

## Curso de capacitación INDICADORES DE CALIDAD AMBIENTAL

Trabajo Final de Curso – Versión Final  
Profesor: Carlos Martín

### **BOGOTÁ: MEJOR AIRE, MEJOR SALUD, MEJOR VIDA**

Presentado por: Guido A. Bonilla Pardo

#### **I El problema: Afectación de la salud humana por efecto de la contaminación del aire Urbano**

El aire es uno de los más importantes factores ambientales que determinan la vida y la salud humanas<sup>1</sup> y por tanto es vital poner en marcha un sistema de vigilancia y monitoreo que posibilite verificar su calidad y, en consecuencia, diseñar indicadores ambientales que permitan establecer su estado y la incidencia de los agentes contaminantes en los procesos de salud y enfermedad. Además, estos indicadores ambientales deben facilitar realizar seguimientos a las acciones de prevención y mitigación de los impactos y de restablecimiento y compensación que sean necesarias poner en marcha para lograr una óptima calidad del aire en la ciudad.

Efectivamente, en el aire que respiramos no solo están presentes los gases vitales –oxígeno y nitrógeno- sino que también viajan sustancias tóxicas y agentes patógenos, material particulado y compuestos orgánicos volátiles que facilitan, predisponen y potencian enfermedades e infecciones respiratorias, cutáneas y otras infecto-contagiosas de origen viral o bacteriana, puesto que los agentes etiológicos que las originan logran adherirse a las partículas presentes en el aire que respiramos.

Ahora bien, la evidencia muestra que los procesos contaminantes del aire están directamente vinculados al uso de combustibles fósiles –gasolinas, ACPM, aceites lubricantes y gas natural vehicular- ; a la combustión de material orgánico –hueso, leña, carbón vegetal o mineral- y sintéticos derivados del petróleo -polipropilenos y cauchos, por ejemplo; a las emisiones volcánicas o de vapores sulfurados y a los procesos naturales de erosión. También en la contaminación del aire juega un papel destacado las emisiones industriales, el metabolismo y la descomposición de material orgánico y el inadecuado manejo y disposición de residuos tanto sólidos como biológicos, químicos o radioactivos –residuos peligrosos- y de desechos mineros y escombros urbanos.

Dentro de las distintas fuentes de contaminación del aire son las móviles, como el parque automotor de la ciudad<sup>2</sup>, que incluye al transporte público, tanto de pasajeros como de carga, los vehículos oficiales y particulares y las aeronaves, las que tienen la de mayor participación en las emisiones atmosféricas. Aunque con menor impacto se identifican una variada gama de herramientas y maquinaria de mano y pesada (“fuentes transportables”)<sup>3</sup>, utilizados en las industrias de la construcción e infraestructura vial (vivienda, malla vial, equipamientos urbanos) y en los servicios de limpieza de canales y redes de alcantarillado, poda de jardines, prados y árboles y otras actividades de ornato urbano.<sup>4</sup>

Las fuentes móviles en Bogotá son la las que, en mayor medida, aportan al proceso de contaminación denominado por el profesor Néstor Rojas, de “impacto de escala local”, o sea, que afecta principalmente la “calidad del aire en centros urbanos”, en cuyo aire se concentran “...seis contaminantes conocidos como contaminantes “criterio” por sus efectos sobre la salud humana y el ambiente: monóxido de carbono, óxidos

<sup>1</sup> Adicionalmente, se identifican como determinantes ambientales de la salud: los alimentos sanos y seguros, el agua y saneamiento básico, la seguridad química, los medicamentos seguros, los eventos zoonóticos y el cambio climático.

<sup>2</sup> Se trata de automóviles, buses, busetas, micro-colectivos, camiones, moto-tractores, aviones de pasajeros y de carga y motocicletas.

<sup>3</sup> Se trata de excavadoras, palas mecánicas, niveladoras, aplanadoras, plantas móviles de generación de electricidad, cortadoras de césped y motosierras, entre otras.

