

12

Conclusiones



**El ProAire es un instrumento de gestión pública** que surge del compromiso de los gobiernos involucrados en mejorar la calidad del aire de la ZMVM.

12



### La gestión de la calidad del aire en el Valle de México – una tarea compleja

La Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), integrada por las 16 alcaldías de la Ciudad de México, 59 municipios del Estado de México y el municipio de Tizayuca, Hidalgo, tiene un papel muy importante como centro económico, financiero, político y cultural del país. El crecimiento demográfico, la estructura urbana dispersa, distante y desconectada, y los patrones no sostenibles de producción, consumo y movilidad de su población, que suma poco más de 21.8 millones de per-

sonas y aporta casi un cuarto del producto interno bruto (PIB) nacional, son los agentes de presión más importantes sobre la calidad del aire local.

La quema de combustibles fósiles en viviendas, comercios, servicios, establecimientos industriales y vehículos motorizados es la principal fuente de óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, dióxido de azufre, partículas suspendidas y gases de efecto invernadero. De acuerdo con la matriz



energética del Inventario de Emisiones 2018, tan solo en ese año, se consumieron 880 petajoules en toda la ZMVM, siendo el transporte de personas y bienes el sector de mayor demanda (49.8%), seguido por el sector industrial (31.2%), las viviendas (11.9%) y los comercios y servicios (6.9%).

En la región circulan seis millones de vehículos particulares, públicos y de carga. La generación de contaminantes atmosféricos por estos vehículos se ve fuertemente influenciada por la estructura urbana de la ZMVM. Debido a que los principales atractores de viajes (empleo, centros educativos y de salud) se encuentran en la Ciudad de México, se generan grandes flujos de viajes desde las periferias hacia el centro, causando externalidades negativas en la calidad del aire. A esto se añade la desarticulación y fragmentación del servicio de transporte público entre la Ciudad de México y su zona conurbada, que empuja a la población a adquirir un automóvil particular o utilizar sistemas de baja a mediana capacidad con tecnologías ineficientes para el control de la contaminación. Esta situación, además de incrementar la congestión vehicular y los tiempos de traslado, aumenta el consumo de energéticos y por ende la emisión de contaminantes atmosféricos.

Las actividades productivas y domésticas también tienen un impacto sobre la calidad del aire. Algunos de los giros que más contribuyen a la contaminación por partículas son las industrias metálicas básicas (alumineras y siderúrgicas), la generación de energía eléctrica y la fabricación de cemento, concreto y vidrio. Por otro lado, en las viviendas, la quema de gas L.P. para la cocción de alimentos y el calentamiento de agua es el principal factor para la emisión de contaminantes en este sector. Por último, otras fuentes de contaminación incluyen la agricultura, el tránsito sobre vialidades y la erosión del suelo, que también contribuyen al deterioro de la calidad del aire por la emisión y re-suspensión de partículas.

Asimismo, se registran otras actividades que liberan contaminantes al aire ambiente, como la gestión de residuos sólidos urbanos y aguas residuales, fugas de gas L.P. y el uso de productos

como solventes, pinturas y agentes limpiadores. Este tipo de fuentes liberan compuestos orgánicos volátiles (COV) que reaccionan en la atmósfera para formar contaminantes secundarios como el ozono.

A estos procesos se suma el impacto negativo que tienen algunas fuentes de emisión externas sobre los niveles de contaminación locales. En específico, se destaca la actividad de la refinería Miguel Hidalgo y la termoeléctrica Francisco Pérez Ríos, ubicadas en la región de Tula, Hidalgo, que generan dióxido de azufre, el cual puede ser transportado hacia la ZMVM. Otras fuentes externas de contaminación importantes son los incendios forestales en estados aledaños.

Estas problemáticas se ven agravadas por las condiciones físicas de la ZMVM, que de forma natural favorecen la acumulación de los contaminantes en el aire. La región se ubica a una altitud promedio de más de dos mil metros sobre el nivel del mar, y su relieve se caracteriza por varios sistemas montañosos que rodean a un valle central. Si bien los accidentes geográficos son menos pronunciados al norte de la cuenca, los vientos predominantes soplan desde el noreste, por lo que arrastran la contaminación hacia el sur e impiden su dispersión.

