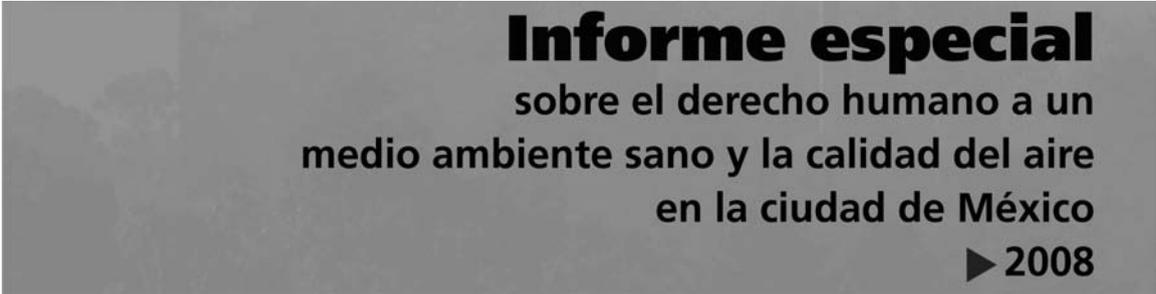




**Informe especial**  
sobre el derecho humano a un  
medio ambiente sano y la calidad del aire  
en la ciudad de México  
▶ 2008



**Informe especial**  
sobre el derecho humano a un  
medio ambiente sano y la calidad del aire  
en la ciudad de México  
▶ 2008

Fotografía de portada e interiores: Mariana Vélez (capítulo II) y Archivo CDHDF.

Primera edición, 2008

D. R. © 2008, Comisión de Derechos Humanos del Distrito Federal  
Av. Chapultepec 49, Centro Histórico  
06040 México, D. F.  
[www.cd hdf.org.mx](http://www.cd hdf.org.mx)

*Ejemplar de distribución gratuita, prohibida su venta*

ISBN:

Impreso en México

*Printed in Mexico*

## CONTENIDO

Introducción (párrafos 1-18) .....	7
I. Derecho humano a un medio ambiente sano (párrafos 19-83) .....	11
A. Introducción a los derechos humanos y su relación con el medio ambiente .....	13
1. Importancia .....	13
2. Los derechos humanos .....	14
B. Reconocimiento del derecho humano a un medio ambiente sano .....	15
C. Derecho humano a un medio ambiente sano: protección de la calidad del aire y de la seguridad humana .....	19
D. Protección del derecho humano a un medio ambiente sano .....	20
II. Contaminación del aire en la zona metropolitana del valle de México (ZMVM) (párrafos 84-211) .....	29
A. Antecedentes .....	31
1. Conceptos básicos .....	31
2. Producción de contaminantes .....	34
3. Los efectos de la contaminación del aire .....	36
B. El problema de la calidad del aire en la ZMVM .....	39
1. Expansión urbana y crecimiento demográfico .....	40
2. Distribución poblacional y aspectos socioeconómicos .....	46
3. Influencia de las características fisiográficas y climáticas de la cuenca de México .....	49
C. La incidencia de las actividades productivas y el estilo de vida de las y los habitantes en la calidad del aire .....	54
1. Origen de los contaminantes atmosféricos .....	54
2. El estado actual de la calidad del aire .....	61
3. Percepción ciudadana del problema de la calidad del aire contra datos oficiales .....	67
III. Efectos de la contaminación del aire (párrafos 212-306) .....	71
A. Importancia .....	73
1. La salud y el derecho humano a un medio ambiente sano .....	73
2. Percepción ciudadana sobre los efectos de la contaminación del aire en la salud .....	74
B. Efectos de la contaminación del aire en la salud humana .....	75
1. Contexto y efectos generales .....	75
2. Evidencia de los efectos en la salud humana .....	76
3. Regulación sanitaria en México .....	81
4. Prevención del impacto en la salud humana .....	85
C. Impacto de la contaminación del aire en los ecosistemas .....	88
D. Costos económicos del impacto de la contaminación del aire en la salud humana y en los ecosistemas .....	92
E. Efectos de la contaminación del aire a nivel global: el cambio climático .....	94
IV. Quehacer gubernamental para mejorar la calidad del aire (párrafos 307-400) .....	97
A. Análisis del marco normativo en materia de calidad del aire (federal, local) .....	99

1. Coordinación Metropolitana . . . . .	99
B. Gestión de la calidad del aire . . . . .	101
1. Estrategias de gestión . . . . .	102
2. Programas y políticas públicas . . . . .	104
3. Programa Integral contra la Contaminación Atmosférica (PICCA) . . . . .	105
4. Programas para mejorar la calidad del aire en el valle de México (Proaire) . . . . .	106
<i>a)</i> Proaire 1995-2000 (Proaire I) . . . . .	106
<i>b)</i> Proaire 2002-2010 (Proaire II) . . . . .	107
5. Otros contextos de política ambiental . . . . .	113
C. Programas y políticas públicas en materia de transporte . . . . .	114
D. Coordinación institucional . . . . .	117
E. Coordinación metropolitana . . . . .	119
Conclusiones y propuestas (párrafos 1-11) . . . . .	123
Bibliografía . . . . .	131

# Introducción

## Competencias de la Comisión de Derechos Humanos del Distrito Federal

1. La Comisión de Derechos Humanos del Distrito Federal (CDHDF) es un organismo público autónomo que tiene como objetivo la protección, defensa, vigilancia, promoción, estudio, educación y difusión de los derechos humanos establecidos en el orden jurídico mexicano y en los instrumentos internacionales de derechos humanos.<sup>1</sup>

2. Este organismo se encarga de recabar quejas y denuncias por presuntas violaciones a los derechos humanos, imputadas a cualquier autoridad o servidor(a) público(a) que desempeñe un empleo o cargo en el Distrito Federal o en los órganos de procuración o impartición de justicia, cuya competencia se circunscriba a dicha entidad.<sup>2</sup> Asimismo, el presidente de la CDHDF podrá presentar y emitir a la opinión pública un informe especial sobre alguna situación que se considere de importancia o gravedad en materia de derechos humanos.<sup>3</sup>

3. En este sentido, el *Informe especial sobre el derecho humano a un medio ambiente sano y la calidad del aire en la ciudad de México, 2008* da continuidad al compromiso adoptado por la CDHDF desde el principio de la gestión de Emilio Álvarez Icaza Longoria de realizar acciones<sup>4</sup> tendientes a la vigilancia, respeto, observancia y difusión del derecho humano a un medio ambiente sano, como parte de la labor de protección a los derechos económicos, sociales, culturales y ambientales (DESCA), fundamentales en el establecimiento de las condiciones necesarias para asegurar una calidad de vida digna. En este contexto, el presente informe abordará también el tema de la calidad del aire como uno de los elementos esenciales en la protección del derecho humano a un medio ambiente sano.

4. Vale la pena destacar que los derechos humanos se relacionan entre sí por origen y porque se requiere del cumplimiento de cada uno de ellos para el desarrollo pleno del ser humano. La relevancia del derecho al medio ambiente sano radica en que éste es un *derecho llave* que abre la puerta hacia el ejercicio de otros derechos como el derecho a la salud y a un nivel de vida adecuado. Más aún, el derecho humano a un medio ambiente sano está relacionado con la responsabilidad de legar a las generaciones futuras la garantía de una vida digna y de calidad, y por tanto se convierte en un derecho esencial para el alcance del desarrollo sustentable.<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Artículo 2º, Ley de la Comisión de Derechos Humanos del Distrito Federal, última reforma del 14 de enero de 2003.

<sup>2</sup> *Ibid.*, artículos 2º y 3º.

<sup>3</sup> Artículo 146 bis, Reglamento Interno de la CDHDF, adicionado el 4 de enero de 2008.

<sup>4</sup> Además de recibir y analizar quejas individuales, la CDHDF ha emitido una serie de recomendaciones en virtud de la protección del derecho humano a un medio ambiente sano, así como del resto de los derechos vinculados. Desde 2002 se lleva a cabo en la Comisión el Programa de Derechos Humanos y Medio Ambiente (Prodehuma), que tiene como objetivo generar una cultura de respeto al medio ambiente, así como reducir el impacto ambiental que tiene el funcionamiento de este organismo. En 2005 se publicó el *Informe especial sobre la violación al derecho humano a un medio ambiente sano y ecológicamente equilibrado por el deterioro y desaparición del suelo de conservación en el Distrito Federal*. Más aún, en 2008 se suscribió el Convenio Marco de Colaboración con la Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal, para promover el derecho humano al medio ambiente sano, así como facilitar actividades de capacitación, investigación y organización conjunta. Para mayor información véase <<http://www.cd hdf.org.mx/>>.

<sup>5</sup> El *desarrollo sustentable* se refiere a la posibilidad de satisfacer las necesidades presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades (principio 3 de la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y Desarrollo, 1992).

## Hechos que motivan la intervención de la CDHDF

### *Afectación a los derechos humanos por la mala calidad del aire*

5. En el contexto de protección y promoción de los DESCAs, la CDHDF dirige su atención a los problemas ambientales que afectan el ejercicio pleno de los derechos humanos. En México, como en el mundo, se experimenta una degradación acelerada de los ecosistemas y los recursos naturales de los que dependen no sólo las actividades humanas sino también la posibilidad de la vida.

6. Entre los recursos naturales deteriorados se encuentra el aire, un bien público, es decir, de libre acceso y uso compartido por toda la población. Esta característica permite, por un lado, que todas y todos se beneficien de su uso; pero por otro, que este uso ilimitado y no exclusivo<sup>6</sup> propicie una acelerada degradación. En consecuencia, el deterioro de este recurso repercute en la salud física y mental y afecta la calidad de vida. Esta situación muestra la relación entre la degradación del medio ambiente y la violación de los derechos humanos, o de la protección del medio ambiente y la garantía de los derechos humanos.

7. Atendiendo la relación entre los derechos humanos y uno de los problemas ambientales críticos del Distrito Federal, la CDHDF reconoce en este informe que la contaminación del aire representa una amenaza a la garantía del derecho humano a un medio ambiente sano y a la seguridad humana,<sup>7</sup> cuyo origen e impacto trasciende límites locales y nacionales, así como sus daños afectan a generaciones presentes y futuras.

### *Percepción de la ciudadanía respecto al problema de la calidad del aire*

8. La percepción ciudadana acerca de la mala calidad del aire del Distrito Federal y la presencia cotidiana de concentraciones altas de contaminantes, aunado al número de quejas que se reciben en materia, motivaron a la CDHDF a realizar este informe. Desde 2005 se han recibido 51 quejas<sup>8</sup> por presuntas violaciones al derecho humano a un medio ambiente sano y de éstas sólo en 17 se alude a temas relacionados con la afectación a la calidad del aire.<sup>9</sup>

9. Del análisis de la narración de hechos de las quejas se desprende que las y los peticionarios percibieron cuatro problemas centrales que desde su punto de vista implicaban una violación a su derecho humano a un medio ambiente sano y ecológicamente equilibrado con relación a la calidad del aire:

- Las afectaciones derivadas de la actividad de talleres y fábricas con diversos giros mercantiles que en su operación con el uso de solventes o la generación de humo o partículas contaminantes contribuyen a la mala calidad del aire, malos olores y daños a la salud humana.

<sup>6</sup> La *exclusividad* se entiende como la posibilidad de evitar que otros consuman un determinado bien económico.

<sup>7</sup> Para mayor información sobre este tema véase el *Informe especial sobre seguridad humana en la ciudad de México, 2006-2008*, CDHDF, 2008, 352 pp.

<sup>8</sup> Para el cumplimiento del objeto legal de esta Comisión se cuenta con el Programa de Defensa de Derechos Humanos en el cual se atienden primordialmente las quejas de ciudadanos(as) que consideran que alguno de sus derechos humanos ha sido vulnerado por la autoridad (artículo 23 bis, fracción II del Reglamento Interno de la CDHDF).

<sup>9</sup> La metodología utilizada para seleccionar las quejas consistió en la elaboración de una base de datos a partir del universo total de quejas presentadas ante este organismo entre 2005 y septiembre de 2008. De este total se realizaron diversos filtros; primero se seleccionaron aquellas quejas en las que se determinó que existía una presunta violación al derecho humano a un medio ambiente sano. De esta primera muestra se obtuvo un total de 51 quejas. Posteriormente se llevó a cabo un análisis del contenido de cada una de ellas, y se identificaron las situaciones o palabras que establecieran una relación con el tema de la calidad del aire como: humo, contaminación, tráfico, partículas, emisión, esmog, fábricas, solventes, tránsito.

- La falta de planeación de obras públicas viales y de otro tipo, que durante su realización generan conflictos viales que fomentan la contaminación del aire.
- La deficiencia en el mantenimiento de los vehículos destinados al transporte público que genera humo y contaminación del aire.
- La práctica de actividades por parte de particulares que generan malos olores y contaminantes que afectan la calidad del aire.

10. Cabe destacar que las quejas se presentan en función de las afectaciones a la calidad de vida y que la preocupación por la calidad del aire en general es indirecta. De las 17 quejas referidas, la mayoría procedían territorialmente del norte y del oriente del Distrito Federal, específicamente de las delegaciones Iztacalco, Iztapalapa, Venustiano Carranza, Azcapotzalco y Gustavo A. Madero.

11. En contraste con estas denuncias donde es fácil localizar la fuente de emisión, no se han recibido quejas del suroeste del Distrito Federal, a pesar de que en esta zona se registran las concentraciones más altas de ozono, el contaminante que con mayor frecuencia al año rebasa los estándares permitidos. Tampoco se registran denuncias en torno a la concentración de partículas suspendidas, contaminante que también rebasa los estándares permisibles y cuyos efectos a la salud humana son altamente nocivos.<sup>10</sup>

12. De la baja cantidad de quejas recibidas en materia de calidad del aire se deduce que las y los habitantes del Distrito Federal tienen un conocimiento limitado de que la calidad del aire es una de las condiciones que determina su derecho a un medio ambiente sano. Este hecho, aunado a que algunos contaminantes siguen estando arriba de los estándares establecidos en las normas oficiales mexicanas, instiga a la CDHDF a presentar en este documento la información necesaria que permita a la población sensibilizarse y conocer la situación actual de la calidad del aire, los efectos nocivos asociados a ella, su relación con el goce y ejercicio de diversos derechos humanos y el estado actual de las acciones gubernamentales en materia, para exigir y apoyar a las autoridades en la solución del problema.

### Alcances del informe especial

13. Este informe especial tiene como objetivo general presentar la situación actual de la calidad del aire en el Distrito Federal y su impacto en la garantía del derecho humano al medio ambiente sano. Para esto, en el primer capítulo se desarrolla la importancia y el fundamento del derecho humano a un medio ambiente sano tanto en el marco internacional como nacional, así como se establece la relación trascendente de este derecho con la seguridad humana.

14. En el segundo capítulo se explican las variables que dan origen a la gravedad del problema de la calidad del aire en el Distrito Federal, entre las cuales destacan la expansión poblacional y las actividades urbanas, motivos por los cuales el análisis del problema debe incluir a toda la zona metropolitana del valle de México (ZMVM), así como las características fisiográficas y climáticas de la cuenca de México dentro de la cual se localiza. Además, para promover la familiarización de las y los habitantes de la ZMVM con la complejidad del problema, se presentan los contaminantes atmosféricos más importantes y sus fuentes de emisión. En el tercer capítulo se profundiza sobre los efectos de la contaminación del aire en la salud humana y en los ecosistemas, así como los costos derivados de estas afectaciones. Tam-

---

<sup>10</sup> Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente (GDF/SMA), *La calidad del aire en la zona metropolitana del valle de México 1986-2006: informe del estado y tendencias de la contaminación atmosférica*, México, 2007.

bién, se presentan estudios sobre la percepción ciudadana del problema, con el objetivo de evaluar el grado de la conciencia social en la materia y con la intención de que este informe instigue un proceso de participación y construcción social.

15. En el cuarto capítulo se da a conocer el quehacer gubernamental para mejorar la calidad del aire en el Distrito Federal y su zona metropolitana; se establecen los logros alcanzados, y se señalan los obstáculos y retos que se han presentado a lo largo de su gestión. Se enfatiza el estado actual y los desafíos que tendrá que superar la coordinación metropolitana, como principio esencial en el manejo de la contaminación del aire en esta gran urbe, así como para impulsar el enfoque integral y multidisciplinario necesario para solucionar el problema. Finalmente, en el apartado de Conclusiones y propuestas se darán recomendaciones en torno a los aspectos centrales de la problemática de la calidad del aire en la ZMVM.

16. La elaboración del trabajo contó con la valiosa colaboración de la Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal (SMA), a través de la Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire (DGGCA).<sup>11</sup> Su participación resulta relevante en este trabajo, puesto que la SMA se encarga de ejecutar y evaluar la política ambiental del Distrito Federal,<sup>12</sup> así como emitir los lineamientos de prevención y control de la contaminación ambiental, el establecimiento de los sistemas de verificación ambiental y el monitoreo de contaminantes, y la determinación y aplicación de los programas y medidas para prevenir y controlar contingencias y emergencias ambientales.<sup>13</sup>

17. En este sentido, la labor trascendente realizada por la SMA y su Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire permite que este informe especial establezca con claridad las acciones y logros en materia de calidad del aire, así como los retos y metas aún por alcanzar.

18. La CDHDF también agradece la colaboración en la elaboración de este informe a Rosa Alejandra Ramírez Ortega, Mariana Vélez Laris, Susana Mercado Alvarado, Víctor Hugo Páramo Figueroa, Armando Retama Hernández, Cristina Ortuño Mojica, Cecilia Santiago Loredo y Roberto Muñoz Cruz.

<sup>11</sup> El artículo 54 del Reglamento Interior de la Administración Pública del Distrito Federal señala que es competencia de dicha Dirección: I. Formular las estrategias de prevención y control de la contaminación del aire generada por las fuentes móviles y fijas de la competencia del Distrito Federal; II. Dar seguimiento permanente y evaluar los resultados de las acciones derivadas de los programas de control de la contaminación del aire del Distrito Federal; III. Proporcionar los fundamentos técnicos para el diseño y aplicación de leyes, reglamentos y normas en materia de contaminación atmosférica; IV. Establecer y operar los sistemas de monitoreo de contaminantes atmosféricos; V. Elaborar, aprobar, publicar y aplicar, en el ámbito de su competencia, en coordinación y con la participación que corresponda a las demás autoridades competentes, programas y medidas para prevenir, atender y controlar contingencias atmosféricas; VI. Establecer y mantener actualizado el registro obligatorio de las fuentes fijas de la competencia del Distrito Federal; VII. Establecer y mantener actualizado el inventario de emisiones generadas por las fuentes emisoras de la competencia del Distrito Federal; VIII. Establecer y operar por sí o a través de las personas que autorice para ello, los sistemas de certificación o verificación de emisiones de las fuentes fijas de la jurisdicción del Distrito Federal, así como el programa de reducción de emisiones contaminantes y de combustibles alternos; IX. Establecer y operar por sí o a través de las personas que autorice para ello, los sistemas de verificación del parque vehicular en circulación, matriculados en el Distrito Federal; X. Establecer coordinadamente con las autoridades competentes de la administración pública, la aplicación de medidas de tránsito y vialidad, para reducir las emisiones contaminantes de los automotores; XI. Definir y establecer las restricciones a la circulación de los vehículos que circulan en el Distrito Federal; XII. Evaluar y promover la aplicación de tecnologías tendientes a reducir las emisiones de las fuentes generadoras de contaminación atmosférica; XIII. Elaborar diagnósticos y tendencias de calidad del aire en el Distrito Federal; XIV. Establecer y aplicar los mecanismos de difusión de la información de calidad del aire en el Distrito Federal; XV. Definir los Programas metropolitanos de calidad del aire conjuntamente con las autoridades y grupos sociales involucrados; XVI. Llevar a cabo estudios para incrementar el conocimiento de la contaminación atmosférica en el Distrito Federal; XVII. Promover el intercambio científico con la comunidad nacional e internacional en materia de contaminación atmosférica, y XVIII. Realizar las vistas relacionadas con las solicitudes de autorización y revalidación en el ámbito de su competencia.

<sup>12</sup> Artículo 26 de la Ley Orgánica de la Administración Pública del Distrito Federal.

<sup>13</sup> *Ibid.*, fracciones V, VI y VII.

## I. Derecho humano a un medio ambiente sano



## A. Introducción a los derechos humanos y su relación con el medio ambiente

### 1. Importancia

19. En las últimas décadas, el concepto y la práctica de los derechos humanos se ha ido transformando para ampliar su espectro e incluir la importancia de la protección del medio ambiente<sup>14</sup> en la garantía de ciertos derechos fundamentales. Resulta esencial valorar la interdependencia entre el ser humano y la naturaleza, particularmente porque el modelo actual de desarrollo ejerce una creciente presión en la capacidad del entorno natural de amortiguar impactos negativos, lo que repercute directamente en el bienestar de las personas, de las especies animales y vegetales, y de los ecosistemas.

20. Ante esta situación, en 1994 la Subcomisión de Prevención de Discriminaciones y Protección a las Minorías de la Comisión de Derechos Humanos de la Organización de las Naciones Unidas, a través de la relatora especial Fatma Zohra Ksentini, redactó una nota en la que se expusieron los métodos de estudio del medio ambiente y sus relaciones con los derechos humanos. Como resultado se reconoció que la permanencia del planeta Tierra es imprescindible para la generación y preservación de la vida y requiere acciones urgentes en virtud de la escala actual del daño ambiental y su impacto en el ser humano, en su bienestar, en su dignidad y, en definitiva, en el goce efectivo de sus derechos fundamentales.

21. A pesar de que se ha identificado la forma en que la degradación y alteración de los ecosistemas afectan no sólo la salud y calidad de vida sino también la supervivencia de todas las especies vivas, el análisis de la relación entre el medio ambiente y los derechos humanos aún es limitado y poco difundido.<sup>15</sup> Ante este rezago, las personas tienen una escasa conciencia de su derecho al medio ambiente sano y desconocen que éste es esencial para garantizar sus derechos a tener una calidad de vida y salud adecuadas. Aunado a lo anterior, tampoco comprenden la magnitud y los alcances de los daños producidos por la degradación del ambiente.

22. La importancia, entonces, de asegurar este derecho ambiental, tiene dos finalidades importantes: por un lado, garantizar las condiciones a todos los seres humanos para llevar a cabo una vida digna que asegure su bienestar y, por otro, replantear la relación entre el ser humano y la naturaleza que faciliten un desarrollo viable que avale la vida y la reproducción social de las generaciones presentes y futuras.

23. Este capítulo tiene como objetivo principal fundamentar la importancia del derecho humano a un medio ambiente sano, explicando para ello la relevancia de los derechos humanos y la evolución del reconocimiento del derecho humano a un medio ambiente sano, tanto en el contexto nacional como internacional. Asimismo, se detallará el contenido del derecho, dentro del cual se encuentra la necesidad de un aire libre de contaminantes que afecten la salud humana y la de los ecosistemas, así como la relación con otros derechos fundamentales, con el desarrollo sustentable y con la seguridad humana.

---

<sup>14</sup> De acuerdo con la Ley Ambiental del Distrito Federal, *ambiente* es el conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados. Deberá entenderse también como *medio ambiente*.

<sup>15</sup> Marina Sil Acosta, "Derechos humanos y medio ambiente", en *Gaceta*, Comisión de Derechos Humanos del Distrito Federal, octubre de 2002, pp. 62-65, véase <[http://www.cdhdff.org.mx/index.php?id=gac\\_octmarina](http://www.cdhdff.org.mx/index.php?id=gac_octmarina)>.

24. Además, se explicará la responsabilidad y obligación del Estado de proteger, respetar y garantizar el derecho humano a un medio ambiente sano, así como la complejidad del derecho en cuanto a su categoría de “derecho difuso”, y las complicaciones y rezagos que esto presenta en la garantía del mismo.

## 2. Los derechos humanos

25. El concepto de *derechos humanos* se ha ido construyendo a lo largo de la historia y ha experimentado un proceso de construcción normativa y conciencia social que ha dado como resultado que el contenido de los derechos se amplíe. Como fundamento de este contenido se establecen las condiciones necesarias para que todo ser humano goce de una vida plena, libre, segura y sana, cuestiones que están relacionadas con la justicia y la dignidad.

26. Si bien existen diversas definiciones del concepto de *derechos humanos*, para efectos del presente trabajo se utilizará la siguiente:

Los derechos humanos son un conjunto de valores y normas que buscan establecer condiciones para que la persona se desarrolle plenamente en todos los campos de su vida, sin interferencias de las autoridades, de gobierno ni de otros ciudadanos, y que permiten a los seres humanos vivir en igualdad, libertad y dignidad con otras personas. Por ello son inherentes a todas y a todos desde el momento de nacer, sin distinción de edad, sexo, etnia, nacionalidad, clase social o forma de pensar. Además, son irrenunciables, imprescriptibles e intransferibles y el Estado debe respetarlos y garantizarlos.<sup>16</sup>

27. Los derechos humanos tienen las siguientes características:

- *Son inherentes a la persona.* Por su propia naturaleza están unidos a la persona de modo que no pueden ser separados de ella; todos(as) nacemos con ellos, su origen radica en la dignidad humana.
- *Son irrenunciables.* En tanto pertenecen a cada persona, no pueden ser concedidos a otra ni se puede renunciar a ellos.
- *Son universales.* Pertenecen a todas las personas sin importar el lugar en que se encuentren e independientemente de su sexo, edad, posición social, partido político, creencia religiosa, origen familiar, capacidad económica o cualquier otro factor.
- *Son inalienables.* Ninguna persona o autoridad puede quitarlos u otorgarlos ni siquiera el propio titular puede hacer imposible su puesta en práctica.
- *Son integrales.* Forman parte de un todo que no se puede dividir. No puede haber un derecho que tenga mayor peso que otro. La negación de algún derecho en particular significa poner en peligro el conjunto de la dignidad de la persona, por lo que el disfrute de algún derecho no puede hacerse a costa de los demás.
- *Son interdependientes.* Todos se relacionan entre sí por su origen y porque se requiere de cada uno de ellos para el desarrollo pleno del ser humano.
- *Son imprescriptibles.* Una vez reconocidos, no pierden vigencia ni caducan, aun y cuando las situaciones que los llevaron a reivindicarlos hayan cambiado.

<sup>16</sup> Amnistía Internacional, *Manual para promotores juveniles en derechos humanos del Distrito Federal*, México, Indesol/CDHDF/AI, 2003, p. 18. Véase también: Instituto Interamericano de Derechos Humanos, “Protección de los derechos humanos”, Serie Módulos educativos, núm. 1, México, IIDHF/CDHDF/Visión Mundial, 2003.

- *Son progresivos.* Los derechos que se reconocen se suman a los ya existentes para enriquecer y perfeccionar a las normas y valores que los integran.

## B. Reconocimiento del derecho humano a un medio ambiente sano

28. Los derechos humanos han sido consagrados en instrumentos jurídicos nacionales, regionales e internacionales,<sup>17</sup> y su surgimiento histórico (mas no jerárquico) los ha clasificado en “tres generaciones”: los derechos civiles y políticos (primera generación), los económicos, sociales y culturales (segunda generación) y los de solidaridad<sup>18</sup> o relativos a la paz, el desarrollo y al medio ambiente sano (tercera generación).<sup>19</sup>

29. Este informe hará especial referencia a los derechos económicos, sociales, culturales y ambientales (DESCA). Éstos se encuentran reconocidos en instrumentos internacionales de derechos humanos como en la Declaración Universal de Derechos Humanos, el Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (PIDESC),<sup>20</sup> en la Convención Americana sobre Derechos Humanos<sup>21</sup> y en el Protocolo de San Salvador,<sup>22</sup> los cuales sirven “para amparar toda la gama de derechos humanos que es preciso hacer efectivos para que las personas puedan gozar de una vida plena, libre, segura y sana”.<sup>23</sup>

30. Fue hasta 1972 que la comunidad internacional comenzó a crear la normativa en torno al derecho humano al medio ambiente sano. En la Declaración de Estocolmo sobre el Medio Ambiente Humano, acordada durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano, se estableció en su primer principio que las personas tienen el “derecho fundamental a la libertad, la igualdad y el disfrute de condiciones de vida adecuadas en un medio de calidad tal, que les permita llevar una vida digna y gozar de bienestar”. A partir de este instrumento se reconoce que un medio ambiente sano es esencial en la protección de la salud y la calidad de vida de las personas, lo que con el tiempo instigó a algunos países a incorporar en sus ordenamientos nacionales el reconocimiento al derecho a un medio ambiente sano como parte del corolario de derechos humanos actualmente reconocidos.<sup>24</sup>

<sup>17</sup> Entre los instrumentos internacionales que conforman el derecho internacional de derechos humanos se puede referir la Carta de las Naciones Unidas, la Declaración Universal de Derechos Humanos, el Pacto Internacional de Derechos Civiles y Políticos, y el Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales.

<sup>18</sup> La doctrina de los derechos humanos de solidaridad o de tercera generación fue elaborada por Karel Vasak a principios de los años setenta. Véase en: Barbara Kunicka-Michalska, “Derecho al medio ambiente como el derecho humano de la tercera generación”, ponencia para el Foro Científico del Grupo de Trabajo Jurisprudencia de CEISAL en Viena, Instituto de Ciencias Jurídicas de la Academia de Ciencias de Varsovia, Polonia, 1992.

<sup>19</sup> Cinthya Herrera Sánchez, “Reconocimiento del medio ambiente sano como un derecho humano. Enfoque para el Estado de México”, en *El derecho humano a un medio ambiente sano. Sexto Certamen de Ensayo sobre Derechos Humanos*, México, Comisión de Derechos Humanos del Estado de México, 2004.

<sup>20</sup> El PIDESC fue ratificado por México en 1981 y entró en vigor el 23 de junio del mismo año, por lo que forma parte de la legislación nacional.

<sup>21</sup> La Convención Americana sobre Derechos Humanos fue ratificada por México en 1981.

<sup>22</sup> El Protocolo de San Salvador fue ratificado por México en 1996 y entró en vigor en noviembre de 1999.

<sup>23</sup> Organización de las Naciones Unidas, Folleto informativo núm. 16, Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, (Rev. 1), p. 3.

<sup>24</sup> Hasta 2005, 109 de aproximadamente 193 naciones en el mundo reconocen el derecho al medio ambiente sano y la obligación del Estado a prevenir los daños; 117 constituciones mencionan la protección al ambiente y a los recursos naturales, y 56 constituciones reconocen explícitamente el derecho humano a un medio ambiente sano. Este último grupo incluye a países como Argentina, Brasil, Bulgaria, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Grecia, Honduras, Corea, México, Nicaragua, Paraguay, Perú, Portugal, España, Estados Unidos, Venezuela, entre otros. Véase en: Earthjustice, *Environmental Rights Report, Human Rights and the Environment-Materials for the 61st Session of the United Nations Commission on Human Rights*, Ginebra, abril, 2005, p. 37.

31. Mientras tanto, la Carta Africana sobre los Derechos Humanos y de los Pueblos de 1981, contempla en su artículo 24 el derecho de todos los pueblos a un medio ambiente favorable a su desarrollo. En 1988, este avance regional también se dio en el Sistema Interamericano con el Protocolo Adicional de San Salvador a la Convención Americana sobre Derechos Humanos, el cual contempla en su artículo 11 el derecho humano a un medio ambiente sano y además establece que los Estados promoverán la protección, preservación y mejoramiento del medio ambiente. Es necesario hacer hincapié en la importancia de este instrumento, puesto que hace vinculante para México el reconocimiento y la protección del derecho humano en cuestión.

32. Vale la pena también citar la Convención sobre los Derechos del Niño de 1989,<sup>25</sup> que si bien no es un tratado del derecho ambiental, establece en su artículo 24 que para asegurar el derecho de los niños al nivel más alto de salud, es necesario tomar en consideración los peligros y los riesgos derivados de la contaminación ambiental. Este instrumento internacional, vinculante para los Estados Parte y por tanto para México, establece una condición importante sobre la relación entre la calidad del aire y la garantía del derecho a la salud y, en general, al bienestar y desarrollo de los niños. Para efectos de este informe y como se verá más adelante, esto es de especial relevancia en el análisis de los riesgos por una mala calidad del aire para grupos de mayor vulnerabilidad, entre los cuales se encuentran los niños.

33. Además, la Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y el Desarrollo en Río de Janeiro, estableció en su primer principio que “los seres humanos constituyen el centro de las preocupaciones relacionadas con el desarrollo sostenible y tienen derecho a una vida saludable y productiva en armonía con la naturaleza”. Este principio fortalece una reflexión esencial en torno al contenido del derecho humano a un medio ambiente sano que se venía desplegando desde la Declaración de Estocolmo: los problemas del medio ambiente son los problemas del desarrollo que ha sido desigual para las sociedades humanas y nocivo para los sistemas naturales.<sup>26</sup>

34. Para replantear el modelo de desarrollo que continúa negando para muchos las condiciones mínimas de vida, la Declaración de Río establece en su principio diez la necesidad del acceso adecuado a la información para que las personas conozcan las situaciones que ponen en peligro a sus comunidades y para que participen en la toma de decisiones. El Estado no sólo tiene que fomentar esta participación, sino que debe proporcionar el acceso efectivo a los procedimientos judiciales y administrativos que aseguren la protección del ambiente.

35. Ahora bien, no es suficiente garantizar el derecho a la información si no se fomenta el derecho al *saber*,<sup>27</sup> es decir, si esta información no se brinda de forma oportuna y entendible, de manera que las personas la integren en sus actividades cotidianas y por tanto en su bienestar.

36. El principio quince de la Declaración también es de vital importancia; establece el criterio de precaución por el cual, cuando haya peligro de daño grave o irreversible, la falta de certeza científica no podrá ser utilizada para llevar a cabo actividades que amenacen al medio ambiente.

<sup>25</sup> La Convención sobre los Derechos del Niño fue ratificada por México en 1990 y entró en vigor en septiembre del mismo año.

<sup>26</sup> Roberto Guimarães y Alicia Barcena, “El desarrollo sustentable en América Latina y el Caribe desde Río 1992 y los nuevos imperativos de institucionalidad”, en Enrique Leff (coord.), *La transición hacia el desarrollo sustentable. Perspectivas de América Latina y el Caribe*, México, INE/Semarnat, 2002.

<sup>27</sup> *Idem*.

37. Estos principios juegan un papel imperante en el reconocimiento del derecho humano al medio ambiente sano, por su inextricable relación con el desarrollo sostenible, la salud y la calidad de vida de las personas, así como para fomentar la exigibilidad y corresponsabilidad del Estado y de las personas en la garantía del mismo.

38. México respaldó sus compromisos internacionales a nivel interno, primeramente con la adopción de una ley marco ambiental como prerequisite para garantizar la existencia de un sistema jurídico coherente de política y gestión ambiental,<sup>28</sup> con la promulgación de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en 1988.

39. Sin embargo, el paso más trascendente se dio en 1999 con la reforma al artículo 4° constitucional en el que se incluyó el párrafo quinto que establece: “Toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar”.<sup>29</sup> Además, el marco jurídico constitucional de este derecho fue respaldado por una serie de artículos que contemplan la conservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos, regulan la actividad de las empresas, de los sectores social y privado, así como establecen la distribución de competencias para legislar sobre desarrollo, preservación del medio ambiente y protección ecológica.<sup>30</sup>

40. Con este contexto en mente, la profesora de derecho ambiental de la Universidad George Washington, Diana Shelton,<sup>31</sup> explica la importancia de situar el goce a un ambiente sano como un derecho humano vinculante. Primero, porque se le posiciona por encima de una simple opción política, y se convierte más bien en una condición reclamable por la sociedad; segundo, porque la calidad de derecho humano establece un peso moral que intenta garantizar el derecho para todos los miembros de la sociedad, es decir, la inclusión del respeto al ambiente como derecho humano en un cuerpo normativo vinculante logra que éste se inserte dentro de las prioridades políticas y sociales; tercero, el derecho humano a un medio ambiente sano exige a su vez los derechos a la salud, a un nivel de vida adecuado, a la información, y a la participación y acceso a la justicia, es decir, este derecho se convierte en un “derecho llave” que resulta básico para la satisfacción de otros derechos fundamentales.

41. Como los explica Astrid Puentes Riaño, directora legal de la Asociación Interamericana para la Defensa del Ambiente, “el disfrute de los derechos a la vida, la salud y la dignidad no son reales en un sitio donde el aire y el agua que consume están altamente contaminados, o cuando una persona o un grupo de personas deben forzosamente abandonar su casa por causa de un derrame de residuos peligrosos en las inmediaciones”.<sup>32</sup> Por tanto, la garantía del derecho humano a un medio ambiente sano resulta en el fortalecimiento de toda una estructura de derecho que fomenta la toma de decisiones a favor de la protección ambiental que favorece la calidad de vida de la población.

<sup>28</sup> *Idem*. Véase José María Borrero, “Promesas y límites del derecho ambiental”.

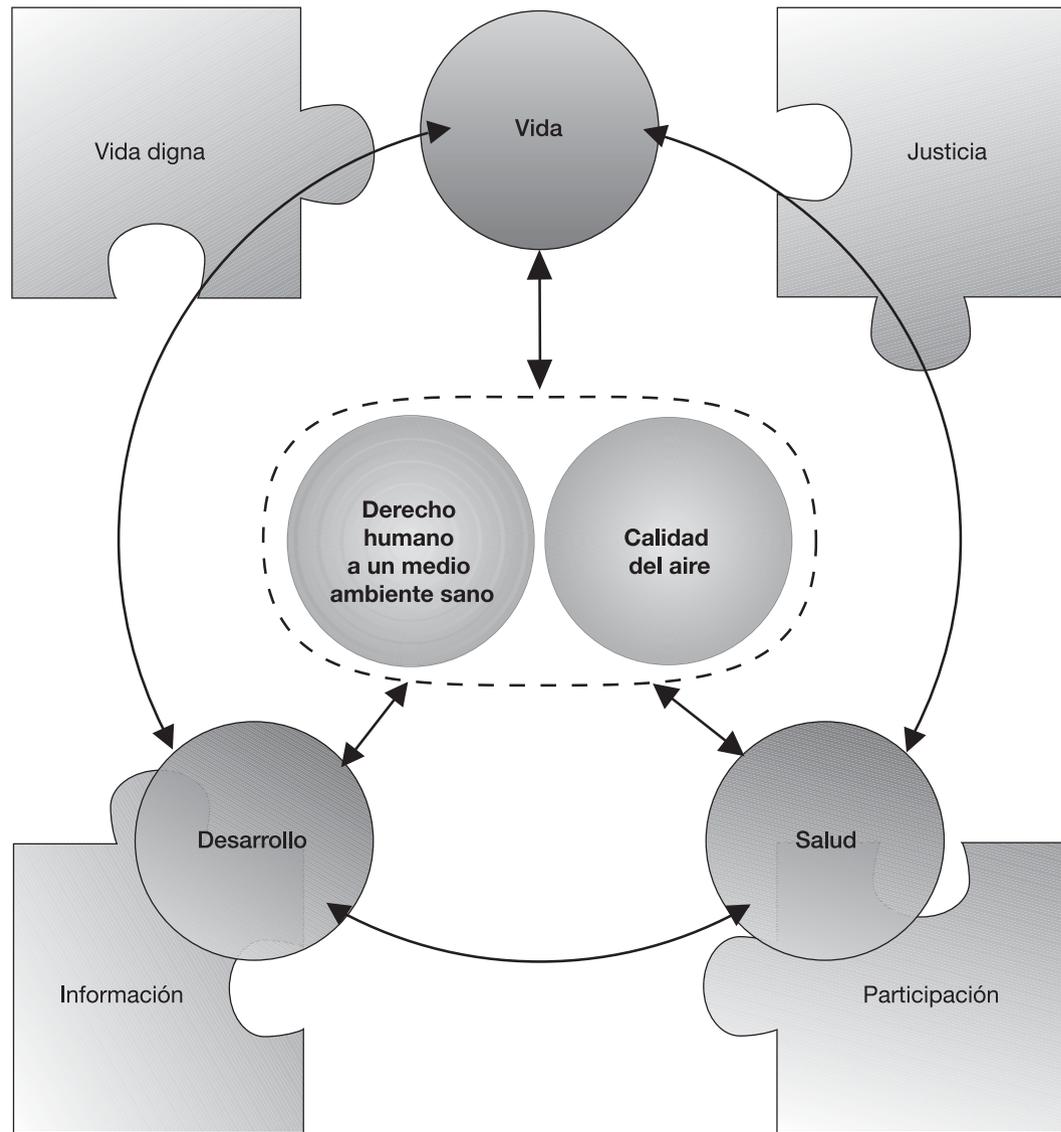
<sup>29</sup> Reforma publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el 28 de julio de 1999.

<sup>30</sup> Véanse los artículos constitucionales 25, 27, 73 (fracciones XXIX-C, XXXIX-D y XXIX-G) y 122 (fracción V-J).

<sup>31</sup> Asociación Interamericana para la Defensa del Ambiente (AIDA), *Guía de defensa ambiental: construyendo la estrategia para el litigio de casos ante el sistema interamericano de derechos humanos*, 2008, véase en: <<http://www.aida-americas.org/aida.php?page=182&clang=es>>.

<sup>32</sup> Astrid Puentes Riaño, *Elementos de discusión y exigibilidad de los derechos humanos*, véase en: <[http://portal.sre.gob.mx/pcdh/libreria/libro/6/23\\_a.puentes.pdf](http://portal.sre.gob.mx/pcdh/libreria/libro/6/23_a.puentes.pdf)> (visitada el 19 de septiembre de 2008).

Esquema 1.1 Relación del derecho humano a un medio ambiente sano con otros derechos fundamentales



Fuente: elaborado por la Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire de la Secretaría del Medio Ambiente, 2008.

42. Más aún, el carácter vinculativo de este derecho humano no sólo moviliza la estructura de derecho sino también incentiva una reforma en el modelo de desarrollo; se exige el cuidado de los recursos naturales y los ecosistemas para garantizar a las generaciones presentes y futuras las condiciones necesarias para acceder a una calidad de vida digna.

43. Finalmente, el reconocimiento del derecho humano a un medio ambiente sano hace posible recurrir a procedimientos regionales e internacionales cuando los gobiernos carezcan de la voluntad o capacidades para prevenir o detener contaminación severa que amenace la salud humana o el bienestar.

### C. Derecho humano a un medio ambiente sano: protección de la calidad del aire y de la seguridad humana

44. La protección cabal de este derecho consiste en las garantías del acceso y adecuada calidad del agua, el aire limpio de contaminantes que afecten a la salud, un suelo libre de sustancias que afecten el disfrute a la vivienda, el equilibrio ecológico, la protección de la diversidad biológica relacionada con la disponibilidad y calidad de alimentos, medicinas y actividades tradicionales, así como la prevención y remediación de los daños al ambiente.<sup>33</sup> Es necesario abordar cada uno de estos temas para asegurar que las generaciones presentes y futuras se desarrollen en condiciones que permitan la más alta calidad de salud y de vida, lo que sustenta una vez más los conceptos de universalidad e interdependencia de los derechos humanos, así como su relación con el desarrollo sustentable.

45. En contraparte, la violación del derecho humano a un medio ambiente sano, producto de la degradación ambiental que propicia el sistema actual de producción y consumo, impide que las personas cuenten con los medios para desarrollarse plenamente y con libertad, situándolos en un estado constante de inseguridad y amenaza. Esta situación tiene un impacto directo en la calidad de vida no sólo de las personas sino de comunidades enteras, entre ellas grupos marginados o de mayor vulnerabilidad, por contar con menores recursos y capacidades para anticipar, sobrevivir, resistir y recuperarse del impacto de una amenaza natural.<sup>34</sup> Por lo tanto, estos grupos experimentan un riesgo mayor ante los peligros o amenazas naturales o antropogénicas.

46. En un intento por responder a estos riesgos, prevenir los impactos y reducir los factores de vulnerabilidad<sup>35</sup> surgió el concepto de *seguridad humana*, que se introdujo en el panorama mundial a mediados de los años noventa, con la intención de replantear el balance de poder internacional posterior a la Guerra Fría. Este concepto pasó de sólo referirse a los conflictos bélicos, a incluir aspectos económicos, sociales y culturales, para hablar de una seguridad relacionada con la paz y el desarrollo humano.<sup>36</sup>

47. En 1994, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) indicó que las condiciones que garantizan la seguridad humana son:

- a) Una población libre de temor, y
- b) Una población libre de carencias.

<sup>33</sup> *Idem*.

<sup>34</sup> Piers Blaikie *et al.*, *Vulnerabilidad: el entorno social, político y económico de los desastres*, Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina, 1996, citado por Héctor David Magallón Larson, "La vulnerabilidad de México frente al cambio climático. Los desastres no son naturales, son políticos", 2006, véase en: <<http://contrag8.revolt.org/es/node/17>>.

<sup>35</sup> Jorge Nef, *Human Security and Mutual Vulnerability: The Global Political Economy of Development and Underdevelopment*, Canadá, International Development Research Center, 1999.

<sup>36</sup> En el 60 aniversario de las Naciones Unidas en 2005, después de un proceso de reflexión en el que participaron expertos académicos independientes, activistas de la sociedad civil y representantes de los Estados en torno al rumbo que debía tomar la organización, el entonces secretario general, Kofi Annan, emitió el informe *Un concepto más amplio de la libertad: desarrollo, seguridad y derechos humanos para todos*, que retoma esas ideas y expresa que: "Entre las amenazas a la paz y la seguridad en el siglo XXI se cuentan no sólo la guerra y los conflictos internacionales, sino los disturbios civiles, la delincuencia organizada, el terrorismo y las armas de destrucción en masa. También se cuentan la pobreza, las enfermedades infecciosas mortales y la degradación del medio ambiente, puesto que también pueden tener consecuencias catastróficas. Todas estas amenazas pueden ser causa de muerte o reducir gravemente las posibilidades de vida. Todas ellas pueden socavar a los Estados como unidades básicas del sistema internacional" (p. 27). Además, el informe final de la Comisión de Seguridad Humana, titulado *Seguridad humana, Ahora*, presentado al secretario general de las Naciones Unidas el 1 de mayo de 2003, resalta que este concepto complementa a la seguridad estatal, promueve el desarrollo humano y realza los derechos humanos al centrar su foco de atención en las personas y hacer frente a inseguridades que no han sido consideradas como amenazas para la seguridad estatal.

48. Precisamente, la seguridad humana implica la “necesidad de evitar amenazas tales como la enfermedad, el hambre, el desempleo, el crimen, el conflicto social, la represión política y los riesgos ambientales”.<sup>37</sup> Por su parte, el premio Nobel de Economía de 1998, Amartya Sen, y el Proyecto de Cambio Ambiental Global y Seguridad Humana (GECHS, sigla en inglés), indicaron que la seguridad humana consiste “en el estado al que se llega cuando los individuos y las comunidades tienen las opciones necesarias para terminar, mitigar o adaptarse a las amenazas a sus derechos humanos, ambientales y sociales, y para que tengan la capacidad y libertad para ejercer dichas opciones, así como participar activamente en su obtención”.<sup>38</sup>

49. En el contexto de este informe, la protección contra situaciones y amenazas críticas que implica la seguridad humana exige entonces:

- a) Un medio ambiente sano y un aire libre de contaminantes en el que las personas y comunidades puedan acceder a un mínimo bienestar social y exigir sus derechos fundamentales, y
- b) La prevención temprana (consistente con el principio precautorio) de los efectos de la contaminación del aire en la salud humana y de los ecosistemas para garantizar el derecho humano al medio ambiente sano y la seguridad humana en general.

50. En el ámbito del Distrito Federal, la CDHDF en su *Diagnóstico de derechos humanos* consideró la seguridad humana como uno de los “núcleos problemáticos” de derechos humanos, dentro del cual se engloban los temas de las libertades humanas y los derechos económicos, sociales, culturales y ambientales,<sup>39</sup> de aquí que este informe retome continuamente este concepto para reflejar el grado de riesgo y vulnerabilidad que implica la mala calidad del aire para las y los habitantes del Distrito Federal.

#### D. Protección del derecho humano a un medio ambiente sano

51. Si bien la protección efectiva del derecho humano a un medio ambiente sano responde a la posibilidad del riesgo y el impacto de la degradación ambiental en la salud y la calidad de vida humana, la efectividad del derecho depende de la participación y del acceso a la justicia; de ahí que su exigibilidad<sup>40</sup> y justiciabilidad<sup>41</sup> cobren la mayor relevancia.

52. Vale la pena señalar que el reconocimiento de un derecho no implica la efectividad del mismo, además el Estado se encuentra obligado a respetarlo y garantizarlo y, en materia de los DESCAs, sus obligaciones son básicamente tres:

- a) *De respetar*. Implica que los Estados no pueden obstaculizar o impedir el goce de los derechos humanos. También se le conoce como obligación de *no hacer*.

<sup>37</sup> Devyani Mani, *Human Security and Local Development*, Centro de Desarrollo Regional de las Naciones Unidas.

<sup>38</sup> Global Environmental Change and Human Security (GECHS), “Human Security”, véase <<http://www.gechs.org/human-security/>>.

<sup>39</sup> Para mayor información consulte el *Diagnóstico de derechos humanos del Distrito Federal*, México, 2008, véase en: <[www.derechoshumanos-df.org.mx](http://www.derechoshumanos-df.org.mx)>.

<sup>40</sup> De acuerdo con la Declaración de Quito la *exigibilidad* es un proceso social, político y legal cuyo objetivo es que el Estado cumpla con sus obligaciones en materia de derechos humanos. Declaración de Quito acerca de la exigibilidad y realización de los DESCAs en América Latina y el Caribe 1988, véase en: <<http://www.derechos.org/nizkor/la/declaraciones/quito.html>>.

<sup>41</sup> La *exigibilidad jurídica* es conocida también como *justiciabilidad* e implica la defensa de los derechos que han sido violados ante instancias jurisdiccionales (tribunales) ya sean nacionales e internacionales. Véase CDHDF, *Derechos económicos, sociales, culturales y ambientales. Exigibilidad de los DESCAs en la ciudad de México*, CDHDF, 2006, 16 pp.

- b) *De proteger*. Los Estados deberán supervisar y garantizar que la acción de actores no estatales sea de respeto hacia los derechos humanos.
- c) *De realizar*. Esta obligación se divide en dos: la obligación de *promover*, para lo cual el Estado deberá adoptar medidas que faciliten el goce de los derechos humanos a través de políticas públicas, asignación de los recursos necesarios, modificación o adecuación de la legislación nacional con los instrumentos internacionales; y la obligación de *garantizar*, significa que el Estado está obligado a que los derechos humanos se hagan efectivos cuando los individuos no lo puedan hacer.