<sup>4</sup> También son significativas una variedad de fuentes fijas como industria manufacturera, la siderúrgica, la del cemento y de materiales de construcción, química –tintorerías-carboneras por ejemplo- el comercio y una proporción no despreciable de la industria gastronómica, cuya oferta se soporta en los asados al carbón y leña.

de nitrógeno, hidrocarburos (compuestos orgánicos volátiles), óxidos de azufre, material particulado y ozono troposférico”.<sup>5</sup>

Efectivamente, el parque automotor ha sido el responsable, respecto a las demás fuentes contaminantes, de aproximadamente el 70% de las emisiones<sup>6</sup> y en consecuencia el principal factor de la contaminación del aire de la ciudad. Sin embargo, en el marco de la concentración de los “contaminantes criterio” en las distintas zonas de la ciudad, lo que mayor preocupación genera es el “material particulado”, o sea las partículas líquidas o sólidas suspendidas en el aire, menores de 10 micras, pues están directamente relacionadas con “...la mortalidad y morbilidad de la población...”<sup>7</sup>, en particular con las enfermedades e infecciones respiratorias,<sup>8</sup> en una situación que afecta con mayor énfasis a poblaciones de menores de cinco y doce años y adultos mayores de 65 y que, en condiciones extremas, asociadas a la deficiencia en atención en salud, pueden causar la muerte.

El material particulado, por su condición y mayores concentraciones presentes en el aire de la ciudad, resulta ser el contaminante que más urgencia requiere en su control. En efecto, como plantea el profesor Rojas:

“El material particulado es (...) el contaminante más complejo por sus características de tamaño (desde 0.007 hasta 60 micras, aproximadamente), composición química (carbón, compuestos orgánicos, hidrocarburos aromáticos policíclicos – varios de ellos cancerígenos –, metales, ácidos sulfúrico y nítrico, sales de amonio, minerales, entre otros), transformaciones en la atmósfera e interacción con los demás contaminantes. Comúnmente es medido como PM<sub>10</sub>, que incluye todas las partículas de tamaño inferior a 10 micras, que son aquellas que permanecen suspendidas durante varias horas o días en el aire. En Estados Unidos y otros países alrededor del mundo, existen normas y mediciones para las partículas consideradas como finas, es decir, aquellas que tienen un tamaño inferior a 2,5 micras, las cuales están compuestas principalmente por partículas producidas en procesos de combustión y aquellas producidas a partir de vapores que se condensan en la atmósfera. Las partículas finas no sólo son inhalables, sino que además se depositan eficientemente en las vías respiratorias inferiores y en los alvéolos pulmonares, produciendo irritación e inflamación en las células alveolares. Aquellas partículas con tamaño inferior a 0.1 micras tienen la capacidad de entrar en el torrente sanguíneo, y han sido asociadas a enfermedades cardiovasculares.”<sup>9</sup>

Como bien se puede percibir el problema de la contaminación del aire en la ciudad es complejo y atenderlo adecuadamente resulta trascendental para los propósitos de construir una ciudad que asuma no sólo el reto de enfrentar con responsabilidad el cambio climático sino el de garantizar una Bogotá saludable y ambientalmente sostenible para sus habitantes y las futuras generaciones.

<sup>5</sup> ROJAS, Néstor Y. “Aire y problemas ambientales de Bogotá”. Laboratorio de Ingeniería Química, Universidad Nacional de Colombia. Versión digital: <http://oab.ambientebogota.gov.co/documentos.shtml>.