El clima de la ZMVM también tiene un papel importante en los procesos de dispersión, formación y comportamiento de la contaminación. De forma general, existen sistemas de alta presión que generan condiciones de estabilidad atmosférica e inhiben la circulación de los vientos y la formación de nubes. Durante la temporada seca-fría (noviembre a febrero), estas condiciones de estabilidad, aunadas a las bajas temperaturas, agudizan fenómenos como las inversiones térmicas, las cuales impiden el movimiento y la dispersión de contaminantes. En la temporada seca-caliente (marzo a mayo), la falta de nubosidad, la intensa radiación solar y las altas temperaturas hacen que la atmósfera de la ZMVM sea altamente foto-reactiva y favorecen la formación de contaminantes secundarios. En cambio, de junio a octubre, los sistemas de baja presión, vientos más fuertes y la temporada de lluvias tienen un efecto depurador en la atmósfera.

Por último, cuando se presentan condiciones meteorológicas adversas y emisiones inusuales, se pueden presentar eventos extraordinarios y transitorios con concentraciones elevadas de contaminación, comúnmente denominadas contingencias ambientales atmosféricas. Por ejemplo, en mayo de 2019, se registró un episodio importante de mala calidad del aire en la ZMVM, que resultó del

impacto de los incendios en varios estados de la República. Las condiciones meteorológicas favorecieron el transporte de partículas hacia la ZMVM y condiciones de estabilidad atmosférica retuvieron la contaminación. Además, una elevada y constante radiación solar durante el día, consecuencia de la poca nubosidad, condujo a la mayor formación de ozono y partículas secundarias.

## Desaceleración de las tendencias de mejora en la calidad del aire

A inicios de los noventa, la Ciudad de México y su zona conurbada fueron clasificadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como la ciudad con la peor calidad del aire a nivel mundial<sup>1</sup>. Desde entonces, las autoridades locales y federales implementaron exitosamente distintas estrategias para limitar las emisiones contaminantes y mejorar la calidad del aire, a través de los denominados Programas para mejorar la calidad del aire o ProAire.

En el pasado, los esfuerzos se centraron en limitar las emisiones de fuentes móviles e industriales a través de cambios tecnológicos. Algunas de las políticas más efectivas fueron la reformulación de combustibles, la adopción de convertidores catalíticos, el Programa de Verificación Vehicular Obligatorio, el Programa Hoy No Circula, la expansión de sistemas de transporte público masivos y de alta capacidad, la clausura o reubicación de fuentes industriales y el establecimiento de normas ambientales.

Estas políticas e inversiones impulsaron una mejora continua en la calidad del aire desde la segunda mitad de la década de los noventa. Las concentraciones atmosféricas de plomo, monóxido de carbono, dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno mostraron reducciones significativas y actualmente no se superan los límites permisibles normados. De manera similar, para ozono y partículas suspendidas se registró una mejoría sustancial, aunque estos contaminantes siguen superando

constantemente los límites permisibles establecidos en las normas de salud ambiental. Además, existe una desaceleración notoria en la mejora de la calidad del aire, sin tendencias a la baja perceptibles en las concentraciones de ozono y partículas suspendidas en la última década. No obstante, los resultados de la gestión de la calidad de aire en los últimos años son meritorios, puesto que se ha limitado la contaminación a pesar del crecimiento poblacional y la expansión del área urbana.