53. Sin embargo, la protección del derecho humano a un medio ambiente sano no es tan sencilla si se toma en cuenta que forma parte de los llamados “derechos difusos”, los cuales pertenecen a un grupo indeterminado de personas que se vinculan por una situación específica. En este contexto:

En el derecho a un medio ambiente sano los destinatarios de un riesgo no son ya las personas en forma individual y aislada, sino categorías distintas de carácter grupal e indivisible, ya sea personas, especies animales o vegetales, poblaciones o ecosistemas. El bien ambiental, entendido como el derecho a un medio ambiente sano, se ubica en la esfera de lo social. En este sentido, interesa no sólo a una persona o individuo, sino a todos y, más allá, debe entenderse a las generaciones presentes y a las futuras. Por tanto, la afectación al medio ambiente es de interés y responsabilidad colectiva.<sup>42</sup>

54. De esta reflexión se desprende que el derecho a un medio ambiente sano tiene un doble carácter: individual (referente a las condiciones que las personas necesitan para existir), y colectivo (referente a la concepción del bien público que es compartido por la colectividad que disfruta el ambiente).<sup>43</sup>

55. Es importante destacar que esta doble titularidad se contempla en diez de las doce constituciones del continente americano que reconocen este derecho (las excepciones son México y Bolivia),<sup>44</sup> e incluso en algunos países existen los mecanismos para hacer exigible el derecho colectivo. Por ejemplo, Argentina, Costa Rica y Perú cuentan con amparos colectivos, mientras que Brasil, Colombia y Estados Unidos permiten las acciones populares en torno a la exigibilidad del derecho.<sup>45</sup>

56. Estos mecanismos permiten que los “derechos difusos” tengan una expresión específica en términos de obligaciones y de condiciones para los Estados. Siguiendo a Luigi Ferrajoli, uno de los teóricos más importantes en materia de derechos humanos, lo anterior permite reconocer la identidad autónoma y fundamental de los derechos colectivos.

57. Además de las obligaciones del Estado en materia de DESCA ya mencionadas, éste también tiene la obligación de garantizar que las personas que consideren vulnerados sus derechos humanos puedan tener acceso a la justicia de manera efectiva para que obtengan la satisfacción de sus planteamientos.<sup>46</sup> En este contexto, son los tribunales el medio idóneo para lograr el acceso a la justicia.

<sup>42</sup> Proyecto de decreto que reforma el artículo 4º constitucional, recinto del Senado de la República, 13 de diciembre de 2007, *Gaceta del Senado*, véase en: <<http://www.senado.gob.mx/gace.php?sesion=2007/12/13/1&documento=41>>.

<sup>43</sup> Astrid Puentes Riaño, *op. cit.*

<sup>44</sup> Proyecto de decreto que reforma y adiciona los artículos 4º y 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, *Gaceta Parlamentaria*, Cámara de Diputados, 7 de octubre de 2008.

<sup>45</sup> Astrid Puentes Riaño, *op. cit.*

<sup>46</sup> El artículo 8º de la Declaración de Derechos Humanos señala que toda persona tiene derecho a un recurso efectivo ante los tribunales nacionales competentes, que la ampare contra actos que violen sus derechos fundamentales reconocidos por la Constitución o por la ley.

58. No obstante, en México el derecho a un medio ambiente sano presenta dificultades para su efectiva protección y exigibilidad.<sup>47</sup> Si bien, el artículo 4° constitucional establece el derecho a un medio ambiente adecuado para el desarrollo y bienestar de todas las personas, el texto no garantiza su observancia y eficacia debido a que no se establecen los mecanismos procesales o instrumentos de tutela judicial (tribunales) para hacerlos valer y así lograr su adecuada defensa y protección.

59. En opinión del doctor en derecho Jorge Sánchez Cordero,<sup>48</sup> ni los tribunales ni los procedimientos actuales garantizan los derechos que han emergido en nuestra época, como los derechos ambientales. La construcción del derecho humano a un medio ambiente sano es reciente (siglo XX) y por tanto aún inacabado, lo que origina que la normativa que se ocupa de estos derechos sea escasa y su forma de regulación aún sea imprecisa.<sup>49</sup> Al ser un *derecho difuso* su protección en el orden jurídico mexicano se dificulta ya que éste sólo contempla la defensa de derechos subjetivos o individuales, es decir, el derecho de accionar o acceder a la justicia es para el individuo que tiene un interés jurídico probado.<sup>50</sup>

60. La concepción clásica en nuestro sistema no permite satisfacer la trasgresión a derechos como al de un medio ambiente sano, ya que únicamente la persona individual que ha sufrido un perjuicio y que puede demostrarlo puede exigir su reparación.

61. En el orden jurídico mexicano, el mecanismo para garantizar los derechos plasmados en la Constitución es el juicio de amparo, el cual exige para su procedencia requisitos que difícilmente pueden ser cumplidos por la o el afectado, por lo que intentar la protección del derecho a un medio ambiente sano implica que los juicios son sobreesidos o desechados.

62. Además, el juicio de amparo exige que la o el demandante sea un afectado directo,<sup>51</sup> que conforme al concepto de *derechos difusos* y colectivos que envuelven al derecho humano a un medio ambiente sano es difícil de acreditar.

63. Se considera que el concepto jurídico más adecuado que debería manejarse para hacer valer este derecho es el de *interés legítimo*, el cual implica la posibilidad de contar con un mecanismo para la protección de los intereses colectivos y difusos, ya que elimina la limitación que significa la exigencia de la titularidad individual de un interés jurídico. Este concepto permite que la o el quejoso sea todo aquel que ostente un derecho o interés para la defensa del derecho que se le hubiese vulnerado.<sup>52</sup>

64. La introducción del concepto de *interés legítimo* en la legislación mexicana significaría la posibilidad de contar con un mecanismo para la protección de los intereses colectivos y difusos. La impor-

<sup>47</sup> Entendida como la capacidad que tienen las personas para reclamar y obtener del Estado, y en ciertos casos de otros actores, el goce efectivo de sus derechos humanos. Además de la exigibilidad jurídica también se reconoce la exigibilidad política y social. Véase en Romel Jurado Vargas, "Exigibilidad de los derechos humanos relacionados con la comunicación desde el ámbito de las políticas públicas", en *Comunicación y derechos humanos*, Universidad Andina Simón Bolívar, Ecuador, véase en: <<http://www.uasb.edu.ec/padh/centro/pdfs4/Jurado%20Romel.pdf>>. (visitada en octubre 2008).

<sup>48</sup> Doctor en derecho por la Universidad Panteón-Assas.

<sup>49</sup> Landy Olivares Ruiz, *Reflexiones en torno a los derechos humanos y el medio ambiente*, Instituto Nacional de Ecología, 2005, véase en: <<http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/398/olivares.html>>.

<sup>50</sup> El *interés jurídico* es la posibilidad que tiene una persona para intervenir como parte en una controversia administrativa o judicial; para ello es necesario acreditarlo para intentar hacer valer un derecho.

<sup>51</sup> Se entiende por *daño directo* aquel que afecta la esfera patrimonial de un particular.

<sup>52</sup> Proyecto de decreto que reforma el artículo 4° constitucional, Senado de la República, 13 de diciembre de 2007, véase en: <<http://www.senado.gob.mx/gace.php?sesion=2007/12/13/1&documento=41>>.

tancia de hacer justiciable<sup>53</sup> el derecho humano a un medio ambiente sano es hacerlo vigente y efectivo. Por lo que resulta necesario que la Constitución y legislación se modifiquen de manera tal que permitan que quien considere vulnerado su derecho a un medio ambiente sano, pueda acceder al juicio de amparo u otro mecanismo jurisdiccional para su defensa.

65. Si bien a nivel nacional no existen los mecanismos jurisdiccionales que hagan justiciable el derecho a un medio ambiente sano, el Código Penal para el Distrito Federal contempla los delitos contra el ambiente y la gestión ambiental,<sup>54</sup> con lo que es posible que los delitos ambientales establecidos en dicho ordenamiento sean investigados por el Ministerio Público y, en su caso, sancionados con multas y penas privativas de libertad por un juez penal.

66. Además, la Ley Orgánica de la Administración Pública del Distrito Federal<sup>55</sup> prevé la creación de órganos político-administrativos (delegaciones) en cada demarcación territorial, los cuales son considerados autoridades ambientales<sup>56</sup> y cuentan con facultades y atribuciones conferidas en la ley que les permiten expedir permisos (no en materia ambiental sino administrativa) para el funcionamiento legal de establecimientos mercantiles, fábricas, talleres, industrias, entre otros.

67. A su vez, las delegaciones podrán imponer, como resultado de los procedimientos legales, sanciones como multas, suspensión de actividades o clausura a aquellos establecimientos que no cumplan con la normatividad aplicable. Así, los procedimientos administrativos son otra herramienta en la defensa del ambiente, ya que a través de éstos las delegaciones tienen la facultad de clausurar establecimientos o talleres que pudieran emitir contaminantes, aunque no propiamente por esta circunstancia, sino por operar sin los permisos correspondientes. En este sentido, las delegaciones Álvaro Obregón y Tláhuac reportan una serie de quejas vecinales y acciones relacionadas con la contaminación del aire.<sup>57</sup> Las denuncias reportan contaminación del aire de talleres de hojalatería y pintura, microindustrias, criaderos de animales, construcción a cielo abierto, humo, malos olores, quema de basura y emisión de partículas.

68. Vale la pena señalar que no en todas las delegaciones se han recibido denuncias por la mala calidad del aire. Además, las delegaciones Venustiano Carranza, Tlalpan, Gustavo A. Madero, Álvaro Obregón y Tláhuac reportan que su presupuesto es insuficiente para dar mantenimiento adecuado a sus áreas verdes,<sup>58</sup> así como para renovar su flota vehicular,<sup>59</sup> acciones vitales en el mejoramiento del problema de la calidad del aire. Esta insuficiencia presupuestal representa uno de los obstáculos en la

<sup>53</sup> Posibilidad de reclamar ante un juez o tribunal de justicia el cumplimiento de las obligaciones objeto del derecho.

<sup>54</sup> Título vigésimo quinto del Código Penal para el Distrito Federal.

<sup>55</sup> *Ibid.*, artículo 37, que dispone que la Administración Pública del Distrito Federal contará con órganos político-administrativos de cada demarcación territorial.

<sup>56</sup> Ley Ambiental para el Distrito Federal, artículo 6°.

<sup>57</sup> Delegación Álvaro Obregón, Dirección General de Servicios Urbanos, Dirección de Preservación y Conservación del Medio Ambiente, oficio DAO/DGSU/DPCMA/1239/2008, México, 27 de agosto de 2008. Delegación Tláhuac, Dirección General Jurídica y de Gobierno, oficio DGJG/3031/2008, México, 25 de agosto de 2008.

<sup>58</sup> Delegación Venustiano Carranza, Dirección General de Servicios Urbanos, Dirección de Mejoramiento Urbano, J. U. D. de Prevención y Control de Impacto Ambiental, oficio DGJG/DJ/SSL/518/2008, México, 1 de septiembre de 2008. Delegación Tlalpan, Jefatura Delegacional, Dirección General de Servicios Urbanos, oficio DGSU/1124/2008, México, 21 de agosto de 2008. Delegación Gustavo A. Madero, Dirección General de Servicios Urbanos, Dirección de Mejoramiento Urbano, oficio DMU/1004/2008, México, 27 de agosto de 2008. Delegación Tláhuac, *op. cit.*

<sup>59</sup> Delegación Álvaro Obregón, *op. cit.* Delegación Venustiano Carranza, *op. cit.*

protección efectiva del derecho humano a un medio ambiente sano que tendrán que ser resueltos para garantizar este derecho desde el ámbito local.

69. Por su parte, a la Secretaría del Medio Ambiente le corresponden importantes facultades en materia ambiental como son: aplicar y vigilar el cumplimiento de las disposiciones de la Ley Ambiental del Distrito Federal, y emitir los lineamientos de prevención y control de la contaminación.<sup>60</sup> Para el cumplimiento de sus facultades la Secretaría del Medio Ambiente podrá ordenar la realización de visitas de inspección a fin de determinar el cumplimiento de la normatividad aplicable en materia ambiental, pudiendo aplicar las sanciones administrativas, medidas coercitivas y de seguridad, revocación de permisos, licencias y autorizaciones; incluso podrá clausurar o suspender las obras o actividades que trasgredan las disposiciones legales.<sup>61</sup>

70. Lo anterior también garantiza por la vía administrativa la posibilidad de que la SMA, como autoridad ambiental, ponga fin a las actividades que degradan la calidad del aire, siguiendo los procedimientos administrativos contemplados por las leyes y reglamentos aplicables.

71. Otra institución de suma importancia es la Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial (PAOT), considerada también como autoridad ambiental,<sup>62</sup> que tiene por objeto la defensa de los derechos de las y los habitantes del Distrito Federal a disfrutar de un ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar, mediante la promoción y vigilancia del cumplimiento de las disposiciones jurídicas en materia ambiental y del ordenamiento territorial.<sup>63</sup>

72. Para tal efecto cuenta con facultades para recibir las denuncias referentes al cumplimiento, violación o falta de aplicación de las normas en materia ambiental,<sup>64</sup> ser coadyuvante del Ministerio Público cuando se investiguen delitos ambientales, investigar y realizar visitas cuando tenga conocimiento de las denuncias antes mencionadas, ejercer ante el Tribunal de lo Contencioso Administrativo del Distrito Federal y otros órganos jurisdiccionales, las acciones necesarias para representar el interés legítimo de las personas que resulten o puedan resultar afectadas por actos, hechos u omisiones que impliquen o puedan implicar violaciones, incumplimientos o falta de aplicación de las disposiciones en materia ambiental, de conformidad con las normas que en cada caso resulten aplicables.

73. En este tenor, la PAOT ha recibido denuncias ciudadanas acerca de fuentes de contaminación del aire desde 2002, cuando se creó esta institución, y actualmente suman un total de 289 casos. Estas denuncias prevalecen en las delegaciones las Cuauhtémoc, Gustavo A. Madero, Benito Juárez y Miguel Hidalgo.<sup>65</sup>

74. Los motivos de estas denuncias comprenden sobre todo servicios, como son los talleres de pintura y restaurantes, las gaseras, los basureros y hasta comercios clandestinos. Un aspecto que llama la atención de las denuncias ciudadanas por temas relacionados con el aire, es la denuncia de malos olores

<sup>60</sup> Para esto, la SMA establece sistemas de verificación ambiental y monitoreo de contaminantes, asimismo determina con las autoridades competentes los programas y medidas para prevenir y controlar contingencias y emergencias ambientales.

<sup>61</sup> Ley Ambiental del Distrito Federal, artículo 9° fracciones XXIX, XXX, XXXI XXXII.

<sup>62</sup> *Ibid.*, artículo 6°.

<sup>63</sup> Ley Orgánica de la Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del Distrito Federal, *Gaceta Oficial del Distrito Federal*, 24 de abril de 2001, artículo 2°.

<sup>64</sup> *Ibid.*, artículo 4°.

<sup>65</sup> PAOT, oficio PAOT/CAJRD/500/1106/2008, México, Distrito Federal, 29 de agosto de 2008.

como los que provienen de la descarga de aguas residuales y los que se originan en criaderos de animales y que se llegan a reportar en las unidades habitacionales. Estas denuncias ilustran la importancia de incluir la problemática de los malos olores como parte de un derecho al aire limpio y de darle atención considerando además que se carece de instrumentos jurídicos o de otro tipo que regulen esta situación o permitan resolver de manera alterna el problema.

75. Finalmente, y como se anticipó, el considerar el derecho a un medio ambiente sano como un derecho humano tiene la ventaja de hacer efectiva su protección a nivel internacional ante la falta de mecanismos internos para ello. En el contexto del Protocolo de San Salvador, es posible acudir al Sistema Interamericano para lograr la protección del derecho humano al medio ambiente sano.<sup>66</sup> No obstante, en este sistema también se encuentran obstáculos para acceder de manera directa a la justicia del derecho humano a un medio ambiente sano, debido a la dificultad para evidenciar los daños, la complejidad de los casos, la multiplicidad e indeterminación de las víctimas, o la colectivización de los daños.<sup>67</sup>

76. Si bien el Protocolo de San Salvador se considera culminante por su reconocimiento expreso al derecho a un medio ambiente sano, su efectiva exigibilidad y justiciabilidad aún se encuentra en desarrollo, ya que en el sistema interamericano este derecho sólo es posible exigirlo en vinculación con otros derechos reconocidos en la Convención Americana, las convenciones y protocolos que la desarrollan, como por ejemplo el derecho a la vida, derecho a la integridad física, el derecho a la propiedad de los pueblos y comunidades indígenas o el derecho de circulación y residencia.<sup>68</sup>

77. Más aún, ante el sistema interamericano los únicos responsables de proteger los derechos humanos son los Estados, por lo que para imputar una conducta a sujetos particulares, deberá atribuirse el resultado de dicha conducta al Estado. En este sentido, el Estado será responsable por el incumplimiento de acciones negativas, como el no haberse abstenido de otorgar una autorización a sujetos privados para realizar alguna actividad perjudicial para el ambiente, o bien, por incumplimiento de acciones positivas, como el deber de controlar y supervisar las actividades de los particulares que igualmente degraden al ambiente.<sup>69</sup>

78. En lo referente al sistema universal de protección a los derechos humanos aún hace falta desarrollar recursos apropiados para la defensa de los DESCA. Sin embargo, es importante referir que actualmente se trabaja en la adopción de un Protocolo Facultativo del PIDESC, el cual establecerá un procedimiento que permita la presentación de quejas por violaciones de derechos ante el Comité de DESCA.<sup>70</sup>

<sup>66</sup> A fin de proteger los derechos humanos, los Estados Americanos crearon la Comisión Interamericana de Derechos Humanos, CIDH (1959) la cual tiene la función de promover el respeto de los derechos humanos y fungir como órgano de consulta de la OEA. Asimismo, evalúa las peticiones presentadas por violaciones de derechos humanos e investiga y presenta informes acerca de la situación de los derechos humanos en los países miembros. La Corte Interamericana de Derechos Humanos (Corte IDH) es una institución judicial autónoma, con funciones jurisdiccional y consultiva, conformada por siete jueces; tiene el objetivo de aplicar e interpretar la Convención Americana. Para que un caso pueda ser tratado ante la Corte, los Estados deberán haber aceptado expresamente su jurisdicción.

<sup>67</sup> AIDA, *Guía de defensa ambiental: construyendo la estrategia para el litigio de casos ante el Sistema Interamericano de Derechos Humanos*, op. cit., p. v.

<sup>68</sup> *Ibid.*, p. 18-19.

<sup>69</sup> En el ámbito internacional se deberán cumplir con los requisitos formales y de admisibilidad para que una petición ante la Comisión Interamericana sea aceptada, entre ellos se encuentran: el agotamiento de los recursos internos, la inexistencia de litispendencia internacional (o juicio pendiente de resolución), la presentación de la petición dentro del término establecido, identificación de víctimas, la existencia de un daño y su consecuente afectación a uno o más derechos así como su imputación al Estado.

<sup>70</sup> CDHDF, *Derechos económicos, sociales, culturales y ambientales... op. cit.*



79. No obstante, hoy en día, y de acuerdo con las obligaciones del Estado mexicano, en materia de los DESCA, éste tiene la obligación irrefutable de adoptar progresivamente todas aquellas medidas administrativas, políticas, económicas, sociales y legislativas a fin de garantizar la efectividad de estos derechos,<sup>71</sup> se discute la conveniencia de crear un sistema jurídico lo suficientemente flexible para reconocer la dimensión colectiva del medio ambiente y los beneficios ambientales que presta. El desarrollo de los derechos colectivos implica la posibilidad de generar mecanismos de compensación y restauración ambiental, incorporando a la discusión los efectos y daños acumulativos.

80. La tarea no es fácil: el rezago que presenta la situación de los derechos colectivos en México se debe al carácter difuso que tienen los bienes ambientales y la dificultad conceptual que existe para definir sus límites y propiedad, así como la dificultad de mostrar nexos causales del daño. Esto se explica en el caso del aire debido a que es un bien ambiental y un patrimonio de la humanidad al que todas y todos tenemos acceso. Sin embargo, la calidad del mismo para garantizar una buena calidad de vida no es del todo equitativa.

---

<sup>71</sup> Artículo 2° del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales.

81. En el Distrito Federal y los municipios conurbanos del Estado de México, prevalecen situaciones diferenciales de contaminación del aire que se relacionan con la distribución y contribución de las distintas fuentes de emisión y su relación con las condiciones meteorológicas.

82. Además de disipar estos obstáculos de exigibilidad, deberá contemplarse la variable del tiempo en los casos ambientales que afecten los derechos humanos. Si bien hay daños ambientales que pueden determinarse inmediatamente, como en el caso de los incidentes de residuos peligrosos o derrames de sustancias tóxicas masivas, hay casos en los que los daños tardan mucho más en evidenciarse.<sup>72</sup> Lo anterior puede aplicar al caso de los contaminantes atmosféricos en concentraciones bajas pero constantes, particularmente cuando la población de esta gran urbe se ha acostumbrado a vivir con una mala calidad del aire.

83. Con las distintas variables que se conectan a este derecho, es pertinente entonces analizar los orígenes del problema de la calidad del aire en la ciudad de México, sus efectos en la salud humana y de los ecosistemas, los costos de las afectaciones, así como los alcances y rezagos normativos y de la gestión pública para tener un panorama amplio que permita reflexionar sobre el estado actual del problema y los retos a resolver en el futuro inmediato, de tal manera que sea posible garantizar el derecho humano a un medio ambiente sano.

---

<sup>72</sup> Astrid Puentes Riaño, *op. cit.*



## II. Contaminación del aire en la zona metropolitana del valle de México (ZMVM)



84. En el contexto del derecho a un medio ambiente sano, el principal propósito de la mejora de la calidad del aire es la protección de la salud humana y el bienestar público. Esto requiere del conocimiento de la relación que existe entre la concentración de los contaminantes y su impacto en la salud pública, en los ecosistemas, en la visibilidad y en la infraestructura urbana.

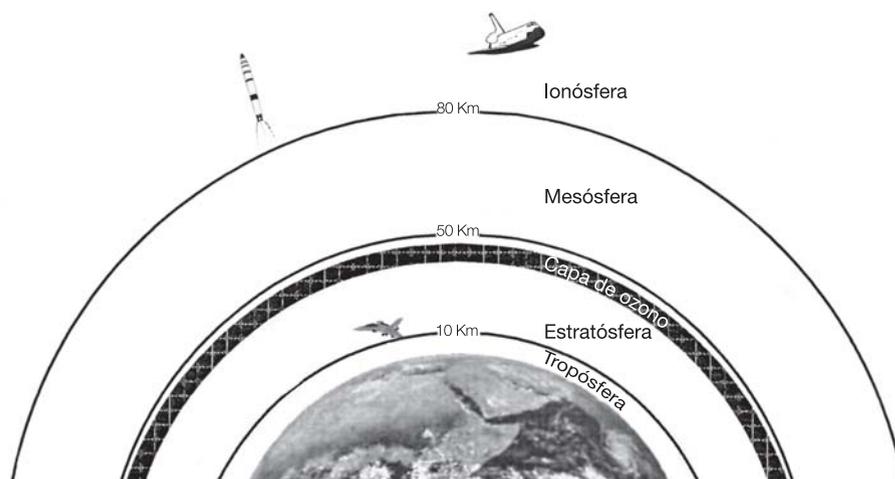
85. Este capítulo proporciona una descripción de los conceptos básicos de la contaminación del aire, y da una breve descripción de los antecedentes históricos y la problemática actual del tema; aborda los factores o fuerzas conductoras que propician los problemas ambientales y ofrece un resumen del conocimiento técnico y científico de la contaminación del aire en la ciudad. Además, proporciona elementos para entender el problema de la contaminación en la ciudad de México, que servirán como antecedentes para abordar los temas de salud, de la gestión de la calidad del aire y de la normatividad, que se describirán en mayor detalle en capítulos posteriores.

## A. Antecedentes

### 1. Conceptos básicos

86. La atmósfera es la capa gaseosa que cubre a la Tierra, protege la vida en nuestro planeta y proporciona diversos beneficios a la sociedad; está compuesta de una mezcla de gases y partículas, con una proporción relativamente homogénea hasta aproximadamente 80 km. Por otra parte, un contaminante del aire se define como cualquier sustancia que en altas concentraciones es capaz de producir un daño al ser humano y al ecosistema. Los contaminantes se pueden presentar en fase sólida, líquida o gaseosa. Para los propósitos de este informe, el término *contaminante del aire* se refiere al subconjunto de sustancias peligrosas presentes en la atmósfera, derivadas de las actividades humanas y cuyo principal efecto dañino ocurre a nivel del suelo (en la tropósfera).<sup>73</sup> Asimismo, en este documento se hace referencia a los gases de efecto invernadero en el contexto de su impacto en la gestión de la calidad del aire a nivel del suelo.

Esquema II.1 La atmósfera

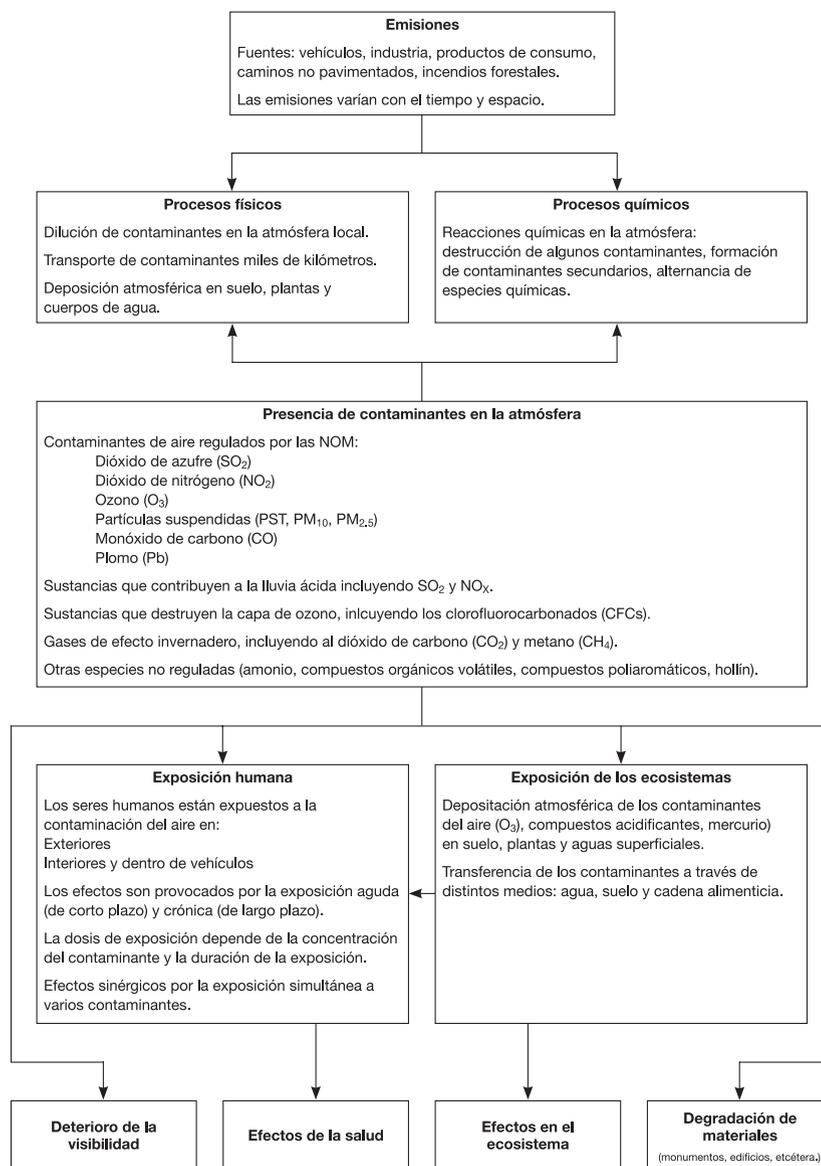


Fuente: elaborado por la Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire de la Secretaría del Medio Ambiente, 2008.

<sup>73</sup> Tropósfera: primera capa de la atmósfera en donde se producen los fenómenos climáticos y se concentran los gases que posibilitan la vida.

87. El estudio de la contaminación del aire está enfocado principalmente a conocer la relación cuantitativa “fuente-receptor”, la cual vincula a las emisiones específicas de un contaminante con su concentración y su deposición, observada en el ambiente como una función del espacio y del tiempo. Este conocimiento se desarrolla a través de mediciones extensivas en campo y laboratorio que son evaluadas y documentadas en modelos de calidad del aire, los cuales emplean técnicas matemáticas y numéricas para simular los procesos físicos y químicos que afectan la dispersión y reacción de los contaminantes en la atmósfera. La concentración de un contaminante en un tiempo y lugar determinado depende de la proximidad de las fuentes que emiten los contaminantes y sus precursores, las reacciones químicas de los contaminantes o sus precursores una vez en la atmósfera y el impacto del mezclado, dilución, transporte y remoción.

Esquema II.2 Emisión, formación y efectos de los contaminantes del aire



Fuente: adaptado de *Air Quality Management in the United States*.<sup>74</sup>

<sup>74</sup> National Academy of Sciences, *Air Quality Management in the United States*, The National Academies Press, Estados Unidos, 2004, p. 25.

88. Los contaminantes del aire se caracterizan por su origen: los contaminantes emitidos directamente a la atmósfera se conocen como *contaminantes primarios*; aquellos producidos como resultado de reacciones químicas en la atmósfera se denominan *contaminantes secundarios*. El control de los contaminantes secundarios es generalmente más complicado que el de los primarios, debido a que la mitigación de los contaminantes secundarios requiere de la identificación de los compuestos precursores y sus fuentes, así como de la comprensión de las reacciones químicas específicas que resultan en la formación del contaminante secundario. El control puede complicarse aún más cuando las reacciones químicas involucran interacciones complejas no lineales entre los precursores. Bajo estas condiciones no existe una relación directa entre la reducción de las emisiones de los precursores y la reducción en la concentración de los contaminantes secundarios.

89. Un ejemplo de lo anterior es el caso del ozono, el cual se forma de la reacción entre los óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ) y algunos compuestos orgánicos volátiles (COV) reactivos, en presencia de radiación solar. En algunas circunstancias es posible reducir la concentración de ozono disminuyendo ambos,  $\text{NO}_x$  y COV, y en otras es más efectivo cuando sólo se reducen las emisiones de uno de ellos. Una situación similar ocurre en el caso de las partículas menores a 2.5 micrómetros ( $\text{PM}_{2.5}$ ).

90. La mayoría de los contaminantes emitidos a la atmósfera provienen de fuentes similares, comparten precursores y presentan una interacción química similar en la atmósfera. Un ejemplo de esto son los COV y los  $\text{NO}_x$  los cuales son precursores del ozono, contribuyen a la producción de partículas y además tienen un impacto directo en la salud humana. Más aún, los  $\text{NO}_x$  contribuyen a la formación de la lluvia ácida.

91. En el caso de los contaminantes primarios, los inventarios de emisiones en combinación con modelos matemáticos son una herramienta útil para predecir la calidad del aire en una región. Para los contaminantes secundarios es difícil su inclusión en los inventarios de emisiones, por los procesos involucrados en su formación; sin embargo, a partir de la modelación matemática es posible predecir sus velocidades de formación por unidad de volumen y por unidad de tiempo.

92. Para propósitos regulatorios o de gestión los contaminantes se clasifican en contaminantes criterio, contaminantes tóxicos y gases de efecto invernadero:

- *Contaminantes criterio*. Son aquellos que están regulados por una norma o estándar que define los niveles de concentración en el aire ambiente tolerables para la protección de la salud humana y de los ecosistemas. Estos contaminantes se encuentran comúnmente en el aire y son: ozono, partículas, monóxido de carbono, dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y plomo. De los seis contaminantes, las partículas y el ozono son los más abundantes en la ciudad de México.
- *Contaminantes tóxicos*. Son sustancias venenosas que se encuentran en el aire, cuyo origen se puede deber a fuentes naturales (incendios forestales, erupciones volcánicas, corteza terrestre, como es el caso del radón y el uranio, etc.) o actividades humanas (industriales, servicios, transporte, etc.) y que pueden dañar el medio ambiente o la salud del hombre al ser inhalados. La inhalación de contaminantes tóxicos puede incrementar el riesgo de desarrollar problemas de salud y enfermedades como el cáncer; en México no existe regulación para este tipo de contaminantes que establezca límites para su concentración en el aire ambiente.

- *Gases de efecto invernadero* (GEI). Son gases integrantes de la atmósfera, de origen natural y antropogénico, que absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de ondas del espectro de radiación infrarroja emitido por la superficie de la Tierra, la atmósfera y las nubes. Esta propiedad causa el efecto invernadero. El aumento de estos gases provoca que la atmósfera retenga más calor y devuelva a la Tierra aún más energía, causando un desequilibrio del balance radiactivo y calentamiento global. Por los alcances de este documento se hará especial referencia a los contaminantes criterio y tóxicos.

## 2. Producción de contaminantes

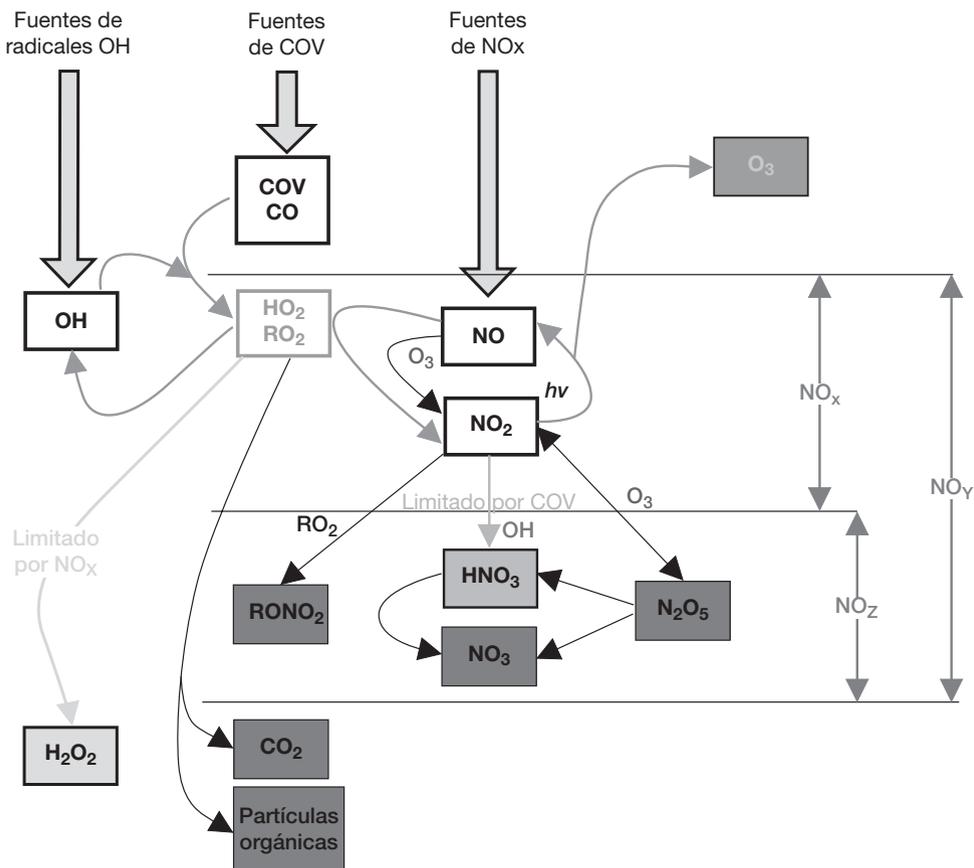
93. Para entender la manera como llegan los contaminantes al aire y comprender el sentido de los inventarios de emisiones es útil conocer la manera en la que los contaminantes primarios se forman y son liberados a la atmósfera, lo cual se describe a continuación:

- *Dióxido de azufre* ( $\text{SO}_2$ ). La principal fuente de dióxido de azufre es la quema de combustibles que contienen azufre. Los combustibles que se emplean en la zona metropolitana del valle de México (ZMVM) contienen entre 0.03 y 0.05% de azufre, durante su combustión es convertido casi en su totalidad en dióxido de azufre. El azufre se encuentra de manera natural en el petróleo crudo y es más abundante en las fracciones menos volátiles, por lo que la quema de combustibles “pesados” (combustóleo, gasóleo, asfalto) puede ser un importante emisor de este contaminante.
- *Óxidos de nitrógeno* ( $\text{NO}_x$ ). Al igual que el dióxido de azufre, los óxidos de nitrógeno se producen durante la combustión de los compuestos nitrogenados presentes en los combustibles. Sin embargo, la contribución más importante proviene de la combinación del nitrógeno y el oxígeno atmosféricos durante la combustión a altas temperaturas. La mayor parte de los óxidos de nitrógeno se emiten en forma de óxido nítrico (NO), solamente un porcentaje menor a 5% se produce en la forma de dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ), principalmente de reacciones químicas.
- *Monóxido de carbono* (CO). Se produce durante la combustión incompleta de los combustibles que contienen carbono. La fuente más importante de este contaminante es la quema de gasolina en los vehículos.
- *Compuestos orgánicos volátiles* (COV). Sustancias químicas constituidas principalmente por hidrocarburos que se evaporan a temperatura ambiente y que participan en reacciones fotoquímicas a nivel troposférico contribuyendo a la formación de ozono.<sup>75</sup>
- *Partículas* (PST,  $\text{PM}_{10}$  y  $\text{PM}_{2.5}$ ). Las partículas son emitidas por la quema de combustibles y de biomasa, son levantadas del suelo por el viento y pueden provenir de cenizas. Las actividades de construcción y demolición pueden ser una fuente importante también. La gran mayoría de partículas menores a un micrómetro se produce como resultado de reacciones químicas en la atmósfera, que involucran una amplia variedad de compuestos orgánicos e inorgánicos, en algunos casos se pueden generar de manera paralela a la formación de ozono, ya que involucran los mismos precursores.

<sup>75</sup> PROY-NADF-011-AMBT-2007. Proyecto de Norma Ambiental para el Distrito Federal que establece los límites máximos permisibles de emisiones de compuestos orgánicos volátiles en fuentes fijas de jurisdicción del Distrito Federal que utilizan solventes orgánicos o productos que los contienen (por publicarse en la *Gaceta Oficial del Distrito Federal*), 2008.

- *Dióxido de nitrógeno* ( $\text{NO}_2$ ). Anteriormente se comentó que las emisiones de óxidos de nitrógeno se encuentran predominantemente en la forma de óxido nítrico ( $\text{NO}$ ), sin embargo el contaminante de mayor interés por su relación con la salud humana es el dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ). La mayor producción de este contaminante proviene de la reacción del  $\text{NO}$  con el ozono, el cual se encuentra presente en la atmósfera proveniente de varias fuentes naturales y antropogénicas.
- *Ozono* ( $\text{O}_3$ ). El ozono es un contaminante secundario que se forma en la tropósfera de manera natural de la fotólisis del dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ), en cantidades poco apreciables. En presencia de la luz del sol e hidrocarburos químicamente reactivos, la oxidación de los hidrocarburos genera compuestos transitorios y muy reactivos que reaccionan con el óxido nítrico para generar dióxido de nitrógeno, el cual a su vez da origen al ozono. Este proceso renueva el dióxido de nitrógeno sin consumo de ozono, favoreciendo su acumulación. Los mecanismos de formación de ozono son complejos y dependen de una gran cantidad de factores que son característicos para cada región, tales como las emisiones, composición del aire, fisiografía,<sup>76</sup> intensidad de la radiación solar, entre otros. El siguiente esquema II.3 ofrece un diagrama simplificado del proceso de producción del ozono:

Esquema II.3 Diagrama simplificado del proceso de formación fotoquímica del ozono



Fuente: adaptado de "An Assessment of Tropospheric Ozone Pollution".<sup>77</sup>

<sup>76</sup> Según Rzedowski (1978), la fisiografía incluye factores como la ubicación en el planeta (latitud), el relieve y la altitud, su historia geológica, el tipo de suelo y su hidrografía.

- *Partículas secundarias.* En la ciudad de México las partículas secundarias pueden llegar a representar más de 50% del total de la concentración de partículas presentes en el aire. Los componentes más importantes son sulfatos, nitratos y los compuestos orgánicos secundarios (COS). Los sulfatos provienen de la oxidación del dióxido de azufre; los nitratos se producen de la oxidación de los óxidos de nitrógeno y se puede encontrar como vapor de ácido nítrico, o en forma de nitratos (de amonio, de sodio, de calcio, etc.). Los compuestos orgánicos secundarios se producen de la oxidación de los COV en la atmósfera, la oxidación se puede dar en los compuestos producidos por las actividades humanas, sin embargo algunos compuestos orgánicos emitidos por las plantas son una fuente importante de COS.

### 3. Los efectos de la contaminación del aire

94. Los seres humanos están expuestos a la contaminación del aire tanto en exteriores como en interiores. En exteriores la contaminación es generada por una gran variedad de fuentes asociadas a las actividades humanas diarias y, en menor medida, a fuentes naturales. En interiores la exposición es provocada por una mezcla de los contaminantes que penetran desde el exterior y los que se generan en el interior.

95. Se atribuyen a la contaminación del aire diversos efectos a la salud, como problemas respiratorios, cardiacos, vasculares y neurológicos, los cuales pueden conducir a la mortalidad. Aunque existe poca documentación, la contaminación del aire puede agravar los casos de asma y de otras afectaciones respiratorias. Estos efectos se consideran como agudos porque están asociados a exposiciones de corto plazo a los contaminantes. Además, un número de contaminantes no regulados en México tienen el potencial de ser carcinogénicos.

96. La mortalidad y el incremento en el riesgo de cáncer se conocen como crónicos, porque están asociados con la exposición de largo plazo. El riesgo de estas afectaciones es mayor para los grupos más vulnerables de la sociedad, como los niños y los adultos mayores, lo que plantea un problema de seguridad humana en torno al problema de la calidad del aire.

97. Además de los efectos en la salud, la contaminación afecta también a los ecosistemas tanto en su forma como en su función. Más aún, debido a que los ecosistemas proveen a la sociedad con servicios valiosos, cualquier daño derivado de la contaminación del aire puede forzar un daño económico y ambiental significativo. En el caso de los ecosistemas terrestres la deposición de los contaminantes afecta la fisiología de las plantas, los procesos microbianos, los ciclos biogeoquímicos de algunas sustancias (como el nitrógeno), así como la dinámica de las comunidades de las plantas. En los sistemas acuáticos, la depositación ácida resulta en la acidificación de manantiales y arroyos, la movilización de metales traza a las aguas superficiales y en el peor de los casos la afectación de la biodiversidad acuática.

98. Las plantas constituyen la base para todos los ecosistemas y son las que pueden resultar más afectadas por la contaminación del aire. Las plantas y particularmente los árboles son los principales interceptores de la contaminación en la mayoría de los ecosistemas. La asimilación de compuestos tóxicos por las plantas o su deterioro por factores de estrés tiene repercusiones a lo largo de la cadena alimenticia.

99. Otro de los impactos de la contaminación, y uno de los aspectos poco valorados en la gestión de la calidad del aire en México, es la protección de la visibilidad. La presencia de partículas y algunos gases reducen el contraste, alteran el color y disminuyen la capacidad para la apreciación del cielo y el paisaje.

100. Finalmente, algunos contaminantes del aire, como los sulfatos y los ácidos pueden acelerar el desgaste de los materiales empleados en la infraestructura urbana (metales, piedra, concreto y pintura), lo que afecta las viviendas y los sitios de trabajo de las y los habitantes, y producen un daño irreparable en obras de arte y monumentos arqueológicos o de valor histórico.

101. A continuación se presenta un cuadro con los distintos contaminantes y sus principales efectos en la salud humana y los ecosistemas, así como en la visibilidad del paisaje y en la calidad y mantenimiento de la infraestructura:

**Cuadro II.1** Efectos de contaminantes atmosféricos en la salud humana y en los ecosistemas

Contaminantes criterio	Efectos en salud		
	Exposición aguda (corto plazo)	Exposición crónica (largo plazo)	Efectos en los ecosistemas
Ozono (O <sub>3</sub> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>Irrita las vías respiratorias.</li> <li>Inflamación pulmonar.</li> <li>Dificultad para respirar, tos, jadeos.</li> <li>Ataques de asma.</li> <li>Afecta al sistema inmunológico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reduce la capacidad pulmonar.</li> <li>Susceptibilidad a enfermedades respiratorias, como neumonía y bronquitis.</li> <li>Agrava el asma.</li> <li>Daño permanente en los pulmones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Interfiere con la producción y almacenaje de comida en las plantas.</li> <li>Daña las hojas de los árboles y otras plantas.</li> <li>Incrementa la vulnerabilidad a enfermedades, plagas y climas extremos.</li> <li>Reduce la producción agrícola y forestal.</li> </ul>
Partículas (PM <sub>10</sub> y PM <sub>2.5</sub> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>Irrita las vías respiratorias.</li> <li>Agrava el asma.</li> <li>Dificultad o dolor para respirar, tos.</li> <li>Bronquitis crónica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Decremento de la función pulmonar.</li> <li>Incremento de padecer enfermedades cardiovasculares.</li> <li>Desarrollo de enfermedades crónicas como el cáncer.</li> <li>Muerte prematura.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Causante principal de poca visibilidad.</li> <li>Acidificación de los cuerpos de agua.</li> <li>Cambios en el balance de nutrientes.</li> <li>Desgaste de los nutrientes del suelo.</li> <li>Daño en los bosques sensibles y cultivos.</li> <li>Afecta la diversidad de los ecosistemas.</li> <li>Mancha y daña las rocas y otros materiales.</li> <li>Afecta monumentos y esculturas.</li> </ul>
Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>Afecta el sistema respiratorio.</li> <li>Irritación de ojos.</li> <li>Irritación de las vías respiratorias.</li> <li>Afecta el sistema inmunológico, ocasionando vulnerabilidad en las defensas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Agrava las enfermedades cardíacas y respiratorias.</li> <li>Causa enfermedades respiratorias como bronco-constricción, bronquitis y traqueítis.</li> <li>Puede causar broncoespasmos en asmáticos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducción de la visibilidad.</li> <li>Contribuye a la formación de la lluvia ácida.</li> <li>Daña los bosques y cultivos.</li> <li>Cambia la composición del suelo y los cuerpos de agua.</li> <li>Acelera el deterioro de materiales.</li> </ul>
Monóxido de carbono (CO)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Causa problemas visuales, reduce la capacidad mental, la destreza manual y dificulta la ejecución de tareas complejas.</li> <li>Niveles extremadamente altos producen intoxicación severa y pueden provocar la muerte.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Provoca enfermedades respiratorias.</li> <li>Incremento de padecer enfermedades cardiovasculares y agrava las enfermedades cardíacas.</li> </ul>	

Cuadro II.1 Efectos de contaminantes atmosféricos en la salud humana y en los ecosistemas (*continuación*)

		Efectos en salud	
Contaminantes criterio	Exposición aguda (corto plazo)	Exposición crónica (largo plazo)	Efectos en los ecosistemas
Dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>Altera el metabolismo y la función pulmonar.</li> <li>Disminución de la inmunidad contra infecciones.</li> <li>Provoca lesiones pulmonares.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incremento en admisiones hospitalarias por emergencias respiratorias o cardiovasculares.</li> <li>Agrava el asma.</li> <li>Provoca enfermedades respiratorias.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contribuye a la formación de la lluvia ácida.</li> <li>Es un gas de efecto invernadero.</li> <li>Causa eutrofización en los cuerpos de agua.</li> <li>Bloquea la entrada de luz y obstaculiza la visibilidad.</li> <li>Reacciona con otros compuestos causando mutaciones en los seres vivos.</li> </ul>
Plomo (Pb)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Provoca daños en los órganos internos.</li> <li>Osteoporosis y desordenes reproductivos.</li> <li>Produce daño en el cerebro y nervios en fetos y niños.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Provoca enfermedades cardíacas, anemia y leucemia.</li> <li>Desorden en la conducta, cambios de humor, problemas de memoria, déficit para el aprendizaje.</li> <li>Acumulación en sangre y huesos.</li> <li>Afecta la capacidad de aprendizaje y autocontrol.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se acumula en el suelo y causa erosión.</li> <li>Contamina los cuerpos de agua.</li> <li>Retarda el crecimiento de plantas y animales.</li> <li>Los animales acuáticos sufren daños en su reproducción.</li> <li>Provoca cambios neurológicos y sanguíneos.</li> <li>Pérdida de biodiversidad.</li> <li>Efectos neurológicos en los vertebrados.</li> </ul>
Contaminantes tóxicos	Fuente de emisión	Efectos en la salud	Efectos en los ecosistemas
Compuestos orgánicos volátiles (COV)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se emiten en procesos industriales, generalmente químicos y petroquímicos, así como actividades en las que se utilizan disolventes orgánicos (pintura, barnizados, recubrimientos, etc.), en el transporte y distribución de combustibles fósiles y en las combustiones incompletas de los mismos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Al abarcar un amplio espectro de sustancias, sus efectos sobre la salud son variables. Algunos no parece que causen ningún daño, pero otros, en concentraciones especialmente altas, afectan al sistema respiratorio o podrían provocar cáncer y afecciones teratogénicas y mutagénicas (hidrocarburos aromáticos policíclicos, benceno, etcétera).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se deposita en suelos y las aguas superficiales.</li> <li>Al igual que los humanos los animales presentan problemas de salud.</li> <li>Provocan defectos de nacimiento, alteraciones en el ciclo reproductivo, enfermedades que les originan la muerte y mutaciones.</li> <li>Decrece la fertilidad, la resistencia a enfermedades, daño en los órganos reproductivos.</li> <li>Afecta el desarrollo y crecimiento de las plantas.</li> </ul>
Benceno	<ul style="list-style-type: none"> <li>Agentes desgrasantes, gasolina y solventes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Es un compuesto identificado como cancerígeno, provoca leucemia.</li> </ul>	
Formaldehído	<ul style="list-style-type: none"> <li>Combustión incompleta de los combustibles fósiles, manufactura de productos de madera, humo del cigarro, hornos a gas, un sinnúmero de productos usados en el hogar lo liberan, etcétera.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Irrita la piel, los ojos, la nariz y la garganta.</li> <li>Agrava el asma.</li> <li>Causa cáncer.</li> <li>Daña las mucosas nasales y las células escamosas.</li> <li>Decrece la función pulmonar.</li> <li>En altas concentraciones puede provocar edema pulmonar, neumonía y la muerte.</li> </ul>	
Berilio	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las fundiciones de metal, plantas de cerámica e incineradores que queman desechos con berilio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Puede causar enfermedades del pulmón y también tiene efectos adversos sobre el hígado, bazo, riñones y glándulas linfáticas.</li> </ul>	

**Cuadro II.1** Efectos de contaminantes atmosféricos en la salud humana y en los ecosistemas (*continuación*)

Contaminantes tóxicos	Fuente de emisión	Efectos en la salud	Efectos en los ecosistemas
Mercurio	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las fuentes incluyen la quema de combustibles fósiles, plantas de fabricación de baterías de mercurio y procesos de minería que emplean mercurio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Puede tener efectos adversos sobre el cerebro y riñones.</li> </ul>	
Radón	<ul style="list-style-type: none"> <li>Es un elemento radiactivo natural. También se encuentra en materiales de construcción que contienen sustancias que emiten radón, como el yeso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Causa diversas formas de cáncer y es un contaminante importante del aire de interiores.</li> </ul>	
Dioxinas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Subproducto durante la obtención o incineración de compuestos organoclorados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Causa cáncer y alteraciones en la reproducción, daña el sistema inmunitario.</li> </ul>	
Hidrocarburos policíclico aromáticos (HPA)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se encuentran abundantemente en el aire. Se forma durante la combustión incompleta de combustibles fósiles, una fuente principal es el transporte a diesel y generación de electricidad y calentamiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Efectos tóxicos sobre el sistema inmunológico.</li> <li>Afectan el ciclo reproductivo en hombres y mujeres.</li> <li>Son conocidos como compuestos cancerígenos.</li> <li>Puede provocar el desarrollo de arterosclerosis.</li> </ul>	
Partículas de diesel ( <i>diesel soot</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>Emisiones por combustión de la industria y vehículos que utilizan el diesel como combustible.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se relaciona con ataques al corazón. Muertes por enfermedades cardiovasculares.</li> <li>Cáncer de pulmón.</li> <li>Retraso en el desarrollo pulmonar en niños.</li> <li>Incremento de enfermedades cardíacas y respiratorias.</li> </ul>	

## B. El problema de la calidad del aire en la ZMVM

102. Por sus características y actividades de crecimiento urbano la contaminación del aire es un fenómeno que distingue a la ciudad de México. El deterioro de la calidad del aire provocado por el desarrollo industrial data de los años cincuenta.<sup>78</sup> Aun cuando en las últimas décadas se han realizado acciones importantes para reducir y controlar los distintos contaminantes, la situación que prevalece representa aún un riesgo para la salud humana y para los ecosistemas, además de que la solución del problema se torna más compleja ante la expectativa de crecimiento metropolitano que se especula se presentará en los próximos años.