<sup>6</sup> Colombiana de Hidrocarburos S.A., 2002. Citado por MÉNDEZ CAICEDO, Mildred. “Análisis de Intervención: Efectividad de las políticas para reducción de la contaminación por fuentes móviles en Bogotá”. Facultad de Economía, Universidad de los Andes. Enero 2004 Versión digital: <http://oab.ambientebogota.gov.co>. Según el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales –IDEAM, aproximadamente el 65% de los gases contaminantes que se arrojan a la atmósfera en la ciudad los genera el sector transporte. Ver: VARGAS, José Antonio. “Movilidad Cero Emisiones”. Versión digital: [http://www.semana.com/documents/Doc-1743\\_2008916.pdf](http://www.semana.com/documents/Doc-1743_2008916.pdf). El sector de transporte aéreo de pasajeros muestra que sus emisiones de contaminantes es aproximadamente el 6% de las emisiones totales de la ciudad de Bogotá D.C. Ver: TIRADO Noriega, María Alejandra. “Actualización de Inventario de Emisiones Atmosféricas producidas por Aviones comerciales En el Aeropuerto El Dora do de Bogotá D.C., y Políticas para disminución del Impacto Ambiental. Proyecto finas de Grado. Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad de los Andes, Bogotá 2010. Versión digital: [http://oab.ambientebogota.gov.co/resultado\\_busquedas.php?AA\\_SL\\_Session=8cf97c692bfb8688eaf05115108c7ab8&x=5037](http://oab.ambientebogota.gov.co/resultado_busquedas.php?AA_SL_Session=8cf97c692bfb8688eaf05115108c7ab8&x=5037)

<sup>7</sup> Ver ALTAMAR CONSUEGRA, Astrid. Estudio de la Contaminación Atmosférica Generada por Óxidos de Azufre, Óxidos de Nitrógeno y Material Particulado en un sector de la Ciudad de Bogotá. Versión digital: [www.revistaavances.co/objects/docs/.../a5\\_art4\\_contam\\_oxidos.pdf](http://www.revistaavances.co/objects/docs/.../a5_art4_contam_oxidos.pdf)

<sup>8</sup> Asociadas con la irritación y ardor de ojos, nariz y garganta, las enfermedades respiratorias más frecuentes son: gripa común, influenza, bronquitis, amigdalitis, laringitis, pulmonía, bronco-neumonía y neumonía. También, aunque en menor medida, enfermedades como el sarampión, la rubeola o la tuberculosis pueden generar cuadros epidemiológicos significativos a partir de la presencia de los agentes patógenos en el aire.

<sup>9</sup> ROJAS, Néstor Y., Op. cit.

## II Características generales de la contaminación del aire de la ciudad

La ciudad de Bogotá desde 1997 cuenta con una red de monitoreo de la calidad del aire -RM CAB, y desde 2008 con un Observatorio Ambiental –OBA<sup>10</sup>, que tienen como propósito básico y objetivo principal “Evaluar el cumplimiento de estándares de calidad del aire en la ciudad”. La Red cuenta actualmente con 16 estaciones, que permanentemente monitorean el estado de calidad del aire, mediante el seguimiento a nueve contaminantes ambientales, entre partículas y gases,<sup>11</sup> y seis fenómenos meteorológicos<sup>12</sup>. Además, publica reportes actualizados en línea y datos meteorológicos en tiempo real. Igualmente, a través de la misma página WEB se tiene acceso a información, estudios y publicaciones recientes. Adicionalmente, está en construcción un Observatorio de Salud Ambiental que, como espacio integral e intersectorial, aborda el análisis de los determinantes socio-ambientales del proceso salud enfermedad en la ciudad. De hecho el Observatorio Ambiental de Bogotá ha incorporado entre los indicadores de calidad del aire tres relativos a la situación de las enfermedades respiratorias,<sup>13</sup> los cuales serán objeto de un análisis particular.

En la contaminación del aire urbano se pueden identificar dos grandes aspectos estrechamente interrelacionados: los procesos y las cargas. En este subtítulo se intentará identificar sus características principales.

### a. Los procesos de contaminación del aire urbano

Toda vez que el uso de combustibles fósiles por parte del parque automotor de la ciudad es el mayor responsable de la emisión de contaminantes “criterio”, y en especial de material particulado, resulta interesante precisar algunas características que son determinantes en la calidad del aire. Por ejemplo, la cantidad y características del parque automotor, el consumo y tipos de combustibles que se utilizan para su movilización, el estado de la malla vial y algunos aspectos de la movilidad y del servicio de transporte público.