Las concentraciones de partículas superan frecuentemente los límites permisibles, especialmente durante la temporada seca-fría. El Inventario de Emisiones 2018 estimó una generación de más de 34 mil y 16 mil toneladas anuales de partículas menores a 10 y 2.5 micras (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>), respectivamente. Las primeras provienen principalmente del tránsito sobre vialidades, la agricultura y la quema a cielo abierto de residuos, que en conjunto aportan el 37.5%, valor de magnitud similar a la contribución del sector transporte (39.6%). En cambio, las PM<sub>2.5</sub> provienen en su mayoría del transporte (43.0%), donde los vehículos pesados tienen la mayor contribución. Las fuentes de área (35.8%) tienen una fuerte incidencia en el nivel de partículas PM<sub>2.5</sub> emitidas, particularmente por la quema a cielo abierto de residuos, el tránsito sobre vialidades y la labranza y la cosecha. Es importante destacar que estas estimaciones corresponden a emisiones primarias, y que en la atmósfera se pueden formar partículas secundarias por la reacción entre otros contaminantes.

<sup>1</sup> Organización Mundial de la Salud. (1992). Urban air pollution in megacities of the world. Oxford: Blackwell Reference. Disponible en <https://apps.who.int/iris/handle/10665/39902>

En cuanto al ozono, su concentración supera los límites permisibles durante todo el año, pero de forma más frecuente y severa durante la temporada seca-caliente, cuando la intensa radiación solar y las temperaturas más cálidas catalizan reacciones entre los COV y los óxidos de nitrógeno. En este sentido, en la ZMVM se liberaron más de 413 mil toneladas de COV y 144 mil toneladas de óxidos de nitrógeno en 2018. Los óxidos de nitrógeno provienen en su mayoría del transporte (85.8%), mientras que los COV son emitidos por diversas actividades como las fugas en instalaciones de gas L.P. (20.0%), el uso comercial y doméstico de solventes (31.6%) y el sector transporte (22.2%).

La formación de ozono a partir de sus dos precursores es compleja y depende de su cantidad y relación de concentraciones en el aire ambiente. Investigaciones recientes muestran que, en el área urbana de la ZMVM, la producción de ozono actualmente es limitada por COV. Por ello, las políticas de control de contaminantes locales deben enfocarse en las fuentes que generan este tipo de contaminantes, ya que solo reducir los óxidos de nitrógeno podría no causar cambios significativos o incluso detonar aumentos en la

concentración de ozono. Ejemplo de esto es lo observado durante la emergencia sanitaria por COVID-19, cuando las restricciones a la movilidad provocaron una disminución de más del 60% en el tránsito vehicular. En abril y mayo de 2020 se observaron reducciones en las concentraciones promedio de todos los contaminantes criterio, excepto el ozono, cuyos niveles, de acuerdo con las mediciones del SIMAT, aumentaron en 11%.

A esta complejidad se suma el posible impacto del cambio climático en la calidad del aire. En la ZMVM, el incremento de la temperatura media ha sido consistente con los niveles observados a escala global. En tan solo 17 años, la temperatura media anual ha aumentado en aproximadamente 1°C. Diferentes estudios muestran como un cambio de esta magnitud puede derivar en mayores niveles de concentración de ozono y partículas PM<sub>2.5</sub>. A este impacto se le conoce como penalización climática, y distintos estudios cuantifican su posible valor. Por ejemplo, para el ozono se tiene que, a 2050, el cambio climático podría provocar un aumento de entre 2 y 12 ppb de ozono en comparación con el año 2000, dependiendo de diversos factores y trayectorias de emisión de gases de efecto invernadero.

## La salud pública y la promoción de la salud como prioridad de la gestión de la calidad del aire

La mala calidad del aire es reconocida como una amenaza global a la salud pública. Además de que afecta la salud de millones de habitantes, es causa de muertes prematuras, genera pérdidas económicas asociadas a gastos en los sistemas de salud y reduce la productividad de las personas.

Los contaminantes del aire tienen distinto potencial para generar daños en la salud humana en función de sus propiedades químicas y físicas, la concentración en la cual se manifiesten, y la intensidad y frecuencia de la exposición. Se ha demostrado la relación entre la exposición a óxidos de nitrógeno y ozono con la morbilidad y mortalidad

por enfermedades cardiovasculares y respiratorias, así como la afectación que tiene la exposición al dióxido de azufre en el sistema respiratorio y el monóxido de carbono en el corazón y el cerebro. También, algunos de los COV se clasifican como compuestos altamente tóxicos y/o carcinogénicos, y pueden afectar a otros sistemas como el endocrino, el reproductor o el nervioso.