103. En este proceso se integra al Distrito Federal con un creciente número de municipios conurbados del Estado de México y del estado de Hidalgo, e incluso se extiende hasta los estados de Morelia, Puebla y Tlaxcala, consolidando así una megalópolis<sup>79</sup> denominada zona metropolitana del valle de Mé-

<sup>77</sup> North American Research Strategy for Tropospheric Ozone, "An Assessment of Tropospheric Ozone Pollution", en *A North American Perspective*, junio de 1990, p. 3-15, véase en: <<http://www.narsto.org/files/files/OAChapter3.pdf>> (visitado en octubre de 2008).

<sup>78</sup> Humberto Bravo Álvarez y Gustavo Viniegra, "Informe preliminar acerca de la polución atmosférica en la ciudad de México", Memorias de la XII Reunión de la Sociedad Mexicana de Higiene Industrial, Puebla, 1958. Véase también, Mario Molina y Luisa Molina, *Air Quality in Mexico City: An integrated Assessment*, Kluwer Academic Publishers, 2001.

<sup>79</sup> El concepto de *megalópolis* fue utilizado por primera vez por el geógrafo Jean Gottman para describir un continuo urbano de gran extensión, consecuencia del crecimiento de una ciudad hasta tener contacto con otra ciudad. También se utiliza el término de "ciudad-región" para aludir a formaciones megapolitanas o porciones de territorios urbanos relativamente integrados entre sí (Proaire, 2003).

xico (ZMVM).<sup>80</sup> Esta expansión trae consigo complejidades políticas, sociales, económicas y ambientales que requerirán de voluntad política para generar más y mejores instrumentos y mecanismos de coordinación para controlar los problemas ambientales y resarcir los daños ocasionados, específicamente en la calidad del aire.



104. Bajo este supuesto de megalopolización la planeación de las políticas urbanas y de gestión ambiental deberá tener en cuenta que el problema sólo podrá remediarse con el reconocimiento de su magnitud y, por tanto, con la participación colectiva y consensuada de los diferentes actores involucrados.

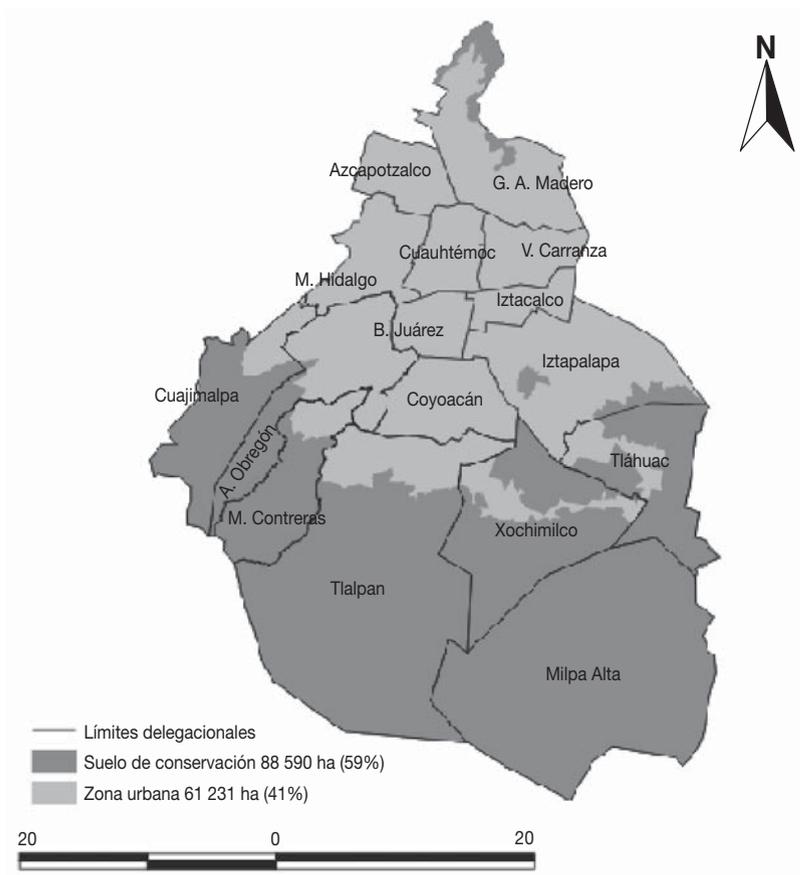
### *1. Expansión urbana y crecimiento demográfico*

105. Es imposible atender el problema de la calidad del aire en la zona metropolitana del valle de México sin entender la dimensión urbana y geográfica en las que se desarrolla. El Distrito Federal, sede

<sup>80</sup> Actualmente no hay un criterio general para la ZMVM, sino que más bien éste varía en función del tema en cuestión. Para efectos de este informe, la Comisión de Derechos Humanos del Distrito Federal utilizará el criterio de la Declaratoria de la zona metropolitana del valle de México, suscrita por el jefe de gobierno del Distrito Federal y el gobernador del Estado de México el 22 de diciembre de 2005 durante la cuarta sesión plenaria de la Comisión Ejecutiva de Coordinación Metropolitana y publicada en la *Gaceta Oficial del Distrito Federal*. En ésta se incluyen las 16 delegaciones del Distrito Federal y 59 municipios del Estado de México, configuración que representa 0.25% de la superficie total del país. Esta delimitación también contempla el Inventario de Emisiones de Contaminantes Criterio de la zona metropolitana del valle de México.

de los poderes de la unión y la capital nacional, está ubicado en el suroeste de la cuenca de México. Conformado por 16 delegaciones, su territorio representa 0.1% del país<sup>81</sup> y comprende 60 203 hectáreas de asentamientos urbanos y 88 442 hectáreas que conforman lo que normativamente se conoce como suelo de conservación,<sup>82</sup> por la serie de servicios ambientales que presta a toda la región. Este último constituye cerca de 59% del territorio total del Distrito Federal, ubicado casi en su totalidad en el sur y surponiente (delegaciones Álvaro Obregón, Cuajimalpa, Iztapalapa, La Magdalena Contreras, Milpa Alta, Tláhuac, Tlalpan y Xochimilco), y una pequeña área al norte (delegación Gustavo A. Madero).<sup>83</sup>

Mapa II.1 Suelo de conservación del Distrito Federal



Fuente: Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal, en <<http://www.sma.df.gob.mx/sma/index.php?opcion=26&cid=61>>.

106. Como centro político, económico y social del país, el Distrito Federal ha experimentado un fuerte proceso de expansión urbana y demográfica en sus delegaciones y hacia los municipios del

<sup>81</sup> INEG, *Sistema para la consulta del anuario estadístico del estado del Distrito Federal*, México, 2007.

<sup>82</sup> La Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal clasifica en su artículo 30 el suelo del Distrito Federal como suelo urbano y suelo de conservación. El Programa General de Desarrollo Urbano del Distrito Federal delimita estas áreas y determina objetivos y políticas para cada una de ellas.

<sup>83</sup> Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Oficina Regional para América Latina y el Caribe y el Centro de Investigación en Geografía y Geomática (PNUMA/ROLAC/CIGG), *Geo ciudad de México: una visión territorial del sistema urbano ambiental*, México, 2003, p. 26.

Estado de México, lo que ha derivado en la zona metropolitana<sup>84</sup> del valle de México (ZMVM), actualmente una de las urbes más grandes y de mayor crecimiento en el mundo.

107. La ZMVM ha llegado a concentrar 25% de la población del país y 45% de la actividad industrial nacional, así como ha logrado generar 38% del producto nacional bruto. La información del II Censo de Población y Vivienda 2005, indica que la ZMVM concentra a 20 millones de habitantes,<sup>85</sup> 19% de la población del país. Este dato sitúa a la ZMVM como la segunda metrópoli más poblada del mundo después de Tokio.<sup>86</sup> Además, en esta gran urbe se concentran las oficinas del gobierno federal, centros de negocios nacionales e internacionales, los principales centros de investigación y las universidades más importantes. De igual forma, se realizan actividades culturales,<sup>87</sup> y es esta agitación urbana la que posiciona a la ZMVM como la ciudad más importante a nivel nacional y una de las más importantes a nivel internacional.

108. Es, en efecto, la relación compleja entre el desarrollo urbano, los factores que ejercen creciente presión sobre los recursos naturales, y las condiciones fisiográficas y climáticas de la cuenca de México, que la situación de la calidad del aire en esta ciudad no sólo es altamente problemática sino también paradigmática a nivel mundial.

109. Sin embargo, la urbanización de la ZMVM ha ocurrido de manera acelerada y desordenada. El crecimiento demográfico, la inversión en grandes proyectos de infraestructura y la creación de asentamientos populares cercanos a este centro productivo, han fomentado una expansión metropolitana con graves problemas, entre ellos muchos de tipo ambiental, como la fragmentación y degradación de las áreas y los recursos naturales, lo que a su vez altera los ciclos naturales, así como amenaza a la biodiversidad, situaciones que se reflejan de manera notoria en la contaminación del agua, del aire y del suelo.

110. Esta vertiginosa transformación de la ZMVM actualmente sitúa a esta gran urbe en una lógica insustentable, en donde los ritmos de recuperación de los recursos naturales y los flujos de energía difícilmente pueden sostener asentamientos humanos de tal magnitud.<sup>88</sup> En esta línea, se continúa rebasando la capacidad de la atmósfera de asimilar las sustancias generadas por las actividades de una creciente población urbana.

111. Se pueden identificar diferentes etapas de la dinámica demográfica<sup>89</sup> y la expansión territorial de la ZMVM. Desde principios del siglo XX hasta 1930 se registran en la ciudad de México tasas altas de crecimiento demográfico, mayores que las del resto del país. Entre 1930 y 1950 se presentan las tasas

<sup>84</sup> Se define una zona metropolitana como: "El conjunto de dos o más municipios donde se localiza una ciudad de 50 mil o más habitantes, cuya área urbana, funciones y actividades rebasan el límite del municipio que originalmente la contenía, incorporando como parte de sí misma o de su área de influencia directa a municipios vecinos, predominantemente urbanos, con los que mantiene un alto grado de integración socioeconómica; en esta definición se incluye además a aquellos municipios que por sus características particulares son relevantes para la planeación y política urbanas", *Delimitación de las zonas metropolitanas de México*, SEDESOL/CONAPO/INEGI, México, 2004, p. 7.

<sup>85</sup> De estos 20 millones 44% habitan en las 16 delegaciones del Distrito Federal y el restante 56% en los 59 municipios conurbados del Estado de México.

<sup>86</sup> Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Secretaría del Medio Ambiente/Gobierno del Distrito Federal/Secretaría de Ecología/Gobierno del Estado de México/Secretaría de Salud, *Programa para mejorar la calidad del aire de la zona metropolitana del valle de México 2002-2010*, (Proaire), México, 2003, p. 29.

<sup>87</sup> Instituto Nacional de Ecología, "Marco de referencia: la situación ambiental de la zona metropolitana del valle de México", México, 2005, véase en: <<http://www.ine.gob.mx/publicaciones/libros/268/metro3.html>>.

<sup>88</sup> *Idem*.

<sup>89</sup> Desde el punto de vista demográfico el crecimiento metropolitano se asocia a tres factores: el crecimiento natural (nacimientos menos defunciones), el crecimiento social o la migración y la expansión física o la integración de nuevas áreas y sus respectivas poblaciones a la zona

de crecimiento más altas de la historia, lo que produce una expansión espacial de la metrópoli dentro de los límites del Distrito Federal.<sup>90</sup> Entre 1950 y 1970, el crecimiento demográfico rebasa los límites de la capital nacional para iniciar el proceso de conurbación y extender definitivamente la mancha urbana sobre el territorio del Estado de México. Los municipios conurbados se fueron constituyendo como áreas industriales, sectores populares y, sobre todo, zonas habitacionales.<sup>91</sup>

112. Desde ese entonces el fenómeno de metropolización se caracterizó por la falta de planeación y regulación del desarrollo urbano. También durante esta época se experimenta una gran expansión industrial en Naucalpan, Ecatepec, Tlalnepantla y Chimalhuacán, en donde la población crece de 87 mil a 309 mil habitantes, una tasa de crecimiento de 13.4 por ciento.<sup>92</sup>

113. La extensión de la mancha urbana en la periferia del Distrito Federal durante 1950, fue seguida en 1960 por una extensión hacia Cuajimalpa, Tlalpan, Tláhuac y Xochimilco; en 1970 hacia Milpa Alta y, a partir de 1980, se fueron incorporando zonas rurales importantes.<sup>93</sup> En 1970, se sumaron las delegaciones Cuauhtémoc, Venustiano Carranza, Benito Juárez y Miguel Hidalgo.

114. La política nacional que privilegió la industrialización de este centro político y económico en crecimiento, se caracterizó por los subsidios en energéticos, transporte y agua,<sup>94</sup> lo que incentivó y aceleró el consumo y la degradación de los recursos de la cuenca.

115. En los setenta el problema del deterioro de la calidad del aire alcanzó mayor relevancia debido al crecimiento urbano y a la utilización de combustibles con altos contenidos de plomo.<sup>95</sup> En 1972, la entonces Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente reportaba por primera vez que la contaminación del aire en la ciudad de México era resultado de la emisión derivada de alrededor de dos millones de vehículos automotores y de la operación de aproximadamente 32 000 establecimientos industriales. En este periodo se calculaba que los vehículos automotores eran responsables de 70% de la contaminación, mientras que las fuentes estacionarias o industriales aportaban alrededor de 25%, el restante 5% era resultado de las fuentes naturales (principalmente tolvaneras).<sup>96</sup>

116. Entre 1970 y 1980 el crecimiento demográfico se da principalmente en el Estado de México con tasas elevadas de 8.6%.<sup>97</sup> Durante los ochenta el crecimiento urbano experimentó los ajustes de la nueva estructura neoliberal, sometiéndose ya no sólo a las tendencias de crecimiento demográfico sino también a las demandas de la iniciativa privada, el libre mercado y al debilitamiento de la política es-

---

urbana. Véase Francisco Covarrubias Gaitán, "Crecimiento metropolitano de la ciudad de México y necesidades de financiamiento", La ciudad de México en el desarrollo económico nacional, x Seminario de Economía Urbana y Regional, Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM, México, 2000, p. 2.

<sup>90</sup> Francisco Covarrubias Gaitán, *op. cit.*, p. 3.

<sup>91</sup> Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente (GDF/SMA), *Gestión ambiental del aire en el Distrito Federal: avances y propuestas 2000-2006*, México, 2006, p. 23.

<sup>92</sup> Francisco Covarrubias Gaitán, *op. cit.*, p. 3.

<sup>93</sup> PNUMA/ROLAC/CIGG, *op. cit.*, p. 29.

<sup>94</sup> Instituto Nacional de Ecología, 2005, *op. cit.*

<sup>95</sup> Enrique Leff, *Medio ambiente y desarrollo en México*, vol. 1, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Humanidades, UNAM, México, Porrúa, 1990.

<sup>96</sup> Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (Sedue), *Políticas y estrategias de abatimiento y control de la contaminación atmosférica en la zona metropolitana de la ciudad de México*, México, 1987.

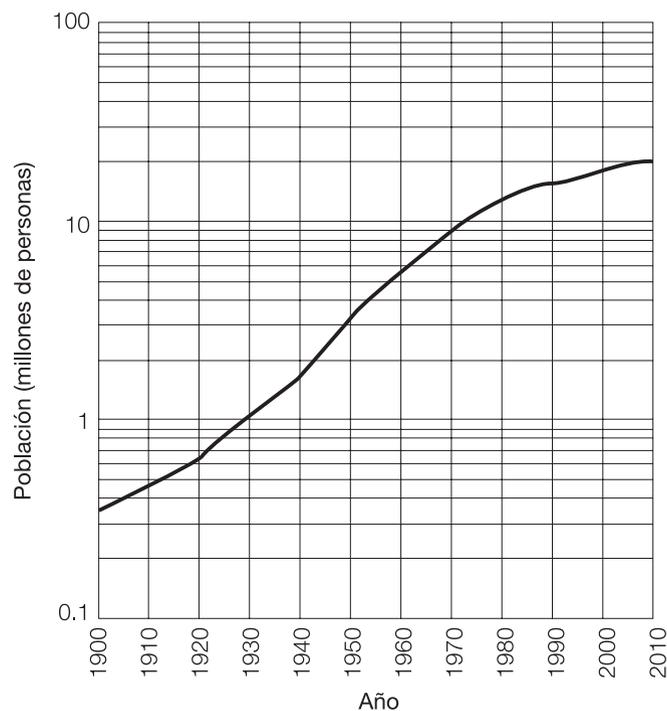
<sup>97</sup> En este tiempo se incorporaron siete nuevos municipios: Cuautitlán, La Paz, Huixquilucan, Tultitlán, Coacalco, Nezahualcóyotl y Atizapán de Zaragoza. En el Distrito Federal se incorporó la delegación Tláhuac, lo que en total representó para la zona urbana un crecimiento de 3.4%. Véase Francisco Covarrubias Gaitán, *op. cit.*, p. 4.

tatal.<sup>98</sup> Estos nuevos factores contribuyeron significativamente al proceso de megalopolización de la región centro del país, afirmando su importancia económica y política, así como acentuando los problemas sociales y, por supuesto, incentivando el consumo de energía y el uso del transporte.

117. Entre 1980 y 1990 la esperanza de vida al nacimiento aumentó de los 68.6 años de edad a los 73.2 años.<sup>99</sup> En contraparte, las altas tasas de crecimiento natural se redujeron, pasando de 5.48 hijos por mujer en 1970-1975 a 2.89 en 1985-1990 y a 2.48 en 1990-1995.<sup>100</sup>

118. También durante los ochenta se dieron cambios en los flujos migratorios: la inmigración a la ciudad de México disminuye y la emigración aumenta, lo que propicia desde 1980 una pérdida neta de la población. En resumen, la tasa de crecimiento de la población descendió de 6.1 en 1945, a 4.3 en 1970, a 1.6% en 1997.<sup>101</sup> La reducción de las tasas de crecimiento de la población ha sido particularmente marcada en el Distrito Federal: el ritmo de crecimiento ha bajado hasta una tasa de crecimiento de 0.4% entre 1990-2000, mientras que las zonas conurbadas del Estado de México continúan mostrando tasas de crecimiento cercanas a 2.9%. Se espera que ante estas nuevas tendencias de emigración y sumando posibles bajas en el empleo, la descentralización de empresas, así como desequilibrios ambientales y urbanos, las tasas de crecimiento en la ZMVM sigan decreciendo.<sup>102</sup>

Gráfica II.1 Población total de la ZMVM, 1900-2010



Fuente: Conapo, *Escenarios demográficos y urbanos de la zona metropolitana de la ciudad de México, 1990-2010*, México, 1998.

<sup>98</sup> GDF-SMA, *Gestión ambiental del aire en el Distrito Federal*, op. cit., p. 24.

<sup>99</sup> Conapo, *Escenarios demográficos y urbanos de la zona metropolitana de la ciudad de México, 1990-2010*, México, 1998, véase en: <<http://www.conapo.gob.mx/publicaciones/2003/04.pdf>>.

<sup>100</sup> *Idem.*

<sup>101</sup> *Idem.*

<sup>102</sup> *Idem.*

119. Sin embargo, a pesar de esta benéfica reducción en las tasas de crecimiento de la población, para mediados de los ochenta la situación de la calidad del aire de la ZMVM ya había sido identificada como crítica. Además, para 2000 aún se registraban tasas de crecimiento anuales por encima de 2.4% en algunas delegaciones del Distrito Federal como en Cuajimalpa, Milpa Alta, Tláhuac y Xochimilco. La mayoría de estas delegaciones, ubicadas al sur del Distrito Federal sobre el suelo de conservación, experimenta un fenómeno demográfico de desdoblamiento de familias, que ocurre cuando los hijos forman sus respectivas familias pero, a falta de opciones, habitan en un terreno familiar, ejidal o comunitario.<sup>103</sup> Esto significa que generación tras generación se está ejerciendo una mayor presión sobre el suelo de conservación.

120. De hecho, 76% de las viviendas establecidas en el Distrito Federal entre 1980 y 2000 (en total 377 mil unidades) fueron ubicadas en las siete delegaciones con suelo de conservación, particularmente en Xochimilco donde se asentaron más de 78 mil unidades, seguida por Tlalpan con cerca de 76 mil unidades.<sup>104</sup> La población de estas delegaciones ha pasado de significar 4% de la población total del Distrito Federal en 1950 a 12% en 1970 y hasta 28% en 2000.

121. Vale la pena mencionar también que en esta zona se asientan importantes comunidades indígenas. Milpa Alta cuenta con 3 862 habitantes, la población con mayor porcentaje de habla indígena, seguida por Xochimilco y Cuajimalpa. Esta variable demográfica, social y cultural incide directamente en el trato con la tierra y el cuidado del suelo de conservación.

**Cuadro II.2** Población por delegación y tasa de crecimiento promedio anual 1990 y 2000

Delegación	Población 1990	Tasa de crecimiento promedio 1990-2000
Álvaro Obregón	642 753	0.7
Cuajimalpa de Morelos	119 669	2.4
La Magdalena Contreras	195 041	1.3
Milpa Alta	63 654	4.3
Tláhuac	206 700	3.9
Tlalpan	484 866	1.9
Xochimilco	271 151	3.2
Distrito Federal	8 235 744	0.4

122. Esta situación muestra como el suelo de conservación se encuentra amenazado por la aún creciente urbanización, la falta de suelo para vivienda y el alto costo de acceso a la renta o compra de una vivienda, además de que se encuentra fragmentado por importantes ejes carreteros, como el de Cuernavaca y Toluca, por estructuras urbanas, industriales y turísticas y por prácticas agropecuarias y forestales inapropiadas.<sup>105</sup>

123. El esquema de desarrollo urbano en la ZMVM, ausente de políticas de planeación y contención, y revelando magnitudes de crecimiento importantes, se ha extendido sobre suelos forestales, trayendo como consecuencia graves deforestaciones, fragmentación de áreas naturales, desapariciones de especies

<sup>103</sup> Martha Schyeongart y Clara Salazar, "Expansión urbana, protección ambiental y actores sociales en la ciudad de México", *Estudios demográficos y urbanos*, vol. 18, núm. 3, septiembre-diciembre, 2003.

<sup>104</sup> PNUMA/ROLAC/CIGG, *op. cit.*, p. 32.

<sup>105</sup> *Ibid.*, *op. cit.*, p. 29.

de flora y fauna silvestres, instigando la degradación de los recursos naturales y reduciendo la capacidad de la cuenca de México de mitigar los efectos dañinos de la contaminación del aire.<sup>106</sup>

124. Dichas afectaciones tienen un impacto directo en los servicios ambientales del suelo de conservación, como puede ser la adecuada infiltración de agua para la recarga de los acuíferos, de los cuales proviene aproximadamente 70% del agua que consume la ciudad de México. Esta degradación afecta la capacidad de dichas áreas ecológicas de servir de barreras naturales contra tolvaneras, de evitar la erosión del suelo, de contribuir en la regulación del clima y de actuar como sumideros de partículas y de dióxido de carbono.

## 2. Distribución poblacional y aspectos socioeconómicos

125. El Distrito Federal es la entidad federativa con la densidad demográfica más alta del país lo cual se conjunta con los problemas de altas tasas de crecimiento de la región.<sup>107</sup> Vale la pena mencionar que la ZMVM concentra casi la quinta parte de la población nacional en un territorio que representa solamente 0.25% del territorio nacional, lo que sugiere que no sólo la ZMVM se caracteriza por ser una de las zonas más contaminadas de nuestro país, sino que expone a una alta densidad de habitantes a los efectos nocivos de la mala calidad del aire.

126. Tan sólo en Tlalpan, Milpa Alta, Xochimilco e Iztapalapa, donde se concentra 55% del territorio del Distrito Federal, la densidad es 114 veces mayor al promedio nacional de 50 hab/km<sup>2</sup>. Para ilustrar la magnitud de este fenómeno, se puede citar también la situación de la delegación Iztacalco, la cual cuenta con 17 884 hab/km<sup>2</sup>. Es relevante señalar que más de la mitad de la población de la ZMVM vive en cinco delegaciones del Distrito Federal y cinco municipios del Estado de México.<sup>108</sup>

127. Se estima que en los próximos años se mantendrán densidades demográficas similares, lo que implica que de no propiciar un desarrollo urbano planeado y sustentable, dichas tendencias continuarán desplazando la frontera agrícola, afectando las áreas de protección ecológica, así como incrementando la contaminación del agua, suelo y aire.

128. Las variables socioeconómicas son relevantes también en el estudio de los efectos de la contaminación del aire. En referencia a la seguridad humana, los grupos sociales con condiciones económicas desfavorables constituyen grupos de mayor vulnerabilidad, puesto que no cuentan con suficientes recursos para hacer frente a los riesgos implícitos en la mala calidad del aire. Toda valoración de derechos humanos por parte del Estado deberá considerar estos grupos vulnerables para asegurar sus derechos fundamentales, y para dirigir mayores recursos en caso de que no estén siendo garantizados.

129. En este sentido, distintas variables se pueden utilizar para determinar los grupos sociales vulnerables y en consecuencia generar una visión cuantitativa de las desigualdades espaciales dentro de la ZMVM, como las siguientes:<sup>109</sup>

<sup>106</sup> Alejandro Velázquez y Francisco J. Romero, *Biodiversidad de la región de la montaña del sur de la cuenca de México*, México, UAM/ Secretaría del Medio Ambiente, Gobierno del Distrito Federal, 1999, p. 242.

<sup>107</sup> La densidad demográfica se refiere al número de habitantes por unidad de superficie territorial.

<sup>108</sup> Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente (GDF/SMA), *Inventario de emisiones 2006*, México, 2008.

<sup>109</sup> Rosa María Ruvalcaba y Martha Schteingart, "La división social del espacio en las grandes metrópolis mexicanas. Un estudio comparativo", *Revista El Mercado de Valores*, abril, 2000.

Cuadro II.3 Promedios de las variables seleccionadas por grupo socioeconómico

Grupo	PEA* (%)	Instrucción primaria y posprimaria** (%)	Ingresos altos*** (%)	Viviendas propias (%)	Viviendas con agua entubada (%)	Número de personas por dormitorio	Población (%)
Alto	51.1	82.3	28.1	64.7	94.9	1.6	7.5
Medio-alto	47.5	79.5	17.0	68.7	93.1	1.8	9.6
Medio	46.1	68.8	7.5	66.5	86.1	2.1	16.0
Medio-bajo	45.1	60.9	3.5	64.7	70.3	2.4	23.0
Bajo	44.1	52.7	2.0	68.6	47.2	2.7	25.8
Muy bajo	42.2	42.9	1.3	79.0	25.8	3.0	18.0

\*Porcentaje de la población económicamente activa.

\*\* Porcentaje de la población de 15 años y más con instrucción posprimaria.

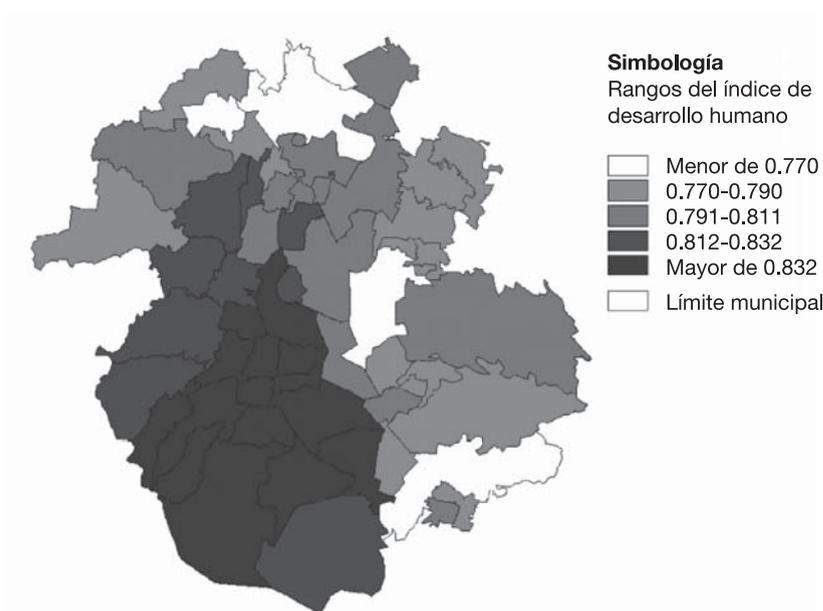
\*\*\* Porcentaje de la población con ingreso mayor de cinco salarios mínimos.

Fuente: PNUMA/ROLAC/CIGG, *Geo ciudad de México: una visión territorial del sistema urbano ambiental*, México, 2003, p. 61.

130. La información revela que alrededor de dos terceras partes de la población de la ZMVM se encuentra entre los grupos socioeconómicos *medio*, *medio-bajo* y *bajo*, en tanto que 17% se encuentra en el grupo *alto* y el restante 18% en *muy bajo*. Esta información sugiere que dos terceras partes de la población están en mayor o menor medida en una situación de vulnerabilidad y riesgo, que puede no contar con la educación, los ingresos, la protección habitacional o los recursos naturales o sanitarios para hacer frente a los problemas de la calidad del aire. Más aun, si dentro de estos grupos predominan las mujeres y los niños y/o las personas adultas mayores, la vulnerabilidad del grupo tenderá a ser aún mayor. En el siguiente capítulo (párrafos 212-306) de este informe se detallarán los estudios que evidencian esta vulnerabilidad.

131. Otro referente que ilustra los factores sociales es el índice de desarrollo humano (IDH), variable que conjuga longevidad medida por la expectativa al nacer, logro en educación (alfabetismo de

Mapa II.2 Índice de desarrollo humano por delegación y municipio de la ZMVM



Fuente: elaborado por el Centro Geo con información de las Naciones Unidas. Véase PNUMA/ROLAC/CIGG, *Geo ciudad de México: una visión territorial del sistema urbano ambiental*, México, 2003.

adultos y tasas de las matrículas escolares en niveles básico, medio y superior) y el estándar de vida medido por el producto interno bruto per cápita. Los valores del índice se pueden encontrar entre 0 y 1, un valor superior a 0.8 indica un desarrollo humano alto, mientras que un valor menor a 0.5 indica un desarrollo humano bajo. El siguiente mapa revela un estudio comparativo por delegaciones y municipios conurbados, en donde se observa que las delegaciones del Distrito Federal cuentan con los valores más altos del IDH, mientras que los municipios conurbados presentan el nivel más bajo. Incluso, 15 de las 16 delegaciones del Distrito Federal tienen los valores más altos a nivel nacional, mientras que el municipio conurbado de Chalco es de los menos favorecidos, ocupando el lugar 558 del país.<sup>110</sup>

132. Vale la pena señalar, en el contexto de la calidad del aire de la ZMVM, que estos datos socioeconómicos podrían sugerir que una gran parte de los municipios conurbados no están en condiciones para enfrentar los problemas ambientales que se experimentan en el territorio. Sin embargo, por motivos territoriales y metodológicos, la relación entre las características socioeconómicas y las afectaciones por contaminantes atmosféricos no es fácil de establecer.<sup>111</sup> Es decir, puesto que en municipios y en delegaciones de la ZMVM habitan ciudadanos(as) de distintos grupos socioeconómicos, las concentraciones de los contaminantes varían de acuerdo con factores fisiográficos y climáticos, y porque es una gran empresa aislar otro tipo de variables, así como contar con los instrumentos de medición adecuados, no es tan sencillo asumir que las afectaciones por una mala calidad del aire varían entre grupos sociales.

133. En algunos estudios se ha utilizado como referente el nivel de educación para intentar establecer algún tipo de relación en esta materia. Mientras que algunos estudios sugieren que en Europa, Asia y en Estados Unidos de Norteamérica las personas con un nivel educativo bajo corren mayor riesgo de mortalidad por exposición a contaminantes atmosféricos, en un estudio reciente sobre esta situación en Santiago de Chile, Sao Paulo, Brasil y la ciudad de México no se encontraron resultados similares. De hecho, se concluyó que no existía ninguna relación entre niveles de educación y riesgo de mortalidad por exposición constante a partículas menores a 10 micrómetros.<sup>112</sup>

134. Sin embargo, otro tipo de evaluaciones socioeconómicas muestran una fuerte relación entre los niveles de ingreso económico y la posesión de vehículos, en donde los grupos de mayores ingresos gozan de la comodidad brindada por un auto particular. En este mismo sentido se registra un mayor número de viajes realizados con el incremento del ingreso, ya sea con motivos de compras, de recreación o a favor de una vida social. Finalmente, el incremento del ingreso también se asocia con las tendencias de expansión urbana, como la dispersión de sitios de áreas residenciales, industriales y comerciales, con la expansión vial que esto conlleva.<sup>113</sup>

135. Los datos sobre densidad demográfica y nivel socioeconómico pueden derivar múltiples especulaciones que revelen la complejidad de la problemática ambiental. Primero, que varias de las zonas más pobladas y en constante crecimiento se sitúan en las delegaciones sobre el suelo de conservación, y por consecuencia ejercen más presión sobre el mismo. Segundo, que si bien es difícil asociar las características socioeconómicas con las afectaciones por contaminación del aire, la información sobre densidad

<sup>110</sup> PNUMA/ROLAC/CIGG, *op. cit.*, p. 61.

<sup>111</sup> CDHDF, entrevista con Horacio Riojas, Instituto Nacional de Salud Pública, Cuernavaca, septiembre, 2008.

<sup>112</sup> Marie S. O'Neill, *et al.*, "Air Pollution and Mortality in Latin America: The Role of Education", *Epidemiology*, 14 de julio 2008.

<sup>113</sup> Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Secretaría del Medio Ambiente/Gobierno del Distrito Federal/Secretaría de Ecología/Gobierno del Estado de México/Secretaría de Salud, *Proaire, 2002-2010, op. cit.*, p. 41.

demográfica y los patrones de concentración de contaminantes pueden sugerir el porcentaje de la población mayormente afectada por este fenómeno.

136. Además, las relaciones entre un incremento de ingreso, la adquisición y utilización de autos particulares, el incremento en la movilidad y la extensión de las tendencias urbanas, vuelven más compleja la problemática sobre la calidad del aire, puesto que la conciencia sobre las consecuencias ambientales de este tipo de procesos es limitada, sus efectos resuenan en el bienestar de la población y los ecosistemas de toda la ZMVM, y por tanto obstaculizan el acceso al derecho humano al medio ambiente sano.

137. En suma, si bien las competencias de esta Comisión se limitan al ámbito territorial del Distrito Federal, es actualmente imposible atender el problema de la calidad del aire en la ciudad de México sin referirnos al fenómeno de expansión metropolitana, como a las realidades fisiográficas y climáticas dentro de las que se encuentra esta región. Incluso, la problemática de la calidad del aire debería contemplar un criterio de delimitación que incluya por entero la cuenca de México, puesto que la situación se desenvuelve dentro de toda esta *unidad atmosférica*: un espacio en el que ocurren fenómenos climatológicos específicos.

### 3. Influencia de las características fisiográficas y climáticas de la cuenca de México

138. El desarrollo de la ZMVM sobre la cuenca ha implicado el deterioro constante de la misma: los asentamientos urbanos han ido ocupando la mayor parte del lecho de los lagos y de las pendientes bajas de las montañas anteriormente cubiertas por zonas boscosas,<sup>114</sup> todo esto generando una conflictiva relación entre el desarrollo urbano y el bienestar ambiental. La expansión de la ZMVM, así como la intensificación de las actividades ejercidas dentro de ésta, rebasan la capacidad de carga de la cuenca, lo que resulta en una empobrecida calidad del aire. Estas condiciones tendrán que ser reconocidas por las instancias gubernamentales y por la población de la ZMVM para entender la dimensión del problema y para emprender acciones que restauren el entorno natural y den paso a la exigencia del derecho humano al medio ambiente sano.

139. Es necesario precisar que el problema de la calidad del aire en la ZMVM tiene como origen principal la expansión de actividades urbanas y el crecimiento demográfico que ejercen creciente presión sobre los recursos naturales, un componente importante que incide en el comportamiento de los contaminantes está estrechamente ligado con las características fisiográficas y climáticas de la cuenca de México, dentro de la cual se encuentra la metrópoli. Estos aspectos condicionan la dispersión, transporte, distribución y comportamiento de los contaminantes del aire en la ZMVM, dificultando la solución del problema atmosférico.

140. Lo anterior representa datos que tendrían que formar parte de la información básica, que las y los tomadores de decisiones y las y los ciudadanos deben conocer y comprender para identificar los límites y la capacidad de carga<sup>115</sup> de la cuenca, para recibir las emisiones del consumo diario de 49 millones de litros de combustibles fósiles que se usan para satisfacer el estilo de vida de sus habitantes.

<sup>114</sup> PNUMA/ROLAC/CIGG, *op. cit.*

<sup>115</sup> La capacidad de carga está relacionada a la cantidad de sustancias que puede asimilar un sistema sin que éstas produzcan un daño permanente en cualquiera de sus funciones o componentes.

141. El entendimiento del papel que desempeñan los aspectos fisiográficos, climáticos y de asimilación no es sólo vital en la gestión gubernamental en torno al problema, sino en el proceso de conscientización que permitirá a la sociedad, por un lado, exigirle al Estado que garantice el derecho humano al medio ambiente sano, y por otro, que contribuya al mejoramiento de la calidad del aire y la protección de los recursos naturales de los que dependen las actividades y los estilos de vida urbanos.

142. Situada en el corazón del Eje Neovolcánico Transversal,<sup>116</sup> zona de transición entre las regiones biogeográficas neotropical y la neártica,<sup>117</sup> la cuenca de México experimenta fenómenos naturales muy particulares derivados de su altitud, condición atmosférica y situación hidrológica,<sup>118</sup> aspectos que logran que esta región constituya una de las áreas más importantes de todo el país en cuanto a biodiversidad. Esta cuenca endorreica, es decir, cerrada y que se vierte dentro de sí misma puesto que la lluvia o precipitación que cae en el área permanece ahí, se considera también una unidad atmosférica.



<sup>116</sup> Cadena de volcanes cerca del paralelo 19° N, de costa a costa desde las islas Revillagigedo en el océano Pacífico hasta el Golfo de México y pasando por Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guanajuato, Querétaro, Estado de México, Hidalgo, Distrito Federal, Morelos, Tlaxcala, Puebla y Veracruz.

<sup>117</sup> Una región biogeográfica o ecozona es una superficie terrestre representativa de una unidad ecológica a gran escala. También conocidas como subregiones, la superficie terrestre se divide en ocho ecozonas: la paleártica (Europa, parte de Asia y el norte de África); la neártica (gran parte de Norteamérica); la neotropical (el sur de México, Centroamérica, Sudamérica y las Antillas); la afrotropical o etiópica (África subsahariana y el extremo sur de Arabia); la australiana (Australia, Nueva Guinea, Nueva Zelanda y otras islas del sureste asiático); la antártica (Antártida) y la oceánica (islas del Pacífico sur).

<sup>118</sup> GDF/SMA, *Gestión ambiental del aire en el Distrito Federal*, op. cit., p. 7.

143. La cuenca de México incluye al Estado de México, Hidalgo, Puebla, Tlaxcala y al Distrito Federal. Está situada a 2 240 metros sobre el nivel del mar (msnm), con una superficie de 9 560 km<sup>2</sup>, de la cual sólo una quinta parte está urbanizada.<sup>119</sup> Está rodeada por una cadena montañosa formada por las sierras Chichinautzin, Nevada, Las Cruces, Guadalupe y Santa Catarina,<sup>120</sup> se registran formaciones montañosas que promedian los 3 200 msnm, con elevaciones en el oriente de la cuenca que superan los 5 400 msnm.<sup>121</sup> Como consecuencia de la altitud la concentración de oxígeno en el aire es 23% menor que a nivel del mar.<sup>122</sup> La altitud y la consecuente reducción en la cantidad de oxígeno, también afectan negativamente la eficiencia de los procesos de combustión,<sup>123</sup> lo que resulta en una mayor emisión de contaminantes atmosféricos.

144. Sujeta a estas características fisiográficas, la calidad del aire de la ZMVM se muestra condicionada de diversas formas. Primero, la cadena montañosa actúa como barrera natural que obstaculiza la circulación del viento y, por tanto, la dispersión de los contaminantes atmosféricos, alentando la acumulación de los mismos. En segundo lugar, por su ubicación continental entre los océanos Atlántico y Pacífico, la cuenca resulta afectada a lo largo del año por sistemas anticiclónicos (de alta presión), los cuales generan cielos despejados y masas de aire inmóvil que permanecen durante periodos prolongados dificultando nuevamente la dispersión de contaminantes que continúan acumulándose.<sup>124</sup>

145. Debido a su latitud tropical (19° N), la cuenca de México recibe una intensa radiación solar durante todo el año, lo que favorece la actividad fotoquímica de la atmósfera. Esta condición natural, con condiciones de estabilidad atmosférica o baja dispersión, aunada a la emisión de toneladas de sustancias que diariamente se arrojan a la atmósfera, como los óxidos de nitrógeno y los hidrocarburos, inevitablemente favorece la producción y acumulación de contaminantes como el ozono y las partículas secundarias.<sup>125</sup>

146. Además de los factores geográficos mencionados, el clima es un factor natural que condiciona la calidad del aire de esta región. En la cuenca se presentan diversos tipos de subclimas como resultado de las diferencias de relieve y altitud, los cuales van desde el templado hasta el frío húmedo. La región de la cuenca de México se encuentra bajo la influencia de diversos sistemas anticiclónicos, cuyos vientos débiles no permiten la dispersión de los contaminantes.

147. Las condiciones climáticas de la cuenca establecen una estación húmeda de lluvias y una estación de secas, caracterizada por niveles de humedad bajos. Los patrones de precipitación pluvial muestran que éstas son más abundantes mientras mayor sea la altitud, por ello las partes más bajas del norte y oriente son las más secas. Las precipitaciones resultan en el llamado efecto de lavado tropos-

<sup>119</sup> PNUMA/ROLAC/CIGG, *op. cit.*, p. 12.

<sup>120</sup> Instituto de Geología, "Geología de la cuenca de México", Universidad Nacional Autónoma de México, véase en: <[http://www.geologia.unam.mx/index.php?option=com\\_content&task=view&id=884&Itemid=484](http://www.geologia.unam.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=884&Itemid=484)> (visitada en julio de 2008).

<sup>121</sup> Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Secretaría del Medio Ambiente/Gobierno del Distrito Federal/Secretaría de Ecología/Gobierno del Estado de México/Secretaría de Salud, *Proaire, 2002-2010, op. cit.*, p. 27.

<sup>122</sup> GDF/SMA, *Gestión ambiental del aire en el Distrito Federal, op. cit.*, p. 7.

<sup>123</sup> El proceso de combustión es una reacción química generalmente entre una sustancia orgánica (combustible) y oxígeno, y que tiene como producto el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), agua (H<sub>2</sub>O) y energía en calor y luz. Cuando el combustible reacciona con suficientes cantidades de oxígeno la combustión es completa y eficiente. Sin embargo, ante reducidas concentraciones de oxígeno el proceso de combustión es incompleto y menos eficiente, lo que genera menos energía y más contaminantes atmosféricos, generalmente hidrocarburos no quemados como carbono (C) y monóxido de carbono (CO).

<sup>124</sup> GDF/SMA, *Gestión ambiental del aire en el Distrito Federal, op. cit.*, p. 7.

<sup>125</sup> *Ibid.*, p. 8.

férico,<sup>126</sup> es decir, generan el descenso de algunos contaminantes atmosféricos.<sup>127</sup> La presencia de lluvia en verano es un fenómeno que se relaciona comúnmente con la disminución de contaminantes, sobre todo con las partículas de mayor tamaño, como las partículas mayores a 10 micrómetros. Los niveles más altos y más bajos de precipitación se registran en las zonas montañosas y en el noreste respectivamente,<sup>128</sup> lo que implica mayores y menores concentraciones de contaminantes atmosféricos en estas regiones durante la época de lluvias.

148. La humedad en el ambiente favorece también procesos químicos en los que intervienen el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) que desencadenan en la lluvia ácida. En la ZMVM la presencia de acidez en el agua de lluvia se presenta en el sur, donde se localizan los bosques y campos de cultivo.<sup>129</sup> La formación de ozono también tiene un componente temporal que se relaciona con las épocas climáticas, por lo que sus concentraciones suelen ser mayores entre los meses de marzo, abril y mayo, cuando se presenta la época seca-caliente de la ZMVM.<sup>130</sup>

149. Asociada a las estaciones está la ocurrencia de inversiones térmicas. Este fenómeno natural se presenta con mayor frecuencia durante la estación seca, cuando los cielos despejados durante la noche propician la fuga de calor de la superficie terrestre hacia la tropósfera, dando como resultado la formación de una capa de aire caliente sobre una capa de aire fría. La capa de aire caliente impide que los contaminantes dentro de la capa de aire fría se disipen verticalmente, esta condición permanece hasta que la radiación solar iguala las temperaturas de ambas capas, dando paso a una turbulencia que permite la dispersión de los contaminantes.<sup>131</sup>

150. Ahora bien, puesto que las inversiones térmicas suelen desaparecer en el transcurso de la mañana, no se consideran como causa principal de altas concentraciones de ozono,<sup>132</sup> sin embargo, suelen producir la acumulación de contaminantes primarios, como los óxidos de nitrógeno y las partículas suspendidas. Además, debido a las condiciones de la alteración del clima por el impacto del fenómeno de “isla de calor” de la ciudad, se ha registrado que en términos absolutos, esta situación ocurre con menor frecuencia cada año.

151. Además de las características climáticas, el viento es una variable meteorológica que juega un papel central en la calidad del aire de la ciudad de México. Su dirección y su intensidad condicionan la dispersión o acumulación de contaminantes emitidos a la tropósfera.

152. Se identifica la zona norte de la cuenca de México como la entrada principal del viento troposférico. Estas masas de aire interactúan con las formaciones montañosas de la cuenca para producir flujos, confluencias y remolinos que determinan el transporte y acumulación de los contaminantes atmosféricos.<sup>133</sup>

<sup>126</sup> Relativo a la tropósfera: primera capa de la atmósfera en donde se producen los fenómenos climáticos y se concentran los gases que posibilitan la vida.

<sup>127</sup> GDF/SMA, *Gestión ambiental del aire en el Distrito Federal*, op. cit., p. 10.

<sup>128</sup> *Idem*.

<sup>129</sup> GDF/SMA, *La calidad del aire en la zona metropolitana del valle de México 1986-2006...*, op. cit.

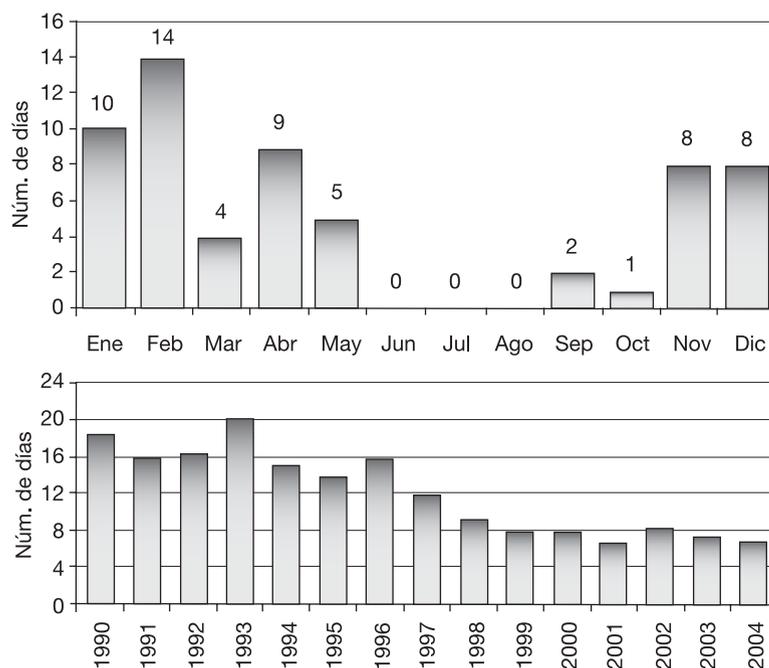
<sup>130</sup> GDF/SMA, *Gestión ambiental del aire en el Distrito Federal*, op. cit., p. 10.