Bogotá pasó de tener, en 1997, cerca de 677.000 vehículos<sup>14</sup> a 1.649.534 en 2010 (1.324.000 vehículos particulares y oficiales, 49.000 taxis, 16.200 buses, 40 mil camiones y 218.323 motocicletas), lo que representa un crecimiento de 143,7% en tan sólo 12 años.<sup>15</sup> Por otra parte, no deja de ser significativa para los análisis de los procesos contaminantes del aire la “edad” del parque automotor que se moviliza en la ciudad. Según datos de la Secretaría Distrital de Movilidad, para el año 2007, del total del parque automotor de transporte público colectivo el 58.6% tenía más de 8 años de servicio, el 20,3% de taxis más de 6 años y el 45.3% de los vehículos particulares (cerca de 600 mil) un promedio un de 14 años de uso.<sup>16</sup> La antigüedad del parque automotor de motos es de 19 años,<sup>17</sup> edades que implican mayores problemas en materia un adecuado funcionamiento mecánico y en la combustión.

<sup>10</sup> Mediante el Decreto Distrital 681 del 30 de diciembre de 2011 se adopta el Observatorio Ambiental de Bogotá, D.C., como sistema oficial de reporte y divulgación de la información, estadísticas e indicadores ambientales que producen las entidades de la Administración Pública Distrital. Sitio web que permite conocer el estado y la calidad del ambiente en Bogotá. <http://oab.ambientebogota.gov.co>

<sup>11</sup> Partículas (PM10, PM2.5, PST); Gases (CO, SO2, NOX, O3, CH4, NMCH4).

<sup>12</sup> Precipitación, Velocidad y dirección del viento, Temperatura, Humedad relativa, Presión atmosférica y Radiación (UVB- RS global)

<sup>13</sup> Tasa de Mortalidad por Neumonía en Menores de 5 años ( TMN5 ), Casos Atendidos en Salas de Enfermedades Respiratorias Agudas (ERA) (SERA) y Circulación Virus Respiratorios ( CIVIRE )

<sup>14</sup> Diario El Tiempo. “EN BOGOTÁ CIRCULAN CERCA DE 700.000 AUTOS”, Bogotá, 22 de febrero de 1997. Versión digital: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-572797>

<sup>15</sup> Se advierte que la mayoría de las estadísticas no consideran al parque automotor de motocicletas como un medio de transporte, para nuestro análisis estos datos son relevantes. Consultar: FENDIPETROLEO, “Medida del día y placa en Bogotá”. Versión Digital:

[http://www.fendipetroleo.com/newweb/images/stories/pdf/documentos/presentacionpicoyplacabogota\(abril6.09\).pdf](http://www.fendipetroleo.com/newweb/images/stories/pdf/documentos/presentacionpicoyplacabogota(abril6.09).pdf). Para el dato de las motocicletas ver: VII Feria Internacional de la Moto en Colombia, ESTADÍSTICAS DEL SECTOR DE LA MOTO MAYO 2011, versión digital:

[http://feria2ruedas.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=506&Itemid=132](http://feria2ruedas.com/index.php?option=com_content&view=article&id=506&Itemid=132). En el dato total para 1997 no se pueden especificar los tipos de vehículo, para el dato de 2010 se suman vehículos y motocicletas que aportan ambas fuentes. Según el Observatorio Ambiental de Bogotá para 2011 el número de motocicletas había alcanzado 269.461 lo que representa un 31, 1% más que las de 2010. Ver: <http://oab.ambientebogota.gov.co/index.shtml?s=&id=269&v=1>

<sup>16</sup> Cf. Cámara Comercio de Bogotá. “2. La oferta de transporte en Bogotá”. Versión digital: [http://camara.ccb.org.co/documentos/3224\\_capitulo\\_2\\_parte\\_1.pdf](http://camara.ccb.org.co/documentos/3224_capitulo_2_parte_1.pdf).

<sup>17</sup> Cf. VII Feria Internacional de la Moto en Colombia. Estadísticas del Sector de la Moto, Mayo 2011. Versión digital:

[http://feria2ruedas.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=506&Itemid=132](http://feria2ruedas.com/index.php?option=com_content&view=article&id=506&Itemid=132).