Son de especial preocupación los efectos que tienen las partículas suspendidas por su capacidad de penetración en las vías respiratorias. Además de causar afectaciones en el sistema respiratorio y cardiovascular, la exposición a partículas puede

provocar o exacerbar enfermedades metabólicas y tener impactos neurológicos, entre otros efectos. Por ejemplo, la dimensión de las partículas ultrafinas (diámetro aerodinámico menor a 0.1 micras) permite que estas lleguen al torrente sanguíneo y que se puedan translocar a otros sistemas y órganos como el corazón o el cerebro. Además, la composición de las partículas provoca que algunas de ellas sean carcinogénicas, siendo las partículas finas (PM<sub>2.5</sub>) provenientes de la quema de diésel las más dañinas.

Alcanzar los límites permisibles establecidos en las normas oficiales mexicanas (NOM) de salud ambiental se traduciría en beneficios en salud y económicos para la población. La mala calidad del aire incrementa la tasa de incidencia y la mortalidad asociada a condiciones de salud cardiovasculares como la enfermedad isquémica del corazón, accidentes cerebrovasculares, enfermedades respiratorias agudas y crónicas, diabetes, y cáncer de pulmón, entre otras. Distintos estudios estiman que, en la ZMVM, se podrían evitar más de 6 mil 500 muertes anuales en caso de cumplir con los límites normados para partículas PM<sub>2.5</sub> y ozono, lo cual equivale a 5.6% de la mortalidad natural en la zona de estudio en 2018; la mayoría de estos beneficios (alrededor del 90%) se asocian a la contaminación por PM<sub>2.5</sub>. Los beneficios económicos por evitar estas defunciones oscilan entre 25 y 130 mil millones de pesos (precios de 2018), en función del valor de una vida estadística empleado para la monetización de la mortalidad evitable; se resalta que la cifra superior equivale a 2.55% del PIB de la ZMVM en 2018. Asimismo, estas estimaciones incrementan a 8 mil muertes prematuras evitables en caso de cumplir con las Guías de Calidad del Aire (GCA) de la OMS, con beneficios económicos en el orden 30 a 160 mil millones de pesos.

Los impactos a la salud por la contaminación atmosférica se presentan de forma diferenciada de

acuerdo con la vulnerabilidad de cada persona. La OMS especifica grupos de población vulnerable en función de factores intrínsecos, factores adquiridos como resultado de condiciones ambientales, sociales o de conducta, o simplemente por exposiciones inusualmente elevadas. Estos grupos incluyen a niñas y niños, personas adultas mayores, embarazadas y población con condiciones médicas preexistentes o prevalencia de enfermedades crónicas. También se consideran como factores que inciden en la vulnerabilidad el estatus socioeconómico, el nivel de actividad física en exteriores, el modo predominante de transporte utilizado, el lugar de residencia, la profesión ejercida y los roles de género, variables que determinan el grado de exposición a los contaminantes. Cuando distintas variables se combinan, los efectos en cuanto a la vulnerabilidad de la persona pueden ser aditivos o multiplicativos.

Si bien es de suma importancia reducir las emisiones contaminantes en beneficio de la salud de la población, es igualmente relevante garantizar una adecuada comunicación de los riesgos asociados a la mala calidad del aire. Esto permite 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 las personas implementen acciones que reduzcan su exposición en función de sus condiciones de vulnerabilidad. Además, los esfuerzos de comunicación de riesgos se deben intensificar durante episodios de contaminación severa. Para coadyuvar a reducir estos eventos extraordinarios, desde 1990, las autoridades locales y federales han implementado programas de contingencias ambientales atmosféricas, dirigidos a los propietarios de industrias, comercios y servicios y a la ciudadanía 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 pública.

### Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana del Valle de México 2021-2030 (ProAire ZMVM 2021-2030)

El ProAire ZMVM 2021-2030 es un instrumento que establece metas, medidas y acciones con el propósito de reducir las emisiones contaminantes a la atmósfera, mejorar la calidad del aire que respiran los habitantes de la región y proteger su salud. Este corresponde a la actualización del ProAire ZMVM 2011-2020, y ahora incluye al municipio de Tizayuca, Hidalgo, como parte del área de estudio.

Con el fin de garantizar la congruencia con otros instrumentos de gestión de la calidad del aire, este Programa rescata algunas de las medidas ya planteadas en 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, y la Estrategia Local de Acción Climática (ELAC) 2021-2050 y el Programa de Acción Climática de la Ciudad de México (PACCM) 2021-2030.

En línea con el Plan General de Desarrollo de la Ciudad de México a 2040, el Programa tiene como objetivo general que la ZMVM disfrute de una buena calidad del aire durante al menos dos terceras partes del año, bajo los estándares de la OMS. En específico, este ProAire considera como contaminantes prioritarios al ozono y a las partículas PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>, por ser aquellos que exceden los límites permisibles establecidos en las NOM de salud ambiental. En este sentido, se estima que

para alcanzar la Guía de Calidad del Aire (GCA) de la OMS para el promedio de 24 horas de PM<sub>2.5</sub> (25 µg/m<sup>3</sup>), se requiere una reducción del 31% en las emisiones totales. Además, para alcanzar la GCA de la OMS para el promedio móvil de 8 horas de ozono (51 ppb) se requiere una reducción aproximada del 71% en todas las fuentes que emiten precursores de este contaminante, esto es óxidos de nitrógeno y, especialmente, COV. En cuanto a las concentraciones horarias máximas de ozono, se requiere una reducción aproximada del 50% de todas las fuentes de precursores para alcanzar el valor guía de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US EPA), igual a 90 ppb. Lo anterior denota el gran esfuerzo que se requiere para mejorar la calidad del aire.

El desarrollo del diagnóstico de la situación actual, sumado a procesos participativos con las partes interesadas, resultó en la definición de las 19 medidas, 40 acciones y 126 actividades que conforman el Programa. Con la aportación de agencias gubernamentales federales, estatales y municipales, la academia, organizaciones civiles y no gubernamentales, se definió un listado preliminar de propuestas, las cuales se priorizaron a juicio de las partes expertas y en atención a los resultados del Inventario de Emisiones de la ZMVM 2018. El ejercicio culminó en la definición de medidas enfocadas en la reducción de emisiones en fuentes prioritarias dentro de la ZMVM y una medida que atiende el impacto de la contaminación del corredor industrial Tula-Vito-Aspasco como fuente externa. Para recuperar y acelerar la inercia en la mejora de la calidad del aire, y con base en el diagnóstico y el análisis de las lecciones aprendidas del ProAire anterior, las medidas y acciones del ProAire ZMVM 2021-2030 se enfocan en:



Reducir las emisiones en el sector transporte, a través de tecnologías más limpias y eficientes, y mediante ajustes normativos.



Disminuir las emisiones totales del sector transporte mediante acciones que reduzcan la necesidad de viajes, disminuyan los tiempos de traslado y prioricen el uso de modos de transporte masivos y de bajas emisiones.



Mitigar las emisiones de COV asociadas al consumo de gas L.P. y de productos con alto contenido de COV en viviendas, comercios, servicios e industrias.



Atender la emisión de partículas fugitivas por el tránsito en vialidades, actividades de labranza y cosecha.



Modificar la normatividad para reducir las emisiones industriales, así como aplicar esquemas de auditoría y vigilancia para controlar las emisiones en industrias prioritarias (siderúrgica, del aluminio, del vidrio y la generación eléctrica).



Mejorar la gestión de residuos sólidos urbanos y las aguas residuales, a través de acciones que permitan prevenir su generación y fomentar esquemas de tratamiento y disposición más sustentables, toda vez que estos sectores son fuentes importantes de metano y COV.