<sup>131</sup> GDF/SMA, *Gestión ambiental del aire en el Distrito Federal*, op. cit., p. 14.

<sup>132</sup> Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Secretaría del Medio Ambiente/Gobierno del Distrito Federal/Secretaría de Ecología/Gobierno del Estado de México; Secretaría de Salud, *Proaire, 2002-2010*, op. cit., p. 368.

<sup>133</sup> GDF/SMA, *Gestión ambiental del aire en el Distrito Federal*, op. cit., p. 11.

Gráfica II.2 Comportamiento mensual de inversiones térmicas para 2004 y frecuencia promedio mensual por año, periodo 1986-2004



Fuente: GDF/SMA, *Gestión ambiental del aire en el Distrito Federal, op. cit.*

153. Los patrones del viento varían de acuerdo a las estaciones. Durante la época de lluvias se observa una clara tendencia del viento del norte hacia el sur en toda la cuenca, mientras que durante la estación seca se produce un remolino de viento hacia el centro del Distrito Federal, consecuencia del aumento de la temperatura del suelo urbano.<sup>134</sup> Nuevamente, estas variaciones y la conjugación entre factores climatológicos y tendencias del viento determinan el desplazamiento, dispersión y acumulación de los contaminantes del aire en distintas regiones de la ZMVM. Cabe mencionar que, por los fenómenos naturales anteriormente descritos, el área urbana hacia el sureste de la zona metropolitana se encuentra sujeta a condiciones que no favorecen una adecuada dispersión de los contaminantes atmosféricos.<sup>135</sup>

154. El entorno natural condiciona la calidad del aire de la ZMVM, la seguridad humana en esta región está sujeta a la convergencia entre los factores humanos y naturales. Para proteger cabalmente el derecho humano a un medio ambiente sano todas estas variables tendrán que ser entendidas tanto por la autoridad pública como por las y los ciudadanos, así como estar integradas a las tomas de decisiones a nivel de políticas públicas y en la vida cotidiana.

<sup>134</sup> *Ibid.*, p. 13.

<sup>135</sup> Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Secretaría del Medio Ambiente/Gobierno del Distrito Federal/Secretaría de Ecología/Gobierno del Estado de México/Secretaría de Salud, *Proaire, 2002-2010, op. cit.*, p. 27.

### C. La incidencia de las actividades productivas y el estilo de vida de las y los habitantes en la calidad del aire

155. Como se ha descrito, el deterioro de los recursos naturales en la ZMVM y los ecosistemas adyacentes, se relaciona directa e indirectamente con el uso y presión que ejerce sobre ellos una creciente población para satisfacer las necesidades que demanda cierto estilo de vida urbana. En la metrópoli, las actividades cotidianas, económicas, sociales y culturales que se llevan a cabo han impactado y desequilibrado varios de los principales ciclos y procesos de la naturaleza, estrechamente relacionados con la contaminación del aire, el agua y el suelo y, por tanto, han obstaculizado la garantía del derecho humano a un medio ambiente sano. Desde este enfoque, y retomando el concepto de medio ambiente, es necesario reconocer que el deterioro ambiental es provocado por las complejas relaciones entre los seres humanos y su entorno.

#### 1. Origen de los contaminantes atmosféricos

156. El uso y consumo de energía en las ciudades es el puente entre las actividades cotidianas y la generación de contaminantes atmosféricos. No existen procesos limpios actualmente, prácticamente toda actividad que requiere de energía produce emisiones; para el caso de los procesos que se llevan a cabo en las zonas urbanas, el enorme uso de derivados del petróleo genera sustancias o contaminantes en cantidades por encima de la capacidad del sistema natural de asimilarlas. Ahora bien, el grado de afectación de la demanda de energía en la calidad del aire depende del balance energético,<sup>136</sup> del tipo y calidad de los combustibles, así como del nivel tecnológico del parque vehicular y de la planta industrial.<sup>137</sup>

157. Un inventario de emisiones representa la cantidad de contaminantes descargados a la atmósfera y contiene el total de emisiones generadas dentro de un área geográfica en un periodo de tiempo específico. El inventario se caracteriza por proporcionar información en los siguientes aspectos: el tipo de actividades que provocan la emisión, el área geográfica cubierta, el periodo de evaluación y el tipo de contaminantes emitidos.

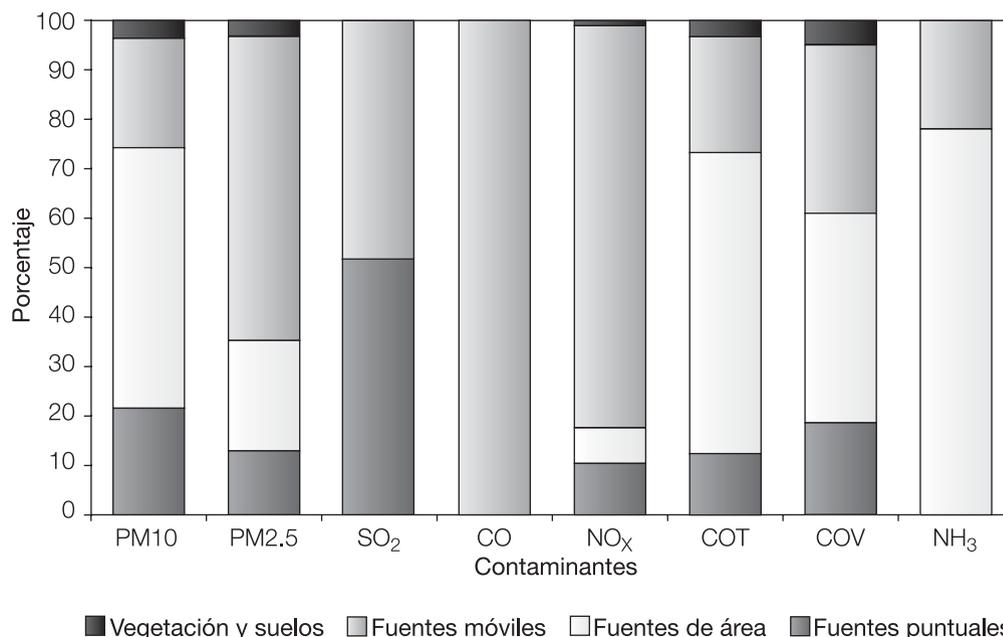
158. En términos generales las fuentes se clasifican en móviles, fijas, de área y naturales. Las fuentes móviles se refieren generalmente a los vehículos; las fuentes fijas o estacionarias se asocian con las industrias; las fuentes naturales se refieren a todos los procesos que emiten de manera natural contaminantes al aire, como por ejemplo las emisiones de compuestos orgánicos por la plantas; y por último, las fuentes de área que representan a todas aquellas fuentes de emisión que son muy pequeñas, numerosas y dispersas.

159. En la ZMVM se estima que se emiten anualmente a la atmósfera casi dos millones de toneladas de monóxido de carbono, más de 886 mil toneladas anuales de compuestos orgánicos, más de 194 mil toneladas de óxidos de nitrógeno, 23 mil toneladas de partículas menores a 10 micrómetros y casi 7 mil toneladas de dióxido de azufre.

<sup>136</sup> El *balance energético* se refiere a la mínima cantidad de energía requerida para mantener un proceso.

<sup>137</sup> Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Secretaría del Medio Ambiente/Gobierno del Distrito Federal/Secretaría de Ecología/Gobierno del Estado de México/Secretaría de Salud, *Proaire, 2002-2010, op. cit.*, p. 46.

Gráfica II.3 Contribución de emisiones de contaminantes por tipo de fuente en la ZMVM



Fuente: GDF/SMA, *Inventario de emisiones de contaminantes criterio de la zona metropolitana del valle de México 2006*, México, 2008.

160. La información de la gráfica permite hacer las siguientes observaciones: las fuentes móviles, es decir, el parque vehicular, son responsables de los mayores porcentajes de contaminación por óxidos de nitrógeno y dióxido de azufre, monóxido de carbono y partículas menores a 2.5 micrómetros. En el mismo sentido, las fuentes de área, generan la mayor parte de los compuestos orgánicos totales, los compuestos orgánicos volátiles y las partículas menores a 10 micrómetros. Mientras tanto, las fuentes puntuales emiten la mitad del dióxido de azufre a la atmósfera.

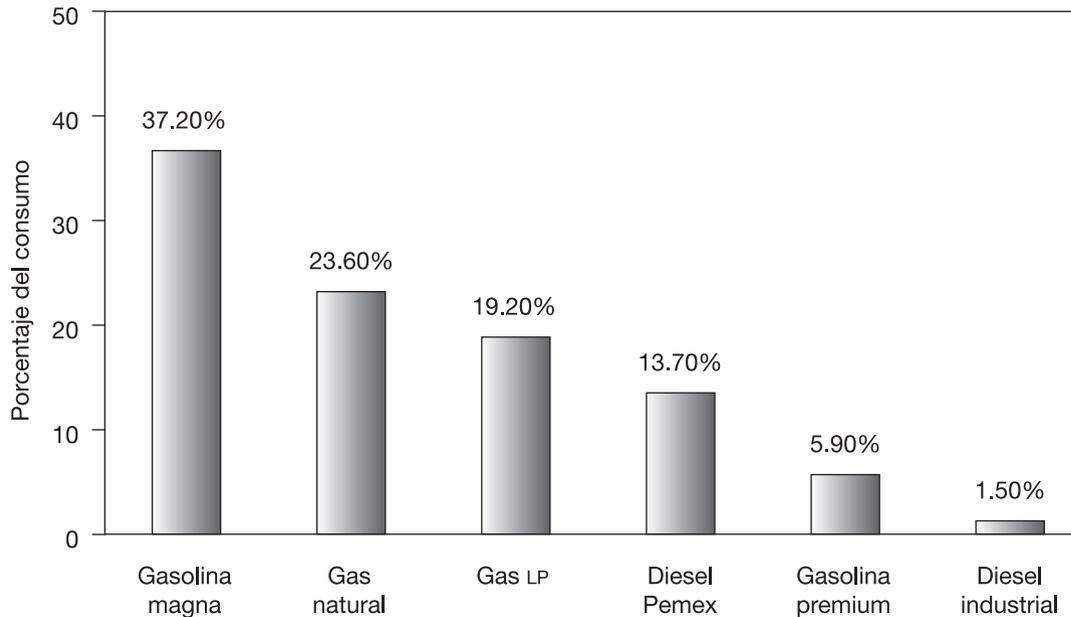
161. De acuerdo con el inventario de emisiones de 2006, la energía destinada al consumo final de la ZMVM fue de 545 petajoules.<sup>138</sup> El sector transporte consumió alrededor de 57%, mientras que el sector industrial tuvo un consumo de 27%. La cantidad de energía consumida para uso residencial fue de 13% y el sector servicios consumió sólo 3%. Las principales fuentes de energía son las gasolinas (magna y premium), el gas natural, el gas LP y el diesel vehicular. Durante 2006 la demanda energética de la ZMVM fue cubierta principalmente por gasolina representando 43% de la demanda, seguido del gas natural y gas LP.<sup>139</sup> A continuación se presenta una gráfica que muestra la distribución del consumo de combustible.

162. La magnitud del consumo de energía se aprecia al contrastar que en 1996 se consumían diariamente cerca de 43 millones de litros equivalentes de gasolina y en 2006 casi 49 millones de litros. Entre 1990 y 2000, la demanda de gasolina aumentó en 19 por ciento.

<sup>138</sup> Un joule es una unidad de energía que equivale a 0.24 calorías. El prefijo peta se emplea en el sistema internacional para referirse a un factor de  $10^{15}$ , en términos de energía eléctrica un petajoule equivale a 277.77 millones de kwh.

<sup>139</sup> Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Secretaría del Medio Ambiente/Gobierno del Distrito Federal/Secretaría de Ecología/Gobierno del Estado de México/Secretaría de Salud, *Proaire, 2002-2010*, op. cit.

Gráfica II.4 Distribución del consumo energético por tipo de combustible en 2006



Fuente: GDF/SMA, *Inventario de emisiones de contaminantes criterio de la zona metropolitana del valle de México 2006*, México, 2008.

163. Sin embargo, durante este lapso el consumo de gasolina nova, alta en contenido de plomo, fue disminuyendo hasta desaparecer por completo en 1998.<sup>140</sup> Además, en 1991 se introdujo el convertidor catalítico y la gasolina Pemex magna sin plomo,<sup>141</sup> y en 1996 la gasolina Pemex premium. Desde 2006 se está trabajando para introducir al mercado gasolina, diesel, turbosina, gasóleo y combustóleo más bajos en azufre, esto con el objetivo de reducir los contaminantes totales en la atmósfera.<sup>142</sup> De acuerdo con el Centro Mario Molina, esta medida podría significar una disminución de cerca de 56 mil muertes prematuras en México, 155 mil casos de bronquitis crónica y la pérdida de 78 millones de días laborales en una proyección de 20 años.

164. Al desagregar la demanda de energía por sectores, el transporte se distingue por consumir 57% del total, seguido por el sector industrial que demanda 27% y que usa gas natural principalmente. En el hogar, la energía requerida para la cocción de alimentos, la iluminación y calefacción, demandó el uso de 93% de gas LP.<sup>143</sup>

165. El desarrollo tecnológico y el consumo de energía están en función de la expansión poblacional y metropolitana. La tendencia incremental en el consumo de combustibles en los años recientes prevalecerá en la medida en que ésta sea la opción energética para la población y los sectores productivos. Ahora bien, siendo el transporte el principal consumidor de energía, la calidad del aire de la ZMVM se encuentra también condicionada por las características de este sector y por los patrones de movilidad que experimenta la metrópoli.

<sup>140</sup> *Ibid.*, p. 49.

<sup>141</sup> Instituto Nacional de Ecología, "Anexo III: Perspectivas sobre el plomo", México, 2007.

<sup>142</sup> Norma Oficial Mexicana, NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005, Especificaciones de los Combustibles Fósiles para la Protección Ambiental. *Diario Oficial de la Federación*, 30 de enero 2006, véase en: <[http://www.ordenjuridico.gob.mx/Federal/PE/APF/APC/SEMARNAT/Normas/Oficiales/2006/30012006\(1\).pdf](http://www.ordenjuridico.gob.mx/Federal/PE/APF/APC/SEMARNAT/Normas/Oficiales/2006/30012006(1).pdf)>.

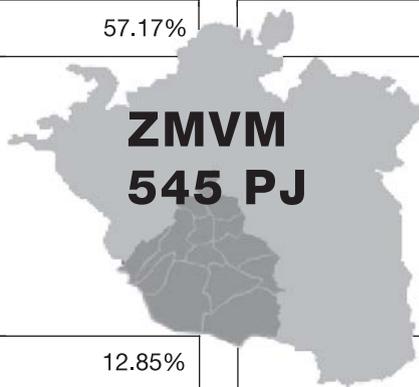
<sup>143</sup> GDF/SMA, *Inventario de emisiones de contaminantes criterio de la zona metropolitana del valle de México 2006*, México, 2008.

Esquema II.4 Demanda de energía por sector

	[%]		[%]
Gasolina magna	65.10	Diesel industrial*	5.45
Gasolina premium	10.27	Gas natural	82.81
Pemex diesel	22.16	Gas LP	11.75
Gas natural	0.14		
Gas LP	2.33		
<b>Transporte</b>	<b>312 PJ</b>	<b>Industria</b>	<b>147 PJ</b>
	57.17%		27.0%

	12.85%		2.98%
<b>Residencial</b>	<b>70 PJ</b>	<b>Servicios</b>	<b>16 PJ</b>
	[%]		[%]
Gas natural	7.42	Gas natural	6.09
Gas LP	92.58	Gas LP	93.91



Fuente: GDF/SMA, *Inventario de emisiones de contaminantes criterio de la zona metropolitana del valle de México 2006*, México, 2008.

166. Como ya se mencionó, la relación entre un incremento en el ingreso económico y los consecuentes aumentos en la adquisición de automóviles particulares, en la movilidad y la extensión de las tendencias urbanas, conllevan una serie de consecuencias complejas.

167. Primero, el crecimiento agregado de vehículos y de kilómetros recorridos, a la par de una oferta fija de la infraestructura vial, produce dos de las enfermedades urbanas más visibles repudiadas: la congestión vial y la contaminación del aire.<sup>144</sup> Estos problemas requieren de soluciones amplias, particularmente por estar vinculados a un proceso de crecimiento económico, generalmente deseado e incentivado tanto por políticas gubernamentales, por el mercado, como por las motivaciones individuales. Es decir, cualquier área urbana importante (y en este caso se hace referencia al área metropolitana más importante del país), tiene como columna vertebral el crecimiento económico, fenómeno que a la vez modifica las tendencias del transporte, manifestándose en el incremento de la tasas de movilidad, en la búsqueda de sistemas de transporte más rápidos, así como en un aumento en las distancias de viaje. Estos cambios, a su vez, generan *externalidades negativas*,<sup>145</sup> como lo son el congestionamiento, los accidentes viales y la contaminación del aire.

<sup>144</sup> Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Secretaría del Medio Ambiente/Gobierno del Distrito Federal/Secretaría de Ecología/Gobierno del Estado de México/Secretaría de Salud, *Proaire, 2002-2010, op. cit.*, p. 41.

<sup>145</sup> La externalidad es “el costo de una actividad productiva, que no es tomado en cuenta por el sujeto que efectúa decisiones económicas, desde que el mismo no se hace cargo de ellas, puesto que las transfiere a otras personas o a la sociedad como un todo” (INE).



168. De acuerdo con una encuesta realizada en 2007 sobre el origen y destino de los viajes de las y los residentes de la zona metropolitana del valle de México (ZMVM), aplicada en las 16 delegaciones del Distrito Federal y en 40 municipios del Estado de México, diariamente se realizan más de 22 millones de viajes. El Distrito Federal concentra 58.45% de este total, mientras que al Estado de México corresponde 41.55% de los viajes. A nivel metropolitano, de los viajes realizados en el Distrito Federal sólo 17% tiene como destino el Estado de México, mientras que en el Estado de México 24.3% de los viajes tienen como destino el Distrito Federal.

169. El conjunto de las delegaciones Iztapalapa, Cuauhtémoc, Gustavo A. Madero, Coyoacán y Benito Juárez concentran alrededor de siete millones de viajes. Los municipios de Ecatepec de Morelos, Naucalpan de Juárez, Nezahualcóyotl, Cuautitlán Izcalli y Tlalnepantla de Baz, concentran 4.3 millones de viajes.

170. En cuanto a la modalidad del transporte, 14.8 millones de viajes se realizan en transporte público, de los cuales 65% se realizan en transporte colectivo. El transporte privado concentra 6.8 millones de viajes de los cuales 92% se realizan en automóvil.<sup>146</sup>

<sup>146</sup> Secretaría de Transportes y Vialidad del Distrito Federal (Setravi), *Encuesta 2007 origen destino*, véase en: <<http://www.setravi.df.gob.mx/index.html>>.

171. A partir de la información de la *Encuesta 2007 origen destino*, es necesario reflexionar sobre el hecho de que en la ZMVM el número de autos particulares representa 80% del parque vehicular y sólo satisface 28% de los viajes que se requieren por persona al día, en comparación con las vagonetas y microbuses que representan 2% de las unidades y que en éstas se realiza cerca de 45% de los viajes requeridos.<sup>147</sup> Mientras tanto, el Metro, a pesar de que está concebido como transporte de alta capacidad, representa tan sólo 5% de los viajes diarios en la ZMVM. Resulta interesante observar que los servicios de transporte público operados por el Gobierno del Distrito Federal (Metro, Metrobús, RTP y Trolebús), cubren solamente 13.3% del total de viajes que se realizan en el Distrito Federal.



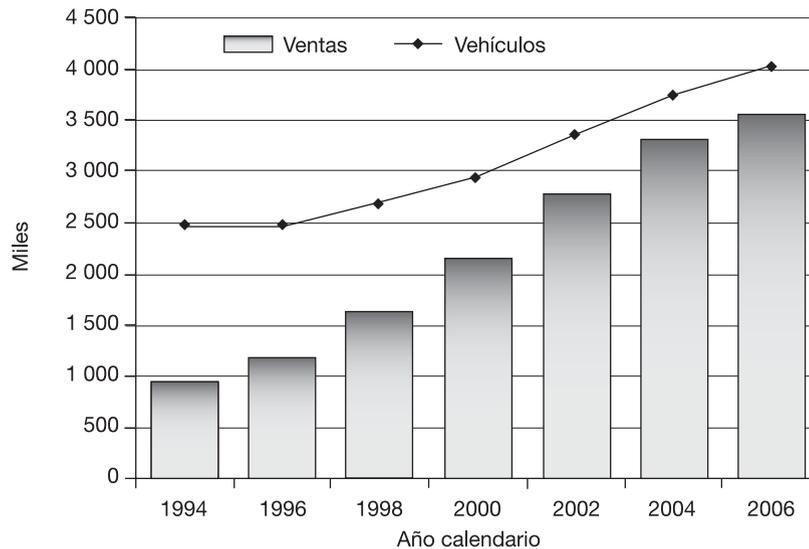
172. Por otra parte, el incremento del parque vehicular por la continua adquisición de autos particulares ha crecido sin interrupción a tasas del orden de 10% anual, mientras que el índice de motorización también se ha incrementado constantemente, pasando de 27 vehículos por cada mil habitantes en 1940, a 127 en 1980 y hasta 168 en 1990.<sup>148</sup> Estas tendencias del uso del automóvil han rebasado la oferta fija de la infraestructura vial, con sus consecuentes conflictos viales y reducción de la velocidad promedio, ya que el automóvil privado actualmente ocupa más de 80% del espacio destinado a las via-

<sup>147</sup> GDF/SMA, *Inventario de emisiones de contaminantes criterio...*, op. cit., 2008.

<sup>148</sup> Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Secretaría del Medio Ambiente/Gobierno del Distrito Federal/Secretaría de Ecología/Gobierno del Estado de México/Secretaría de Salud, *Proaire, 2002-2010*, op. cit., p. 72.

lidades. Además, los autos son una importante fuente de sustancias peligrosas a la atmósfera de los hábitats urbanos, debido a que, tanto en su producción como en su movilidad, consumen más de la quinta parte de toda la energía a nivel mundial y casi la mitad del petróleo.<sup>149</sup>

Gráfica II.5 Crecimiento de la flota vehicular en circulación y ventas acumuladas de autos



Fuente: GDF/SMA, *Inventario de emisiones de contaminantes criterio de la zona metropolitana del valle de México 2006*, México, 2008.

173. Resulta paradójico y altamente ineficiente que el automóvil particular no genere el beneficio de mejorar su participación en el total de viajes, sino más bien que complique el problema de movilidad y transporte dentro de la ZMVM. En suma, los automóviles privados ocupan la mayor parte del espacio vial y son las principales fuentes de emisión de los contaminantes que deterioran la calidad del aire. Para contrarrestar estas tendencias el Estado deberá de proveer opciones de transporte público eficiente y seguro que motive a los usuarios de automóviles privados a dejar de utilizar su vehículo. Particularmente, en el contexto del crecimiento económico de la ZMVM, la mejora en el transporte público continuará siendo el eje principal en la solución del problema de la calidad del aire.

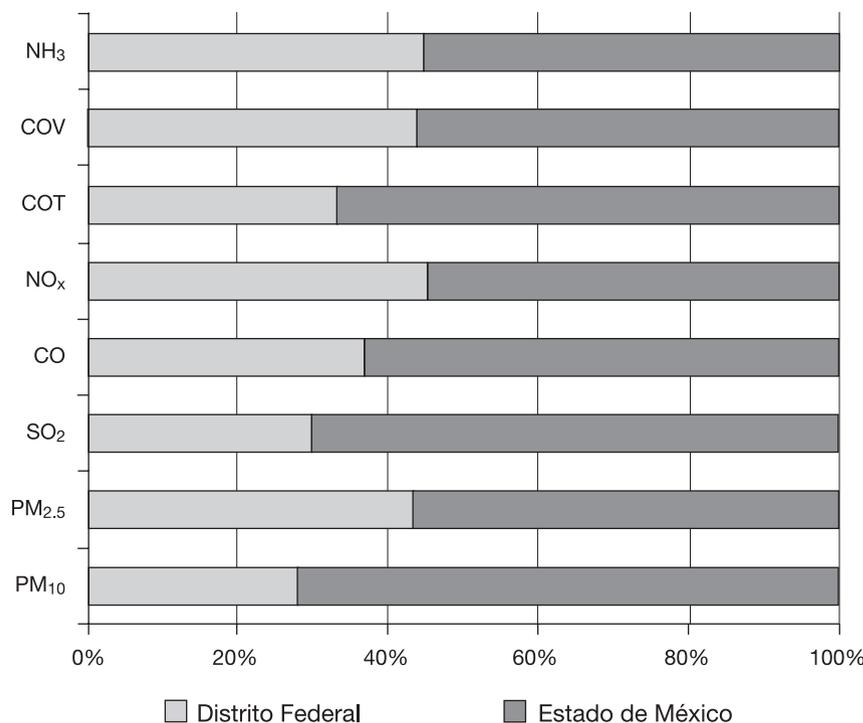
174. Con respecto al sector industrial, 16% de la industria manufacturera a nivel nacional se localiza en la ZMVM. El inventario de emisiones de la Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal identifica 7 826 industrias, 2 809 ubicadas en el Distrito Federal y 5 017 en el Estado de México. Son de jurisdicción federal 23% y el restante 67% de jurisdicción local.

175. En conjunto, la industria demanda 27% de la energía total consumida por la ZMVM y emite alrededor de 150 mil toneladas al año de contaminantes primarios. Las industrias ubicadas en el Distrito Federal contribuyen aproximadamente con 63 mil toneladas, las del Estado de México con 87 mil. Dependiendo del tipo de producción, las industrias pueden ser de jurisdicción federal o local. Son de jurisdicción federal las industrias química, petrolera, petroquímica, pintura, tintas, metalurgia, automotriz, celulosa y papel, cementera, asbesto, vidrio, generación de energía eléctrica y tratamiento de residuos peligrosos. Al desagregar el tipo de industria resalta el hecho de que las industrias de jurisdic-

<sup>149</sup> Víctor M. Toledo, *Ecología, espiritualidad y conocimiento: de la sociedad del riesgo a la sociedad sustentable*, PNUMA, 2003.

ción federal reportan una contribución a las emisiones en la ZMVM entre 49 y 84%, para los contaminantes evaluados por el inventario de emisiones.

Gráfica II.6 Emisiones de la ZMVM por entidad, 2006



Fuente: GDF-SMA, *Inventario de emisiones de contaminantes criterio en la zona metropolitana del valle de México 2006*, México, 2008.

176. Como se ha comentado a lo largo de esta sección, el transporte es uno de los principales sectores que consumen energía y, por tanto, una de las fuentes que emiten mayores cantidades de contaminantes atmosféricos. Ahora bien, los problemas ambientales consecuentes de la movilidad no sólo se traducen en la emisión de contaminantes atmosféricos, sino también en la contaminación del agua y del suelo, en la conversión del suelo rural en vialidades, como en la deforestación que dicho proceso conlleva.

177. En este sentido, los problemas de movilidad y de protección ambiental se encuentran atascados en la intención del crecimiento económico de la ZMVM. Es decir, el sistema de transporte, como uno de los principales ejes de funcionalidad de la zona metropolitana, está condicionado por ineficiencias estructurales que a su vez disminuyen la eficiencia económica de la ciudad, incentivan la degradación ambiental y, en consecuencia, afectan la calidad de vida de sus habitantes. Más aún, este círculo vicioso incrementa en complejidad en cuanto no exista la conciencia ciudadana sobre el impacto de sus actividades, lo que reduce la disposición y la participación social en la exigibilidad de sus derechos fundamentales y en la aplicación de normas que respondan a este fenómeno.

## 2. El estado actual de la calidad del aire

178. En la actualidad contaminantes como el monóxido de carbono (CO), el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y el dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) mantienen sus niveles por debajo de las normas oficiales mexicanas de

salud la mayor parte del año, y sólo llegan a presentarse en eventos de incrementos extraordinarios<sup>150</sup> asociados al mal funcionamiento de filtros en las chimeneas industriales o al uso indebido de combustibles con un alto contenido de azufre en las mismas. En el caso de contaminantes como los compuestos orgánicos volátiles (COV), como son el benceno, tolueno, xileno, formaldehído, entre otros, se han realizado estudios y campañas de monitoreo que indican la presencia de concentraciones altas y su potencial riesgo asociado a la salud humana; sin embargo, aún no se monitorean sistemáticamente en la gestión pública.

179. En la ZMVM las concentraciones de partículas ( $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ ) y de ozono continúan rebasando los límites permisibles de sus respectivas normas oficiales mexicanas de salud, por lo que son importantes focos de atención para las autoridades. La presencia de partículas en la atmósfera es un tema preocupante, sobre todo por los efectos que tiene en la salud humana, la complejidad que implica su origen diverso y la dificultad para consolidar acciones y programas de mitigación y control efectivos. Se estima que 42% de las  $PM_{10}$  se originan en los caminos que no tienen pavimento, 23 del transporte, 21 de la industria y 3% por la erosión del suelo.<sup>151</sup>

180. La cantidad de partículas finas, como también se reconoce a las partículas menores a 2.5 micrómetros ( $PM_{2.5}$ ), de origen primario que se arrojan a la atmósfera de la ZMVM se estima en 6 191 toneladas anuales, destacando como fuentes de emisión los tractocamiones (27% del total) y los autobuses que usan diesel como combustible (16% del total). Las calles sin pavimento generan 15% del total de este tipo de partículas.<sup>152</sup> El material particulado está formado también por cenizas, polvo, heces fecales, hollín, entre otros.

181. Es necesario hacer énfasis en que los inventarios de emisiones no consideran la contribución de las partículas secundarias que se forman en la atmósfera a partir de las reacciones químicas de contaminantes primarios en la atmósfera.

182. Con relación a las partículas, una situación que ilustra el gran impacto que tienen las actividades de las y los habitantes de la ZMVM como generadoras de este tipo de contaminantes, ocurrió en la madrugada del 25 de diciembre del 2001 y el 1 de enero del 2002, cuando se registraron altas concentraciones de  $PM_{10}$ , producto de la quema de material pirotécnico durante la celebración de nochebuena y año nuevo. La situación fue tan crítica que se requirieron acciones de emergencia<sup>153</sup> para mitigar las emisiones de este contaminante y proteger la salud de la población.

183. Este hecho refleja la necesidad de hacer corresponsables a las y los ciudadanos acerca del impacto y las repercusiones que tienen sus acciones, en un contexto de derechos colectivos que garanticen el derecho a un medio ambiente sano para todos, principalmente porque no son todos quienes queman cohetes durante esas fechas, pero sí afectan el espacio público de las y los habitantes de la ciudad de México.

<sup>150</sup> GDF/SMA, *Sexto informe de trabajo*, México, 2006.

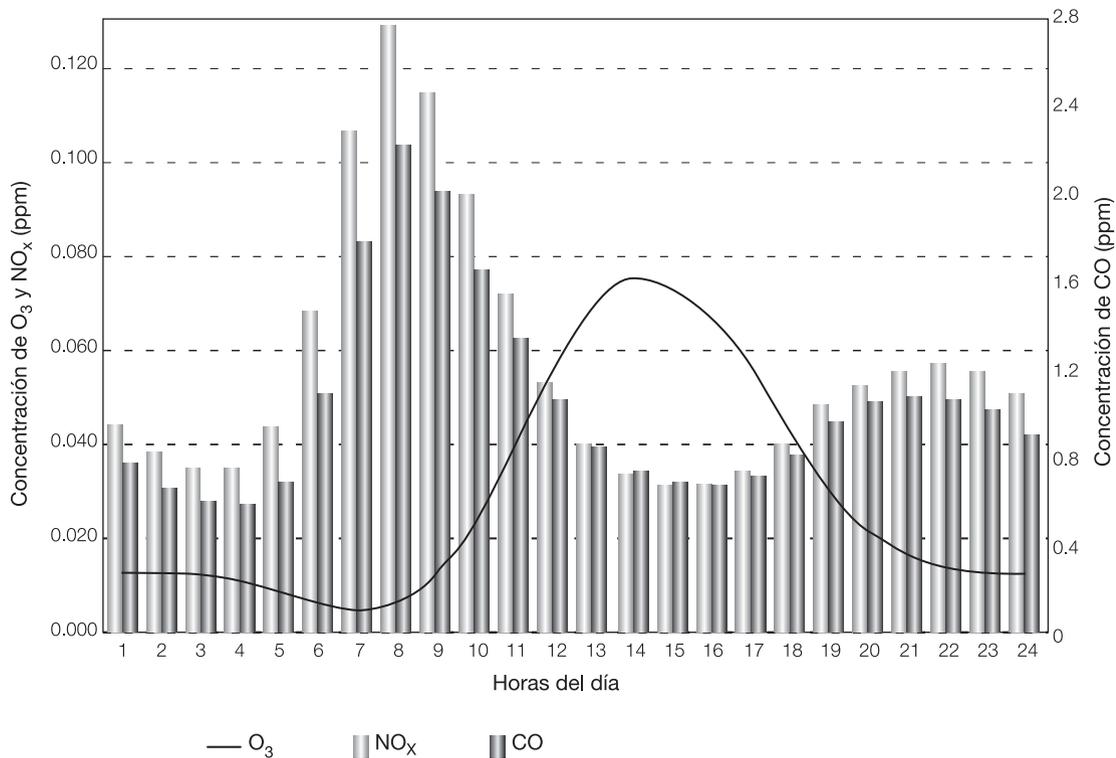
<sup>151</sup> GDF/SMA, *Inventario de emisiones de contaminantes criterio...*, *op. cit.*

<sup>152</sup> *Idem.*

<sup>153</sup> El Sistema de Monitoreo Atmosférico de la ciudad de México (Simat) avisa a la población mediante comunicados en prensa, radio y televisión la situación del problema para que eviten exponerse al aire libre y no contribuyan quemando materiales como cohetes o llantas. Se solicita apoyo a las autoridades correspondientes para que supervisen *in situ*.

184. Como ya se mencionó, el ozono es el otro contaminante de mayor preocupación en la actualidad, el cual no proviene directamente de alguna fuente, su presencia en la atmósfera es el resultado de una serie de reacciones químicas que se presentan entre los óxidos de nitrógeno y los compuestos orgánicos volátiles en presencia de radiación solar. Los niveles de ozono aumentan gradualmente a partir de las 10:00 horas, cuando la luz solar empieza a intensificarse, mientras que las concentraciones de óxidos de nitrógeno disminuyen. La disminución de la radiación solar en la tarde provoca el decremento paulatino de la producción de ozono. Durante la tarde se incrementan gradualmente la concentración de los óxidos de nitrógeno, debido a que las y los habitantes de la ZMVM realizan nuevamente traslados en automóvil para volver a sus hogares. La gráfica II.7 ilustra esta variación diaria de los contaminantes en la atmósfera.

Gráfica II.7 Variación horaria de los contaminantes en la atmósfera de la ZMVM



Fuente: elaborado por la Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire/Simat, de la Secretaría del Medio Ambiente, 2008.

185. En la gráfica se aprecia cómo las mediciones de óxidos de nitrógeno y monóxido de carbono que realizan cada hora en el Simat por medio de la Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA)<sup>154</sup> muestran una clara relación con las actividades diarias de las y los habitantes de la ZMVM y los sectores productivos, revelando un incremento paulatino de los contaminantes a partir de las cuatro de la mañana, hora en la que comienzan la actividad y la movilidad de las personas.

<sup>154</sup> La RAMA aporta registros minuto a minuto de ozono, óxidos de nitrógeno, dióxido de azufre, monóxido de carbono y de partículas de 10 y 2.5 micrómetros. Con la información que provee se genera el Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (Imeca) y se evalúa el cumplimiento de las NOM.

186. El proceso de producción de ozono en la superficie implica mecanismos químicos y físicos complejos no lineales, que en combinación con las condiciones fisiográficas y climáticas prevalecientes en la ZMVM producen concentraciones que pueden favorecer la acumulación del ozono, aun cuando las emisiones de alguno de sus precursores sean menores.

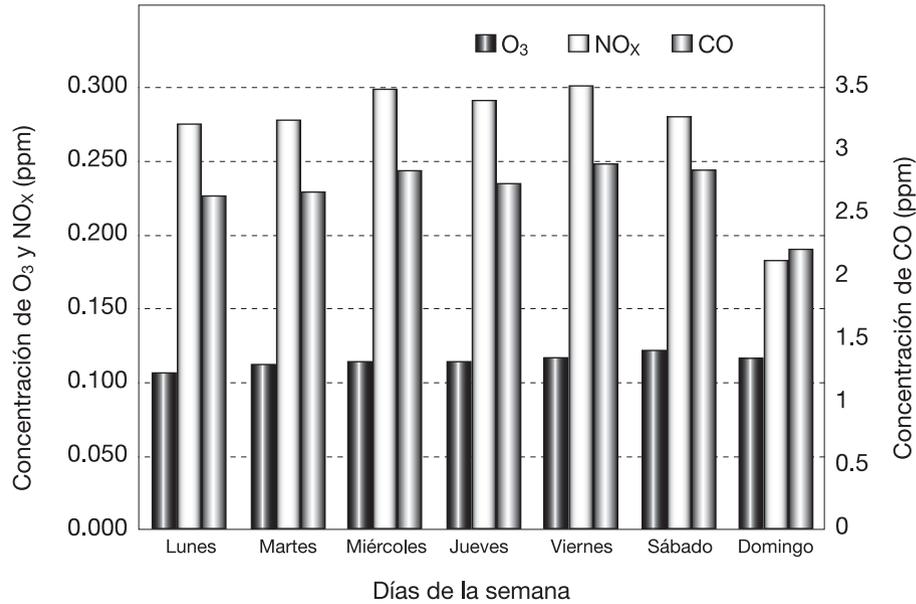


187. Esta situación se puede apreciar en la gráfica II.8: por un lado las concentraciones de dióxido de nitrógeno y monóxido de carbono<sup>155</sup> registradas de lunes a sábado reflejan la intensidad y evolución con que se desarrollan las actividades productivas a lo largo de la semana en la ZMVM, revelando que en domingo hay un decremento en la concentración de ambos contaminantes; no obstante, la magnitud de las concentraciones de ozono es prácticamente similar en todos los días de la semana, incluyendo los domingos.

188. Este efecto se conoce como *efecto del fin de semana* y se ha observado en varias ciudades del mundo con problemas de ozono. Desde el punto de vista de la gestión del aire, se cree que para reducir la formación de este contaminante será necesario dejar de producir a sus precursores, sin embargo, los datos reflejan que esto no ocurre de manera lineal, lo cual representa una enorme complejidad en el proceso de formación de ozono.

<sup>155</sup> Debido a la falta de información de hidrocarburos, algunos autores proponen utilizar las concentraciones de monóxido de carbono como un indicador del comportamiento de los hidrocarburos, debido a que sus emisiones significativas provienen de fuentes similares, en este caso fuentes vehiculares.

Gráfica II.8 Variación por día de la semana de contaminantes en la atmósfera de la ZMVM



Indicadores: promedios de ozono y óxidos de nitrógeno obtenidos con concentraciones máximas diarias a partir de promedios de una hora; promedios de monóxido de carbono obtenidos con las concentraciones máximas diarias a partir de promedios móviles de ocho horas.

Fuente: elaborado por la Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire de la Secretaría del Medio Ambiente/Simat 2008.

189. En referencia a otros contaminantes, la presencia de dióxido de azufre y plomo en la atmósfera de la ZMVM se considera baja, lo cual indica que ha sido acertada su eliminación o reducción en el contenido de los combustibles. No obstante, eventualmente se registran concentraciones altas de dióxido de azufre que son extraordinarias y esto se relaciona con el uso ilegal de combustibles con alto contenido de azufre, como es el caso del combustóleo.<sup>156</sup>

190. Un fenómeno asociado a la contaminación es la lluvia ácida que se origina a partir de las emisiones de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), las cuales se combinan con la humedad atmosférica y dan lugar a la formación de ácido sulfúrico y ácido nítrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y HNO<sub>3</sub>), que acidifican el agua de lluvia. Este fenómeno se explica técnicamente como un proceso por medio del cual los contaminantes (gases, aerosoles<sup>157</sup> o partículas) son depositados desde la atmósfera a los ecosistemas terrestres y acuáticos.<sup>158</sup>

191. La lluvia ácida tiene diferentes efectos, sobre todo a nivel de ecosistemas, daña a las plantas, a sus raíces, a los microorganismos del suelo, por mencionar sólo algunas. Estos daños tienen efectos directos e indirectos para las personas, ya que provocan la muerte de los cultivos, están asociados a la baja productividad del suelo y tienen relación con algunas enfermedades de las áreas de conservación que proveen de servicios ambientales a las personas (aire limpio, agua, entre otras). Nuevamente, este tipo

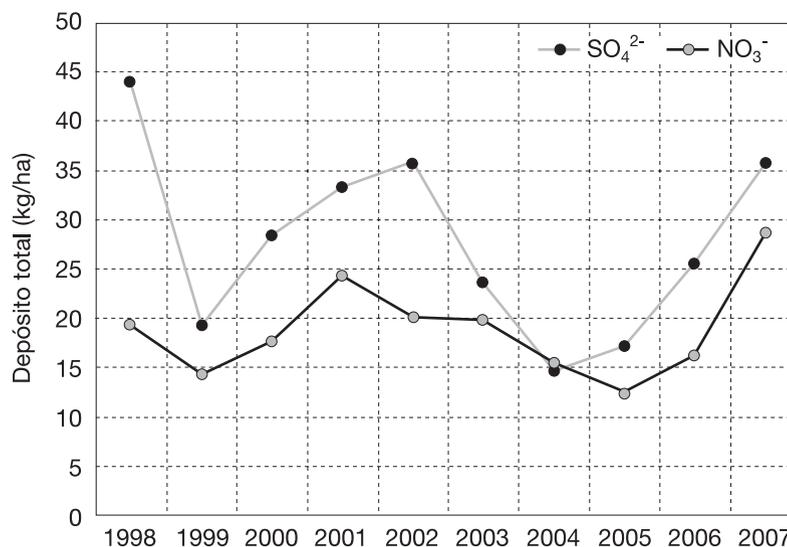
<sup>156</sup> GDF/SMA, *Informe anual de la calidad del aire 2006*, México, 2007.

<sup>157</sup> El aerosol es un sistema coloidal obtenido por dispersión de partículas ultramicroscópicas sólidas o líquidas en el seno de un gas.

<sup>158</sup> Robert J. Vet, "Wet Deposition: Measurement Techniques", *The Handbook of Environmental Chemistry*, vol. 2, parte F, Alemania, Springer-Verlag, 1991. Sagar V. Krupa, *Polución, población y plantas*, The American Phytopathological Society, trad. Bauer, M.L.I., Colegio de Posgraduados, Montecillo, México, 1999.

de afectaciones por una mala calidad del aire pone en riesgo la calidad de vida y el acceso de las y los habitantes de la ZMVM al derecho humano a un medio ambiente sano.

Gráfica II.9 Comportamiento del depósito húmedo promedio de  $\text{SO}_4^{2-}$  y  $\text{NO}_3^-$  en la ZMVM, 1998–2007



Fuente: GDF/SMA, *Informe de la calidad del aire en la zona metropolitana del valle de México: estado y tendencias, 1990-2007*, México, 2008.

192. La mayoría de los precursores de la lluvia ácida y de otros contaminantes secundarios como el caso del ozono, son generados por fuentes emisoras que administran el gobierno federal y el Estado de México, las cuales emiten 43% de  $\text{NO}_x$  y 49% de los COV.<sup>159</sup> Sin embargo, tras la conversión de estos compuestos en ozono, por los patrones de viento de la cuenca, los porcentajes de ozono más altos se registran en el sureste de la ZMVM, comprendido por delegaciones del Distrito Federal. Por lo tanto, los problemas de salud relativos a este contaminante se darán en mayor medida en la población que habita en esta área.

193. En estos casos, y en el sentido del derecho humano a un medio ambiente sano, en donde la garantía individual requiere de contribuciones colectivas, ¿quién será responsable de estas afectaciones? ¿En qué entidad o autoridad reside la responsabilidad de solucionar el problema, y de reparar los daños a la salud y a un medio ambiente para garantizar efectivamente los derechos inherentes a todo ser humano?

194. Este tipo de situaciones hace compleja la solución del problema de la calidad del aire de esta urbe, y refleja la creciente necesidad de fortalecer la comunicación y la coordinación metropolitana en beneficio de las y los habitantes de la ZMVM y de la garantía al derecho humano a un medio ambiente sano.

195. Ante estos escenarios, y dado el impacto de sus actividades en la calidad del aire de la ZMVM, es prudente reflexionar acerca del rol que ha tenido y que tendrá la sociedad en la solución de la problemática. Independientemente de que sea el Estado quien debe respetar, realizar y proteger el derecho humano a un medio ambiente sano, y que sólo éste sea el responsable de su violación, por el carácter

<sup>159</sup> GDF/SMA, *Inventario de emisiones de contaminantes criterio...*, op. cit.

“difuso” y el alcance colectivo de este derecho es que es preciso proponer una mayor participación de la sociedad como base para la demanda y la realización del derecho a disfrutar de un ambiente sano que garantice su desarrollo, salud y bienestar. Para esto, es necesario analizar y solucionar las actuales discrepancias entre la información que existe sobre el problema de la calidad del aire en esta metrópoli y la percepción que tienen sus habitantes sobre el mismo.

### 3. Percepción ciudadana del problema de la calidad del aire contra datos oficiales

196. La conciencia del deterioro ambiental de las y los habitantes de la ZMVM es un elemento esencial en el análisis del problema de la calidad del aire, puesto que la formulación de soluciones debe contemplar la forma en que la percepción de las y los ciudadanos construye el problema.<sup>160</sup> Algunos estudios revelan que, aunque existe suficiente información generada por diferentes organismos relacionados al tema, la percepción ciudadana del problema no se sustenta en los datos científicos publicados por las fuentes oficiales.

197. En los escasos estudios publicados sobre percepción social de la contaminación del aire, se concluye que las y los habitantes reconocen la gravedad del problema, ya que cuando se les pregunta qué opinión tienen acerca de la calidad del aire la mayoría responde que ésta es *mala* o *muy mala*,<sup>161</sup> e incluso tienen *mucho* o *algo* de preocupación por este problema ambiental.<sup>162</sup>

198. Lo anterior se puede relacionar con las quejas que ha recibido la CDHDF, la Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial (PAOT) y de algunas delegaciones, y que han sido referidas al principio de este informe, en donde las demandas que las y los ciudadanos construyen para exigir un aire limpio se relacionan con los vapores o los polvos o gases que se generan en los establecimientos mercantiles como talleres de pintura, estaciones de gas, basureros clandestinos, restaurantes y criaderos de animales localizados en zonas habitacionales, así como las obras públicas o las actividades de particulares que generan malos olores. Estas demandas son un indicativo de que la ciudadanía solicita que exista procuración de justicia al respecto.<sup>163</sup>

199. Sin embargo, y a pesar de la aparente conciencia del problema, se continúa observando la incompatibilidad entre los datos oficiales y la forma en cómo las y los habitantes de esta metrópoli perciben e identifican el origen del fenómeno de deterioro de la calidad del aire. Lo anterior indica que no existe un reconocimiento del impacto y la contribución que las actividades cotidianas tienen sobre su mala calidad y sugiere también que se desconoce la información que se genera en diversas instancias, así como la magnitud de repercusiones que tienen en el entorno inmediato de la ZMVM, en las regiones lejanas, así como en la vegetación, el suelo, el agua, el patrimonio arquitectónico y en la salud humana.

200. Ahora bien, al contrastar las respuestas de los ciudadanos con la información del inventario de emisiones se observa que la percepción y los datos reales no siempre corresponden. Por ejemplo, en el inventario de emisiones se indica que las fuentes móviles o el parque vehicular emiten 99% del monóxido de carbono y 82% de los óxidos de nitrógeno. De este porcentaje los autos particulares generan

<sup>160</sup> La percepción depende de lo que ingresa como información por los sentidos, así como el conocimiento y creencias que la o el sujeto tiene acerca de lo que pasa a su alrededor, de sus propósitos, intenciones y emociones.

<sup>161</sup> Gobierno del Distrito Federal (GDF), *Ecosistema urbano y salud...*, op. cit.

<sup>162</sup> MORI de México (Market and Opinion Research International), *Monitor ambiental internacional*, México, 1999.

<sup>163</sup> PAOT, *Programa de acceso a la justicia ambiental 2008-2011*, México, 2008.

52% del monóxido de carbono, 33% de los óxidos de nitrógeno y 21% del dióxido de azufre. Los tractocamiones y autobuses que usan diesel emiten respectivamente 27 y 16% de las partículas menores a 2.5 micrómetros y en conjunto arrojan a la atmósfera 21% de los óxidos de nitrógeno.<sup>164</sup>

201. En contraste, al indagar acerca de la causa principal que los ciudadanos relacionan con la contaminación del aire, sólo 26% de los ciudadanos encuestados lo refiere al humo del transporte público (más no al humo de los automóviles particulares –como el de los propios encuestados–, lo que sugiere una distancia entre la percepción de los orígenes del problema y las propias actividades cotidianas); 46% identifica a las fábricas como las principales responsables de la contaminación, y el restante 9% a la acumulación de basura, quizá relacionándolo con los malos olores.<sup>165</sup>

202. La industria sí es una importante fuente de contaminación, responsable de 51% del dióxido de azufre que se arroja a la atmósfera y que provoca lluvia ácida, mientras que las fuentes de área o de servicios son responsables de 61% de los compuestos orgánicos totales<sup>166</sup> que se emiten. El amoniaco que se arroja a la atmósfera se origina por su empleo en actividades domésticas o como subproducto del humo del tabaco; esta sustancia forma parte del ciclo del nitrógeno y es uno de los principales participantes en la formación de aerosoles<sup>167</sup> en la atmósfera y reacciona rápidamente con el ácido sulfúrico y el ácido nítrico para formar partículas que al combinarse con depósitos atmosféricos de agua formarán el fenómeno de lluvia ácida.

203. Se observa que las personas no son conscientes de las fuentes de contaminación que están estrechamente ligadas a su cotidianidad. En este sentido, las industrias son lugares de trabajo y sustento de las economías modernas, mientras que los servicios existen para responder a las necesidades sociales de la ciudad (lavar y planchar la ropa, por ejemplo). Cabría preguntarse, además, cuántos de las y los habitantes de la ZMVM que acuden a pintar sus automóviles en la vía pública o en talleres que carecen de tecnologías de control de contaminantes, saben que los vapores que se emiten en esta actividad contienen hidrocarburos, un tipo de contaminante que causa daños a la salud y que se relaciona con la contaminación del aire por ozono, el principal contaminante en la atmósfera de la ZMVM.

