) |
| Sujeto de apoyo | Entidades públicas, privadas, sociales y académicas |
| Sectores relevantes | Monitoreo ambiental y agenda de investigación |
| Objetivo | |
| Ejecutar la cooperación técnica del Gobierno de Japón, con el fin de contribuir al desarrollo socioeconómico de los países en desarrollo (Embajada del Japón en México, s. f.). | |
| Recomendaciones de uso | |
| La JICA cuenta con programas de cooperación mediante los cuales se da asistencia de expertos, se capacitan becarios en Japón y se donan equipos, entre otras actividades. Un ejemplo de un proyecto apoyado por este organismo en materia de contaminación del aire es el “Fortalecimiento del programa de monitoreo atmosférico en los Estados Unidos Mexicanos” (JICA, s. f.). Además, el organismo cuenta con programas de cooperación para la realización de investigaciones conjuntas y ofrece subvenciones y préstamos concesionales a entidades gubernamentales y no gubernamentales para lograr las metas de desarrollo de países como México. Como resultado, la JICA es una potencial fuente de apoyo para ejecutar la Agenda de Investigación, así como acciones de monitoreo ambiental y capacitación de personal para el fortalecimiento de capacidades en relación con la implementación de las medidas. Los solicitantes aplican a través de un formulario donde se incluye información sobre la zona del proyecto, aportaciones del receptor y consideraciones ambientales, sociales y de gestión de riesgos, entre otros. Los detalles del proceso de solicitud y de los términos y condiciones de los instrumentos financieros están disponibles en su página web. | |
| Enlaces útiles | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Página web: https://www.jica.go.jp/english/index.html • Información de los instrumentos financieros: https://www.jica.go.jp/english/our_work/types_of_assistance/index.html • Información de las actividades en México: https://www.jica.go.jp/mexico/espanol/activities/proyeintegr.html | |
| Datos de contacto | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Agencia de Cooperación Internacional de Japón Teléfono: (55) 5557 9995 Página web: https://www.jica.go.jp/english/contact/index.html | |

ProAire ZMVM 2021-2030

- Anexos -

Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno de la Ciudad de México (SEDEMA)

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)

Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México (SMAGEM)

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Gobierno del Estado de Hidalgo (SEMARNATH)

Comisión Ambiental de la Megalópolis (CAME)

Diciembre, 2021