Reforestar áreas verdes silvestres y urbanas para aminorar la erosión eólica del suelo, y fortalecer el combate a incendios forestales.



Modificar los patrones de producción y movilidad en la ZMVM, para favorecer esquemas con menor impacto ambiental.

Además, se incluyen medidas para mejorar la gestión de calidad del aire a través de procesos de comunicación de riesgos y protección a la salud, el fortalecimiento institucional, el monitoreo ambiental y la investigación, en línea con las siguientes prioridades:

1

Procurar la promoción de la salud y la reducción de la exposición de la población a los contaminantes atmosféricos, a través de acciones regulatorias y normativas, la comunicación de riesgos, la participación ciudadana, y la generación de información que relacione la calidad del aire y la salud.

2

Garantizar una correcta implementación del ProAire y el cumplimiento de sus objetivos, a través de lineamientos para la evaluación y difusión de resultados, mecanismos de seguimiento institucional y sistemas de reporte, y el financiamiento de las medidas propuestas.

**3** Mejorar el monitoreo de calidad del aire en la ZMVM, en relación con las concentraciones de contaminantes normados, así como COV prioritarios<sup>2</sup> por sus impactos a la salud.

**4** Generar conocimiento científico para mejorar la gestión de la calidad del aire. Es prioritario investigar los procesos que controlan la formación de ozono y partículas secundarias, así como mejorar la caracterización de las emisiones a través de los inventarios de emisiones y cuantificar los impactos a la salud asociados a la calidad del aire.

Se estima que el ProAire ZMVM 2021-2030 ayude a reducir, en promedio, entre 20% y 25% de la contaminación atmosférica en 2030. En cuanto a los contaminantes prioritarios, las estimaciones indican que la implementación del Programa podría significar una reducción de emisiones de más del 20% de PM<sub>10</sub>, 35% de PM<sub>2.5</sub>, 35% de óxidos de nitrógeno y 20% de COV respecto al escenario tendencial. Es importante destacar que las medidas han sido conceptualizadas como esfuerzos a corto, mediano y largo plazo, de forma que no todas tendrán impactos en la calidad del aire de forma inmediata. Además, el escenario de reducción de emisiones está condicionado al cumplimiento de las medidas en tiempo y forma. En este sentido, se subraya la necesidad de contar con la colaboración del Gobierno Federal y otros actores para realizar las medidas correspondientes.

En cuanto a los beneficios en la calidad del aire por la aplicación del ProAire ZMVM 2021-2030, se estimó que los niveles de concentración de PM<sub>2.5</sub> serían ~22% (~4 µg/m<sup>3</sup>) menores en el promedio anual de 24 horas en toda la ZMVM. Así mismo, se reducirían los niveles de concentración promedio diaria de O<sub>3</sub> en ~2% (~3 ppb) y, si se considera el valor máximo horario de ozono, se presentaría una reducción de hasta el ~7% (~13 ppb).

En cuanto a los beneficios en salud debido la menor exposición que tendría la población a la contaminación atmosférica de implementarse el ProAire, especialmente por la mejora en los niveles de NO<sub>2</sub> y PM<sub>2.5</sub>, se calcula se podrían evitar al menos seis mil muertes en el año 2030, con un ahorro económico estimado de 119 mil 256 millones de pesos.

Reconociendo la importancia de la comunicación y difusión de información referente a la calidad del aire, el Programa propone desarrollar una Estrategia Integral de Comunicación, bajo los ejes de protección de la salud pública y participación ciudadana para disminuir emisiones contaminantes. Para lograr la comunicación efectiva, esta Estrategia se dirigirá a cuatro audiencias diferenciadas: el público en general, la población más vulnerable, actores participantes en la implementación del ProAire, y especialistas en la materia.