204. Es posible que no exista plena conciencia sobre las consecuencias de estas actividades en la calidad del aire, puesto que son difíciles de cuantificar y regular, por tanto no existen normas que lo hagan. Además, no todas las normas son efectivas, pues no se cuenta con los mecanismos de monitoreo e implementación adecuados. Sin embargo, actividades que sí se han intentado regular en las normas, como las verificaciones vehiculares e incluso el fumar, no son debidamente apoyadas por la conciencia y las acciones de las y los habitantes de la ciudad de México. Actividades de individuos como su elección de transporte, no afinar los automóviles, evadir verificaciones vehiculares y otras normas de calidad del aire, e incluso fumar, generan contaminantes que degradan la calidad del aire de la ZMVM, y por tanto afectan el derecho humano a un medio ambiente sano, un derecho tanto individual como colectivo.

<sup>164</sup> GDF/SMA, *Inventario de emisiones de contaminantes criterio...*, *op. cit.*

<sup>165</sup> GDF, *Ecosistema urbano y salud...*, *op. cit.*

<sup>166</sup> Los compuestos orgánicos totales (COT) se refieren al metano más los compuestos orgánicos volátiles (COV) como el etano, butano, benceno, tolueno, entre otros.

<sup>167</sup> La emisión de aerosoles está relacionada con el deterioro de la capa de ozono, la zona en la estratósfera que contiene una relativamente alta concentración de ozono que absorbe la radiación ultravioleta de alta frecuencia, evitando que altos porcentajes de esta radiación lleguen a la superficie de la Tierra y cause daños a la salud humana y a los ecosistemas.

205. Más aún, información sobre percepción ciudadana muestra además que la población no está familiarizada con las características del entorno natural y su rol en el problema de la calidad del aire. Por ejemplo, estudios del GDF señalan que 45% de la ciudadanía encuestada percibe una mayor concentración de contaminantes en el centro de la ciudad, cuando en realidad los altos niveles de ozono se registran en el suroeste, y las altas concentraciones de  $PM_{10}$  se registran en el noreste (por la gran concentración de industrias). En adición los habitantes del suroeste (54% de los encuestados) y del noroeste (49% de los encuestados), opinaron que viven en las regiones menos contaminadas.<sup>168</sup>

206. Esta percepción ciudadana se basa en observaciones cotidianas, que pueden identificar al sur como una zona con aire limpio debido a la presencia de áreas verdes y bosques, mientras que en el centro de la ciudad la gente que camina por la calle en las horas de tránsito vehicular se expone de forma directa a los contaminantes, con las consecuentes molestias respiratorias y oculares.

207. Lo anterior cobra sentido debido a que el conocimiento de la forma como una población percibe y entiende su entorno es fundamental para reconocer el valor que le asigna a éste, lo cual tiene relevancia cuando se planean acciones sustentadas en corresponsabilidad y la participación ciudadana. El reto es que la sociedad reconozca la capacidad que tiene la naturaleza para recibir contaminantes atmosféricos y que se comprendan las responsabilidades individuales y colectivas necesarias para llevar a cabo una forma de vida acorde con las condiciones naturales del entorno.

208. De esta manera, cada acción humana sucesivamente aporta un granito de arena a la producción de contaminantes. De la misma forma, un buen nivel de información oficial, científica o avalada por instancias expertas, y socializada e internalizada en los ciudadanos comunes, aportaría pequeñas acciones y compromisos para mejorar el problema. Habría menos ciudadanas y ciudadanos concurriendo en prácticas poco ambientalistas y de corrupción para eludir normas que intentan reducir los contaminantes, ciudadanas y ciudadanos dispuestos a dejar de circular –tal vez– caminando para realizar algunas actividades cercanas a casa o compartiendo viajes con familiares o compañeros.

209. También serían más las y los empresarios y las y los prestadores de servicios dispuestos a cumplir con la normatividad y a usar combustibles adecuados y equipos de filtraje o contenedores de residuos adecuados para evitar depositar contaminantes en la atmósfera, el agua o el suelo. En un escenario de este tipo, las personas estarían dispuestas a ser corresponsables, gastar menos y darle un uso eficiente a la energía, utilizar energías alternativas, cerrar la puerta del refrigerador, desconectar los aparatos eléctricos, usar focos ahorradores, separar la basura, consumir sólo lo necesario y reciclar, reusar o reducir empaques, por mencionar algunas alternativas.

210. Educación y participación ciudadana, corresponsabilidad con las autoridades y los gobiernos, acceso a la información, y una información clara para todas y todos, son tareas pendientes que deben encontrar formas adecuadas de reproducción cultural que faciliten los cambios en los estilos de vida y en la forma de construir la ciudad, el ambiente, así como la manera de enfrentar los riesgos de vivir en sitios contaminados.

211. Reforzar la percepción ciudadana sobre un asunto en donde intervienen las acciones comunes de todas las personas que habitan la ZMVM, implica un enorme reto. Sin embargo, los beneficios de

<sup>168</sup> GDF, *Ecosistema urbano y salud...*, *op. cit.*

emprender un proceso de divulgación de este tipo de información, puede incidir de manera trascendente en la materialización del derecho a un medio ambiente sano, un derecho transversal que se liga a otros derechos humanos fundamentales, como el derecho a la vida, a la salud, a la información, el derecho al desarrollo ecológicamente sustentable, a la participación, a la educación, a la igualdad, a la propiedad, entre otros.<sup>169</sup>

---

<sup>169</sup> Comisión de Derechos Humanos del Distrito Federal (CDHDF), *Informe especial sobre la violación al derecho a un medio ambiente sano y ecológicamente equilibrado por el deterioro y desaparición del suelo de conservación*, México, 2005.

### III. Efectos de la contaminación del aire



## A. Importancia

### 1. La salud y el derecho humano a un medio ambiente sano

212. En México la discusión en torno al derecho humano a un medio ambiente sano se centró inicialmente en la protección del derecho a la salud contra las amenazas de la degradación ambiental.<sup>170</sup> De hecho, algunas posiciones plantean que el derecho a un medio ambiente sano es una derivación del derecho a la salud (plasmado en la Ley General de Salud desde 1984).

213. Como lo explica la Organización Mundial de la Salud (OMS), la salud es un estado de completo bienestar físico, mental y social,<sup>171</sup> el cual sólo puede garantizarse en un medio ambiente sano.

214. Como elemento al derecho a un medio ambiente sano, la necesidad de tener un aire limpio adquiere relevancia cuando se revisan los efectos que un aire contaminado tiene en la salud de las poblaciones humanas, de las demás especies animales y vegetales, y de los ecosistemas. El deterioro del entorno afecta los procesos naturales que ofrecen las condiciones necesarias para que la población de la ZMVM tenga una calidad de vida adecuada y, por tanto, acceso a una serie de derechos fundamentales. Estas amenazas ocurren a nivel local, regional, e incluso a escala planetaria con el fenómeno de cambio climático y con el llamado *calentamiento global*.

215. Los últimos treinta años han servido para consolidar una amplia cartera de conocimientos técnicos, científicos, sociales y políticos relacionados con los efectos de la contaminación del aire en la salud. De esta manera, ha sido posible caracterizar muchas de las sustancias nocivas, sus procesos químicos y sus fuentes de emisión. A la par, diversos grupos de investigación<sup>172</sup> han concurrido en el tema, construyendo la relación entre la salud de las personas y la contaminación del aire, información que ha sido vital en la creación de normas nacionales de protección a la salud. Igualmente importante es reconocer que los gobiernos siguen construyendo diferentes mecanismos que intentan revertir el problema, remediarlo, y sobre todo controlarlo, para mejorar la calidad del aire que respiran las y los ciudadanos.

216. En este sentido, es necesario mencionar que a pesar de que no existen dudas en la existencia de asociaciones de los efectos derivados de la relación salud y contaminación del aire, aún hay incertidumbre respecto al alcance y magnitud del daño a la salud y al entorno natural, lo que dificulta el cálculo de costos precisos del daño ambiental (actual e histórico) y de los beneficios económicos y sociales en la reducción de contaminantes o en la protección de los recursos naturales.<sup>173</sup>

217. En el contexto del derecho humano a un medio ambiente sano y para alcanzar los objetivos del desarrollo sustentable, cuantificar los daños causados por la contaminación del aire continuará siendo

<sup>170</sup> Marina Sil Acosta, "Derechos humanos y medio ambiente", Comisión de Derechos Humanos del Distrito Federal véase en: <[http://www.cdhdh.org.mx/index.php?id=gac\\_octmarina](http://www.cdhdh.org.mx/index.php?id=gac_octmarina)>.

<sup>171</sup> Constitución de la Organización Mundial de la Salud, adoptada por la Conferencia Sanitaria Internacional, celebrada en Nueva York en 1946 y entró en vigor el 7 de abril de 1984, véase en: <[http://www.who.int/governance/eb/who\\_constitution\\_sp.pdf](http://www.who.int/governance/eb/who_constitution_sp.pdf)>.

<sup>172</sup> En el tema de los efectos de los contaminantes del aire y la salud humana en México han participado grupos de diversas instituciones como lo son: la Universidad Autónoma Metropolitana, el Instituto Nacional de Salud Pública, el Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias y el Instituto Nacional de Cancerología.

<sup>173</sup> Roberto Guimarães y Alicia Bárcena, "El desarrollo sustentable en América Latina y el Caribe desde Río 1992 y los nuevos imperativos de institucionalidad", *op. cit.*

una necesidad en la sociedad contemporánea, al mismo tiempo debe ser una prioridad del Estado y de los diferentes grupos de la sociedad la de proteger y promover la salud.

## 2. Percepción ciudadana sobre los efectos de la contaminación del aire en la salud

218. La población de la ZMVM no se ha mantenido al margen de esta problemática, al menos así lo sugieren los resultados de algunos estudios sobre percepción social en los que se concluye que la asociación entre contaminación del aire y la salud está presente en la conciencia de la mayoría de sus habitantes,<sup>174</sup> incluso los resultados demuestran que las y los ciudadanos consideran que este tipo de fenómenos ambientales trastocan su calidad de vida.<sup>175</sup>

219. No obstante, también hay un porcentaje considerable de personas que hacen referencias inexactas a los efectos de la contaminación del aire, de forma tal que aun cuando su juicio acerca de la contaminación y los efectos en salud es válido, éste se justifica con ideas subjetivas.<sup>176</sup> Esta forma de responder se asemeja a la que se discutió en el capítulo anterior, cuando las personas calificaron como “mala” o “muy mala” la calidad del aire en la ZMVM pero que desconocen el origen o las fuentes de contaminación y la magnitud de la contribución de éstas.

220. Contraria a la percepción de las personas sobre los efectos de la contaminación en su salud, la conciencia sobre los daños de la contaminación en los ecosistemas locales y sobre la relación con el cambio climático es limitada. Una explicación de esto puede ser que las sociedades en general perciben el riesgo solamente cuando este tipo de fenómenos se asocian estrechamente con daños directos a la salud y a sus pertenencias, pero se pasa aún por alto la posibilidad de que estén en juego los procesos naturales que sostienen la vida en la Tierra tal y como la conocemos.<sup>177</sup>

221. Sobre esta misma línea, y especialmente cuando se trata de bienes públicos de libre acceso como el aire, no se empiezan a tomar acciones para conservar o proteger los ecosistemas y los recursos naturales por los daños que ocasiona la contaminación, hasta que algún indicador de tipo social, cultural o político difunde la crisis y los impactos que estos ocasionan a las poblaciones humanas.

222. Actualmente la comunicación de riesgos sencillamente agrega los resultados de diversos estudios, mas no provee a las y los ciudadanos con toda la información necesaria para tomar conciencia sobre los efectos de sus acciones y sobre las medidas a tomar para contribuir a la solución del problema y protegerse de los efectos nocivos. Además, si bien los medios de comunicación favorecen la transmisión de información cuando se presentan emergencias ambientales, puede y suele haber un sesgo importante en la forma de abordar el tema sin lograr explicar la complejidad del fenómeno.

223. Toda esta problemática de percepción sugiere que la información sobre los efectos de los contaminantes atmosféricos en la salud humana y en los ecosistemas, así como la relación de esta situación con los derechos humanos, debe de difundirse con mayor medida y divulgarse en términos accesibles para la mayoría de la población, lo que requiere una labor de cooperación multidisciplinaria en el tema.

<sup>174</sup> GDF, *Ecosistema urbano y salud...*, op. cit.

<sup>175</sup> PAOT, *Evaluación de la problemática ambiental del área metropolitana de la ciudad de México*, México, véase en: <http://www.paot.org.mx/index.php?module=htmlpages&func=display&pid=96&menu=8> (visitada el 26 de agosto de 2008).

<sup>176</sup> GDF, *Ecosistema urbano y salud...*, op. cit.

<sup>177</sup> Ulrich Beck, *La sociedad del riesgo*, Barcelona, Paidós, 1998.

## B. Efectos de la contaminación del aire en la salud humana

### 1. Contexto y efectos generales

224. En el contexto internacional, los eventos de mayor impacto que evidenciaron los efectos de la contaminación del aire en la salud de la población fueron los ocurridos en Londres y en Los Ángeles a mediados del siglo XX, éstos establecieron el preámbulo de numerosas investigaciones que han hecho evidente el daño y las secuelas que provocan la presencia de contaminantes en la salud humana. La importancia que tiene este fenómeno de salud ambiental es inobjetable en la actualidad, de ahí que la Organización Panamericana de la Salud (OPS)<sup>178</sup> señale que la contaminación del aire y sus efectos sean una de sus principales preocupaciones de salud pública.

225. Otros organismos internacionales como el Banco Mundial,<sup>179</sup> han hecho énfasis en la postura de la OMS, al señalar que las emisiones de contaminantes son potencialmente dañinas para la salud y que su impacto depende del tipo de contaminante y de otras variables, como son la región geográfica, el clima, la economía o la cultura, entre otras.

226. En este sentido, en ciudades como Bangkok, El Cairo, México, Quito y Santiago de Chile, el daño a la salud se relaciona con la exposición a partículas menores a 2.5 micrómetros o al plomo. De estas ciudades, México y Santiago además cuentan con características topográficas y meteorológicas particulares que generan un problema grave de contaminación por ozono.

227. Como ya se mencionó, para el caso de la ZMVM el problema radica en que contaminantes como el ozono y las partículas continúan excediendo los estándares nacionales permisibles la mayor parte del año. La exposición de las personas a estos contaminantes resulta en efectos nocivos, los cuales van desde los síntomas simples como la irritación ocular a enfermedades respiratorias y cardiovasculares, hasta la posibilidad de que la exposición continua en el largo plazo a estos contaminantes puede acortar la esperanza de vida.<sup>180</sup>

228. La Secretaría de Salud del Distrito Federal considera que enfermedades como las infecciones respiratorias agudas, las neumonías y bronconeumonías, otitis medias agudas, conjuntivitis y el asma o estado asmático se pueden asociar con la contaminación del aire.<sup>181</sup> A continuación se presenta un cuadro con los principales contaminantes y sus efectos en la salud humana.

**Cuadro III.1 Efectos en la salud relacionados con los contaminantes del aire**

Contaminantes	Efectos en la salud
Plomo (Pb)	Una alta concentración en el flujo sanguíneo puede incrementar la incidencia de aborto en mujeres, perjudicar la función renal y aumentar la presión arterial. Puede retardar el desarrollo intelectual de los niños y afectar su comportamiento. Se absorbe más cuando el consumo de calcio en la dieta es bajo, en casos de deficiencia de hierro, cuando el estómago está vacío y cuando se es joven, de modo que los menores con escasos recursos mal nutridos son particularmente susceptibles a envenenamiento con plomo.

<sup>178</sup> Es importante mencionar que los grupos de investigación mexicanos han aportado a este organismo el resultado de los estudios realizados en este campo.

<sup>179</sup> Banco Mundial, "Ciudades en movimiento", 2002, véase en: <[http://siteresources.worldbank.org/INTURBANTRANSPORT/Resources/spanish\\_cities\\_on\\_the\\_move.pdf](http://siteresources.worldbank.org/INTURBANTRANSPORT/Resources/spanish_cities_on_the_move.pdf)>.

<sup>180</sup> GDF, *Ecosistema urbano y salud...*, op. cit.

<sup>181</sup> Secretaría de Salud Pública del Distrito Federal, Dirección de Vigilancia e Inteligencia Epidemiológica, Coordinación de Análisis e Investigación Epidemiológica, DVIE/2581/2008, México, 21 de agosto de 2008.

**Cuadro III.1** Efectos en la salud relacionados con los contaminantes del aire (*continuación*)

Contaminantes	Efectos en la salud
<i>Partículas</i> (PST, PM <sub>10</sub> y PM <sub>2.5</sub> )	Las partículas ultrafinas (PM <sub>2.5</sub> ) pueden penetrar en la parte más profunda del tracto respiratorio, causar problemas respiratorios, exacerbar el asma y dañar la función pulmonar. Las partículas derivadas del uso de diesel pueden representar riesgo de cáncer.
<i>Monóxido de carbono</i> (CO)	Inhibe la capacidad de la sangre de llevar oxígeno a órganos y tejidos. Las personas con enfermedades cardíacas crónicas pueden experimentar dolores de pecho cuando los niveles son altos. A niveles muy altos perjudica la visión, la destreza manual, la capacidad de aprendizaje y puede causar la muerte.
<i>Óxidos de azufre</i> (SO <sub>x</sub> )	Los que se emiten de fuentes vehiculares producen cambios en la función pulmonar en asmáticos y exacerba los síntomas respiratorios en individuos sensibles. Provoca tos, secreción mucosa y bronquitis crónica. Aumenta la propensión en individuos sensibles de contraer infecciones en el sistema respiratorio.
<i>Óxidos de nitrógeno</i> (NO <sub>x</sub> )	Causan cambios en la función pulmonar en asmáticos.
<i>Ozono</i> (O <sub>3</sub> )	Se asocia con disminución de la función pulmonar en individuos que hacen ejercicios entre liviano y pesado.

**Fuente:** datos del Banco Mundial, "Ciudades en movimiento", 2002 y de la OMS, "Calidad del aire y salud", 2008.

229. Adicionalmente, existen un número de contaminantes no regulados en México, que son conocidos o pueden ser potencialmente carcinogénicos. Existe una escasa documentación en la ciudad de México relacionada con el incremento en los casos de asma o afecciones respiratorias, sin embargo, se sabe que los episodios cortos de alta contaminación pueden disparar estos problemas.

230. La evaluación de los efectos de la contaminación del aire requiere el monitoreo de los contaminantes, la evaluación de la exposición, la dosimetría, toxicología y epidemiología. Debido a que la mayoría de los efectos en la salud atribuidos a la contaminación del aire también pueden ser atribuidos a una gran variedad de factores de riesgo, no es sencillo distinguir y medir los impactos reales de la contaminación, más aún cuando los seres humanos se encuentran expuestos a diversas concentraciones de una mezcla de sustancias presentes en el aire.

## 2. Evidencia de los efectos en la salud humana

231. En la población existen algunos subgrupos que son más susceptibles a los efectos de la contaminación del aire, dentro de los que se encuentran personas con problemas coronarios, asmáticos, con enfermedades pulmonares, niñas y niños y adultos mayores. Factores como la pobreza,<sup>182</sup> mala nutrición, edad, sexo u origen genético,<sup>183</sup> también influyen en el riesgo y el impacto de la contaminación del aire.

232. La frecuencia de la ocurrencia de un efecto en la salud asociado con la exposición a la contaminación del aire está inversamente relacionada con su severidad. Durante la exposición, la proporción de la población afectada por afecciones poco severas es mucho mayor que la afectada por daños más severos. Los efectos subclínicos tales como déficit temporal en la función pulmonar pueden ocurrir en la mayoría de las personas expuestas, mientras que la mortalidad podría ocurrir sólo en unos pocos. Los efectos más severos los sufren las personas más susceptibles.

<sup>182</sup> La pobreza es un factor de riesgo si se vive con una mala calidad del aire debido, entre otros aspectos, a la mala nutrición, falta de acceso a los servicios de salud, poca conciencia acerca del efecto nocivo que tiene la exposición a la contaminación, a la inadecuada protección de las viviendas ante una eventual exposición y a los altos niveles de contaminación en interiores y exteriores como producto de las actividades. Esto último hace sentido cuando se reflexiona acerca del impacto que puede tener la contaminación del aire en la salud de las personas que laboran en el comercio informal de la ZMVM o en quienes viven en situación de calle.

<sup>183</sup> OPS, *Evaluación de los efectos de la contaminación del aire en la salud de América Latina y el Caribe*, Washington, 2005.

Esquema III.1 Proporción de la población y severidad de los efectos de la contaminación del aire en la salud humana



233. Se han generado una serie de estudios con respecto a los efectos de los contaminantes en niños y adultos mayores. El Sistema Único de Información de Vigilancia Epidemiológica (SUIVE) reporta que de estos grupos de mayor riesgo, un mayor porcentaje de niñas y niños que de adultos mayores presentan las enfermedades que se pueden relacionar con la contaminación del aire.<sup>184</sup> Las niñas y niños pasan más tiempo al aire libre y respiran más rápido que los adultos, además de que su sistema inmunológico y sus pulmones se encuentran aún en desarrollo, por lo que su exposición a los contaminantes es mayor.<sup>185</sup> Según la American Lung Association y la American Academy of Pediatrics, 80% de los alvéolos pulmonares se desarrollan después del nacimiento y el desarrollo del pulmón continúa a lo largo de la adolescencia.<sup>186</sup>

234. El riesgo que corren los niños por exponerse a la contaminación del aire se ha hecho evidente en el aumento de casos de mortalidad y con el incremento del asma,<sup>187</sup> una enfermedad que puede causar efectos a largo plazo en la salud respiratoria. El caso específico de la contaminación por partículas suspendidas en el ambiente se relaciona con la aparición de enfermedades como la neumonía y la bronquitis aguda en niños,<sup>188</sup> además incrementa la posibilidad de desarrollar enfermedades como la bronquitis y la tos crónica resultado de la exposición a lo largo del tiempo.

<sup>184</sup> Secretaría de Salud del Distrito Federal, Dirección de Vigilancia e Inteligencia Epidemiológica, Coordinación de Análisis e Investigación Epidemiológica, DVIE/2581/2008, México, 21 de agosto de 2008.

<sup>185</sup> Comisión de Cooperación Ambiental (CCA), *Salud infantil y medio ambiente en América del Norte*, Canadá, 2006.

<sup>186</sup> OPS, *Evaluación de los efectos de la contaminación del aire en la salud de América Latina y el Caribe*, op. cit.

<sup>187</sup> Joel Schwartz, "Air pollution in children's health", *Pediatrics*, núm. 113, vol. 4, 2004, pp. 1037-1043.

<sup>188</sup> Cohen y Cols (2004), reportan que 3% de las muertes por enfermedades cardiovasculares se podrían atribuir a la exposición de material particulado y estiman que cerca de 31 mil muertes al año en América Latina y el Caribe se deben a esta causa.



235. En la población adulta también representa un grupo vulnerable, los estudios epidemiológicos realizados por Wilson *et al.*, (1996) y Ghio *et al.*, (1999)<sup>189</sup> con personas mayores de 65 años, reportan que éstos constituyen un grupo de riesgo debido a los posibles efectos tóxicos que tiene la exposición aguda y crónica a contaminantes. Según Schwartz (1994) y Wilson *et al.*, (1996), cuando las personas adultas padecen previamente enfermedades cardíacas o respiratorias, los resultados de la exposición a contaminantes pueden ser fatales.<sup>190</sup>

236. Ante la diversidad de variables que condicionan los efectos atribuibles a la contaminación del aire, se han desarrollado ejercicios analíticos<sup>191</sup> para integrar los estudios realizados en diversas partes del mundo y ponderar sus resultados para obtener indicadores que expliciten la relación entre una dosis de contaminante y su efecto en la salud de las poblaciones. Uno de estos ejercicios recabó estudios epidemiológicos en los que se evaluaron las enfermedades y padecimientos asociados con la exposición a ozono y a  $PM_{10}$ , realizados con la población en la ZMVM y las poblaciones en ciudades de Europa, Asia, Oceanía y América. Los resultados de este estudio ilustran la diversidad de enfermedades relacionadas con la exposición a estos contaminantes.

<sup>189</sup> GDF, *Ecosistema urbano y salud...*, *op. cit.*

<sup>190</sup> *Idem.*

<sup>191</sup> José Alberto Rosales, Víctor Manuel Torres, Gustavo Olaiz y Víctor H. Borja, "Los efectos agudos de la contaminación del aire en la salud de la población: evidencias de estudios epidemiológicos", *Salud pública de México*, vol. 43, núm. 6, noviembre-diciembre de 2001.

Cuadro III.2 Efectos en la salud asociados con la contaminación del aire

Indicador	Ozono	PM <sub>10</sub>
<b>Admisión en hospitales</b>		
Respiratoria	*	*
Cardio-cerebrovascular	*	*
Falla congestiva del corazón		*
<b>Visitas en la sala de emergencias (VSE)</b>		
Respiratoria	*	*
<b>Efectos en asmáticos</b>		
Ataques de asma	*	*
Tos sin flema en niños		*
Tos con flema en niños		*
Tos con flema y uso de broncodilatador		*
Algunos síntomas respiratorios en niños	*	
Síntomas respiratorios menores	*	
<b>Síntomas respiratorios</b>		
Síntomas en vías respiratorias superiores	*	*
Síntomas en vías respiratorias inferiores	*	*
Sibilancias	*	
Bronquitis aguda		*
<b>Enfermedades crónicas</b>		
Bronquitis crónica, casos adicionales		*
Tos crónica, prevalencia en niños		*

Fuente: modificado de José Alberto. Rosales, Víctor Manuel Torres *et al.*, “Los efectos agudos de la contaminación del aire en la salud de la población: evidencias de estudios epidemiológicos”, *Salud Pública de México*, vol. 43, núm. 6, noviembre-diciembre de 2001.

237. Los resultados muestran que un aumento en las concentraciones ambientales de los contaminantes del aire derivan también en un incremento de la asistencia a hospitales y salas de emergencia de las personas que tienen problemas cardíacos o respiratorios previos. También existe evidencia que indica que la exposición de mujeres embarazadas a contaminantes atmosféricos, se relaciona con la pérdida temprana del feto, el nacimiento prematuro de bebés o con bajo peso al nacer.<sup>192</sup>

238. Más grave aún, existen estudios<sup>193</sup> en los que se ha evaluado la relación entre la exposición y la mortalidad prematura, indican que existe evidencia entre el incremento de los niveles de PM<sub>10</sub> y el porcentaje de mortalidad de la población general, ya sea por exposición aguda o crónica.

239. De los resultados de seis estudios<sup>194</sup> sobre los efectos de las PM<sub>10</sub> en muertes prematuras en la ciudad de México, se deduce que cada incremento de 10 microgramos resulta en un incremento de 0.6% en la mortalidad total.<sup>195</sup> En otra fuente de información se indica que en la ciudad México el incremento por cada 10 microgramos de las PM<sub>2,5</sub> se relaciona con un aumento de 1.6% en la tasa de mortalidad diaria de las personas mayores de 65 años y en 6.9% la tasa de mortalidad infantil.<sup>196</sup>

240. En cuanto a los efectos del ozono en la ciudad de México, el estudio de Borja-Aburto (1998) encuentra una relación entre la presencia y concentración de este contaminante con la mortalidad cardiovascular, mas no con la mortalidad total como en el caso de las partículas. Sin embargo, en un artículo que compila estudios de distintos países, se extrapola para la ZMVM un incremento de 0.5% en muertes prematuras por cada incremento de 10 microgramos en las concentraciones de ozono.<sup>197</sup>

<sup>192</sup> OPS, *Evaluación de los efectos de la contaminación del aire en la salud de América Latina y el Caribe*, *op. cit.*

<sup>193</sup> José Alberto Rosales, Víctor Manuel Torres, Gustavo Olaiz y Víctor H. Borja, “Los efectos agudos de la contaminación...”, *op. cit.*

<sup>194</sup> Borja-Aburto *et al.*, 1997; Borja-Aburto *et al.*, 1998; Loomis *et al.*, 1999; Castillejos *et al.*, 2000; Téllez *et al.*, 2000; Levy *et al.*, 2000.

<sup>195</sup> J. S. Evans, J. Levy *et al.*, *op. cit.*

<sup>196</sup> Modificación a la NOM-025-SSA1-1993, publicada en el *Diario Oficial de la Federación* (DOF) el 26 de septiembre de 2005.

<sup>197</sup> J. S. Evans, J. Levy *et al.*, *op. cit.*

Actualmente se están desarrollando estudios para establecer la relación entre la exposición de ozono y mortalidad diaria, hasta ahora asociaciones positivas, pequeñas pero convincentes.<sup>198</sup> Este tipo de estudios tiene que estar respaldando la creación de las normas técnicas y las normas de salud que regulan la emisión y concentraciones de contaminantes en la ZMVM.

241. En términos de la incidencia de otros contaminantes en la salud humana, algunos estudios han encontrado relaciones entre el monóxido de carbono (CO) y la ocurrencia de infartos miocárdios fatales, sin embargo, la evidencia en torno a este contaminante es aún mucho menor que para las partículas y el ozono,<sup>199</sup> además de que, en los últimos seis años, en la ZMVM no se han presentado valores de CO que rebasen los estándares permisibles.<sup>200</sup>

242. Como antes se ha referido en este informe, además de los contaminantes criterio, existen en el aire urbano un centenar de compuestos orgánicos volátiles (COV), metales y otras sustancias que tienen el potencial de incrementar los riesgos de cáncer y otros efectos en la salud como reacciones alérgicas, así como las personas que desarrollan hipersensibilidad a estas sustancias sufren asma, erupciones cutáneas, estornudos, entre otros síntomas. Sin embargo, lograr una evaluación profunda de los efectos en la salud por estos compuestos es un tanto complejo, dada la variedad de estas sustancias y su baja concentración en el aire, así como por la poca evidencia en torno a sus sinergias y a sus niveles de toxicidad.

243. Un reporte de Environmental Defense Fund sugiere que se han evaluado los niveles de toxicidad de menos de 25%, de cerca de 10 mil compuestos utilizados en actividades comerciales.<sup>201</sup> De estos compuestos, debido a sus potenciales riesgos de cáncer, la USEPA considera los siguientes como los más dañinos: el benceno, la materia orgánica policíclica, el 1,3-butadieno, el formaldehído y los hidrocarburos aromáticos policíclicos.

244. Entre éstos, un contaminante que ha generado gran controversia y que actualmente está alentando la investigación sobre sus efectos a la salud humana es el benceno. Las principales fuentes de este contaminante son el humo del tabaco, los gases del tubo de escape de los automóviles, las gasolineras, las emisiones industriales, la pintura, el pegamento y algunos detergentes. En Estados Unidos de Norteamérica, la mitad de la exposición al benceno es el resultado de fumar o estar expuesto al humo del tabaco.<sup>202</sup>

245. El benceno está identificado como un cancerígeno, el riesgo de leucemia por exposición continua a altos niveles de este contaminante ha sido comprobado por varios estudios en Estados Unidos,<sup>203</sup> incluso en la Unión Europea este compuesto está regulado.<sup>204</sup> Sin embargo, actualmente algunos científicos investigan sobre los efectos de bajos niveles de benceno tanto en espacios interiores como exte-

<sup>198</sup> Organización Mundial de la Salud (OMS), *Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. Resumen de evaluación de los riesgos*, Ginebra, 2006.

<sup>199</sup> J. S. Evans, J. Levy *et al.*, *op. cit.*

<sup>200</sup> Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente (GDF/SMA), *La calidad del aire en la zona metropolitana del valle de México 1986-2006. Informe del estado y tendencias de la contaminación atmosférica*, *op. cit.*

<sup>201</sup> Roe *et al.*, 1997. Véase también J. S. Evans, J. Levy *et al.*, *op. cit.*

<sup>202</sup> Department for Health and Human Services: Agency for Toxic Substances and Disease Register, "Benzene", Atlanta, 2007.

<sup>203</sup> Environmental Health Perspectives, "Rings of Controversy around Benzene", vol. 102, núm. 3, marzo 2004, véase en: <<http://www.ehponline.org/docs/1994/102-3/focus.html>> (visitada en septiembre de 2008).

<sup>204</sup> European Commission, Institute for Environment and Sustainability, "PEOPLE: Population Exposure to Air Pollutants in Europe: Assessing the exposure to air pollution of citizens in European cities", véase en: <<http://ies.jrc.ec.europa.eu/people-project>>.

riores. Si bien aún faltan estudios epidemiológicos sobre los efectos de éste y otros compuestos orgánicos volátiles, no se debe pasar por alto el control y el cuidado en torno a los mismos.

246. En este mismo sentido de precaución es importante pensar acerca del señalamiento de la OMS que no hay un límite seguro para evitar los efectos nocivos de las partículas.<sup>205</sup> Cabría preguntar entonces, si esto aplica de la misma forma a otros contaminantes, siguiendo este argumento cabe afirmar que aún existen preguntas por responder respecto de la susceptibilidad específica de los diferentes grupos de población o la existencia de efectos sinérgicos<sup>206</sup> de los contaminantes.

247. La prevención del riesgo juega un papel relevante y debe considerarse como una prioridad de la gestión ambiental. Los efectos manifiestos y sutiles que un medio ambiente degradado y contaminado tienen sobre la salud de las personas requieren acciones colectivas por parte del Estado y de las y los ciudadanos. Estas acciones deben formar parte de la cotidianidad de los diversos sectores sociales como son los padres y madres de familia, las y los educadores, las y los tomadores de decisiones, las organizaciones de la sociedad civil, las y los profesionales de la salud, la cooperación internacional, entre otros. La conciencia ambiental debe expresarse en nuevas conductas que favorezcan el desarrollo de una responsabilidad ciudadana en torno a la defensa y protección del ambiente, así como las acciones del Estado para garantizar el derecho humano a un medio ambiente sano, el derecho a la salud y a un nivel de vida adecuado, y así alcanzar un completo estado de bienestar, físico, mental y social.<sup>207</sup>

248. Esta tarea permanente debe responder a la óptica del principio precautorio delineado en la Cumbre de Río de 1992, como un mecanismo para anticipar y prevenir los efectos que puedan tener las acciones de la sociedad contemporánea sobre los recursos naturales y las generaciones futuras. De igual manera, debe comprenderse que este deterioro atenta directamente contra el primer principio de la Declaración de Estocolmo de 1972, en el que se establece la necesidad de proteger y mejorar el medio ambiente para las generaciones presentes y futuras.

### 3. Regulación sanitaria en México

249. En México, la Secretaría de Salud federal es la entidad responsable de instrumentar, revisar y actualizar los límites permisibles que protegen a la salud humana de la exposición a concentraciones altas de contaminantes atmosféricos durante periodos de tiempo de corta o larga duración, los cuales están contenidos en las Normas Oficiales Mexicanas de Salud Ambiental (NOM-SSA1). Los contaminantes criterio que cuentan con una NOM son el ozono, dióxido de nitrógeno, monóxido de carbono, dióxido de azufre, PST, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> y el plomo (Pb).

250. Estos instrumentos tienen como vigencia un periodo de tres años con el propósito de llevar a cabo su revisión y actualización conforme a la información y hallazgos recientes en materia de identificación de riesgos y efectos a la salud. La NOM de ozono tuvo su revisión más reciente en 2002 cuando se adicionó un límite de 0.080 partes por millón (ppm), promedio de ocho horas, como complemento al límite ya existente de 0.11 ppm, promedio de una hora. En el caso de las partículas, en 2005 se llevó a cabo la integración de una NOM con los criterios para tres tipos de partículas, las partículas suspendidas totales, las partículas menores a 10 micrómetros y las partículas menores a 2.5 micrómetros.

<sup>205</sup> OPS, *Evaluación de los efectos de la contaminación del aire en la salud de América Latina y el Caribe*, op. cit.

<sup>206</sup> Sinergia: efecto provocado por dos sustancias juntas que es mayor a la suma de los efectos que produce cada uno por separado.

<sup>207</sup> OPS, *Atención primaria ambiental*, Washington, 1998.

Cuadro III.3 Normas Oficiales Mexicanas de Salud Ambiental<sup>208</sup>

Contaminante	Exposición aguda (frecuencia aceptable)	Exposición crónica (promedio anual)
Ozono (O <sub>3</sub> ) <sup>209</sup>	0.11 ppm (1 hora) ninguna vez al año 0.080 ppm (8 horas) quinto máximo anual	—
Monóxido de carbono (CO) <sup>210</sup>	11 ppm una vez al año	—
Dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> ) <sup>211</sup>	0.21 ppm una vez al año	—
Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ) <sup>212</sup>	0.13 ppm una vez al año	0.03 ppm
Partículas <sup>213</sup>	Partículas suspendidas totales (PST)	—
	Partículas menores a 10 micrómetros (PM <sub>10</sub> )	210 µg/m <sup>3</sup> percentil 98 anual
	Partículas menores a 2.5 micrómetros (PM <sub>2.5</sub> )	120 µg/m <sup>3</sup> percentil 98 anual
Plomo (Pb) <sup>214</sup>	65 µg/m <sup>3</sup> percentil 98 anual	15 µg/m <sup>3</sup>
	—	1.5 µg/m <sup>3</sup> Promedio trimestral

251. No obstante, esta revisión no se realiza la actualización en los periodos programados; un ejemplo es la NOM del monóxido de carbono que data de 1994 y que según el Proaire II debía adecuarse para disminuir el límite permisible de 11 a 9 ppm; en el caso del dióxido de azufre, plomo y dióxido de nitrógeno, la publicación de sus NOM respectivas data de 1994 y desde entonces no se han revisado.

252. En adición a lo anterior, las normas oficiales mexicanas (Nom-Semarnat, antes Nom-Ecol) que establecen el tipo de método<sup>215</sup> autorizado para la medición de contaminantes, no se han actualizado o elaborado. Un ejemplo de esta situación es la ausencia de una Nom-Semarnat para la medición de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>, por lo que el Sistema de Monitoreo Atmosférico de la ciudad de México (Simat) que vigila la calidad del aire en la ZMVM ha adoptado los métodos de referencia<sup>216</sup> y equivalentes<sup>217</sup> que establece la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA, por sus siglas en inglés). Otro ejemplo lo constituye la Nom-Semarnat del ozono, ya que la versión vigente señala como método de referencia una técnica obsoleta y para el método equivalente no establece las características para la calibración.

<sup>208</sup> Se obtienen de la siguiente forma: O<sub>3</sub> (una hora) máximo anual de promedios de una hora y O<sub>3</sub> (ocho horas) quinto máximo anual de promedios móviles de ocho horas; CO, máximo anual de promedios móviles de ocho horas; SO<sub>2</sub>, máximo anual de promedios de 24 horas; PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>, percentil 98 de promedios de 24 horas; NO<sub>2</sub>, máximo anual de promedios de una hora.

<sup>209</sup> Modificación a la NOM-020-SSA1-1993, publicada en el *Diario Oficial de la Federación* (DOF) el 30 de octubre de 2002.

<sup>210</sup> NOM-021-SSA1-1993, publicada en el DOF el 23 de diciembre de 1994.

<sup>211</sup> *Idem.*

<sup>212</sup> *Idem.*

<sup>213</sup> Modificación a la NOM-025-SSA1-1993, publicada en el DOF el 26 de septiembre de 2005.

<sup>214</sup> NOM-026-SSA1-1993, publicada en el DOF el 23 de diciembre de 1994.

<sup>215</sup> Método de referencia: Procedimiento de análisis y medición descrito en una norma oficial mexicana que debe aplicarse para determinar la concentración de un contaminante en el aire ambiente y que sirve también, en su caso, para contrastar el método equivalente, cuando éste se haya establecido por la Secretaría de Salud federal.

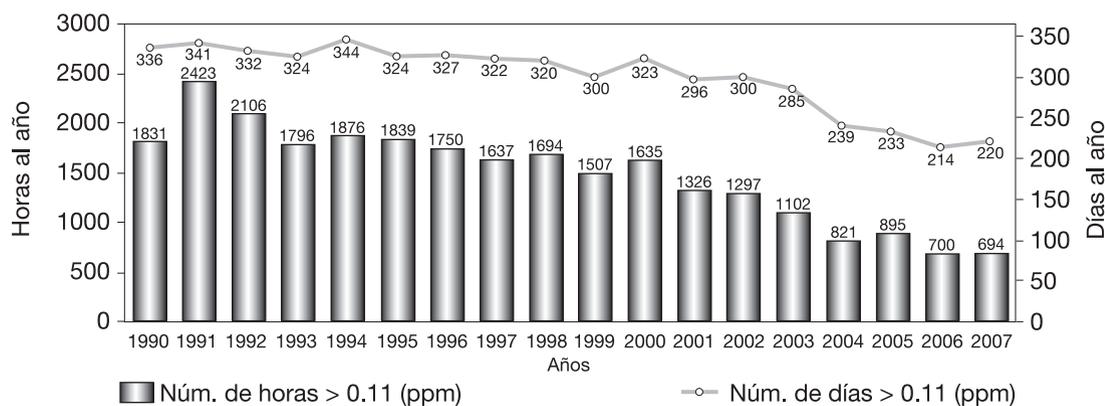
Método equivalente: Procedimiento de análisis y medición para determinar la concentración de un contaminante en el aire ambiente, señalado como tal en una norma oficial mexicana por producir resultados similares a los que se obtienen con el método de referencia, susceptible de aplicarse en sustitución de éste.

<sup>216</sup> Analizadores de alto volumen para PM<sub>10</sub> y analizadores de bajo volumen para PM<sub>2.5</sub>.

<sup>217</sup> Analizadores automáticos TEOM y Beta.

253. La revisión del estado de la calidad del aire en la ZMVM con respecto a los límites que señalan las NOM es un indicativo del riesgo que representan los contaminantes atmosféricos y que justifica la instrumentación de acciones de prevención y control para salvaguardar la salud de la población. Este riesgo aún es evidente en el caso de contaminantes como el ozono, ya que según los registros de 2007 se sobrepasó el límite de 0.11 ppm en 694 horas de un total de 220 días (40% de los días del año). A pesar de la situación de riesgo que representan estos niveles de ozono, se consideran como los mínimos históricos y se espera que los próximos años continúe disminuyendo la frecuencia de los días con niveles mayores a lo que señala la NOM.

Gráfica III.1 Ozono: horas y días al año por encima de la NOM de 0.110 ppm

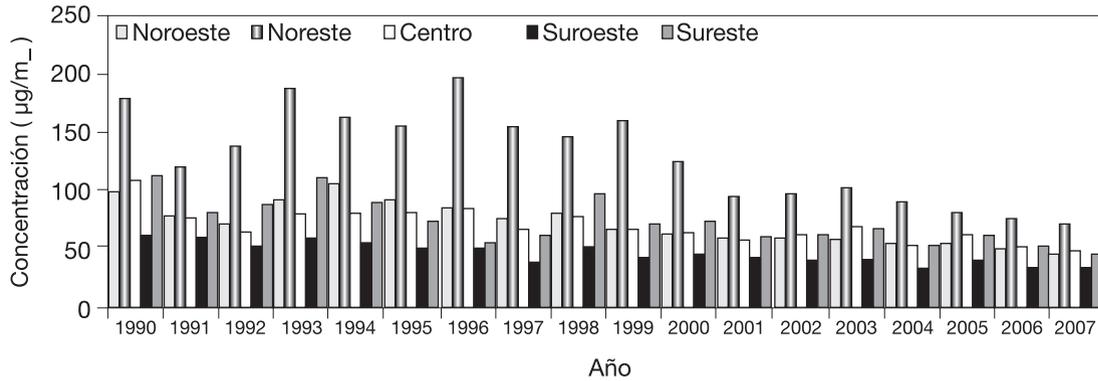


Fuente: elaborado por la Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire de la Secretaría del Medio Ambiente, 2008.

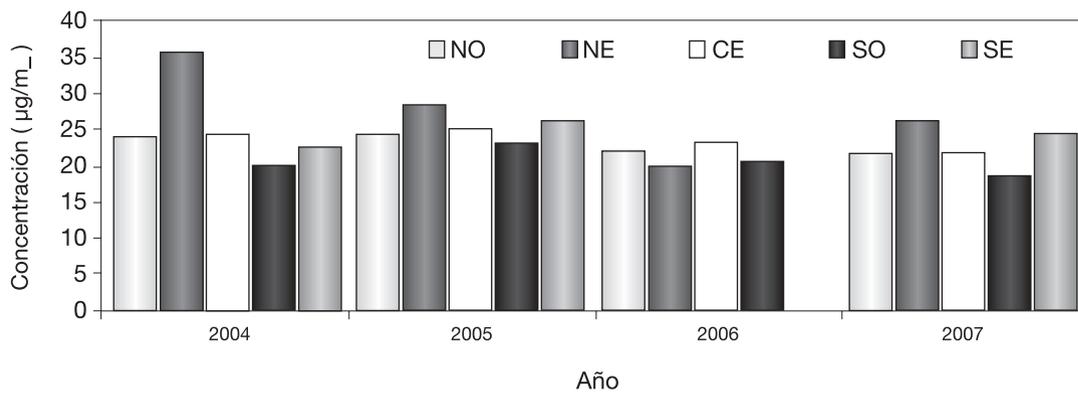
254. El estado de la calidad del aire con relación a las concentraciones de partículas suspendidas también indica que prevalecen situaciones de riesgo asociadas a los tres tipos de partículas que se registran por parte del Simat. En el caso de las PST las excedencias a su límite permisible se presentan principalmente en la región este de la ZMVM, y para  $PM_{10}$  la situación de riesgo parece concentrarse en la región noreste, sobre todo porque las concentraciones de este tipo de partículas sobrepasan el límite anual de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  que protege ante situaciones de exposición crónica. El estado que presentan las partículas finas, o  $PM_{2.5}$ , indica que prevalece una situación de riesgo en toda la ZMVM debido a que se sobrepasa el límite anual de protección por exposición crónica de  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . En 2007 el resto de los contaminantes criterio no presentaron excedencias a sus NOM respectivas, una situación que ha ocurrido desde hace años.<sup>218</sup>

<sup>218</sup> Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente (GDF-SMA), *Informe de la calidad del aire en la zona metropolitana del valle de México: estado y tendencias, 1990-2007*, México, 2008.

Gráfica III.2 Promedio anual de PM<sub>10</sub> por zona de calidad del aire



Gráfica III.3 Promedio anual de PM<sub>2.5</sub> por zona de calidad del aire



Fuente: elaborado por la Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire de la Secretaría del Medio Ambiente, 2008.

255. Vale la pena mencionar que las NOM mexicanas están muy por encima de los valores guía propuestos por la Organización Mundial de la Salud, actualización de 2005. El cuadro III.4 muestra la diferencia entre dichos estándares:

Cuadro III.4 Comparación entre las NOM mexicanas y los valores guía de la OMS para algunos contaminantes criterio

Contaminante	NOM mexicana	Valor guía OMS
PM <sub>10</sub> (promedio anual)	50 µg/m <sup>3</sup>	20 µg/m <sup>3</sup>
PM <sub>2.5</sub> (promedio anual)	15 µg/m <sup>3</sup>	10 µg/m <sup>3</sup>
O <sub>3</sub> (promedio 8 horas)	0.080 ppm	0.051 ppm
SO <sub>2</sub> (promedio 24 horas)	0.13 ppm	0.008 ppm

256. Los valores guía de la OMS son más bajos y más estrictos (algunos valores no referidos en la tabla establecen límites para la exposición aguda, es decir, en periodos cortos de tiempo). Cada valor se establece mediante una serie de fundamentos, principalmente en pruebas epidemiológicas que indican el riesgo de mortalidad y morbilidad asociado a los incrementos de las concentraciones de dichos contaminantes. Además se analiza información reciente derivada de estudios clínicos y toxicológicos.<sup>219</sup>

<sup>219</sup> OMS, *Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre: Resumen de evaluación de los riesgos*, Ginebra, 2006, véase en: <[http://whqlibdoc.who.int/hq/2006/WHO\\_SDE\\_PHE\\_OEH\\_06.02\\_spa.pdf](http://whqlibdoc.who.int/hq/2006/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf)>.

257. Si se retoma la información de los estudios citados anteriormente, en donde, por ejemplo, se expresa que un incremento de 10 microgramos en las concentraciones de  $PM_{10}$  resulta en un incremento de 0.6% de la mortalidad total, el hecho de que la NOM esté 30 microgramos por encima del valor guía de la OMS implica un riesgo mucho mayor para la población de la ZMVM en términos de mortalidad.

258. Este mismo ejercicio se puede hacer con el resto de los contaminantes para determinar los crecientes riesgos a los que se expone la población de la ZMVM por problemas de la calidad del aire, situación que pone en juego el derecho humano a un medio ambiente sano y, más grave aún, el derecho a la vida.

259. En este sentido, aunque las normas o los valores guía no ofrezcan una protección completa a todas las personas frente a todos los posibles efectos nocivos de los contaminantes del aire en la salud, la OMS insiste que debe existir un “proceso orientado a alcanzar las concentraciones más bajas posibles teniendo en cuenta las limitaciones, la capacidad y las prioridades en materia de salud pública”.

260. En concordancia con los compromisos de México en materia de los DESCA, el Estado tendrá que tomar las acciones necesarias para garantizar los derechos humanos al medio ambiente sano y a la salud, y por tanto tiene el compromiso de actualizar las NOM/SSA1 y reducir los estándares permisibles para evitar los daños a la salud y las muertes prematuras asociadas a la contaminación del aire.

#### 4. Prevención del impacto en la salud humana

261. En la ZMVM se elabora el Índice Metropolitano de la Calidad del Aire, mejor conocido como el Imeca, para informar cada hora a la población qué tan limpio o contaminado se encuentra el aire. Este instrumento está diseñado para integrar información reciente y de sencilla interpretación para cualquier persona, a lo que se adiciona su fácil consulta a través de medios electrónicos como internet, en medios escritos como el periódico (*La Jornada* en la sección Ciudad), y por el teléfono Imecatel.<sup>220</sup>

262. Esta forma de comunicar por parte del Estado es un ejercicio que fortalece el derecho a saber de los ciudadanos, proveyendo la información clave en forma oportuna, para que éstos puedan prevenir los efectos negativos de respirar un aire contaminado.

263. El Imeca se calcula para los contaminantes criterio y su cálculo está regulado en una Norma Técnica Ambiental del Distrito Federal.<sup>221</sup> Se complementa con calificativos, colores y recomendaciones para auxiliar a la población, por ejemplo: si el Imeca tiene valores entre 0 y 50 la calidad del aire se califica como *buena* y cualquier persona puede realizar actividades al aire libre debido a que el riesgo para la salud es menor. Si el Imeca de un contaminante es mayor a 100 puntos significa que hay un riesgo de afectación a la salud, ya que este valor equivale al límite que establecen las NOM.