Para alcanzar los objetivos propuestos, se debe asegurar la implementación y mejora continua del Programa. Por ello, se definieron las bases para el desarrollo de estrategias de financiamiento, seguimiento y evaluación, e implementación para guiar su ejecución. Para cubrir el costo aproximado de la implementación, estimado en \$280.71 mil millones de pesos mexicanos<sup>3</sup> a precios de 2021, se plantea desarrollar una Estrategia Integral de Financiamiento basada en la sostenibilidad financiera y practicidad económica, que fomente la corresponsabilidad e involucramiento del sector

privado, académico y social, así como la colaboración internacional. El diseño del seguimiento y reporte del ProAire contempla evaluaciones periódicas que permitan la mejora continua del Programa, el uso de plataformas digitales y el reporte constante de resultados y rendición de cuentas. Finalmente, la planeación de la implementación involucró la definición de fechas de ejecución, la definición de roles y responsabilidades y la identificación de posibles barreras.

Asimismo, sobresale que las medidas de mayor costo-efectividad se relacionan con las acciones de mejora regulatoria en el transporte, industria, comercios y servicios, que en su mayoría deben ser atendidas por el Gobierno Federal, por lo que resulta fundamental su participación y apoyo para el cumplimiento de las metas del ProAire ZMVM 2021-2030.

Del mismo modo, se considera fundamental incorporar el principio de igualdad sustantiva y lograr la transversalidad de la perspectiva de género en la gestión de calidad del aire. Durante la implementación del Programa, se deben estimar los impactos diferenciados de la contaminación atmosférica tanto en territorios, como entre mujeres y hombres, y proveer herramientas a grupos de población específicos para proteger su salud. También es importante documentar cómo factores ligados al género se relacionan con los procesos antropogénicos que originan la contaminación atmosférica.

Como última observación, el ProAire ZMVM 2021-2030 es un instrumento de gestión públi-

ca que surge del compromiso de los gobiernos involucrados en mejorar la calidad del aire de la ZMVM.

Se reconoce que la gestión de la calidad del aire requiere de acciones encaminadas a reducir las emisiones de las principales fuentes generadoras de contaminantes, de forma que se proteja la salud de la población.

Por su cobertura geográfica y complejidad administrativa, la gestión de calidad del aire no se limita a las autoridades ambientales. La formulación e implementación de políticas públicas requieren de la colaboración entre el Gobierno Federal, los Gobiernos Estatales de la Ciudad de México, el Estado de México e Hidalgo, y 76 Gobiernos Locales, dado que todos tienen atribuciones distintas y jurisdicción sobre fuentes específicas de contaminación. Esto no solo implica la colaboración entre autoridades ambientales; en el sector público se requiere la colaboración con diversos sectores como el transporte y movilidad, el desarrollo urbano, energía y agua, el sector salud y educativo, entre muchos otros. Asimismo, la ejecución de acciones concretas para mitigar emisiones también requiere la participación del sector privado, la academia, las organizaciones no gubernamentales y la sociedad en general.

En consecuencia, las medidas y acciones que comprenden este Programa requieren de un trabajo colaborativo entre los diferentes niveles de gobierno y partes interesadas, para lograr los objetivos de mejoramiento de la calidad del aire y de protección a la salud pública.

<sup>2</sup> Se propone ampliar las normas oficiales mexicanas de salud ambiental que definen límites permisibles de contaminantes en el aire ambiente, para incluir a COV prioritarios como el benceno, el tolueno y los xilenos (BTX).

<sup>3</sup> Incluye los costos de 18 de las 19 medidas del ProAire. Se excluye el costo de la medida 18, que atiende las emisiones de SO<sub>2</sub> provenientes del corredor Tula-Vito-Apasco; las acciones de dicha medida atienden dos fuentes fijas de jurisdicción exclusivamente federal, la refinería Miguel Hidalgo y la central termoeléctrica Francisco Pérez Ríos, de competencia estrictamente federal y ubicadas fuera de los límites geográficos de la ZMVM. Considerando la medida 18, el costo total de implementación asciende a \$280.71 mil millones de pesos mexicanos a precios de 2021.