<sup>220</sup> Imecatel: 5278 9931.

<sup>221</sup> Norma Técnica Ambiental del Distrito Federal (NADF-009-AIRE-2006), *Gaceta Oficial del Distrito Federal*, México, 2006.

**Cuadro III.5** Comunicación de riesgos a la salud en el Índice Metropolitano de la Calidad del Aire

Valores	Calificación	Color	Recomendaciones
0-50	Buena	Verde	Adecuada para llevar a cabo actividades al aire libre.
51-100	Regular	Amarillo	Posibles molestias en niños, adultos mayores y personas con enfermedades cardiovasculares y/o respiratorias como el asma.
101-150	Mala	Naranja	Causante de efectos adversos a la salud en la población, en particular los niños y los adultos mayores con enfermedades cardiovasculares y/o respiratorias como el asma.
151-200	Muy mala	Rojo	Causante de mayores efectos adversos a la salud en la población en general, en particular los niños y los adultos mayores con enfermedades cardiovasculares y/o respiratorias como el asma.
> 200	Extremadamente mala	Violeta	Causante de efectos adversos a la salud de la población en general. Se pueden presentar complicaciones graves en los niños y los adultos mayores con enfermedades cardiovasculares y/o respiratorias como el asma.

Fuente: GDF, Norma Técnica Ambiental del Distrito Federal (NADF-009-AIRE-2006), 2006.

264. Si bien el Imeca representa una fuente importante de información, pues comunica a las y los ciudadanos del riesgo que existe cada hora con respecto al estado de los contaminantes en el aire, no es suficiente para promover actitudes preventivas o proactivas en la población de la ZMVM que continúa realizando sus actividades al aire libre.

265. Como herramienta de prevención existe también el Programa de Contingencias Ambientales Atmosféricas (PCAA), con sus antecedentes en el antiguo programa diseñado por la Comisión Nacional de Ecología en 1985. Cuando los niveles de contaminación por ozono o  $PM_{10}$  (los contaminantes que constituyen un mayor riesgo a la salud por la magnitud de sus concentraciones y la frecuencia con la que exceden los límites permisibles) alcanzan valores que superan significativamente los límites de protección a la salud definidos en las NOM, se considera esta situación como una emergencia ambiental y se atiende mediante la activación del PCAA.

266. Este programa tiene tres fases: Precontingencia Ambiental, Fase I de Contingencia Ambiental y Fase II de Contingencia Ambiental. Éstas se activan para los siguientes valores Imeca por ozono y por  $PM_{10}$ :

**Cuadro III.6** Valores Imeca para la activación del PCAA

Contaminante	Fase del PCAA		
	Precontingencia	Fase I	Fase II
Ozono	Mayor a 165 puntos Imeca.	Mayor a 195 puntos Imeca.	Mayor a 245 puntos Imeca.
$PM_{10}$	Mayor a 160 puntos Imeca.	Mayor a 175 puntos Imeca.	Mayor a 245 puntos Imeca.

Fuente: GDF, Decreto por el que se expide el Programa para Contingencias Ambientales Atmosféricas en el Distrito Federal, *Gaceta Oficial del Distrito Federal*, México, 30 de junio de 2008.

267. La activación de cada fase conlleva una serie de medidas para salvaguardar la salud de la población y para corregir la situación de emergencia. Entre estas medidas se incluye la suspensión de actividades al aire libre, la prohibición de la quema de materiales, la suspensión de actividades de pavimentación y pintada, la restricción de la circulación vehicular, entre otras.<sup>222</sup> Es importante señalar que

<sup>222</sup> Para consulta de las medidas aplicables para cada fase del PCAA véase el Decreto por el que se reexpide el Programa para Contingencias Ambientales Atmosféricas en el Distrito Federal, *Gaceta Oficial del Distrito Federal*, México, 30 de junio de 2008, en: <<http://www.sma.df.gob.mx//sma/index.php?opcion=26&cid=539>>.

la fase I de Contingencia por ozono no se activa desde el 18 de septiembre de 2002, lo que revela un éxito en la reducción de las concentraciones de este contaminante.

**Cuadro III.7** Instrumentación del Programa de Contingencias Ambientales Atmosféricas, 1990-1992, 1995, 1998-2007

Fase del PCAA	1990	1991	1992	1995	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Precontingencia de O <sub>3</sub>	—	—	—	—	77	39	24	14	9	2	0	0	0	3
Precontingencia de PM <sub>10</sub>	—	—	—	—	4	0	3	0	0	1	0	1	2	0
Contingencia fase I de O <sub>3</sub>	—	2	4	5	4	3	0	0	1	0	0	0	0	0
Contingencia fase I de PM <sub>10</sub>	—	—	—	—	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0
Contingencia combinada de O <sub>3</sub> y PM <sub>10</sub>	—	—	—	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Contingencia fase II de O <sub>3</sub>	—	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Contingencia fase II de PM <sub>10</sub>	—	—	—	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Nota:** La fase de Precontingencia del PCAA no se instrumentaba antes de 1998.

**Fuente:** GDF, *Informe de la calidad del aire en la zona metropolitana del valle de México: estado y tendencias, 1990-2007*, SMA, México, 2008.

268. El incremento en el número de situaciones de Precontingencia Ambiental significa que ahora se atienden de manera preventiva situaciones que en el pasado pasaban inadvertidas o no se consideraban de riesgo, puesto que gradualmente se han disminuido los valores Imeca que activan las distintas fases. En los próximos años el PCAA deberá continuar disminuyendo sus niveles de activación para ozono y PM<sub>10</sub>, en respuesta a la disminución y control que se espera lograr de estos contaminantes, hasta alcanzar en medida de lo posible los límites que establecen las NOM.<sup>223</sup>

269. En este contexto de prevención, en los próximos años se deberán mejorar las iniciativas de comunicación de riesgos en la ZMVM y transmitir información objetiva que permita a la población comprender la problemática de la calidad del aire, así como entender que su participación es fundamental para hacer exigible y viable su derecho individual y colectivo a gozar de un aire limpio y de una buena calidad de vida. Además, se deberá continuar reduciendo los valores Imeca por los cuales se activan las fases del PCAA para asegurar la protección efectiva de la salud de la población en general y de los grupos vulnerables.

270. Lo anterior muestra la necesidad de desarrollar más herramientas informativas que sean fácilmente comprensibles y de fácil acceso para la población. Un ejemplo son los esquemas informativos que presenta la USEPA<sup>224</sup> para educar e informar acerca del asma como una enfermedad respiratoria crónica estrechamente vinculada con las condiciones de calidad del aire y que puede afectar la calidad de vida de millones de personas.<sup>225</sup>

271. Lograr difundir los riesgos y las posibles afectaciones por la mala calidad del aire de la ZMVM, puede dar pie a la creación de acciones preventivas para que las y los ciudadanos las adopten como ejercicios de justicia ambiental y de participación comunitaria para orientar procesos reales de construcción de una ciudadanía informada y consciente de sus derechos, y de las consecuencias de sus actos.

<sup>223</sup> El 30 de agosto de 2006 se llevó a cabo la revisión para disminuir las concentraciones en que se activan las diferentes fases del PCAA. Recientemente, el 30 de junio de 2008, se revisó nuevamente para ajustarlo conforme a las medidas de control de las emisiones provenientes de los vehículos automotores o fuentes móviles. Se prevé que para 2011 el valor Imeca que active la Precontingencia Ambiental será de 150 (con este valor la mayoría de la población empieza a sufrir molestias. Los grupos vulnerables sufren molestias desde los 100 puntos Imeca), véase, GDF, Decreto por el que se reexpide el Programa para Contingencias Ambientales Atmosféricas en el Distrito Federal, *op. cit.* J. S. Evans *et al.*, *op. cit.*

<sup>224</sup> USEPA, véase en: <<http://www.epa.gov/espanol/saludhispana/asma.htm>>.

<sup>225</sup> *Idem.*

272. En este contexto, la justicia ambiental debe entenderse como el trato justo y la participación significativa de las personas sin importar su raza, color, origen nacional o étnico, cultura, educación o ingreso con respecto al desarrollo y la aplicación de leyes, reglamentos y políticas ambientales. Se entiende que ninguna persona debe sobrellevar la carga de las consecuencias ambientales negativas que resultan de las operaciones industriales, urbanas y comerciales; o la ejecución de programas ambientales y políticas a nivel federal, estatal y local. La participación comunitaria significativa se alcanza cuando:

- a) Una comunidad potencialmente afectada tiene una oportunidad para participar en las decisiones sobre una actividad propuesta que afectará su ambiente y/o salud.
- b) La contribución de las personas puede influir el proceso de tomar decisiones.
- c) Las preocupaciones de las y los participantes se toman en cuenta durante el proceso de toma de decisiones.
- d) Las personas responsables de tomar decisiones deben buscar y facilitar la participación de aquellas personas y grupos que estén potencialmente afectados por sus decisiones.<sup>226</sup>

273. Este proceso de construcción social y participación ciudadana es vital en la protección del derecho humano a un medio ambiente sano y de los derechos a la salud, nivel de vida adecuado y a la justicia. El círculo virtuoso por el cual la difusión y asimilación de información precisa y de fácil comprensión genera conciencia sobre la situación y las acciones a realizar, tanto por ciudadanos como por las entidades gubernamentales, resulta tanto en la mejora de la calidad del aire de esta ciudad, como en la garantía de un “derecho difuso”, el cual requiere de la participación colectiva para lograr beneficios individuales.

### C. Impacto de la contaminación del aire en los ecosistemas

274. El deterioro de la calidad de vida por la contaminación del aire no solamente se circunscribe al impacto que causa en la salud humana, sino también implica efectos nocivos en el entorno natural, en los bosques y áreas verdes que satisfacen ciertos aspectos del bienestar y que se relacionan con el equilibrio físico y mental que otorga el mantener contacto con la naturaleza; de estos impactos, finalmente, se desprenden situaciones diversas que ponen en riesgo el acceso a varios derechos humanos. A continuación se presentan los efectos en los ecosistemas por contaminante.

**Cuadro III.8** Efectos de los contaminantes del aire en los ecosistemas

Plomo (Pb)	Este metal pesado se deposita en el suelo, después es absorbido por las raíces de las plantas que lo acumulan en cualquier parte de su estructura (raíces, tallos, hojas, frutos, semillas). Posteriormente puede ser asimilado por otros organismos (lombrices, bacterias, algas, hongos, personas, entre otros) afectando diferentes procesos en los ecosistemas y ocasionando enfermedades. Contaminan los mantos freáticos. Incrementa la susceptibilidad de las plantas a plagas y enfermedades.
Partículas (PST, PM <sub>10</sub> y PM <sub>2.5</sub> )	Están involucradas con el proceso de formación de lluvia ácida que a largo plazo impacta la biodiversidad, estructura y funcionamiento de los ecosistemas. Incrementa la susceptibilidad de las plantas a plagas y enfermedades.
Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	Las emisiones locales de esta sustancia participan a nivel global en el fenómeno del cambio climático y con los efectos asociados a éste: inundaciones, sequías, incremento en el rango de distribución de plagas, entre otros.

<sup>226</sup> PAOT, *Programa de acceso a la justicia ambiental 2008-20011*, México, 2008.

**Cuadro III.8** Efectos de los contaminantes del aire en los ecosistemas (*continuación*)

Óxidos de azufre (SO <sub>x</sub> )	Se asocia con el fenómeno de lluvia ácida que a largo plazo impacta la biodiversidad, estructura y funcionamiento de los ecosistemas. Incrementa la susceptibilidad de las plantas a plagas y enfermedades.
Óxidos de nitrógeno (NO <sub>x</sub> )	Estas sustancias participan en la formación de lluvia ácida que al cambiar el pH del suelo producen la liberación de otras sustancias que matan las raíces de las plantas. A largo plazo impacta la biodiversidad, estructura y funcionamiento de los ecosistemas. Incrementa la susceptibilidad de las plantas a plagas y enfermedades.
Ozono (O <sub>3</sub> )	Retrasa el crecimiento de los árboles. Deteriora las hojas, incide en la productividad de los cultivos. Incrementa la susceptibilidad de las plantas a plagas y enfermedades.

275. Algunos de los efectos de la contaminación del aire en la vegetación son: bandeo, moteado y amarillamiento de hojas, así como su defoliación e incluso su muerte. En el caso de la lluvia ácida<sup>227</sup> ésta puede provocar la muerte de los microorganismos que descomponen la materia orgánica del suelo y que aportan nutrientes para las plantas. Además, altera los ciclos de polinización, disminuye la resistencia de las plantas a plagas y enfermedades, reduce la disponibilidad de minerales, ocasiona la lixiviación de nutrientes e incrementa la solubilidad de metales tóxicos como el aluminio, hierro, manganeso, mercurio, plomo y cadmio.<sup>228</sup> Éstos se depositan en el suelo, son absorbidos por las raíces y se acumulan en tallos, hojas, frutos o semillas y se incorporan, finalmente, a los organismos que los consumen, causando enfermedades irreversibles.<sup>229</sup> Estos metales también propician la contaminación de las aguas superficiales y de los mantos acuíferos.

276. El impacto de la lluvia ácida sobre los ecosistemas incide a largo plazo en el deterioro de los servicios ambientales que el suelo de conservación y las áreas verdes brindan a la sociedad, como lo son: la recarga del acuífero, la captura de partículas suspendidas, la absorción de gases de efecto invernadero, la fijación del suelo para evitar la erosión, así como el valor estético y espiritual del paisaje.

277. En la ZMVM, los registros de 2007 indican que prevalecen los eventos de lluvia con niveles de pH inferiores a 5.6. Particularmente preocupantes son los niveles de pH inferiores a 4.8 que se registran en la estación de Parres, ubicada dentro del suelo de conservación. En los reportes gubernamentales se indica que en la mayoría de los años en que se ha realizado mediciones de la acidez del agua de lluvia, los valores de pH han sido predominantemente ácidos, sobre todo en la región suroeste y que en los últimos años hubo un repunte en los niveles de acidez, una situación que se identifica de riesgo para el suelo de conservación.<sup>230</sup> Además, el efecto corrosivo de la lluvia ácida en las construcciones, infraestructura y la vivienda, afecta la propiedad y el entorno de trabajo de los habitantes, nuevamente condicionando su calidad de vida.

278. La USEPA cuenta con una base informativa importante acerca de esta problemática, en su visión los daños por contaminación del aire afectan a las comunidades y las especies, impacta a la biodiversidad, la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas naturales. A pesar del carácter sistémico que

<sup>227</sup> En condiciones naturales el agua de lluvia tiene un pH de 5.6 (ligeramente ácido) debido a la presencia de ácido carbónico (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) en la atmósfera.

<sup>228</sup> Ingvar Bingman, *Acidification and Air Pollution*, National Environmental Protection Board, Suecia, 1987.  
M. E. Fenn, de L. I. Bauer, y T. Hernández-Tejeda (eds.), "Resources at Risk in the Mexico City Air Basin", en *Series Ecological Studies*, vol. 156, Nueva York, 2002; Jean Valroff, *Pollution Atmosphérique et Pluies Acides en La Documentation Française*, París, 1985.

<sup>229</sup> Irma Díaz Aguilar, "El suelo se contamina", en *Temas ambientales del siglo XXI*, México, Colegio de Postgraduados, Montecillo, 2005.

<sup>230</sup> Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente (GDF/SMA), *Informe de estado y tendencias de la calidad del aire, 2004*, México, 2005.

tiene esta visión del problema, esta agencia reconoce que todavía falta considerar otros aspectos como el valor del hábitat de las especies animales que se pierde por la degradación y deterioro del ambiente.

**Mapa III.1** Distribución de los niveles de acidez del agua de lluvia en la ZMVM en 2007



**Fuente:** GDF/SMA, *Informe de la calidad del aire en la zona metropolitana del valle de México: estado y tendencias, 1990-2007*, México, 2008.

279. En la ZMVM ha habido algunas experiencias académicas e institucionales para diagnosticar el impacto del ozono en la vegetación. En la década de los setenta se hicieron experimentos con plantas de diferentes tipos colocadas en puntos diversos de la ciudad. Como resultado las plantas de tabaco y frijol mostraron puntos blancos en el envés de las hojas, un síntoma típico asociado con la exposición a ozono. En estos experimentos también se observaron efectos que se relacionan con otros contaminantes, por ejemplo: una coloración bronce en el envés de las hojas de plantas de frijol, lechuga y espinaca que se relaciona con la presencia de peroxiacetilnitrato,<sup>231</sup> así como lesiones intervenales que se asocian con la exposición a dióxido de azufre en las plantas expuestas en las regiones donde había industrias.

280. En el caso de los estudios realizados con especies de pino del Parque Nacional del Ajusco, se reportó la presencia de bandas en las pínulas jóvenes de diferentes especies de pino, un síntoma que se asocia con la exposición a ozono, así como daños en los tejidos.

281. A mediados de los años ochenta, la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología impulsó una iniciativa para ampliar el conocimiento de este fenómeno y desarrollar las bases para el establecimiento de una red de biomonitoreo. Los resultados con plantas de tabaco confirmaron la experiencia obtenida en estudios previos, esto es, la aparición de síntomas asociados con la exposición al ozono, con variaciones en función de la especie de tabaco y la región de exposición, siendo el suroeste de la ZMVM la región donde se tipificó el mayor daño.<sup>232</sup>

<sup>231</sup> Producto químico tóxico que se forma por la combustión de otros compuestos en presencia de luz solar. Es altamente reactivo y oxidante. Irrita los ojos y es nocivo para el sistema respiratorio.

<sup>232</sup> Mónica Vietnica Alegre González, *Programa de biomonitoreo de ozono en la zona metropolitana de la ciudad de México*, tesis de licenciatura en biología, UNAM, 2005.



282. Con estos antecedentes es posible sugerir que en la ZMVM la contaminación del aire por ozono y otros contaminantes, así como por los procesos químicos que se llevan a cabo en el ambiente, representan un factor de riesgo potencial como resultado de una exposición continua durante largo tiempo.

283. Entre los fenómenos de deterioro de la vegetación de la ciudad de México que están ocurriendo hoy en día y que llaman la atención de autoridades, como la Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial (PAOT) y de la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal (GDF/SMA), se encuentra la presencia del muérdago en los árboles de las áreas verdes de la ciudad, una planta parasitaria que se aprovecha de los árboles para vivir hasta que estos mueren,<sup>233</sup> lo cual puede facilitarse debido a que los árboles tienen una mayor susceptibilidad a ser invadidos por parásitos como resultado del debilitamiento que les provoca vivir en un ambiente contaminado por ozono. Al plantear este tipo de hipótesis se considera la necesidad de establecer un estándar secundario para proteger la vegetación, similar al de la USEPA.

---

<sup>233</sup> Comunicación personal de la Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del Distrito Federal a propósito de la presentación pública de la situación del muérdago en los árboles de la avenida Mazatlán en la colonia Condesa, México, 2008.

284. Los efectos de estos problemas, tienen una estrecha relación con la seguridad humana, debido a que los alimentos, el agua, el aire limpio, la fertilidad del suelo, la disponibilidad de alimentos suficientes y libres de sustancias peligrosas, se ven impactados directa e indirectamente por la contaminación.

#### **D. Costos económicos del impacto de la contaminación del aire en la salud humana y en los ecosistemas**

285. La contaminación del aire es un agente que se asocia estrechamente con el deterioro de la calidad de vida de las personas debido a la incidencia que tiene en su salud y en su entorno ambiental. La afectación que tienen o que pueden estar padeciendo los bosques, las áreas verdes y los cultivos agrícolas de la ZMVM, el incremento de los casos de enfermedades o la muerte prematura son situaciones asociadas con la contaminación del aire que repercuten de alguna forma en la calidad de vida de sus habitantes.

286. Quienes habitan en esta urbe difícilmente pueden imaginarla sin la existencia de lugares como los bosques de Chapultepec, Tlalpan o el Ajusco, los canales de Xochimilco o los parques y jardines que caracterizan a su delegación, colonia o barrio. Este valor estético y espiritual que le atribuyen los habitantes al espacio urbano y a sus recursos naturales puede homologarse en cierta forma al valor espiritual y cultural que tienen las tierras de cultivo, los bosques y la fauna para los habitantes de Milpa Alta o Tláhuac.

287. En términos de bienestar familiar, es incuestionable el valor que tiene conservar la salud de todos y cada uno de sus miembros para evitar los momentos de malestar y dolor, la preocupación y la alteración de las actividades cotidianas de los miembros de la familia, mismas que pueden causar inconvenientes y pérdidas laborales y escolares. El valor humano y espiritual que representa para una persona o familia el hecho de que todos sus miembros estén sanos o que su entorno natural se mantenga saludable, es algo que difícilmente puede valorarse bajo la noción del mercado y la asignación de precios.

288. Sin embargo, la valoración económica de los impactos debidos a la contaminación del aire ha sido un mecanismo por medio del cual se ha intentado considerar dicho impacto para precisar la definición y selección de políticas públicas de prevención y control de la emisión de los contaminantes. La intención de estos métodos de valoración es demostrar que el gasto social que se hace al invertir en programas y acciones preventivas es menor que el gasto social que se hace para sanear sus consecuencias, técnicamente se conoce a estos instrumentos de valoración como análisis costo-beneficio.

289. Cuando se hace referencia al gasto social relativo a la atención de los casos de enfermedades respiratorias o cardiovasculares, se considera el cálculo de los gastos directos que hacen las personas y que incluye: honorarios médicos, medicamentos y análisis de laboratorio. Cuando la atención de la enfermedad se canaliza hacia los servicios de salud que proporciona el gobierno, se asume que los gastos y servicios pudieran haberse evitado o canalizado hacia otro paciente o requerimiento de atención si no hubiera existido la enfermedad relacionada con la contaminación del aire. El análisis detallado de los gastos que hacen las personas cuando se presenta este tipo de enfermedades indica que es pertinente agregar gastos relacionados o indirectos con el caso de enfermedad como transporte, alimentación fuera del hogar, pago de niñeras o enfermeras cuando los casos son de niños o adultos mayores.

290. Un aspecto relevante en materia de seguridad humana que está vinculado con el gasto que tienen que hacer las familias con menores ingresos cuando recurren a servicios médicos privados, es que la magnitud del mismo puede ser tal que sitúe a la familia en un nivel social aún más desfavorecido, quizá de la pobreza a la pobreza extrema. En este enfoque el impacto socioeconómico que causan situaciones de deterioro ambiental, puede acentuar la inequidad y la falta de oportunidades de las personas.

291. En la visión del titular de la Secretaría de Salud del Gobierno Federal (SS) durante la administración 2000-2006, la importancia de instrumentar programas sanitarios que respondieran a la desigualdad en el acceso a la atención médica y de empobrecimiento, radicaba en el alto gasto que hacen las familias mexicanas para curar sus enfermedades.<sup>234</sup>

292. Otra perspectiva del gasto social relacionado con la presencia de enfermedades es la ausencia laboral, ya sea porque el trabajador es quien presenta la enfermedad o porque algún familiar sufre el padecimiento y necesita atención, lo que resulta en una pérdida de eficiencia y productividad laboral.

293. Los gastos que hace el sector productivo también se presentan cuando las situaciones de contaminación del aire alcanzan niveles de emergencia ambiental y es necesario instrumentar el Programa para Contingencias Ambientales Atmosféricas (PCAA), en este caso, las empresas que están enlistadas en el programa y que deben reducir su productividad, mantienen inactivos a parte de sus empleados el tiempo que dura la situación de emergencia. La información recopilada en la ZMVM por medio de encuestas acerca del porcentaje de días en que la población de adultos de una región se ausentan a su centro de trabajo por diversos motivos (días de actividad restringida) o la asistencia a laborar en condiciones inadecuadas (días de actividad restringida menor) que disminuyen el rendimiento y la productividad de las personas, indica que estas situaciones tienen una mayor relación con el incremento de las concentraciones de  $PM_{10}$  y ozono.<sup>235</sup>

294. Los casos de muerte prematura por efecto o en asociación con la exposición a contaminantes atmosféricos se pueden traducir como un gasto social, con la estimación de la pérdida económica asociada con los años faltantes de su vida laboral. Este tipo de valoración económica puede ser criticada desde algún tipo de postura moral, sin embargo, es una forma más de internalizar el impacto asociado con el deterioro de la calidad del aire.

295. Un estudio sobre los beneficios a la salud derivados del control de los contaminantes revela que por cada decremento de 10% en los niveles de  $PM_{10}$  y ozono se podrían evitar mil muertes y 300 muertes prematuras respectivamente. En el caso del ozono se estima que este decremento puede reducir el número de días de actividad restringida por casi dos millones de casos.<sup>236</sup>

**Cuadro III.9** Beneficios en la salud de los habitantes de la ZMVM por la reducción de 10% de los niveles  $PM_{10}$  y ozono

$PM_{10}$	Ozono	
Mortalidad total	Mil casos/año	-
Muertes prematuras	-	300 casos/año
Actividad restringida	-	dos millones casos/año

**Fuente:** J. S. Evans, "Health Benefits of Air Pollution Control", en *Air Quality in the Mexico Megacity*, L. T. Molina y M. J. Molina, Boston, Klewer, 2002.

<sup>234</sup> Ángeles Cruz, "Cáncer y males cardiacos fuera del Seguro Popular en México", en *La Jornada*, 2 de diciembre 2002. Véase en: <[www.jornada.unam.mx/2002/12/02/044n1soc.php?origen=soc-jus.html](http://www.jornada.unam.mx/2002/12/02/044n1soc.php?origen=soc-jus.html)> (visitada el 5 de septiembre de 2008).

<sup>235</sup> GDF, *Ecosistema urbano y salud de los habitantes de la zona metropolitana del valle de México*, op. cit.

<sup>236</sup> J. S., Evans, J., op. cit.

296. En este mismo estudio tradujo estos beneficios en la salud humana a beneficios económicos. Sus resultados indican que las reducciones de 10% de los niveles de estos dos contaminantes implicarían un ahorro total de cerca de dos mil millones de dólares al año ante la reducción de  $PM_{10}$  y 200 millones de dólares al año ante la reducción de ozono. Además de demostrar la posible magnitud de los beneficios implícitos en la reducción de los niveles de los dos contaminantes más problemáticos en la ZMVM, este tipo de información es esencial para determinar estrategias de control de contaminación costo-efectivas, eficientes y bien distribuidas.

297. El valor económico del impacto que puede tener la disminución de la contaminación del aire, como una medida que justifica la instrumentación de acciones o programas para mejorar este recurso, suele estimarse en función del decremento de un contaminante en un lapso de tiempo. En un estudio realizado en la ZMVM en 2000<sup>237</sup> se evaluaron diferentes escenarios para estimar el impacto económico que tendría en 10 años la reducción del ozono y  $PM_{10}$  en estos escenarios se consideraron porcentajes de reducción de 10 y 20% e incluso un escenario de cumplimiento de la NOM de cada contaminante, en combinación con los métodos de valoración económica de pérdida de productividad, costos directos y disponibilidad a pagar. Esta combinación de métodos de valoración y de prospectivas de calidad del aire permitió desarrollar tres escenarios de valoración económica con relación a la disminución de contaminación, una valoración Alta, Media y Baja.

298. Los resultados indicaron que la disminución de las concentraciones de ozono y  $PM_{10}$  por debajo de los límites que indican sus NOM respectivas, arroja beneficios económicos anuales sustanciales y que éstos son mayores (escenario de valoración Alta) si se consideran diversos aspectos relacionados con el impacto social de este fenómeno ambiental.

**Cuadro III.10** Valoración económica de la reducción de contaminantes atmosféricos

Escenario de valoración económica	Reducción de 10% (estimación en millones de dólares)	Reducción de 20% (estimación en millones de dólares)	Cumplimiento de la NOM (estimación en millones de dólares)
Alta	1 607	3 184	7 636
Media	759	1 489	3 580
Baja	154	275	618

Fuente: World Bank, *Improving the Air Quality in Metropolitan Mexico City: An Economic Valuation*, 2002.

299. Otra opción para valorar económicamente el impacto de la contaminación del aire en la salud humana es el valor que pueden asignarle las personas al hecho de que un recurso esté en buen estado. En este caso las personas pueden estar dispuestas a pagar por evitar las situaciones, molestias e inclusive el dolor que resulta cuando un pariente enferma o muere. La respuesta a este tipo de cuestiones suele estar relacionada con factores como el ingreso de las personas y otras variables sociales.

## E. Efectos de la contaminación del aire a nivel global: el cambio climático

300. El impacto global que tiene la emisión local de contaminantes como el ozono ( $O_3$ ), dióxido de carbono ( $CO_2$ ), metano ( $CH_4$ ), óxidos de nitrógeno ( $NO_x$ ) y clorofluorocarbonos (CFC) está plenamente identificado como un fenómeno de cambio climático y de calentamiento global que ha propiciado el

<sup>237</sup> World Bank, *Improving Air Quality in Metropolitan Mexico City: an Economic Valuation*, 2002.

cambio en el balance de la radiación y el aumento gradual de la temperatura de la atmósfera. En adición, la presencia de las partículas atmosféricas puede afectar el clima al absorber o reflejar la radiación solar y alterar los procesos de formación, propiedades ópticas y eficiencia de precipitación de las nubes.<sup>238</sup> En condiciones de equilibrio, estos gases mantienen una temperatura adecuada para sostener la vida tal y como la conocemos en el planeta; sin embargo, el aumento de sus concentraciones en la atmósfera ha rebasado la capacidad de los ecosistemas terrestres y acuáticos para absorberlos. El cambio climático es el reflejo del impacto agregado que tienen los impactos locales y que representa el mayor reto para la sociedad contemporánea.

301. Diferentes grupos de investigación sostienen que si se continúa con la misma tendencia de producción de emisiones de gases de efecto invernadero, la temperatura terrestre podría elevarse entre 1.4 y 5.8° C y que en consecuencia el nivel del mar se elevaría entre 13 y 94 cm, lo que generaría cambios en los patrones climáticos, inundaciones, ampliación en el rango de distribución de enfermedades tropicales y con esto otros efectos en materia de salud pública, escasez de la producción de alimentos básicos, disponibilidad de agua potable y seguridad de asentamientos humanos e infraestructura.<sup>239</sup> Esto indica que el impacto asociado con el fenómeno del cambio climático será significativamente mayor en las poblaciones vulnerables,<sup>240</sup> como son las poblaciones en extrema pobreza y que viven en condiciones ambientales y territoriales de alto riesgo, lo que atenta con la seguridad humana y por tanto con la posibilidad de garantizar los derechos fundamentales.

302. La alerta mundial ante esta situación dio origen a la promulgación de convenios internacionales y su consolidación a través de acuerdos como el Protocolo de Kyoto,<sup>241</sup> que se aprobó en 1997, y contiene metas para que los países desarrollados disminuyan la producción de gases de efecto invernadero. La meta de la versión original de este protocolo estableció que entre 2008 y 2012 los Estados Parte deberían reducir sus emisiones en términos globales respecto a los niveles de 1990. Con la ratificación de Rusia en noviembre de 2004, el Protocolo se consideró obligatorio y se planteó que la meta de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero sólo serán posibles si se realizan cambios tecnológicos, la sustitución de combustibles fósiles y el uso de fuentes renovables de energía como la energía solar y la eólica (energía producida por el viento), además de la necesidad de instrumentar estrategias y cambios en el estilo de vida de las sociedades para hacer un uso racional de la energía y los recursos naturales (bosques, agua, áreas verdes urbanas, entre otras).

303. Aun cuando la firma de los compromisos del Protocolo de Kyoto se ha celebrado al nivel de los gobiernos federales, es necesario que se establezcan iniciativas y planes al nivel de los gobiernos locales para evitar la emisión de los gases contaminantes que originan el cambio climático y mejorar la calidad del aire, incorporando a las organizaciones sociales, las empresas y la sociedad en general como parte de este esfuerzo. Un compromiso de esta magnitud requiere que la participación social contribuya a la solución del problema.

304. Para el gobierno de la ciudad de México es importante establecer un marco institucional que promueva la mitigación y la captura de gases de efecto invernadero, con medidas específicas para el

<sup>238</sup> Mario Molina y Luisa Molina, *op. cit.*

<sup>239</sup> Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente (GDF/SMA), *Estrategia local de acción climática de la ciudad de México: acciones locales, logros globales*, México, 2006.

<sup>240</sup> *Idem.*

<sup>241</sup> Organización de las Naciones Unidas, Convención sobre Cambio Climático, 1998.

ahorro y uso eficiente de los recursos naturales; la regulación y uso eficiente de equipos, la sustitución de combustibles y la promoción de combustibles alternos, la utilización de nuevas tecnologías y fuentes renovables de energía, así como del desarrollo de acciones en el sector forestal para la captura de carbono y la conservación de reservorios.

305. El incremento, conservación y mejora de las condiciones en que se encuentran las áreas rurales y los bosques del suelo de conservación que rodean a la ciudad de México son factores fundamentales para alcanzar las metas de esta iniciativa y garantizar la sustentabilidad de esta urbe, de ahí que sea importante continuar con los esfuerzos que se han iniciado para revertir el crecimiento de la mancha urbana hacia el suelo de conservación.

306. En este sentido es fundamental fortalecer las iniciativas de este programa y atender a la población campesina para que desarrollen sus capacidades por medio de prácticas agrícolas sustentables, en la reducción o erradicación del uso de agroquímicos y plaguicidas sintéticos, en la optimización del uso del agua y en las habilidades organizativas y de autogestión. En este esfuerzo del gobierno de la ciudad de México se reconoce que las condiciones fisiográficas de la cuenca donde se asienta esta metrópoli son un factor asociado con la vulnerabilidad.<sup>242</sup>

---

<sup>242</sup> Según el Panel Intergubernamental de Cambio Climático, es la medida en que un sistema es capaz o incapaz de afrontar los efectos del cambio climático, incluso la variabilidad y los fenómenos extremos.

#### IV. Quehacer gubernamental para mejorar la calidad del aire



## A. Análisis del marco normativo en materia de calidad del aire (federal, local)

307. De conformidad con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la materia ambiental es una de aquellas en las que concurren las facultades de las autoridades federales, estatales y municipales para legislar en específico sobre la *protección al ambiente y la preservación y restauración del equilibrio ecológico*.<sup>243</sup>

308. Para el caso particular del Distrito Federal se establece que la Asamblea Legislativa gozará de facultades para legislar en materia de *preservación del medio ambiente y protección ecológica*.<sup>244</sup> Asimismo, la Carta Magna contempla la posibilidad de que el gobierno federal y del Distrito Federal suscriban convenios para la creación de comisiones metropolitanas en los casos que exista concurrencia de facultades de ambos niveles.<sup>245</sup> Éste es uno de los fundamentos legales que dan origen a la Comisión Ambiental Metropolitana (CAM) cuya operación y funcionamiento se dan en el marco de la Coordinación Metropolitana que se desarrollará más adelante.

309. Por otro lado, la gestión de los temas ambientales a nivel de las autoridades del Distrito Federal está a cargo de la Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal (SMA) que a través de la Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire (DGGCA) se encuentra a cargo de la atención específica de la problemática de la calidad del aire mediante las acciones y programas determinados por la legislación y las políticas públicas vigentes.<sup>246</sup>

### 1. Coordinación Metropolitana

310. Como ya se ha señalado, la problemática en torno a la calidad del aire no es susceptible de respetar los límites administrativos fijados por la legislación aplicable ya que el aire no respeta fronteras ni límites de esta clase, sino que responde a la dinámica de la unidad atmosférica dentro de la cual se encuentra la zona metropolitana del valle de México (ZMVM).

311. En este contexto, la Secretaría de Gobierno del Distrito Federal es la encargada de coordinar las acciones necesarias para facilitar la atención de aquellos problemas que son comunes a la ZMVM mediante la Coordinación General de Programas Metropolitanos.<sup>247</sup> Dentro de este marco el 8 de enero de 1992 se creó la Comisión para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental en la Zona Metropolitana del Valle de México,<sup>248</sup> y en 1996, se decidió fortalecer el trabajo metropolitano con la creación de la Comisión Ambiental Metropolitana, que en el marco del convenio correspondiente en 1997 se expidió el Reglamento Interno de esa Comisión que establece los detalles del propósito del establecimiento de la misma y sobre su objetivo, competencias y facultades.

<sup>243</sup> Fracción XXIX-G del artículo 73, Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

<sup>244</sup> Inciso J de la Fracción V de la base primera del artículo 122 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

<sup>245</sup> Apartado G del artículo 122 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

<sup>246</sup> Artículo 26 de la Ley Orgánica de la Administración Pública del Distrito Federal; fracción IV del artículo 7 y 54 del Reglamento Interior de la Administración Pública del Distrito Federal.

<sup>247</sup> Véase fracción XXV del artículo 23 de la Ley Orgánica de la Administración Pública del Distrito Federal; y 33 del Reglamento Interior de la Administración Pública del Distrito Federal.

<sup>248</sup> El 8 de enero de 1992 se publicó en el *Diario Oficial de la Federación* el Acuerdo Presidencial que creó a la Comisión para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental en la Zona Metropolitana del Valle de México, con el objetivo de definir y coordinar las políticas, programas, así como verificar la ejecución de las acciones que las dependencias y entidades de la Administración Pública debían emprender contra la contaminación ambiental en dicha zona.

312. Asimismo, la legislación local aplicable al Distrito Federal señala respecto al jefe de Gobierno del Distrito Federal, la o el titular de la Secretaría de Medio Ambiente del Distrito Federal, la Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial y las Jefaturas Delegacionales que en el marco de esa ley deberán prevenir y controlar la contaminación del aire.<sup>249</sup> Incluso esta legislación señala que estos aspectos de conservación y prevención se deberán considerar como de utilidad pública.

313. En el caso particular de la secretaría se establece que ésta será la encargada de llevar a cabo las acciones para prevenir y controlar la contaminación atmosférica, lo cual corresponde con la asignación orgánica de dicha función a la citada Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire. En especial, establece la obligación de esa Secretaría de contar con un inventario de emisiones sobre los contaminantes del aire.<sup>250</sup>

314. Incluso, la legislación señala que en la aplicación de la política ambiental derivada de esa normatividad, las autoridades ambientales y los ciudadanos *en corresponsabilidad deben asumir la protección de la calidad del aire*. Este aspecto tiene una relación directa con las afirmaciones y valoraciones realizadas en apartados anteriores respecto de los patrones de consumo de los habitantes, así como de los medios de transporte de los que preponderantemente hacen uso. Este aspecto está reforzado por el apartado en que la misma legislación conmina a las personas en general a realizar todas sus actividades cotidianas con los criterios de prevención.

315. De suma importancia resultan ser las normas oficiales mexicanas,<sup>251</sup> que no son de reciente creación ya que desde hace tiempo han existido mecanismos de normalización aunque con otra denominación. Las NOM han tomado un lugar preponderante en el ámbito jurídico, ya que en materia ambiental éstas tienen como finalidad establecer las características y especificaciones, criterios y procedimientos que permitan proteger y promover el mejoramiento del medio ambiente y los ecosistemas, así como la preservación de los recursos naturales. De igual forma establecen criterios y procedimientos que permiten proteger y promover la salud de las personas, animales o vegetales.<sup>252</sup>

316. Un importante instrumento de política ambiental son las normas mexicanas en materia ambiental,<sup>253</sup> las cuales son expedidas por la Semarnat, y garantizan la sustentabilidad de las actividades económicas así como el aprovechamiento también sustentable de los recursos naturales.<sup>254</sup> La expedición y modificación de las normas oficiales mexicanas en materia ambiental se encuentra sujetas al procedimiento que establece la Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN),<sup>255</sup> además son de

<sup>249</sup> Véase fracción V del artículo 1° de la Ley Ambiental del Distrito Federal.

<sup>250</sup> Véase fracción XXXVIII del artículo 9° de la Ley Ambiental del Distrito Federal.

<sup>251</sup> Las normas oficiales mexicanas son regulaciones de carácter técnico y de observancia obligatoria que establecen reglas, especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones.

<sup>252</sup> Artículo 40 fracciones X y XI de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el 1 de julio de 1992, modificada por decreto publicado en el mismo órgano de difusión el 28 de julio de 2006.

<sup>253</sup> De acuerdo con Leticia Castro Medina, quien obtuvo el primer lugar a nivel maestría en el concurso de tesis de licenciatura y posgrado otorgado por la Secretaría de Gobernación, el problema del derecho ambiental de transformar las reglas técnicas en normas jurídicas, encuentra respuesta en la eficiencia de la norma jurídico-ambiental; es decir, en las normas oficiales mexicanas en materia ambiental, en la medida en que éstas, en su contenido, regulan y evalúan los efectos de la actividad del hombre sobre el ambiente. Sólo así, se tiene como resultado una norma jurídica “técnicamente” apropiada; es decir, el dato técnico-social que permite generar una norma técnicamente adecuada desde el punto de vista social.

<sup>254</sup> Artículo 36 de la LGEEPA.

<sup>255</sup> La Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN) contempla la elaboración de las normas con transparencia y eficiencia para lo cual se establece un procedimiento uniforme por parte de las dependencias de la administración pública federal (artículo 2°, incisos a y

cumplimiento obligatorio en el territorio nacional y señalan su ámbito de validez, vigencia y gradualidad en su aplicación.<sup>256</sup>

317. En materia de calidad del aire, la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) contempla también como facultad de la Semarnat (en algunos casos en coordinación con otras dependencias) la expedición de normas oficiales mexicanas 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 determinados por la Secretaría de Salud; aquellas 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; aquellas relacionadas con la operación de los sistemas de monitoreo de la calidad del aire, para la certificación por la autoridad competente, de los niveles de emisión de contaminantes a la atmósfera provenientes de fuentes determinadas, así como aquellas que establezcan los niveles máximos permisibles de emisión de contaminantes a la atmósfera, provenientes de vehículos automotores nuevos, en planta y de vehículos automotores en circulación, considerando los valores de concentración máxima de contaminantes en la atmósfera permisible para el ser humano, determinados por la Secretaría de Salud.<sup>257</sup>

318. En este sentido, la revisión de las normas no se realiza con la periodicidad que la ley indica, lo que repercute en su actualización. Asimismo los procesos de revisión y actualización de las NOM se ven afectados por el tiempo que toma su revisión, procedimiento que en ocasiones se ve afectado por los cambios de administraciones, que deriva que una nueva administración tarde en dar continuidad al procedimiento o bien, que se reinicie el proceso lo que de igual forma resulta en un retraso en las actualizaciones o cancelaciones de las normas.

319. El proceso de elaboración de las normas oficiales mexicanas en materia ambiental corresponde al Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Protección Ambiental (CCNNPA),<sup>258</sup> es el Instituto Nacional de Ecología el órgano designado por la Semarnat para la elaboración de los anteproyectos respectivos. En la elaboración de cada proyecto además de los aspectos técnicos, se deben evaluar los aspectos económicos del sector al que va dirigido, a través del análisis de costos y beneficios potenciales del proyecto y de las alternativas consideradas.<sup>259</sup>

## B. Gestión de la calidad del aire

320. Desde los años setenta y hasta nuestros días, en la ciudad de México se han llevado a cabo esfuerzos para entender y confrontar los problemas de calidad del aire. Desde entonces los caminos esta-

c). La LFMN indica que las NOM deberán de contener, entre otros requisitos, su denominación, finalidad, grado de concordancia con las normas internacionales (artículo 41). Una vez aprobadas por el Comité de Normalización, son publicadas en el *Diario Oficial de la Federación* (artículo 47).

<sup>256</sup> Artículos 36 y 37 de la LGEEPA.

<sup>257</sup> Véase artículo 111 de la LGEEPA.

<sup>258</sup> Integrado por dependencias del sector público, industrial y académico, contando con ocho subcomités que coadyuvan al desempeño de las tareas de normalización en las materias de aprovechamiento ecológico de los recursos naturales, ordenamiento ecológico e impacto ambiental, residuos municipales, materiales y residuos peligrosos, aire, calidad del agua residual, riesgo ambiental, ruido y energía contaminante, temas transversales.

<sup>259</sup> Leticia Castro Medina, *Análisis de las normas oficiales mexicanas en materia ambiental en el marco de la normalización internacional*, tesis de maestría en derecho, Universidad Autónoma Metropolitana, México, 2007.

blecidos por las autoridades para mejorar, prevenir y controlar el problema de la contaminación del aire han dado respuestas satisfactorias, dado que la mayoría de las medidas de control han resultado en un detrimento de las concentraciones de algunos de los contaminantes criterio.

321. La creación de normas, instituciones y leyes para atender los asuntos ambientales indican un gran avance, por ejemplo, la contaminación del aire ha podido reducirse si se identifican y se controlan las fuentes de contaminantes.

322. En la mayoría de los asuntos ambientales, sin embargo, el manejo de los temas es fragmentario<sup>260</sup> por lo que el alcance de las estrategias puede ser discutible, sobre todo en el tenor del derecho humano a un medio ambiente sano, ya que la población de la ZMVM sigue viviendo con una calidad del aire aún cuestionable puesto que las concentraciones de contaminantes como el ozono y las partículas suspendidas siguen rebasando los límites permisibles la mayor parte del año.<sup>261</sup>

323. En términos de garantizar el acceso al derecho humano a un medio ambiente sano y la seguridad humana en materia de calidad del aire, para tener un aire limpio y una mejora total de los problemas ambientales de la metrópoli es necesario no sólo controlar las emisiones y conocer las fuentes, sino establecer compromisos y acciones con los ciudadanos en el ámbito metropolitano que promuevan cambios en lo político, económico, social y en los estilos de vida (particularmente al consumo de energía y a la mejora del transporte público), así como trascender las necesidades individuales por los beneficios colectivos.

### 1. Estrategias de gestión

324. Como antecedentes, vale la pena mencionar que en México, durante la década de los setenta, se institucionaliza la gestión de la problemática ambiental. La entonces Secretaría de Salubridad y Asistencia Pública era la encargada de generar el conocimiento sobre la contaminación del aire, y tenía como facultades la prevención y el control de la contaminación, principalmente la emitida por el sector industrial.<sup>262</sup>

325. Al inicio de los años ochenta, la creación de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (Sedue) impulsó de manera definitiva las capacidades de manejo de la calidad del aire. Un número importante de profesores universitarios fueron reclutados por la nueva agencia gubernamental, quienes, en coordinación con consultores y funcionarios internacionales, instalaron y operaron la primera Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA) en la ciudad de México, así como promulgaron los primeros estándares en materia de calidad del aire y de la construcción de un índice cuantitativo y un sistema de información al público.

326. Al mediar la década de los ochenta, estos especialistas testificaron problemas exacerbados de contaminación del aire en la ciudad de México, al punto que al comienzo de 1988 se declararon las primeras contingencias. Las concentraciones de ozono alcanzaron niveles de entre 0.4 y 0.5 partes por

<sup>260</sup> GDF/SMA, *Gestión ambiental del aire en el Distrito Federal: avances y propuestas 2000-2006*, op. cit.

<sup>261</sup> GDF/SMA, *La calidad del aire en la zona metropolitana del valle de México 1986-2006*, op. cit.

<sup>262</sup> José Luis Lezama, *Aire dividido: crítica a la política del aire en el valle de México*, México, El Colegio de México, 2000.

millón (más de 400 puntos del Imeca), mientras que las partículas suspendidas totales llegaron a niveles extremos en combinación con elevadas concentraciones de óxidos de azufre.

327. Este estado de emergencia tuvo como efecto inmediato movilizar a la opinión pública: por primera vez en la historia de nuestro país grupos de ecologistas incipientemente organizados convocaron manifestaciones en la vía pública, demandando una respuesta por parte de las autoridades. En 1986 el gobierno respondió con una serie de acciones preliminares: las 21 acciones para reducir la contaminación del aire y las 100 medidas necesarias, puestas en marcha entre 1986 y 1987. En éstas se incluyeron medidas como la promoción de tecnologías menos contaminantes para las fuentes móviles y estímulos fiscales para la utilización de equipos anticontaminantes, así como nueva reglamentación y normatividad para el control de las emisiones para las fuentes fijas. También se describieron recomendaciones para dejar de usar el automóvil, ampliar y promover el uso del transporte eléctrico o el Metro, así como para reubicar a las personas para disminuir la distancia y los viajes entre su casa y centro de trabajo, pero para estas medidas no se explica el cómo se llevarían a cabo.<sup>263</sup>

328. Las acciones dirigidas tanto a las fuentes fijas como a las móviles, sustentadas en un amplio proceso de investigación médica y académica, dieron origen a la sustitución del combustóleo con alto contenido de azufre por gas natural en las termoeléctricas y la reducción del contenido de plomo<sup>264</sup> en la gasolina (véase gráfica IV.3). Petróleos Mexicanos reformuló las gasolinas, abatiendo gradualmente el contenido de plomo, con la sustitución de compuestos oxigenados, compuestos aromáticos y otros hidrocarburos.<sup>265</sup>

329. Hacia el final de la década de los ochenta creció la sensibilidad y conciencia del público frente al problema, lo que impulsó la aplicación de nuevas acciones. Un grupo importante de organismos no gubernamentales ecologistas lanzaron la iniciativa voluntaria “Un día sin auto”, la cual fue apoyada por las autoridades de la ciudad para evolucionar años más tarde y constituirse en el programa Hoy No Circula como una restricción obligatoria<sup>266</sup> a la circulación vehicular en la ZMVM.

330. Dados los buenos resultados del programa Hoy No circula, que originalmente iba a ser instalado solamente a causa de las inversiones térmicas, se mantuvo de manera permanente. No obstante los logros en la aplicación de la medida, surgió una gran polémica entre la población por la restricción al uso del automóvil.

331. Mientras tanto, las autoridades ambientales federales construyeron el Primer Inventario Oficial de Emisiones para la ciudad de México, el cual mostró que la mayoría de los contaminantes primarios que dan origen al ozono son emitidos por los vehículos, a pesar de la amplia percepción de la población que atribuye el grueso del problema a las fuentes industriales. En contraste, las conclusiones de este inventario de emisiones en materia de partículas suspendidas fueron poco concluyentes, lo que rezagó el diseño de políticas adecuadas para estos contaminantes.

<sup>263</sup> *Idem.*

<sup>264</sup> GDF/SMA, *Gestión ambiental del aire en el Distrito Federal: avances y propuestas 2000-2006, op. cit.*

<sup>265</sup> De acuerdo con algunas opiniones, a pesar de la disminución en las concentraciones de plomo, los compuestos sustitutos incitaron una mayor reactividad fotoquímica en la atmósfera, algo que pudo haberse traducido en concentraciones más elevadas de ozono.

<sup>266</sup> El programa Hoy No Circula paralelamente estableció por primera vez un programa piloto de inspección y mantenimiento (verificación para los vehículos privados), véase, GDF/SMA, *Gestión ambiental del aire en el Distrito Federal: avances y propuestas 2000-2006, op. cit.*

## 2. Programas y políticas públicas

332. Los programas para mejorar la calidad del aire constituyen uno de los instrumentos esenciales desarrollados para revertir las tendencias del deterioro de la calidad del aire en las principales ciudades de México. Estos instrumentos han incorporado medidas concretas para el abatimiento y control de las emisiones de contaminantes y se fundamentan en la relación existente entre la emisión de contaminantes por las fuentes que los producen y el impacto que ocasionan en la calidad del aire y en la salud de las personas.

333. A partir de la creación de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (Semarnap), ahora Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), se definieron las tareas y enfoques de dicha Secretaría y del Instituto Nacional de Ecología (INE) en materia de gestión de calidad del aire en el país.

334. En este contexto institucional se definieron como líneas de trabajo desarrollar programas que contribuyeran al mejoramiento de la calidad del aire en las zonas metropolitanas prioritarias y en ciudades de la frontera en coordinación con las autoridades locales, así como continuar con la normalización de las actividades productivas y de los vehículos automotores para prevenir y controlar sus emisiones de contaminantes.

335. Desde entonces y hasta hoy en día, la gestión del aire en la ZMVM se lleva a cabo con elementos de medición y evaluación como lo son el monitoreo atmosférico, los inventarios de emisiones y el empleo de modelos para simular escenarios y efectos de estrategias de prevención y control. Los programas representan el centro del esfuerzo público por mejorar la calidad del aire y dirigen sus acciones a evitar y disminuir la emisión de contaminantes de fuentes móviles y fijas.<sup>267</sup> Sin embargo, el sentido de las estrategias adoptadas ha atendido parcialmente el problema, pues no incentivan la búsqueda de soluciones participativas que faciliten la distribución de responsabilidades entre las y los habitantes de la metrópoli, por lo que aún prevalece el riesgo de vivir en un espacio contaminado.

**Cuadro IV.1** Programas y acciones para mejorar la calidad del aire en la ZMVM

Programas e instrumentos de gestión	Medidas
Monitoreo atmosférico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México (Simat): vigila de manera continua los niveles de contaminación.</li> <li>• Evalúa el impacto de las políticas y comunica los riesgos asociados a la calidad del aire.</li> </ul>
Inventario y modelación de emisiones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifica las estrategias efectivas para el control de las emisiones.</li> <li>• Evalúa los escenarios tecnológicos y sociales para el establecimiento de políticas públicas y proyectos.</li> </ul>
Verificación vehicular	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Induce el mantenimiento preventivo o correctivo de los vehículos.</li> <li>• Facilita la operación y administración de acciones como el Programa Integral de Reducción de Emisiones Contaminantes (PIREC) o sustitución de convertidores catalíticos, el programa Hoy No circula, uso de combustibles alternos, la autorregulación de vehículos a diesel, y el sistema automatizado para el control de los verificentros.</li> </ul>
Programas de Contingencias Ambientales Atmosféricas (PCAA)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las emergencias ambientales se atienden con el establecimiento de contingencias ambientales atmosféricas fijadas en diferentes puntos del Imeca para ozono y PM<sub>10</sub>.</li> </ul>

<sup>267</sup> GDF/SMA, *Gestión ambiental del aire en el Distrito Federal: avances y propuestas 2000-2006*, op. cit.

### 3. Programa Integral contra la Contaminación Atmosférica (PICCA)

336. En 1990 fue diseñado y presentado el primer Programa Integral contra la Contaminación Atmosférica (PICCA) como un plan sistemático para combatir la contaminación del aire de la ZMVM, este programa involucró a diferentes actores institucionales relacionados con el problema: como el Departamento del Distrito Federal, el Gobierno del Estado de México, gobiernos municipales de la zona conurbada, Instituto Mexicano del Petróleo, Comisión Federal de Electricidad, Secretaría de Hacienda y Crédito Público, Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología y Secretaría de Salud. También se contó con el apoyo de agencias internacionales y científicos como la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, la Agencia de Cooperación Internacional de Japón, la Entidad de Control Técnico de Alemania, el Banco Mundial, el Banco Interamericano de Desarrollo y especialistas de Francia, Inglaterra y Canadá.

337. El PICCA justificó sus medidas en las crisis ambientales de los ochenta ya mencionadas y en las experiencias norteamericanas. Sus principales componentes incluían la introducción de gasolina sin plomo y diesel con bajo contenido de azufre, control de emisiones evaporativas en el almacenamiento de combustibles, restricciones a la circulación y verificación obligatoria para todos los vehículos registrados en la ciudad, instalación obligatoria de convertidores catalíticos en todos los autos nuevos, uso de gas LP en vehículos comerciales, uso de gas natural en plantas termoeléctricas en sustitución del combustóleo y controles en las emisiones de óxidos de azufre en la refinería de Azcapotzalco.

338. Con este programa se lograron mejoras graduales en la calidad del aire, principalmente respecto de contaminantes como el plomo, el dióxido de azufre y el monóxido de carbono. Es de destacarse un programa de contingencias para combatir episodios extremos de concentración de ozono, el cual incluía restricciones al tránsito vehicular y limitaciones a la actividad industrial. También por medio del PICCA fue posible lograr la convergencia de responsabilidades institucionales en una instancia coordinadora que adoptó la forma de Comisión Metropolitana,<sup>268</sup> la cual fue creada por decreto presidencial el 17 de septiembre de 1996.

339. Esta Comisión fue la semilla de un nuevo arreglo institucional que evolucionó gradualmente hasta incorporar a otras entidades gubernamentales e incluso a instituciones académicas y organismos no gubernamentales y representantes del sector privado, en un dinámico Consejo Consultivo. Hacia mediados de los años noventa esta comisión modificó su estatuto legal, transformándose en un acuerdo de coordinación formal entre el Distrito Federal y el Estado de México con la participación del gobierno federal.

340. Dentro del PICCA se incluyeron acciones relativas a la reforestación y al transporte público, que tuvieron alcances muy limitados. En lo que respecta al transporte, fueron sustituidas la mayor parte de las combis por nuevos minibuses, los cuales estaban equipados con convertidor catalítico. Sin embargo, los conflictos institucionales, políticos y gremiales sobre los que se desarrolló el sistema de transporte urbano de la ciudad de México frenaron en gran medida las acciones relativas a las fuentes móviles.

<sup>268</sup> Previo a la Comisión Metropolitana, existía la Comisión para el Control de la Contaminación Ambiental, creada el 8 de enero de 1992.

341. Finalmente, es preciso advertir que las medidas adoptadas en la ZMVM en los primeros años de la década de los noventa y en el contexto del PICCA estuvieron rezagadas por el crecimiento en el número de vehículos automotores y por la sobrevivencia de una flota vehicular vieja y tecnológicamente obsoleta. Ésta fue y sigue siendo responsable de una mayor proporción de las emisiones totales de los precursores del ozono, de las partículas menores a 2.5 micrómetros y del monóxido de carbono.

342. En el mismo sentido, la participación ciudadana es un aspecto ausente en los distintos momentos de la ejecución de éste y de los siguientes programas, a pesar de que en la planeación se menciona. En la práctica, la visión gubernamental pretende involucrar al ciudadano en la aplicación de las soluciones sólo a nivel del discurso o de manera tangencial como sujetos que por medio de las acciones de verificación vehicular (por ejemplo) participan en la solución del problema o a nivel instrumental para legitimar las acciones gubernamentales como la creación de una ventanilla única para recibir quejas, sin tener en cuenta que de esta forma es difícil establecer estrategias de responsabilidad compartida.

#### 4. Programas para mejorar la calidad del aire en el valle de México (Proaire)

343. El Proaire nace en 1996 en un contexto en donde el problema de la degradación ambiental se contempla ya a nivel institucional, jurídico y, hasta cierto grado, en la conciencia social. Para este entonces, la medición de los contaminantes es más precisa, existen más y mejores conocimientos con respecto a los contaminantes y sus efectos en la salud humana, se avanza en la comprensión de la incidencia de los factores meteorológicos en la calidad del aire en la ZMVM, así como se suma a la solución del problema la efervescencia ecologista, producto de la Cumbre de Río de 1992.<sup>269</sup>

**Cuadro IV.2** Principales rubros del Proaire

Tipo de medidas: visión de mediano y largo plazo	
Atención a fuentes de contaminación de forma costo-eficiente	
Transformación del transporte público	Verificación vehicular
Vialidad	Programas de inspección y vigilancia
Calidad de los combustibles	Contingencias
Ordenamiento urbano	Educación ambiental
Modernización del parque vehicular	Reforestación y pavimentación

##### a) Proaire 1995-2000 (Proaire I)

344. Este programa se dio a conocer en marzo de 1996, en un contexto en el que los problemas de calidad del aire eran visualizados como algo técnico, sin embargo, en éste se intentaron vincular, en una visión sistémica, aspectos acerca de los procesos de conectividad urbana relacionados con el transporte y los usos del suelo, considerando las nuevas ideas surgidas en la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) sobre la sustentabilidad urbana. Con este programa no sólo se continuó con las acciones iniciadas por el PICCA, sino que se intentó ampliar las políticas urbanas y de transporte con instrumentos de control de emisiones.

345. El Proaire I tuvo como objetivo principal reducir las concentraciones pico y promedio de ozono, con la finalidad de disminuir el riesgo a la salud asociado con la exposición a corto y largo plazo a este contaminante. Para lograrlo incorporó medidas concretas, cuya aplicación se esperaba que elimina-

<sup>269</sup> José Luis Lezama, *op. cit.* También, GDF/SMA, *Gestión ambiental del aire en el Distrito Federal: Avances y propuestas 2000-2006, op. cit.*

ran 50% de las emisiones de hidrocarburos, 40% de óxidos de nitrógeno y 45% de partículas suspendidas de origen antropogénico para el año 2000. También presentó un diagnóstico más comprensivo sobre los factores que provocan la contaminación del aire, abarcando el comportamiento fisicoquímico de las sustancias, la dinámica meteorológica, la estructura y los procesos urbanos, las pautas de consumo y los agentes sociales.<sup>270</sup>

#### Cuadro IV.3 Las estrategias propuestas por el Proaire I

1. Mejoramiento e incorporación de nuevas tecnologías en la industria y los servicios.
2. Mejoramiento y sustitución de energéticos en la industria, los servicios y vehículos automotores.
3. Oferta amplia de transporte público seguro y eficiente.
4. Integración de políticas metropolitanas: desarrollo urbano, transporte y medio ambiente.
5. Aplicación de incentivos económicos.
6. Inspección y vigilancia industrial y vehicular.
7. Incremento y promoción de información y educación ambiental y participación social.

346. Por primera vez, en este tipo de programas se plantearon objetivos cuantitativos en materia de calidad del aire a través de un horizonte de tiempo definido, que se basó en un conjunto de metas, estrategias e instrumentos orientados a la industria, los vehículos, la planeación del desarrollo urbano y al transporte público. Incluyó algunos fundamentos de análisis económico, complementario a los enfoques regulatorios tradicionales, sobre la demanda de combustibles y la utilización de vehículos, así como la consideración de medidas referidas al precio de la gasolina y a incentivos fiscales. Cabe destacar que se contempló de manera detallada en este plan al tema del gas LP y de su papel como inductor importante de los problemas de ozono. También se incorporaron normas de emisión de contaminantes con umbrales permisibles cada vez más estrictos.

347. Como resultado de este programa, durante el periodo de su gestión se registró nuevamente un avance en la contención y reducción de los niveles de contaminantes del aire en la ZMVM, a pesar del continuo crecimiento de la población, del número de vehículos y del ritmo de actividad económica. No obstante, la evaluación de sus resultados desconsideró las metas cuantitativas contempladas en su diseño y nuevamente la inclusión de factores sociales en la solución del problema se mantuvo al nivel discursivo.

348. Por ejemplo, se alude a los agentes sociales como usuarios de bienes y servicios, pero no desde una perspectiva de consumo, como agentes responsables de la degradación ambiental. Por tanto, no se reflexiona sobre la responsabilidad compartida entre Estado y sociedad para resolver el problema. En términos del derecho humano a un medio ambiente sano, este rezago mina la cotitularidad del derecho, así como la necesidad de involucrar a todos los actores en la conservación de los recursos naturales hacia la garantía a un medio ambiente limpio y por tanto a un nivel de vida sano.

#### *b) Proaire 2002-2010 (Proaire II)*

349. Cuando el Proaire I concluyó en el año 2000, las autoridades ambientales iniciaron el diseño de un programa que diera continuidad a las acciones emprendidas para el mejoramiento de la calidad del aire y con un horizonte de largo plazo. El nuevo programa se denominó Proaire 2002-2010 (Proaire II) y se orientó con el mismo propósito de mejorar la calidad del aire para proteger la salud humana.

<sup>270</sup> Departamento del Distrito Federal/Gobierno del Estado de México/Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca/Secretaría de Salud, Programa para Mejorar la Calidad del Aire en el Valle de México 1995-2000, México, 1996.

350. Las acciones consideradas en este programa se basaron en el Inventario de Emisiones de la ZMVM de 1998, así como las proyecciones y escenarios de calidad del aire para el 2010, sobre todo para los niveles de ozono. También con este inventario fue posible elaborar un recálculo de los inventarios de años anteriores (1994 y 1996), a fin de comparar la evolución de las emisiones (*véase* gráfica IV.1).

351. De esta forma las acciones y programas del Proaire II se orientaron al mejoramiento y la modernización del transporte, la regulación ambiental del desarrollo urbano, la producción de bienes y servicios limpios, la modernización tecnológica para el control de las emisiones, así como la prevención, restauración y conservación de los recursos naturales.<sup>271</sup>

352. En el Proaire II también se describe que es necesario considerar que el mejoramiento de la calidad del aire requiere de la integración de todos los sectores de la economía y de la sociedad, generando una responsabilidad compartida entre los diferentes niveles, organizaciones e intereses involucrados. Aunado a lo anterior, recomienda generar un proceso de aprendizaje que comparta experiencias, capacitación, educación, trabajo interdisciplinario, participación comunitaria y desarrollo de una cultura ambiental de la corresponsabilidad.<sup>272</sup>

353. Al igual que en los anteriores programas, en el Proaire II es posible cuantificar las reducciones de los contaminantes criterio en la ZMVM y enunciar así el avance de las acciones que contribuyen a la reducción de los mismos, como el número de convertidores catalíticos sustituidos, el de unidades vehiculares renovadas, el de estaciones de servicio que cuentan con la tecnología para recuperar vapores, el cálculo de la disminución de combustibles asociados a la disminución del tiempo de recorrido por la generación de obras viales, sólo por mencionar algunas.

354. Sin embargo, están ausentes los mecanismos para evaluar el avance de las otras medidas que se establecen en el Proaire II, y que tienen una estrecha relación con los aspectos más subjetivos de la contaminación ambiental, más allá de reportar el total de acciones realizadas en temas como la percepción de las personas con respecto a su contribución cotidiana a las emisiones contaminantes, o el nivel del impacto en el cambio cultural relacionado a la percepción del deterioro ambiental que debería generar acciones individuales y resultados comunes, así como evaluar cuantitativamente el impacto real de este tipo de medidas.

355. Por otro lado, un acierto de los Proaire ha sido el incorporar esquemas complementarios de participación voluntaria en el sector industrial, como son las auditorías ambientales, los convenios de autorregulación y, en general, todas aquellas prácticas que van más allá del estricto cumplimiento de las normas obligatorias. En el caso de los automotores, los programas de restricción vehicular durante las contingencias ambientales han servido como estrategias para propiciar la renovación del parque, al incentivar su exención cuando los vehículos son menos contaminantes.

356. En este sentido, una medida importante, producto de la gestión metropolitana es el Programa de Contingencias Ambientales Atmosféricas (PCAA). El programa consiste en accionar una serie de medidas restrictivas en los sectores generadores de emisiones para reducir los niveles elevados de con-

<sup>271</sup> GDF, *Gestión ambiental del aire en el Distrito Federal: avances y propuestas 2000-2006*, *op. cit.*

<sup>272</sup> Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Secretaría del Medio Ambiente/Gobierno del Distrito Federal/Secretaría de Ecología/Gobierno del Estado de México/Secretaría de Salud, Proaire, 2002-2010. *op. cit.*

taminación del aire. La aplicación del plan de contingencias cesa cuando los niveles de contaminación disminuyen por debajo de los 150 puntos para ozono o partículas, sin embargo, estos niveles siguen estando aún por encima de los puntajes establecidos en las normas ambientales mexicanas.

357. En este programa se contemplan los mecanismos voluntarios para que las empresas que consuman combustibles limpios, posean o instalen equipos eficientes de combustión y de control de emisiones, o que lleven a cabo programas de prevención de la contaminación para quedar exentas de participar en caso de contingencia. Para los nuevos criterios de participación o exención de las industrias se consideró dar un trato preferencial a aquéllas que usan como combustible gas natural o gas LP, lo cual motivará a cambiar el combustible a las que aún consumen líquidos o sólidos.

358. En el actual PCAA de la ZMVM participan 450 industrias, tanto de jurisdicción local como federal, las cuales reducen de 30 a 40% de su actividad durante la fase I, y hasta 50% en la fase II. Se espera que con el nuevo programa el número de industrias que participen en contingencia sea alrededor de 684 industrias.

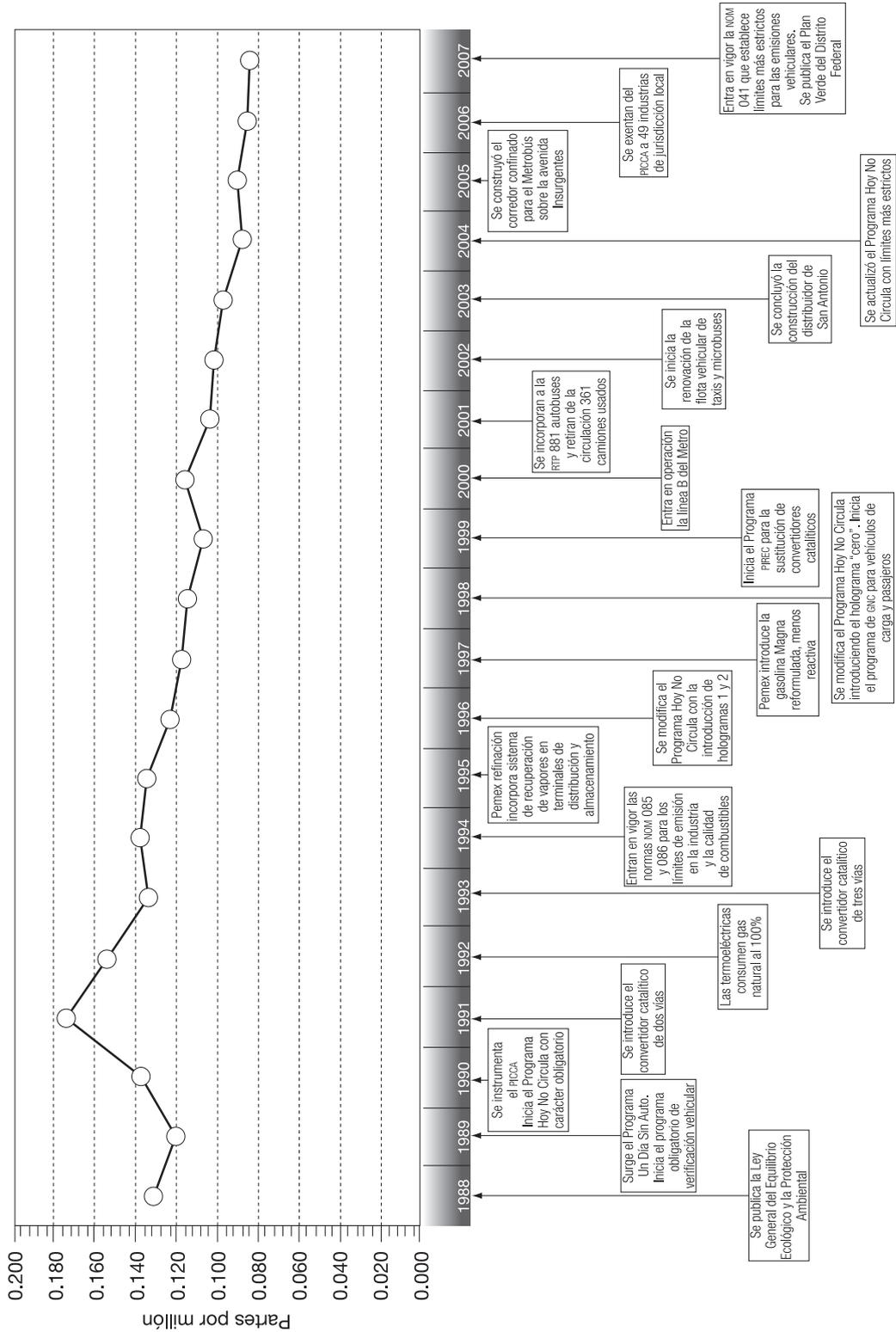
359. En términos generales, la gestión en el marco del Proaire II ha avanzado porque existen normas, equipamiento y estudios de impacto, pero principalmente porque, como hemos visto en los últimos años, diversos esfuerzos permitieron mejorar la calidad del aire en la ZMVM. Los índices de plomo, monóxido de carbono y dióxido de azufre se han reducido (*véanse* gráficas IV.2 y IV.3) hasta mantener las concentraciones en la atmósfera por debajo de las normas de salud. Por otro lado, se ha registrado una ligera reducción de los picos y promedios anuales de las concentraciones atmosféricas de ozono, lo que se ha traducido en un menor número de contingencias ambientales.<sup>273</sup> Es importante mencionar que la ZMVM ha tenido un comienzo muy promisorio al reconocer y aceptar el reto de sanear el aire que respiran sus habitantes, aun sin contar con grandes recursos financieros.

360. Sin embargo, sus alcances en el ámbito social apuntan a la ausencia de una cultura de la prevención: los ciudadanos se sienten invulnerables, rechazan la modificación de su estilo de vida, piensan que un desastre no los afectará de manera personal, creen que los beneficios son mayores que el riesgo y por tanto es difícil cambiar su opinión. Por ejemplo, en lo que respecta al uso del automóvil privado y a la cantidad de emisiones que éste produce, la tendencia indica que incrementará su consumo. No obstante, las personas sí identifican a la contaminación del aire como el principal problema ambiental de la ZMVM, cuando los expertos lo califican en el número siete.<sup>274</sup> Esta falta de conciliación entre las percepciones, opiniones y actitudes tanto de la sociedad como del Estado tendrán que ser saneadas para aminorar los problemas de la calidad del aire de la ciudad de México y para fomentar la exigibilidad y la garantía del derecho humano a un medio ambiente sano.

<sup>273</sup> GDF/SMA, *Programa de protección ambiental del Distrito Federal 2002-2006*, México, 2002.

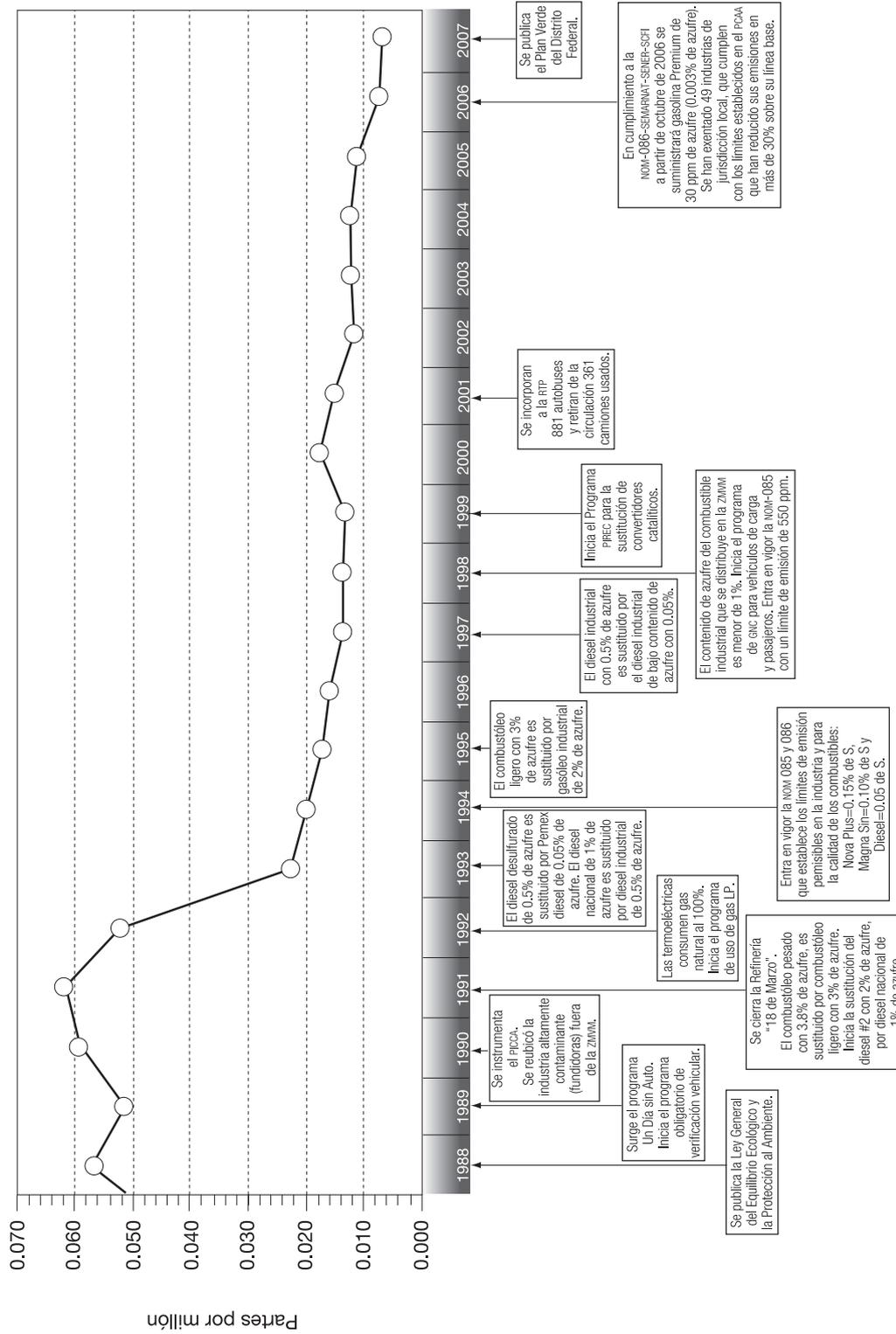
<sup>274</sup> Javier Urbina Soria, Conferencia Riesgos Psicosociales por Contaminación Atmosférica, en el Foro de Monitoreo Atmosférico de la ciudad de México, México, 2006.

Gráfica IV.1. Tendencia del ozono en la ZMVM



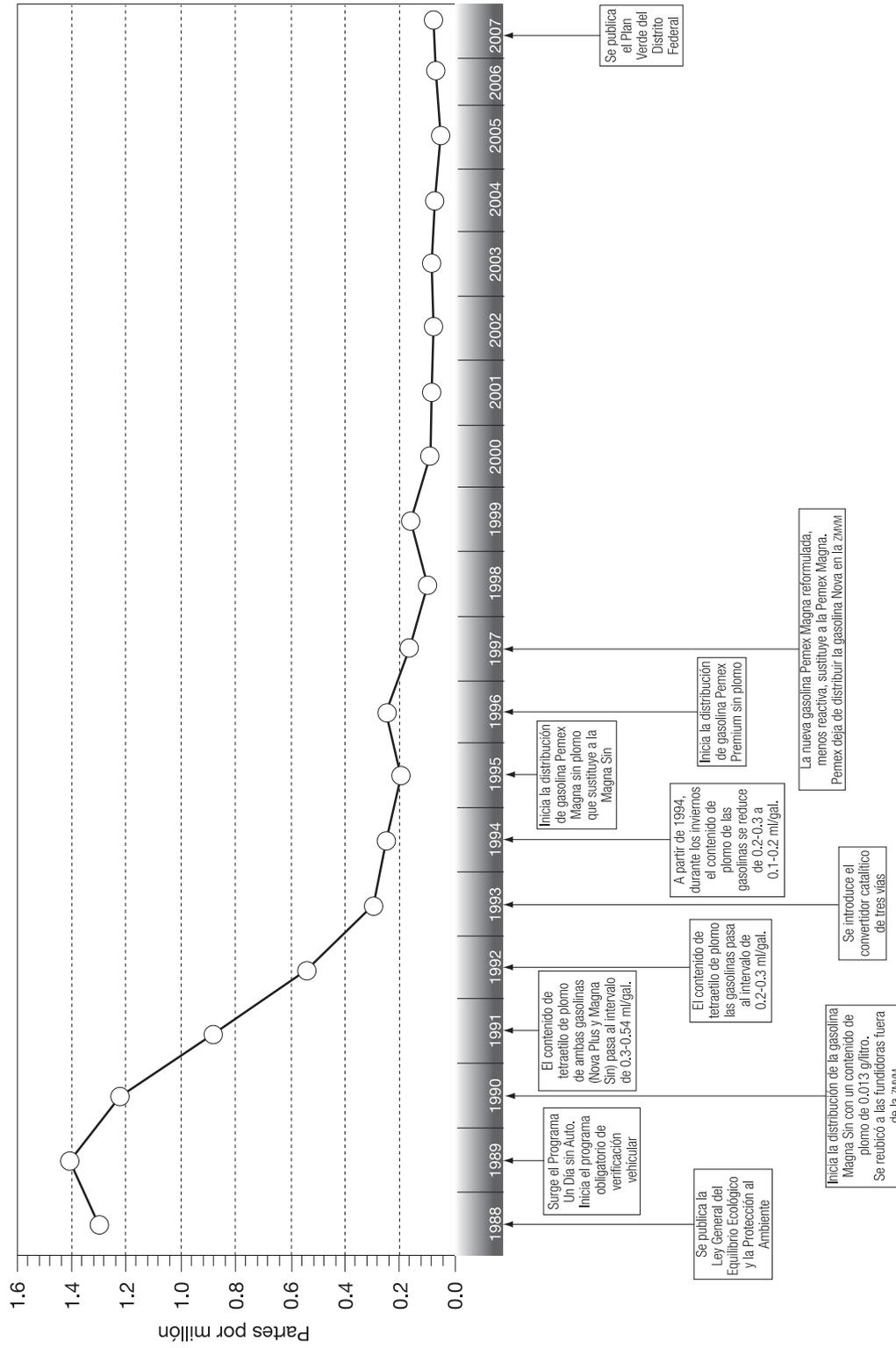
Fuente: elaborado por la Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire de la Secretaría del Medio Ambiente, 2008.

Gráfica IV.2 Tendencia del dióxido de azufre en la ZMVM



Fuente: elaborado por la Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire de la Secretaría del Medio Ambiente, 2008.

Gráfica IV.3 Tendencia del plomo en la ZMVM



Fuente: elaborado por la Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire de la Secretaría del Medio Ambiente, 2008.

### 5. Otros contextos de política ambiental

361. La tendencia gubernamental para resolver el problema de la contaminación del aire en la ZMVM sigue siendo la de aplicar el sentido de los grandes programas que se han construido para alcanzar este fin.

362. En el contexto del documento *Hacia la agenda XXI de la ciudad de México*<sup>275</sup> se plantea que la solución del problema deberá ser integral, que deberán atenderse temas como la química atmosférica y la meteorología de la ciudad, conocerse los patrones de movilidad de las personas de acuerdo con su inserción en el ámbito laboral, los efectos a la salud y las políticas sobre el desarrollo urbano. Este documento reconoce las medidas establecidas en el Proaire, nuevamente describiendo los “qué” y no los “cómo”, como en el caso del fortalecimiento de la educación ambiental. *La agenda XXI de la ciudad de México* continúa reafirmando la consolidación en la reducción de contaminantes a través de las medidas establecidas en los programas antes mencionados.

363. En la *Agenda ambiental de medio ambiente 2007-2012* se establece que la política ambiental del aire tendrá como objetivo controlar los contaminantes atmosféricos que tienen mayor presencia y afectación a la salud humana, por lo que pretende reducir las emisiones de óxidos de nitrógeno e hidrocarburos, así como las partículas y contaminantes tóxicos. Para lograrlo continuará con el mantenimiento preventivo y correctivo de los automotores, promoción y uso de nuevas tecnologías y combustibles, incentivos fiscales, actualización de inventarios, reforzamiento de la normatividad, entre otras. Estas estrategias estarán contenidas en los programas antes mencionados, bajo respectivas actualizaciones que irán sucediendo durante la gestión.<sup>276</sup>

364. En el ámbito de lo social se propone la producción de la *Colección de cuadernos de la calidad del aire*, con el fin de ampliar la difusión de los esfuerzos y beneficios de tener un aire limpio. Sin que se defina el alcance del material, el cómo se realizará la evaluación y el seguimiento para definir el impacto de esta estrategia de divulgación o si servirá como un mecanismo de acceso a la información. Asimismo, se plantea el fortalecimiento de la Coordinación Metropolitana a lo largo de la gestión, sin especificar una estrategia para lograrlo.

365. Finalmente, cabe mencionar que en el contexto del Proaire I se afirmaba que la transición hacia el desarrollo sustentable implica transformaciones profundas en la producción, el consumo y la cultura, que en última instancia apuntan hacia un nuevo modelo civilizatorio y que sólo pueden lograrse mediante un proceso participativo y de largo plazo. En la *agenda ambiental de la ciudad de México* se plantea el desarrollo sustentable como parte de la política de gobierno y de protección ambiental. Asimismo, en la *Agenda XXI* el proceso hacia la sustentabilidad permite reflexionar sobre la condición humana y sus estilos de vida, para proponer acciones de corto, mediano y largo plazo para enfrentar los problemas ambientales.

366. Todas estas interpretaciones atraviesan la inmanente necesidad de construir soluciones complejas, en donde interactúen de manera permanente los distintos actores sociales en la construcción de políticas públicas y en la redistribución de la responsabilidad, así como en la consolidación del acceso a un medio ambiente sano que garantice los derechos fundamentales a la vida y a la salud.

<sup>275</sup> GDF, *Hacia la agenda XXI de la ciudad de México*, México, Secretaría del Medio Ambiente, Secretaría de Desarrollo Económico, Secretaría de Desarrollo Social, México, 2004.

<sup>276</sup> GDF/SMA, *Hacia la agenda XXI de la ciudad de México, México 2004; Agenda ambiental de la ciudad de México 2007-2012*, México, 2007.

367. El éxito de la implementación depende en gran medida de un compromiso político de alto nivel, con un fuerte apoyo social. El gobierno mexicano ha dado un gran paso al hacer disponibles los niveles actuales de la contaminación del aire y el inventario de emisiones en medios de comunicación como la página electrónica de la Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal.<sup>277</sup> La participación de los sectores interesados de la academia, la industria y las organizaciones sociales será un factor importante. Cualquier análisis de las medidas actuales y futuras requiere una clara definición de los mecanismos de implementación, las barreras por vencer y los procedimientos de evaluación para monitorear y evaluar la puesta en práctica de las estrategias. Los principales aspectos: población, energía, uso de suelo y transporte sólo pueden ser atendidos con éxito mediante un enfoque integral.

### C. Programas y políticas públicas en materia de transporte

368. Tanto el PICCA como los Proaire I y II han sostenido la prioridad de organizar y ampliar el transporte público como un medio para mejorar la calidad del aire. Esto no ha sido posible debido a que las políticas destinadas a organizar el transporte no han logrado ser eficaces, principalmente porque el transporte no puede ser considerado únicamente como un número de unidades, que usan a su vez una cantidad determinada de combustibles, sino como un sistema de organización de viajes y movilidad de pasajeros.

369. En los últimos años, además de la tasa de motorización, quienes tienen que desplazarse de un lugar a otro han cambiado de medios de transporte de gran capacidad (autobuses, Metro y tren ligero) a medios de transporte colectivo de capacidad media y baja. En gran medida esto ha ocurrido porque el sistema de transporte público existente no se ha adaptado adecuadamente a la expansión urbana y la cambiante distribución de la población, a las variaciones económicas y a los nuevos patrones de viaje.

370. La falta de integración entre los distintos actores políticos ha resultado en una deficiente planeación del desarrollo urbano. A falta de regulaciones sobre el uso del suelo, las viviendas de familias de bajos ingresos se han ido construyendo en zonas que carecen de vías de comunicación con capacidad suficiente y de opciones de transporte masivo. El Sistema de Transporte Colectivo Metro está perdiendo pasajeros a pesar de la costosa expansión de su infraestructura, así como el número de autobuses se ha reducido significativamente en el Distrito Federal y el servicio que existe en el Estado de México también es deficiente.

371. Las opciones de transporte han estado dominadas por una cantidad enorme de microbuses, que operan caóticamente. Además, los vehículos de transporte público tienden a ser más viejos debido a la falta de una inspección eficaz y de pautas para el cumplimiento de la edad vehicular límite.<sup>278</sup> Por ejemplo, la delegación Venustiano Carranza reporta que de los 565 vehículos que componen el total de su parque, 200 tienen más de 15 años en servicio,<sup>279</sup> lo que implica que son menos eficientes y por tanto contaminan más y requieren de más mantenimiento.

<sup>277</sup> Véase <www.sma.df.gob.mx>.

<sup>278</sup> Mario Molina y Luisa Molina, *op. cit.*

<sup>279</sup> Delegación Venustiano Carranza, Dirección General de Servicios Urbanos, Dirección de Mejoramiento Urbano, J. U. D. de Prevención y Control de Impacto Ambiental, oficio DGJG/DJ/SSL/518/2008, México, 1 de septiembre de 2008.



372. No obstante los problemas antes mencionados, en la actual administración del Gobierno del Distrito Federal se están diseñando y promoviendo estrategias que resuelvan no sólo los problemas de transporte, sino la movilidad urbana, otorgándole una mayor atención al transporte de pasajeros masivo. Por ejemplo, la Secretaría de Transportes y Vialidad (Setravi) reporta que se han firmado 67 convenios de participación para la renovación del parque vehicular, con lo que se podrá renovar a más de 50% del parque vehicular y mejorar la movilidad a través del establecimiento de paradas fijas para el ascenso y descenso de pasaje. Además, se prevé el mejoramiento y la transparencia de los procedimientos de capacitación y apoyo a los transportistas para garantizar la calidad y calidez del servicio.<sup>280</sup>

373. La SMA reconoce que los principales retos en materia de transporte tienen que ver con la creación de vínculos interinstitucionales, el mejoramiento de los mecanismos de coordinación metropolitanos, la creación de mecanismos para el financiamiento de la expansión del sistema de transporte, la vinculación de los diferentes sistemas de transporte, la promoción y fortalecimiento de la participación ciudadana en la búsqueda de soluciones y la generación de un cambio cultural en la población con relación a la forma de moverse de un lugar a otro en la ciudad.<sup>281</sup>

<sup>280</sup> Secretaría de Transporte y Vialidad, Dirección General de Transporte, oficio DGT/3895/2008, México, 2 de septiembre de 2008.

<sup>281</sup> GDF, *Programa de medio ambiente 2007-2012: agenda ambiental de la ciudad de México, op. cit.*

374. Las acciones para resolver el problema de movilidad, se considera, serán la base para construir en el futuro inmediato una ciudad sustentable que evite la tendencia desfavorable de seguir degradando el ambiente. Las acciones propuestas en el *Plan verde*<sup>282</sup> pretenden revertir las tendencias de contaminación, escasa movilidad, precaria calidad en el servicio de transporte, desarticulación entre los sistemas, así como favorecer el impulso a otros mecanismos de movilidad que no contaminen, es decir un transporte colectivo seguro y eficiente.<sup>283</sup>

375. Recientemente el *Plan verde* fue reconocido como uno de los mejores del mundo, por lograr integrar en un solo documento distintos temas de la agenda de sustentabilidad, por integrar a más de 20 dependencias de la administración pública y por involucrar a los sectores académico, social y privado.<sup>284</sup> Sin embargo, especialistas de otros países recomendaron un programa de educación ambiental para cumplir con los objetivos del plan.<sup>285</sup>

**Cuadro IV.4** Algunas de las estrategias en materia de movilidad y de transporte diseñadas por el Gobierno del Distrito Federal

Categoría	Estrategia
Transporte público	Incorporar al sistema Metrobús como una alternativa de transporte público. Se proyecta que para 2012 contará con 10 líneas que formarán una red aproximada de 470 km con más de 850 unidades articuladas y biarticuladas con emisión cero de contaminantes. La construcción de la línea 12 del Sistema de Transporte Colectivo Metro.
Mejoramiento de vialidades	Liberación de carriles y mejoramiento de las vialidades primarias. Optimación de las vialidades secundarias a través de rectificaciones de su trazo y el mejoramiento en su uso. Adecuaciones viales para facilitar la movilidad en 350 puntos conflictivos en cinco años. Semaforización inteligente con cobertura en las vialidades principales de toda la ciudad.
Ordenamiento de vialidades	Reordenamiento de paradas exclusivas para el transporte colectivo privado, a partir de 2008. Diseño de rutas especiales para el transporte de carga, reduciendo altos volúmenes de tráfico y reduciendo los niveles de contaminación. Implantación de 15 vialidades reversibles para organizar los flujos de tráfico en horas críticas.
Nuevas formas de movilidad	Creación de ciclovías y vías verdes para viajar con seguridad a través de una red que se unirá con los sistemas de transporte colectivo. Fomentar la peatonalización de calles en centros históricos, barrios y pueblos en las 16 delegaciones para 2010.
Reducción de vehículos	Implementación del transporte escolar obligatorio en escuelas particulares. Moderación de la circulación de taxis sin pasaje. Limitación de la circulación de vehículos de carga a horarios y vialidades específicos, en función de los productos que transporten, de sus dimensiones y de la tecnología que empleen, a partir de 2009. Restricción a la circulación vehicular el día sábado y limitación entre semana a vehículos con placas foráneas de 5 a 11 a. m. (ampliación del programa Hoy No Circula).
Educación ambiental	Promover la cultura del uso de la bicicleta para uso recreativo y como medio de transporte a través de una campaña permanente. Campaña permanente de sensibilización y educación vial para lograr el respeto entre los automovilistas, usuarios del transporte público, peatones y ciclistas.
Control de emisiones	Incorporar nuevas tecnologías en 70% del parque de vehículos a diesel en circulación para 2012. Incorporación de transporte público con tecnologías limpias, EURO-IV, en 100% de los Metrobuses y en la RTP, a partir de 2007. <sup>286</sup> Sustitución de cinco mil microbuses por unidades nuevas, de mayor capacidad y con tecnologías menos contaminantes, para 2009. Sustitución de 4 500 microbuses por 850 unidades de Sistema Metrobús para 2012. Sustitución de 100% de los taxis por unidades menos contaminantes, antes de 2012. Introducción de diesel de ultra bajo azufre en el transporte público a partir de 2008-2009.

<sup>282</sup> El *Plan verde* es un documento de gestión elaborado por la Secretaría de Medio Ambiente del Distrito Federal que pretende describir las acciones más relevantes que se llevarán a cabo para resolver los problemas ambientales en la ciudad de corto y mediano plazo, ya que se contempla el primer periodo de gobierno (2007-2012), así como acciones proyectadas hasta el año 2022.

<sup>283</sup> GDF/SMA, *Plan verde*, véase en: <<http://www.sma.df.gob.mx/planverde/>> (visitada el 29 de septiembre de 2008).

<sup>284</sup> Cintya Contreras, "Plan verde capitalino cosecha alabanzas", en *Excelsior*, México, 20 de octubre de 2008.

<sup>285</sup> *Idem*.

<sup>286</sup> Se prevé un programa de renovación vehicular de 145 autobuses nuevos a corto plazo. Sin embargo, la RTP reporta que cuenta con un presupuesto insuficiente para la renovación de toda la flota vehicular. Red de Transporte de Pasajeros del Distrito Federal, Dirección General, oficio RTP/DG/663/2008, México, 1 de septiembre de 2008.

376. Estas iniciativas forman parte de la propuesta de política ambiental en la gestión 2006-2012, la cual plantea la necesidad de resolver los problemas de degradación ambiental a través de soluciones integrales. En el caso particular de la contaminación del aire la propuesta principal es crear alternativas de movilidad que reduzcan los niveles de emisión de contaminantes por pasajero-kilómetro transportado, con la incorporación de soluciones viales locales, sin perder de vista el enfoque metropolitano.<sup>287</sup>

377. En la Secretaría del Medio Ambiente también se estarán realizando acciones para medir los beneficios de los planes de movilidad y energía y el impacto que tengan en la calidad del aire, para lo cual se elaborarán en forma bianual los inventarios de emisiones de contaminantes urbanos, tóxicos y de gases de efecto invernadero, además de realizar cada dos años la modelación del efecto de las acciones y escenarios del *Plan verde*.

378. Es importante mencionar que algunas de las directrices relacionadas con el transporte y la movilidad están en concordancia con las estrategias diseñadas para atender el cambio climático, a fin de disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero, para lo cual se incentiva el uso de nuevas tecnologías que mejoran el desempeño energético, la promoción del transporte público, la sustitución de combustibles y de vehículos contaminantes, entre otras.

#### D. Coordinación institucional

379. El diseño de las estrategias para atender los problemas de degradación ambiental es altamente complejo, por lo que se requiere de la mayor participación coordinada con otros sectores del mismo gobierno, básicamente porque muchas de las cosas que están descritas en el *Plan verde* tienen que ver con desarrollo urbano, transporte, obras, desarrollo social, gobierno federal y con los gobiernos locales de los estados que se incluyen en la cuenca de México. En este sentido, la información disponible en las páginas electrónicas oficiales de la Secretaría de Transporte y Vialidad del Distrito Federal (Setravi) y la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda del Distrito Federal (Seduvi), por mencionar sólo algunas, no reportan en sus programas de manera textual el *Plan verde* ni a sus estrategias.

380. La Setravi,<sup>288</sup> menciona que su Programa para el mejoramiento de la fluidez del tránsito en el Distrito Federal tiene como objetivo atender uno de los reclamos de los habitantes y de los automovilistas, por lo que se ha implementado un programa de acciones coordinadas para el mejoramiento de la vialidad que consiste en: supervisión de cruceros conflictivos en 12 delegaciones, retiro de vehículos del transporte público que permanezcan más tiempo del necesario en los paraderos del STC Metro, reprogramación y coordinación adecuada del sistema de semáforos, apoyo en la vialidad de 37 planteles escolares de nivel primaria hasta superior, tanto públicos como particulares, reforzamiento de los dispositivos de control de tránsito, reordenamiento de los horarios de carga y descarga en el centro histórico, cultura y educación vial por medio de programas intensivos y promoción del uso de vías alternas.

381. También la Setravi refiere a la operación del Programa de sustitución de microbuses por autobuses nuevos, con el objetivo de mejorar la calidad del servicio de transporte de la ciudad y asegurar la vigencia de las concesiones cumpliendo con las normas para ofrecer seguridad a los usuarios y reducir

<sup>287</sup> GDF/SMA, *Plan Verde*, op. cit.

<sup>288</sup> Secretaría de Transporte y Vialidad del Distrito Federal, véase en: <<http://www.setravi.df.gob.mx>> (visitada el 29 de septiembre de 2008).

la contaminación. Ambos programas resaltan un enfoque metropolitano; sin embargo, refieren sus acciones al ámbito de local, sin mencionar que no es posible reconocer una correspondencia entre la aplicación de sus programas y las líneas de gestión reportadas por la SMA en materia de transporte y de movilidad. A reserva de mencionar que la sustitución de unidades en el transporte público de privados tiene una lógica ligada a la reducción de contaminantes, no parece existir un verdadero compromiso institucional o voluntad para “reverdecer” los programas de Setravi.

382. En el caso de la Seduvi<sup>289</sup> ocurre una diferencia: esta secretaría sí incluye en su discurso institucional el impulso de conceptos como el del desarrollo sustentable y propone que la planeación y conducción de este desarrollo sea una responsabilidad pública para lo cual sugiere poner un alto a la degradación ecológica que ha producido la expansión urbana, afectando las zonas de recarga del acuífero. Se establece, además, que se definirá la construcción de vivienda con base en el uso de suelo, el impacto ambiental y la disposición de agua; se convencerá a los desarrolladores inmobiliarios para que no construyan unidades habitacionales en sitios demográficamente poblados; se impulsará la recuperación productiva de las áreas rurales de la ciudad; se impedirá el crecimiento urbano en las zonas de reserva ecológica y se destinarán recursos para apoyar actividades productivas.

383. En cuanto a sus compromisos con la calidad del aire, se menciona que continuará el esfuerzo de reducir los índices de contaminación, lo que incluye la operación de los programas de combate a incendios forestales, de reforestación de áreas verdes, el uso de combustibles limpios, la verificación vehicular y la reconversión del sistema de transporte público de pasajeros. La Seduvi expresa su compromiso de buscar soluciones para los problemas de tránsito y congestión vehicular y con relación al transporte menciona que los programas prioritarios serán el impulso a la empresa pública de autobuses que darán servicio de las colonias populares hacia las estaciones del Metro, y la promoción del cambio de microbuses y combis concesionados por camiones no contaminantes, seguros y de mejor calidad. Esta última estrategia tiene una estrecha relación con las políticas que menciona la SMA y la Setravi.

384. Lo antes mencionado, refleja que la construcción de la política ambiental de la ZMVM sigue enfrentando graves problemas de coordinación. Esta suposición se construye con base en las propias inconsistencias descritas en documentos de dichas secretarías. Por un lado, no usan el mismo lenguaje, por lo que se puede inferir que no hablan de lo mismo. Por otra parte, a pesar de que han estado trabajando de manera conjunta para obtener mejores resultados y tienen la necesidad de participar y ejecutar los mismos programas y de distribuir los recursos, aún no se encuentran similitudes en sus portales electrónicos o informes del estado actual de estos temas o proyectos.

385. Otra manera de observar los acuerdos, consistiría en encontrar medios y fines iguales o complementarios para resolver los problemas comunes a todas las instancias del gobierno, sobre todo en lo ambiental. En este sentido, la SMA, al parecer, tiene como propósito sensibilizar a los actores gubernamentales de apropiarse del *Plan verde* como una estrategia que logre potencializar el esfuerzo del Estado en beneficio de los ciudadanos.

386. En los trabajos metropolitanos se deberá establecer una estrecha relación con el Gobierno del Estado de México para asegurar la aplicación de programas de características similares en ambas enti-

<sup>289</sup> Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda del Distrito Federal, véase en: <<http://www.seduvi.df.gob.mx>> (visitada el 29 de septiembre de 2008).

dades y garantizar la reducción de emisiones en toda la metrópoli (toda vez que los vientos dominantes arrastran hacia el Distrito Federal los contaminantes generados en la zona norte de la ciudad y los vientos del sur los regresan en menor cantidad).

### E. Coordinación metropolitana

387. Como se ha demostrado a lo largo de este informe, la coordinación metropolitana tiene dos fundamentos importantes: primero, los procesos de expansión urbana y demográfica que rebasan los límites político-administrativos del Distrito Federal han generado una de las metrópolis cuya magnitud y actividad económica no sólo la hacen una de las más importantes de México y del mundo, sino también una de las más contaminadas. Segundo, los contaminantes atmosféricos tampoco respetan los límites de las entidades en las que se encuentran sus fuentes de emisión, lo que implica que las afectaciones a la salud humana y de los ecosistemas por una mala calidad del aire tienen dimensiones metropolitanas relativas a la “unidad atmosférica” o a la cuenca de México dentro de la cual se encuentra la ZMVM.

388. Si bien este análisis no desatiende las implicaciones globales implícitas en la contaminación generada en esta área, puesto que este aspecto se abordó concisamente en el apartado de Cambio Climático, el punto central es reconocer que la dinámica de metropolización es el centro de la gravedad del problema; es decir, de la acelerada actividad económica y expansión urbana se genera una contaminación que el espacio geofísico de la cuenca de México difícilmente puede asimilar. Las distintas entidades político-administrativas ya no pueden permanecer aisladas de este fenómeno y de su entorno, puesto que la realidad ya no se compone de actores individuales sino de flujos y redes de la expansión urbana<sup>290</sup> cuya interdependencia tanto genera como padece los problemas de la calidad del aire.

389. En este contexto y con la intención de garantizar el derecho humano a un ambiente sano a toda la población de la ZMVM, es que la coordinación metropolitana debe ser uno de los ejes principales en la solución del problema de contaminación del aire y, en general, de todos los problemas ambientales.

390. Fue precisamente la complejidad del tema de la contaminación del aire en la ciudad de México lo que dio origen el 8 de enero de 1992 a la primera de las comisiones de coordinación metropolitana, denominada formalmente como la Comisión para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental en la zona metropolitana del valle de México. Ésta funcionó hasta 1996, cuando se decidió que era necesario fortalecer el trabajo metropolitano en materia de medio ambiente, por lo que se constituyó, el 17 de septiembre de 1996, la Comisión Ambiental Metropolitana (CAM), la cual opera en la actualidad. En el Convenio de Coordinación por el cual se crea la CAM se establece un órgano permanente de Coordinación Ambiental Metropolitana que tiene a su cargo la Secretaría Técnica de la CAM para analizar y proponer soluciones a los problemas en los que concurren los gobiernos federal, del Estado de México y del Distrito Federal en materia de protección al medio ambiente y para reestablecer el equilibrio ecológico en la ZMVM.<sup>291</sup>

<sup>290</sup> Laura Elena Herrejón Fuentes, “Los retos de la Coordinación Metropolitana”, en *Metrópoli 2025*, año 1, núm. 2, México, febrero de 2006.

<sup>291</sup> Convenio de Coordinación para la creación de la Comisión Ambiental Metropolitana, *Diario Oficial de la Federación* del 17 de septiembre de 1996.

**Cuadro IV.5** Funciones de la Coordinación Ambiental Metropolitana

1. Establecer los mecanismos, criterios y lineamientos para la integración de los programas, proyectos y acciones especiales para prevenir y controlar la contaminación ambiental en la zona metropolitana del valle de México.
2. Coordinar y proponer acciones para prevenir emergencias ambientales y activar el programa de contingencias en la zona metropolitana del valle de México.
3. Acordar la realización de programas de investigación y desarrollo tecnológico, así como de educación y capacitación en materia ambiental.
4. Proponer instrumentos de política ambiental que permitan la preservación y restauración del equilibrio ecológico en los municipios de la zona metropolitana del valle de México y su área de influencia.
5. Evaluar periódicamente el cumplimiento de los acuerdos y determinaciones establecidos por la Secretaría del Medio Ambiente del Estado de México con el Gobierno Federal, del Distrito Federal, otras entidades y organismos descentralizados federales, para lograr el desarrollo sustentable de la zona metropolitana del valle de México.
6. Participar en las actividades de la Comisión Ambiental Metropolitana y del Fideicomiso Ambiental del Valle de México, para desarrollar trabajos conjuntos y acciones que contribuyan a mejorar las condiciones ambientales de la zona metropolitana del valle de México.

**Fuente:** Coordinación Ambiental Metropolitana, véase en: <<http://www.edomex.gob.mx/medioambiente/dependencias/cam/funciones>>.

391. La CAM se encarga de implementar y dar seguimiento a las acciones derivadas del Proaire, entre las cuales se encuentran las actualizaciones de los programas Hoy No Circula y Verificación Vehicular. Además, esta comisión participa en las revisiones de las normas oficiales mexicanas en materia ambiental, vigila la contaminación del aire a través del Imeca, activa el Programa de Contingencias Ambientales Atmosféricas en el Valle de México, promueve la eficiencia energética y la renovación vehicular, así como gestiona recursos para financiar estudios y proyectos para el mejoramiento de la calidad del aire, la recuperación de los suelos erosionados, la reforestación y para la capacitación ambiental.<sup>292</sup>

392. La coordinación entre los miembros de la CAM logró obtener entre el 2000 y el 2005, 259 millones de pesos del Fideicomiso Ambiental 1490<sup>293</sup> para implementar 28 proyectos ambientales en la ZMVM.<sup>294</sup> Con respecto a la generación de estudios en coordinación con otros actores, se puede mencionar el *Estudio y análisis de la cuenca atmosférica del valle de México* que se realizó con el Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT). En materia de capacitación ambiental, actualmente la CAM, en coordinación con la Universidad Autónoma Metropolitana promueve la construcción del Centro de Capacitación Regional para la protección y sustentabilidad de la Sierra Nevada.<sup>295</sup>

393. En cuanto a su estructura, la CAM se integra por los representantes de los tres gobiernos mencionados y por un Consejo Consultivo de especialistas y representantes de los sectores académico, social y empresarial. Se establece en su Convenio de Coordinación que la Presidencia de la Comisión sería presidida por dos años por el Distrito Federal y en el siguiente periodo por el Estado de México.<sup>296</sup> Sin embargo, la presidencia no fue entregada al Estado de México sino hasta el 2000, y hasta la fecha éste la mantiene. Esta situación revela una de las principales dificultades en torno a la coordinación

<sup>292</sup> Coordinación Metropolitana Ambiental, véase en: <<http://www.edomex.gob.mx/medioambiente/dependencias/cam/funciones>>.

<sup>293</sup> Constituido en noviembre de 1992 para apoyar proyectos y acciones para la prevención y control de la contaminación ambiental en la ZMVM. Entre 1997 y 2006 el Fideicomiso Ambiental autorizó 25 proyectos para el Estado de México y 26 para el Distrito Federal, en materia de educación ambiental, adquisición de unidades vehiculares con combustibles más limpios, auditorías al Programa de Verificación Vehicular, programas de mitigación de emisión de contaminantes, programas de conservación y restauración de recursos naturales, estudios de ordenamiento ecológico, rehabilitación de áreas verdes y reforestación, entre otros.

<sup>294</sup> César Reyna de la Madrid, *Comisión Ambiental Metropolitana*, México, 2005, véase en: <[http://www.sma.df.gob.mx/sma/download/temporales/foroCACC/forocacc-14\\_cam\\_3a\\_asamblea\\_\(cesar\\_reyna\).pdf](http://www.sma.df.gob.mx/sma/download/temporales/foroCACC/forocacc-14_cam_3a_asamblea_(cesar_reyna).pdf)> (visitada en octubre de 2008).

<sup>295</sup> Coordinación Metropolitana Ambiental, *op. cit.*

<sup>296</sup> Cláusula séptima, Convenio de Coordinación de la CAM, *op. cit.*

metropolitana, que depende enteramente de la voluntad política, pues carece de acuerdos obligatorios para las partes.

394. Los intentos de coordinación metropolitana han resultado también en la creación de otras comisiones: las comisiones de Agua y Drenaje, Seguridad Pública, Procuración de Justicia, Transporte y Vialidad en 1994; de Asentamientos Humanos en 1995; Coordinación Metropolitana y de Desechos Sólidos en 1998; Protección Civil en el 2000 y de Salud en el 2001. Todas estas comisiones se integran por los titulares de los gobiernos federales, del Distrito Federal y del Estado de México, pero hasta hace poco la mitad de éstas no estaban en operación.<sup>297</sup>

395. La creación de la Comisión Ejecutiva de Coordinación Metropolitana (CECM) en 1998, fortaleció momentáneamente la cooperación y tuvo como objetivo principal mejorar el trabajo de las comisiones metropolitanas anteriormente mencionadas.<sup>298</sup> Además de tener una presidencia conjunta y rotativa por el jefe de Gobierno del Distrito Federal y el gobernador del Estado de México, se incluyó el municipio de Tizayuca, Hidalgo como parte de la coordinación metropolitana en la modificación de agosto de 2008.

396. Sin embargo, igual que la CAM, la Comisión Ejecutiva de Coordinación Metropolitana no tiene carácter obligatorio, no cuenta con un presupuesto propio, voluntad política ni presión ciudadana que establezca mecanismos de colaboración efectiva. Más aún, si bien se presentó y suscribió en la cuarta sesión de la CECM la Declaratoria de la Zona Metropolitana del Valle de México, como un instrumento para la unificación, conceptualización, integración de planes, programas, acciones y atención metropolitana conjunta y coordinada en un territorio que contempla las 16 delegaciones del Distrito Federal, 59 municipios del Estado de México y un municipio de Hidalgo, éste no ha sido adoptado por todas las instancias que actúan en materia.

397. Incluso en políticas para mejorar la calidad del aire como el Programa para Contingencias Ambientales Atmosféricas (PCAA), la CAM define la ZMVM como la región que comprende a las 16 delegaciones políticas del Distrito Federal y 18 municipios del Estado de México.<sup>299</sup> La falta de recursos y en muchos casos la falta de participación del resto de los municipios conurbanos impide que la coordinación metropolitana extienda su marco de acción.

398. En este momento, la complejidad en torno a esta región reside en cómo el fenómeno de urbanización rebasa los límites político-administrativos establecidos para regular una cierta entidad. En el caso de la ZMVM intervienen el Gobierno Federal, los gobiernos del Distrito Federal, del Estado de México y de Hidalgo, y de las delegaciones y los gobiernos municipales. Por ende, la participación de distintos órdenes de gobierno con distintas facultades dificulta la atención integral de las problemáticas

<sup>297</sup> Laura Elena Herrejón Fuentes, *op. cit.*

<sup>298</sup> Primer convenio modificatorio al convenio por el cual se crea la Comisión Ejecutiva de Coordinación Metropolitana y que celebran el Distrito Federal, el Estado de México, el estado de Hidalgo y el gobierno federal, *Gaceta Oficial del Distrito Federal*, 18 de agosto de 2008.

<sup>299</sup> Delegaciones: Álvaro Obregón, Azcapotzalco, Benito Juárez, Coyoacán, Cuajimalpa de Morelos, Cuauhtémoc, Gustavo A. Madero, Iztacalco, Iztapalapa, La Magdalena Contreras, Miguel Hidalgo, Milpa Alta, Tláhuac, Tlalpan, Venustiano Carranza y Xochimilco. Municipios: Atizapán de Zaragoza, Coacalco de Berriozábal, Cuautitlán, Cuautitlán Izcalli, Chalco, Chimalhuacán, Chicoloapan, Ecatepec de Morelos, Huixquilucan, Ixtapaluca, Naucalpan de Juárez, Nezahualcóyotl, Nicolás Romero, La Paz, Tecámac, Tlalnepantla de Baz, Tultitlán, Valle de Chalco Solidaridad.

de la ZMVM.<sup>300</sup> Por lo menos 217 autoridades están involucradas directamente en la gobernación de esta región.<sup>301</sup>

399. En este contexto, la coordinación metropolitana depende enteramente de la voluntad política de los diversos actores, además de que no existen muchos análisis sobre los costos sociales y económicos que representa la ausencia de una gestión metropolitana integral en el desarrollo de la ZMVM.<sup>302</sup> La brecha entre la realidad gubernamental y la posibilidad de delimitar territorialmente a la ZMVM, se muestra también obstaculizada por la continua expansión de la metrópoli, por los cambios de personal de cada administración que implica la discontinuidad de las políticas y los proyectos, así como por limitaciones legales inherentes a la participación de entidades federativas de distinta índole, lo que desincentiva una efectiva coordinación.

400. Para asegurar una cooperación metropolitana efectiva, deberá fortalecerse la comunicación y participación entre los tres gobiernos y establecerse compromisos financieros obligatorios, pero en particular deberá crearse una coordinación metropolitana con personalidad jurídica vinculante y autónoma, con capacidad técnica suficiente para asegurar la rendición de cuentas por parte de los gobiernos, exigir sustento científico y respaldos jurídicos en la implementación de programas, instaurar sistemas de información y participación social, así como representar una fuerza regional y de trascendencia nacional que comparta su experiencia con otras metrópolis de México.<sup>303</sup>

<sup>300</sup> En este sentido, J. L. Lezama hace una interesante recopilación de opiniones de distintos actores relacionados con problemas ambientales e intenta explicar las diferentes construcciones ideológicas que se erigen con respecto a estos problemas. Véase José Luis Lezama, *Aire dividido: crítica a la política del aire en el valle de México 1979-1996*, México, El Colegio de México, 2000, pp. 99-167.

<sup>301</sup> Felipe de Alba Murrieta, "Geopolítica metropolitana del valle de México: ¿Crisis o reconfiguración institucional?", en *Desafío metropolitano*, Asamblea Legislativa del Distrito Federal II, Legislatura/Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad, México, UNAM, 2004, p. 146.

<sup>302</sup> Martha Delgado Peralta, "Delimitar la ZMCM ¿para qué?", Ensayo presentado para la evaluación del Módulo I. "Delimitación y territorio del fenómeno metropolitano" correspondiente al 3er diplomado a distancia "El fenómeno metropolitano: estrategias, instrumentos y alternativas de gestión", Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad, UNAM, 2005, p. 1.

<sup>303</sup> Mireille Roccatti, *La Comisión Ambiental Metropolitana: un nuevo esquema de coordinación*, Secretaría del Medio Ambiente del Estado de México.

## Conclusiones y propuestas



1. El objetivo fundamental de replantear la relación “ser humano-naturaleza” hacia la protección y uso sustentable de los recursos naturales, implica garantizar el derecho humano a un medio ambiente sano para establecer las condiciones necesarias que aseguren un nivel de vida digno y el bienestar de las generaciones futuras. Puesto que el derecho humano a un medio ambiente sano es un derecho vinculante para México tanto a nivel internacional como nacional; el Estado tiene la obligación de respetar, proteger y garantizar este derecho.

2. La complejidad del derecho humano a un medio ambiente sano incluye dos aspectos esenciales: primero, como *derecho llave* asegura la garantía de otros derechos fundamentales, primordialmente el derecho al nivel de vida adecuado y a la salud. Segundo, como *derecho difuso* éste contempla la titularidad individual y la colectiva, lo que dificulta su exigibilidad en el marco jurídico actual (nacional e internacional), puesto que no está contemplada la dimensión colectiva ni sus mecanismos de defensa.

- a) En este contexto, es indispensable la modificación desde la Constitución para que contemple de manera explícita la titularidad colectiva de los derechos y los mecanismos de defensa eficaces para su exigibilidad. En consecuencia se deberán crear o modificar las leyes y reglamentos que incluyan los procedimientos mediante los cuales se podrá acceder a la justicia ambiental.
- b) La reforma legislativa deberá estar fundamentada en el principio precautorio para asegurar que las acciones que se tomen estén respaldadas por evidencia científica que compruebe que no causarán daños a la población y a los ecosistemas. En caso de no contar con esta evidencia, la legislación deberá exigir que se desarrolle.
- c) Si bien la o el ciudadano deberá contar con los mecanismos para exigir al Estado el cumplimiento de sus obligaciones para garantizar el derecho al medio ambiente sano, éste también tendrá la responsabilidad de contribuir con sus decisiones y actividades diarias para la mejora de la calidad del aire. Esta contribución implicaría una cultura de protección del medio ambiente y por tanto del bienestar colectivo.

3. La mala calidad del aire de la zona metropolitana del valle de México, dentro de la cual se encuentra el Distrito Federal, es violatoria al derecho humano a un medio ambiente sano, debido a que no asegura los niveles de calidad de aire adecuados. Las tendencias de calidad del aire observadas hasta ahora indican que continuará siendo un problema en los próximos años a menos que las políticas públicas establecidas por la actual administración tuvieran un impacto significativo y los niveles de contaminación disminuyeran hasta cumplir por lo menos con los estándares actuales. Dado que existen indicadores para evaluar el impacto de la contaminación del aire, éstos señalan que existe la violación al derecho, por lo que los gobiernos deberán:

- a) Ampliar el monitoreo a contaminantes tóxicos, específicamente los compuestos orgánicos volátiles que tienen un potencial cancerígeno, cuya evidencia existe en otros países.
- b) Promover la revisión, actualización y elaboración de los actuales parámetros de exposición a los que debería estar expuesta la población, haciendo énfasis en la salud humana y de los ecosistemas.
- c) Proponer y diseñar los mecanismos que desincentiven las actividades humanas que producen más contaminación.
- d) Elaborar evaluaciones de desempeño de las propuestas del Estado por organismos independientes de la gestión.

4. Se observa que las y los ciudadanos desconocen que existe un derecho humano a un medio ambiente sano así como las afectaciones directas e indirectas que se establecen a otros derechos cuando se vulnera éste. Además, la percepción de la población con respecto a la construcción del problema de la calidad del aire se limita a reconocer que la situación es “mala” o “muy mala” y que el problema es grave sólo si su salud se ve afectada. Asimismo, es limitado el conocimiento sobre: las fuentes de contaminación o el cómo las condiciones fisiográficas y climáticas de la región influyen en el agravamiento del problema, los tipos de contaminantes y sus respectivos efectos. También se evidencia que hay un reconocimiento escaso o nulo de la contribución individual y cotidiana al problema. En consecuencia, los hábitos de consulta de la información de la calidad del aire para decidir las actividades diarias sin exponer su salud y bienestar individual o colectivo no son comunes, así como tampoco existe una exigibilidad del derecho ni una responsabilidad compartida en la búsqueda de soluciones al problema:

- a) Ante este problema, es necesario promover y difundir a través de las instituciones y de los medios de comunicación masivos el derecho humano a un medio ambiente sano, así como la educación ambiental en materia de calidad del aire que permita a las y los habitantes exigir y colaborar en la construcción de este derecho.
- b) Desarrollar formas innovadoras y creativas para difundir la información relacionada con la calidad del aire y sus efectos, ampliando el acceso a la información y al conocimiento para que un mayor número de organizaciones o ciudadanos hagan exigible la calidad del aire y potencien la garantía a vivir en un medio ambiente sano.
- c) El fortalecimiento de la participación de la sociedad civil, aunado al incremento y la transformación de la educación ambiental al campo de la educación formal, es una condición *sine qua non* para transformar las actitudes sociales, la voluntad política y los estilos de vida, para generar acciones reales que garanticen el derecho y las obligaciones para un medio ambiente sano con un aire libre de contaminantes que dañan la salud humana que impactan a los ecosistemas, a los servicios ambientales que proveen, poniendo en peligro la calidad de vida y la seguridad humana.
- d) Diseñar programas de educación ambiental en el tema de calidad del aire como lo indica el Proaire 2002-2010, estableciendo un sistema de evaluación y seguimiento para medir los cambios en la percepción social y en los hábitos de las y los ciudadanos, así como del uso e interpretación que hacen de la información en términos de la prevención de riesgos, del desempeño de las políticas públicas y la denuncia ciudadana, entre otros temas relacionados.
- e) Diseñar un programa de comunicación de riesgos asociados con la contaminación del aire, que cuente con recursos propios, que contemple y potencialice el uso y la difusión del Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (Imeca) como herramienta para la educación ambiental.

5. El ozono, las  $PM_{10}$  y las  $PM_{2.5}$  por su magnitud de concentración en el aire y la frecuencia con que se exceden sus límites permisibles representan el mayor riesgo para la salud humana en la ZMVM. Los grupos vulnerables como las y los niños, las personas adultas mayores y personas con problemas cardiovasculares, respiratorios y las personas asmáticas son los más susceptibles a los efectos de la contaminación del aire:

- a) El Estado deberá promover el desarrollo de estudios enfocados a conocer el impacto que la contaminación del aire provoca en las y los habitantes de la ZMVM, a nivel salud, económi-

co y social, con el propósito de identificar y difundir los riesgos derivados de la exposición y para el diseño de políticas públicas para su disminución.

- b) El Estado deberá garantizar la disminución de los niveles de contaminación que activan las distintas fases del Programa de Contingencias Ambientales Atmosféricas (PCAA), según el decreto publicado el 30 de junio de 2008 en la *Gaceta Oficial del Distrito Federal*.
- c) Con base en el principio precautorio, el Estado deberá implementar los mecanismos para informar a la población en general cuando se sobrepasen los 100 puntos del Imeca para cualquier contaminante criterio, principalmente en las zonas donde esto ocurra. El PCAA debe fundamentarse progresivamente en el principio precautorio para evitar la exposición de las personas a concentraciones altas.
- d) Incorporar en la difusión del Imeca a las  $PM_{2.5}$ , esto debió ocurrir, como dice la Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-1993, dentro de los 180 días naturales posteriores a la publicación de ésta (el 26 de marzo de 2006).<sup>304</sup>
- e) Ante el riesgo que representan las partículas menores a 2.5 micrómetros, las de hidrocarburos, sobre todo los que tienen un efecto potencial cancerígeno, es necesario destinar mayores recursos económicos para la investigación del tema, con el propósito de identificar los posibles riesgos existentes, con la garantía de que los resultados se empleen en la definición de políticas públicas. Además, se tienen que impulsar las investigaciones destinadas a establecer los efectos del ozono en la mortalidad total, y afinar las normas y el PCAA acorde a los resultados.

6. El Sistema de Monitoreo Atmosférico (Simat) es una de las herramientas tecnológicas de gestión de la calidad del aire más importantes con la que cuenta el Gobierno del Distrito Federal. Los resultados del monitoreo atmosférico permiten informar a la población casi de manera inmediata sobre el estado de la calidad del aire, permite el seguimiento a los diferentes programas de gestión y proporciona información valiosa para investigadores(as) y tomadores(as) de decisiones. A pesar del desarrollo y experiencia que ha alcanzado en sus más de 20 años de operación continua, el monitoreo en la ciudad de México actualmente experimenta problemas relacionados principalmente por la falta de recursos, tanto humanos como técnicos, para mejorar su cobertura espacial y operación. Es difícil concebir el diseño e implementación de políticas de mejora de la calidad del aire sin un seguimiento objetivo a través del monitoreo atmosférico. El monitoreo debe responder al crecimiento urbano y al desarrollo científico en el campo de la salud y los daños por exposición a la contaminación:

- a) Es necesario realizar una evaluación de la cobertura espacial actual del Sistema de Monitoreo Atmosférico, así como garantizar el monitoreo en aquellas regiones de desarrollo reciente.
- b) En los últimos años se ha observado una disminución en el presupuesto para la operación del Sistema de Monitoreo Atmosférico. En este sentido y por la importancia que conlleva el monitoreo de la calidad del aire, es necesario que el Gobierno del Distrito Federal otorgue los recursos económicos suficientes que garanticen la operación adecuada del sistema y la confiabilidad de la información.
- c) Por la cobertura metropolitana que tiene el Sistema de Monitoreo Atmosférico, se recomienda que se exploren mecanismos adecuados que permitan la participación en la operación del sistema, tanto del Distrito Federal como del Estado de México.

<sup>304</sup> Artículo segundo, Transitorio de la Modificación a la NOM-025-SSA1-1993, Salud Ambiental.

- d) Establecer los programas necesarios para incluir dentro de las actividades de monitoreo la medición de contaminantes cuyas concentraciones puedan representar un riesgo para la salud y que actualmente no forman parte de las actividades del monitoreo.
- e) Establecer un programa de renovación permanente de la instrumentación del Simat que incorpore los cambios tecnológicos más recientes.
- f) Fomentar la participación de la academia en la mejora del monitoreo y evaluación de la calidad del aire.

7. Es necesario elaborar estudios para estimar el impacto que tienen los contaminantes en el suelo de conservación y en las áreas verdes urbanas, no sólo en la delimitación geográfica del Distrito Federal, sino en toda la cuenca de México, con el objeto de sustentar la elaboración de normas de protección a los ecosistemas. Para llevar a cabo esta tarea se requiere de la participación y voluntad política de los diferentes niveles de gobierno federal, estatal y local:

- a) Generar o reestablecer un fondo para la investigación en temas relacionados con el impacto en los ecosistemas.
- b) Impulsar un trabajo sistemático y formal, inter e intra institucional con énfasis en la coordinación metropolitana.
- c) Promover un instrumento de gestión que considere límites de protección a la vegetación, a los cultivos o a los ecosistemas en general, a partir de resultados obtenidos en investigaciones.
- d) Cuantificar el impacto económico y social que ejerce la contaminación del aire en el suelo de conservación.

8. La normatividad establece una revisión cada cinco años de las normas técnicas (NOM-Semarnat) y cada tres años de las NOM de Salud Ambiental, ésta no se lleva a cabo en forma. Asimismo, algunos contaminantes no cuentan con una norma técnica que establezca la manera en la que se deben medir:

- a) Fomentar ante el gobierno federal la actualización periódica de las NOM de Salud Ambiental, conforme a los periodos de revisión establecidos, los nuevos hallazgos científicos sobre la contaminación, la salud humana y el medio ambiente, considerando el principio de precautoriedad.
- b) El Gobierno del Distrito Federal debe hacer uso de su facultad para emitir regulaciones y normas con el propósito de desarrollar reglamentaciones adecuadas para la protección de la salud de sus habitantes. De la misma manera tiene facultad para establecer normas técnicas para el monitoreo.
- c) Consolidar los mecanismos o atribuciones de supervisión y seguimiento al cumplimiento de las normas técnicas y de las NOM de Salud Ambiental.
- d) Promover mecanismos de auditoría independientes de la gestión para la evaluación del estado de la calidad del aire, con respecto a las NOM vigentes.

9. Aunque las políticas públicas y la gestión que se han implementado en la ZMVM han contribuido sustancialmente a mejorar la calidad del aire, contaminantes como el ozono y las partículas siguen rebasando los límites permisibles la mayor parte del año. En este contexto, la situación del aire sigue siendo mala y seguirá sin mejorar mientras la gestión ambiental no se convierta en un tema transversal de la gestión pública. Es necesario plantear los asuntos ambientales como ejes que atraviesen a la política de desarrollo, principalmente para garantizar soluciones efectivas a problemas complejos como

el del aire. Es posible afirmar que una limitante de la protección ambiental reside en el hecho de que en las instituciones del Estado conviven diversas concepciones sobre el lugar que debe ocupar lo ambiental en el contexto del desarrollo. Sobre esta idea, la garantía del derecho humano a un medio ambiente sano se conecta irremediabilmente con la garantía de otros derechos. Ante esto es necesario:

- a) Fortalecer la institucionalidad y normatividad a través de la transversalidad de la gestión ambiental, de la integración de las políticas públicas y de la participación social tanto en el diseño, como en el cumplimiento y evaluación de los programas destinados a mejorar la calidad del aire en la ciudad de México, en este sentido es necesario apoyar y promover desde el resto de las instituciones que conforman el Gobierno del Distrito Federal las estrategias del Plan verde y de la Agenda ambiental de la ciudad de México.
- b) Establecer un mecanismo transparente de supervisión y rendición de cuentas para evaluar y dar seguimiento a los alcances y resultados de los programas y políticas públicas diseñadas e implementadas para atender el problema, encaminando los esfuerzos a garantizar el derecho a un medio ambiente sano. Incorporar en los informes de gestión un capítulo específico para la rendición de cuentas y cumplimiento normativo.
- c) Fortalecer la gestión de la calidad del aire a través de la asignación de recursos económicos con una perspectiva de derechos humanos.
- d) Garantizar que los recursos recaudados por los programas ambientales como la verificación vehicular sean destinados a mejorar, desarrollar y consolidar las iniciativas para la prevención, el control y la remediación de la contaminación del aire.
- e) Crear políticas que promuevan los incentivos fiscales, compensaciones o premios a las acciones individuales que garanticen el derecho a un medio ambiente sano.

10. Dadas las dinámicas de expansión urbana y crecimiento demográfico, así como las especificidades de la región denominada cuenca de México dentro de la cual se encuentra el Distrito Federal, es necesario considerar la situación de la calidad del aire como un problema por lo menos regional. Tanto el origen como las consecuencias de la contaminación atmosférica rebasan límites político-administrativos por lo que es fundamental lograr una adecuada coordinación en torno a este y otros problemas ambientales para garantizar el derecho humano a un medio ambiente sano. Actualmente la Coordinación Metropolitana depende de la voluntad política, pero a falta de mecanismos de carácter obligatorio, un presupuesto propio y participación ciudadana efectiva, la gestión metropolitana se encuentra aún fragmentada y no responde cabalmente a los procesos de expansión urbana de la región:

- a) Establecer una coordinación metropolitana con autonomía y personalidad jurídica, capacidad técnica, de vinculación y de rendición de cuentas. Esta institucionalización es vital para asegurar que las políticas implementadas estén respaldadas por información científica y técnica; para promover la investigación y tecnología adecuada en materia, por parte de nacionales y de colaboradores internacionales; para asegurar la participación y el apoyo social en la creación de las políticas públicas y en los programas; así como para evaluar la efectividad de políticas e instrumentos y garantizar que los recursos destinados y recaudados por estos estén siendo usados eficaz, eficiente y equitativamente en la atención al problema. Dirigir el cobro de impuestos de la verificación vehicular y las industrias contaminantes a programas ambientales e investigación de asuntos relacionados con la mejora del aire en campos como el monitoreo, la educación o la salud.

b) Para el caso de la movilidad y el transporte de la ciudad de México, la política pública para mejorar sustantivamente la calidad del aire deberá sostenerse en el menor uso de recursos energéticos y menor generación de desperdicios; sin embargo, esto no será suficiente sin la descentralización urbana, las políticas de relocalización a los centros de trabajo, la diferenciación de horarios laborales y la creación de transporte empresarial y escolar. En este sentido, el Gobierno del Distrito Federal ha desarrollado en el Plan verde y en la Agenda ambiental de la ciudad de México algunas acciones para atender los asuntos de movilidad.

11. Aun cuando el Distrito Federal continúe esforzándose por mejorar la calidad del aire, y previendo la expansión de la metrópoli, las acciones nunca serán suficientes mientras no se cuente con la coordinación y planeación efectiva de las autoridades federales, la participación y voluntad política de los gobiernos estatales y municipales en el mediano y largo plazo, complementada por las acciones de las y los ciudadanos de la metrópoli.

## Bibliografía

- Alegre González, Mónica Vietnica, *Programa de biomonitoreo de ozono en la zona metropolitana de la ciudad de México*, tesis de licenciatura en Biología, México, UNAM, Facultad de Ciencias, 2005.
- Amnistía Internacional, *Manual para promotores juveniles en derechos humanos del Distrito Federal*, México, Indesol/CDHDF/AI, 2003.
- Asociación Interamericana para la Defensa del Ambiente (AIDA), *Guía de defensa ambiental: construyendo la estrategia para el litigio de casos ante el Sistema Interamericano de Derechos Humanos*, 2008, en <<http://www.aida-americas.org/aida.php?page=182&lang=es>>.
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID), *El desafío de los desastres naturales en América Latina y el Caribe*, 2000.
- Banco Mundial, *Ciudades en movimiento. Revisión de la estrategia de transporte urbano del Banco Mundial*, Washington, 2002, en <[http://siteresources.worldbank.org/INTURBANTRANSPORT/Resources/spanish\\_cities\\_on\\_the\\_move.pdf](http://siteresources.worldbank.org/INTURBANTRANSPORT/Resources/spanish_cities_on_the_move.pdf)>.
- Bellver Capella, V., *Ecología: de las razones a los derechos*, Granada, Comares, 1994.
- Bingman, Ingvar, *Acidification and Air Pollution*, National Environmental Protection Board, Suecia, 1987.
- Bravo, A. H. y O. Viniegra, “Informe preliminar acerca de la polución atmosférica en la ciudad de México”, *Memorias de la XII Reunión de la sociedad mexicana de higiene industrial*, Puebla, 1958.
- Castro Medina, Leticia, *Análisis de las normas oficiales mexicanas en materia ambiental en el marco de la normalización internacional*, tesis de maestría en derecho, México, UAM, 2007.
- Comisión de Cooperación Ambiental (CCA), *Salud infantil y medio ambiente en América del Norte, Canadá*, 2006.
- Comisión de Derechos Humanos del Distrito Federal (CDHDF), *Diagnóstico de derechos humanos del Distrito Federal*, ciudad de México, Comité Coordinador para la Elaboración del Diagnóstico y Programa de Derechos Humanos del Distrito Federal, 2008.
- \_\_\_\_\_, entrevista con Horacio Riojas, Instituto Nacional de la Salud, Cuernavaca, septiembre 2008.
- \_\_\_\_\_, *Derechos económicos, sociales, culturales y ambientales: exigibilidad de los DESCAs en la ciudad de México*, México, 2006.
- \_\_\_\_\_, *Informe especial sobre la violación al derecho a un medio ambiente sano y ecológicamente equilibrado por el deterioro y desaparición del suelo de conservación*, México, 2005.
- Comisión Metropolitana de Asentamientos Humanos, *Programa de ordenación de la zona metropolitana del valle de México*, México, 1998.
- Consejo Nacional de Población (Conapo), *Escenarios demográficos y urbanos de la zona metropolitana de la ciudad de México, 1990-2010*. México, 1998, en <<http://www.conapo.gob.mx/publicaciones/2003/04.pdf>>.
- Contreras, Cintya, “Plan verde capitalino cosecha alabanzas”, *Excélsior*, México, 20 de octubre de 2008.
- Coordinación Metropolitana Ambiental, <<http://www.edomex.gob.mx/medioambiente/dependencias/cam/funciones>>.
- Covarrubias Gaitán, Francisco, “Crecimiento metropolitano de la ciudad de México y necesidades de financiamiento”, ponencia presentada en el X Seminario de Economía Urbana y Regional: la ciudad de México en el Desarrollo Económico Nacional, Instituto de Investigaciones Económicas, México, UNAM, 2000.
- Cruz, Ángeles, “Cáncer y males cardíacos fuera del Seguro Popular en México”, en *La Jornada*, 2 de diciembre de 2002, <[www.jornada.unam.mx/2002/12/02/044n1soc.php?origen=soc-jus.html](http://www.jornada.unam.mx/2002/12/02/044n1soc.php?origen=soc-jus.html)>.

- De Alba Murrieta, Felipe, "Geopolítica metropolitana del valle de México: ¿crisis o reconfiguración institucional?", *Desafío Metropolitano*, Asamblea Legislativa del Distrito Federal II Legislatura/ Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad, México, UNAM, 2004.
- De Foy, B. *et al.*, "Mexico City Basin Wind Circulation During the MCMA-2003 Field Campaign", European Geosciences Union, *Atmospheric Chemistry and Physics*, núm. 5, 2005.
- Delgado Peralta, Martha, "Delimitar la ZMCM ¿para qué?", ensayo presentado para la evaluación del módulo I: "Delimitación y territorio del fenómeno metropolitano", del diplomado: El Fenómeno Metropolitano: Estrategias, Instrumentos y Alternativas de Gestión, Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad, México, UNAM, 2005.
- Departamento del Distrito Federal/Gobierno del Estado de México/Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca/Secretaría de Salud, Programa para Mejorar la Calidad del Aire en el Valle de México 1995-2000, México, 1996.
- Department for Health and Human Services: Agency for Toxic Substances and Disease Register, "Benzene", Atlanta, 2007.
- Derwent, R.G. *et al.*, "Photochemical Ozone Creation Potentials for a Large Number of Reactive Hydrocarbons under European Conditions", *Atmospheric Environment*, vol. 30, 1996, pp. 181-199.
- Díaz Aguilar, Irma, "El suelo se contamina", en *Temas ambientales del siglo XXI*, México, Colegio de Postgraduados, Montecillo, 2005.
- Earthjustice, *Environmental Rights Report, Human Rights and the Environment-Materials for the 61<sup>st</sup> Session of the United Nations Commission on Human Rights*, Ginebra, abril, 2005.
- Environmental Health Perspectives, "Rings of Controversy around Benzene", vol. 102, núm. 3, marzo 2004, en <<http://www.ehponline.org/docs/1994/102-3/focus.html>>.
- European Commission, Institute for Environment and Sustainability, "People: Population Exposure to Air Pollutants in Europe: Assessing the exposure to air pollution of citizens in European cities", en <<http://ies.jrc.ec.europa.eu/people-project>>.
- Evans, J. S. *et al.*, "Health Benefits of Air Pollution Control", en L. T. Molina y M. J. Molina (dirs.) *Air Quality in the Mexico Megacity*, Kluwer Academic Publish, Dordrech, 2002.
- Fenn, M. E., de Bauer, L. I. y Hernández-Tejeda, T. (eds.), "Resources at Risk in the Mexico City Air Basin", *Series Ecological Studies*, vol. 156, Nueva York, 2002.
- Gidi, Antonio, *Las acciones colectivas y la tutela de los derechos difusos, colectivos e individuales en Brasil, un modelo para países de derecho civil*, México, UNAM, 2004.
- Gherci C., F. Acosta, J. Cáceres, M. Bayugar y S. Gherci, *Derecho y reparación de daños*, Buenos Aires, Universal, 2001.
- Global Environmental Change and Human Security (GECHS), "Human Security", en <<http://www.gechs.org/human-security/>>
- Gobierno del Distrito Federal (GDF), "Decreto por el que se expide el Programa para Contingencias Ambientales Atmosféricas en el Distrito Federal", *Gaceta Oficial del Distrito Federal*, México, 2008.
- \_\_\_\_\_, *Ecosistema urbano y salud de los habitantes de la zona metropolitana del valle de México (Ecours)*, México, 2001.
- \_\_\_\_\_, *Programa de medio ambiente 2007-2012: agenda ambiental de la ciudad de México*, México, 2007.
- \_\_\_\_\_, *La calidad del aire en la zona metropolitana del valle de México 1986-2006: informe del estado y tendencias de la contaminación atmosférica*, México, 2007.
- \_\_\_\_\_, *Estrategia local de acción climática de la ciudad de México: acciones locales, logros globales*, México, 2006.
- \_\_\_\_\_, *Gestión ambiental del aire en el Distrito Federal: avances y propuestas 2000-2006*, México, 2006.

- \_\_\_\_\_, *Sexto informe de trabajo*, México, 2006.
- \_\_\_\_\_, *Informe de estado y tendencias de la calidad del aire, 2004*, México, 2005.
- \_\_\_\_\_, *Programa de protección ambiental del Distrito Federal 2002-2006*, México, 2002.
- \_\_\_\_\_, *Plan verde*, en <<http://www.sma.df.gob.mx/planverde/>>.
- Gobierno del Distrito Federal y Secretaría del Medio Ambiente (GDF/SMA), *Informe de la calidad del aire en la zona metropolitana del valle de México: estado y tendencias, 1990-2007*, México, 2008.
- Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente, Secretaría de Desarrollo Económico y Secretaría de Desarrollo Social, *Hacia la agenda XXI de la ciudad de México*, México, 2004.
- Herrejón Fuentes, Laura Elena, “Los retos de la Coordinación Metropolitana”, *Metrópoli 2025*, año 1, núm. 2, México, febrero 2006.
- Herrera Sánchez, Cinthya, “Reconocimiento del medio ambiente sano como un derecho humano, enfoque para el Estado de México”, *El derecho humano a un medio ambiente sano, 6º Certamen de Ensayo sobre Derechos Humanos*, México, Comisión de Derechos Humanos del Estado de México, 2004.
- Instituto de Geología, “Geología de la cuenca de México”, México, UNAM, en <[http://www.geologia.unam.mx/index.php?option=com\\_content&task=view&id=884&Itemid=484](http://www.geologia.unam.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=884&Itemid=484)>.
- Instituto Nacional de Ecología (INE), “Anexo III: Perspectivas sobre el plomo”, México, 2007.
- \_\_\_\_\_, “Marco de referencia: la situación ambiental de la zona metropolitana del valle de México”, México, 2005, en <<http://www.ine.gob.mx/publicaciones/libros/268/metro3.html>>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEG), *Sistema para la consulta del anuario estadístico del Distrito Federal*, México, 2007.
- \_\_\_\_\_, *Sistema para la consulta del cuaderno estadístico de la zona metropolitana del valle de México*, México, 2007.
- \_\_\_\_\_, *Cuadernos estadísticos de la zona metropolitana, ciudad de México*, México, 2005.
- Instituto Interamericano de Derechos Humanos, “Protección de los derechos humanos”, *Serie Módulos Educativos*, núm. 1, México, IIDH/CDHDF/Visión Mundial, 2003.
- Jurado Vargas, Romel, “Exigibilidad de los derechos humanos relacionados con la comunicación desde el ámbito de las políticas públicas”, *Comunicación y Derechos Humanos*, Universidad Andina Simón Bolívar, Ecuador, 2002.
- Krupa, Sagar V., *Polución, población y plantas*, The American Phytopathological Society, trad. Bauer, M. L. I., México, Colegio de Postgraduados, Montecillo, 1999.
- Kunicka-Michalska, Barbara, “Derecho al medio ambiente como el derecho humano de la tercera generación”, Ponencia para el Foro Científico del Grupo de Trabajo Jurisprudencia de CEISAL en Viena, Instituto de Ciencias Jurídicas de la Academia de Ciencias de Varsovia, Polonia, 1992.
- Leff, Enrique (coord.), *La transición hacia el desarrollo sustentable perspectivas de América Latina y el Caribe*, México, INE/Semarnat, 2002.
- Leff, Enrique, *Medio ambiente y desarrollo en México*, vol. 1, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Humanidades, México, UNAM/Porrúa, 1990.
- Lezama, José Luis, *Aire dividido: crítica a la política del aire en el valle de México*, México, El Colegio de México, 2000.
- Mani, Devyani, *Human Security and Local Development*, Centro de Desarrollo Regional de las Naciones Unidas.
- Molina, Mario y Luisa Molina (eds.), *Air Quality in Mexico City: An Integrated Assessment*, Kluwer Academic Publishers, 2001.
- Mori de México, *Monitor Ambiental Internacional*, México, 1999.
- National Academy of Sciences, *Air Quality Management in the United States*, Estados Unidos, The National Academies Press, 2004.

- Nef, Jorge, *Human Security and Mutual Vulnerability: The Global Political Economy of Development and Underdevelopment*, Canadá, International Development Research Center, 1999.
- North American Research Strategy for Tropospheric Ozone, *An Assessment of Tropospheric Ozone Pollution: A North American Perspective*, junio 1990 en <<http://www.narsto.org/files/files/OAChapter3.pdf>>.
- Olivares Ruiz, Landy, *Reflexiones en torno a los derechos humanos y el medio ambiente*, México, Instituto Nacional de Ecología, 2005, en <<http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/398/olivares.html>>.
- O'Neill, Marie S. *et al.*, "Air Pollution and Mortality in Latin America : The Role of Education", *Epidemiology*, 14 de julio 2008.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU), "Informe 2005: los objetivos de desarrollo del milenio", Nueva York, 2005, en <<http://www.un.org/spanish/millenniumgoals/reports.shtml>>.
- \_\_\_\_\_, *Folleto informativo núm. 16*, Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, (Rev. 1).
- Organización Mundial de la Salud (OMS), *Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre: resumen de evaluación de los riesgos*, Ginebra, 2006.
- Organización Panamericana de la Salud (OPS), *Evaluación de los efectos de la contaminación del aire en la salud de América Latina y el Caribe*, Washington, 2005, en <[http://whqlibdoc.who.int/hq/2006/WHO\\_SDE\\_PHE\\_OEH\\_06.02\\_spa.pdf](http://whqlibdoc.who.int/hq/2006/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf)>.
- \_\_\_\_\_, *Atención Primaria Ambiental*, Washington, 1998.
- O'Ryan, Raúl y Luis Larraguibel, *Contaminación del aire en Santiago: estado actual y soluciones*, Chile, Centro de Economía Aplicada, 2000, en <[http://www.webmanager.cl/prontus\\_cea/cea\\_2000/site/pags/20030328145042.html](http://www.webmanager.cl/prontus_cea/cea_2000/site/pags/20030328145042.html)>.
- Piers Blaikie *et al.*, *Vulnerabilidad: el entorno social, político y económico de los desastres*, Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina, 1996.
- Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del Distrito Federal (PAOT), *Programa de acceso a la justicia ambiental 2008-20011*, México, 2008.
- \_\_\_\_\_, *Evaluación de la problemática ambiental del área metropolitana de la ciudad de México*, México, en <<http://www.paot.org.mx/index.php?module=htmlpages&func=display&pid=96&menu=8>>.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Oficina Regional para América Latina y el Caribe y el Centro de Investigación en Geografía y Geomática (PNUMA/ROLAC/CIGG), *Geo Ciudad de México: una visión territorial del sistema urbano ambiental*, México, 2003.
- Puentes Riaño, Astrid, *Elementos de discusión y exigibilidad de los derechos humanos*, en <[http://portal.sre.gob.mx/pcdh/libreria/libro6/23\\_a.puentes.pdf](http://portal.sre.gob.mx/pcdh/libreria/libro6/23_a.puentes.pdf)>.
- "Proyecto de decreto que reforma el artículo 4º constitucional, Recinto del Senado de la República, 13 de diciembre de 2007", *Gaceta del Senado*, en <<http://www.senado.gob.mx/gace.php?sesion=2007/12/13/1&documento=41>>.
- Reyna de la Madrid, César, *Comisión Ambiental Metropolitana*, México, 2005, en <[http://www.sma.df.gob.mx/sma/download/temporales/foroCACC/forocacc-14\\_cam\\_3a\\_asamblea\\_\(cesar\\_reyna\).pdf](http://www.sma.df.gob.mx/sma/download/temporales/foroCACC/forocacc-14_cam_3a_asamblea_(cesar_reyna).pdf)>.
- "Rings of Controversy around Benzene", *Environmental Health Perspectives*, vol. 102, núm. 3, marzo 1994, en <<http://www.ehponline.org/docs/1994/102-3/focus.html>>.
- Rosales A. V. Torres y V. Borja, "Los efectos agudos de la contaminación del aire en la salud de la población: evidencias de estudios epidemiológicos", *Salud Pública de México*, vol. 43, núm. 6, noviembre-diciembre de 2001.

- Ruvalcaba, Rosa María y Martha Schteingart, “La división social del espacio en las grandes metrópolis mexicanas. Un estudio comparativo”, *Revista El Mercado de Valores*, abril, 2000.
- Schwartz, J., “Air pollution in children’s health”, *Pediatrics*, núm. 113, vol. 4, 2004.
- Schteingart, Martha y Clara Salazar, “Expansión urbana, protección ambiental y actores sociales en la ciudad de México”, *Estudios demográficos y urbanos*, vol. 18, núm. 3, septiembre-diciembre, 2003.
- Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (Sedue), *Políticas y estrategias de abatimiento y control de la contaminación atmosférica en la zona metropolitana de la ciudad de México*, México, 1987.
- Secretaría de Desarrollo Urbano del Distrito Federal, en <<http://www.seduvi.gob.mx>>.
- Secretaría de Transporte y Vialidad del Distrito Federal, en <<http://www.setravi.gob.mx>>.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Secretaría del Medio Ambiente Gobierno del Distrito Federal, Secretaría de Ecología, Gobierno del Estado de México y Secretaría de Salud, *Programa para mejorar la calidad del aire de la zona metropolitana del valle de México 2002-2010*, (Proaire II), México, 2003.
- Secretaría de Transportes y Vialidad (Setravi), *Encuesta 2007 origen destino*, en <<http://www.setravi.df.gob.mx/index.html>>.
- Secretaría de Desarrollo Social, Comisión Nacional de Población e Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (Sedesol/Conapo/INEGI), *Delimitación de las zonas metropolitanas de México*, México, 2004.
- Sil Acosta, Marina, “Derechos humanos y medio ambiente”, Comisión de Derechos Humanos del Distrito Federal, en <[http://www.cdhd.org.mx/index.php?id=gac\\_octmarina](http://www.cdhd.org.mx/index.php?id=gac_octmarina)>.
- The Handbook of Environmental Chemistry*, vol. 2, parte F, Alemania, Springer-Verlag, 1991.
- Toledo, Víctor M., *Ecología, espiritualidad y conocimiento: de la sociedad del riesgo a la sociedad sustentable*, PNUMA, 2003.
- Ulrich, Beck, *La sociedad del riesgo*, Barcelona, Paidós, 1998.
- Urbina Soria, Javier, “Conferencia riesgos psicosociales por contaminación atmosférica”, Foro de Monitoreo Atmosférico de la ciudad de México, 2006.
- U.S. Environmental Protection Agency (USEPA), “Six Common Air Pollutants”, en <<http://www.epa.gov/air/urbanair>>.
- Valroff, Jean, *Pollution Atmosphérique et Pluies Acides*, *La Documentation Française*, Paris, 1985.
- Velázquez, Alejandro y Francisco J. Romero, *Biodiversidad de la región de la montaña del sur de la cuenca de México*, México Universidad Autónoma Metropolitana/Secretaría del Medio Ambiente/Gobierno del Distrito Federal, 1999.
- Vet, Robert J., “Wet Deposition: Measurement Techniques”,
- World Bank, *Improving Air Quality in Metropolitan Mexico City: An Economic Valuation*, 2002, en <<http://network.idrc.ca/uploads/user-S/10530289260100205-3.pdf>>.
- World Health Organization, “Indoor Air Pollution”, en <<http://www.who.int/indoorair/en/>>.

*Informe especial sobre el derecho humano a un medio ambiente sano y la calidad del aire  
en la ciudad de México 2008*

se terminó de imprimir en diciembre de 2008 en los talleres de  
Servicios de Medios Alternativos, S. A. de C. V., calzada de las Águilas 1842,  
col. Axomiatla, 01820, D. F.

Para su composición se utilizaron tipos Adobe Garamond Pro de 8:10, 9:11 y 11:14  
y Frutiger Lt Std 45 Light de 7:9 y 9:11 puntos.

El tiro fue de 1 000 ejemplares impresos en papel bond de 75 g.