Respecto al consumo de combustible el panorama resulta igualmente preocupante. Entre 2003 y 2011, el parque automotor de la ciudad consumió mensualmente, en promedio, 37,5 millones de galones de combustible. (1,4 millones diarios). De estos, el 41.7% fue gasolina y el 58,3 diésel.<sup>18</sup> Estos datos resultan muy importantes para nuestro análisis, puesto que sólo a partir de julio de 2010 en Colombia, cuando entró a regir sectorialmente la Resolución 1180 de 2006, expedida por los Ministerios de Ambiente y Minas y Energía y que regula la calidad del combustible.<sup>19</sup> Esta medida obligó a ECOPEPETROL y a los importadores a reducir la presencia de azufre en la gasolina de 1.000 a 300 partes por millón (ppm), en diesel corriente de 4.500 a 500 ppm y en el diesel extra de 1200 a 500 ppm.<sup>20</sup> Adicionalmente, los datos son reveladores ya que el consumo de combustible diésel supera en toda la serie a la gasolina, con el agravante anteriormente señalado: por las particularidades de su ciclo de combustión y la exagerada presencia de azufre como componente del mismo, resulta ser un combustible altamente contaminante, pues entre más azufre presente mayor la cantidad de contaminantes expulsa, entre ellos mayor material particulado.<sup>21</sup>

Finalmente, resulta necesario hacer algunas consideraciones respecto al estado de la malla vial y la movilidad de la ciudad. Según el Instituto Distrital de Desarrollo Urbano –IDU, para 2011, Bogotá contaba con 15.275,8 Kilómetros carril, de los cuales el 58% corresponden a la malla vial local; el 25% a la malla vial intermedia, y el 17% a la malla arterial<sup>22</sup>.

Un diagnóstico del IDU pudo establecer que en 2004 el 81% de la malla local, 87% de la intermedia y 37% de la arterial se encontraba en mal o regular estado (70% en términos globales). Ese mismo estudio indicó que para diciembre de 2011, el 86% de la malla local, el 69% de la intermedia, el 29% de la arterial y el 13% de las troncales de transmilenio se encontraban en mal o regular estado (68% en términos globales)<sup>23</sup>. Además, en materia de nuevas vías el informe es contradictorio o inconsistente, ya que en lugar de aumentar disminuyen los Km/carril. En efecto, la Base de Datos del Inventario y Diagnóstico de la Malla Vial del IDU reporta para 2004 la existencia de 15.338 Km/carril y para 2011, 15.276 Km/carril; se trata de una disminución o “desaparición” de 493 Km/carril.<sup>24</sup>

En conclusión la ciudad presenta, según el alcance del propio diagnóstico del IDU, desde hace aproximadamente 15 años una situación grave en el sistema vial urbano y especialmente crítico en las zonas circunvecinas y de acceso a las viviendas y al trabajo (malla vial local e intermedia), que no ha sido atendida sino parcial y muy focalizadamente. Mientras la ciudad se desbordó y expandió hacia el sur y nor-orienté y hacia sur-occidente, su población creció a casi 8 millones de habitantes y la cantidad de vehículos casi que se triplicó, pero la malla vial solo alcanzó a crecer aproximadamente 1.475,8 K/carril, o sea 10,7% respecto a los que existía en 1998.

En cuanto a la movilidad es pertinente advertir que el sistema de transporte público de pasajeros, especialmente el colectivo, se caracteriza por el caos, la confusión y la sobreoferta de buses, busetas y micro-colectivos (32 mil según algunos consultores independientes) que ruedan zigzagueantes por la ciudad,

<sup>18</sup> Cálculos del autor a partir de Tabla Consumo de Combustibles para Bogotá 2003-2011, construida por Sandra Leyva Rolón, profesional de la Unidad de Planeación Minero Energética -UPME- del Ministerio de Minas y Energía, fuente de referencia Ministerio de Hacienda y Crédito Público, Bogotá 2012.

<sup>19</sup> Aunque resulta importante la entrada en vigor de esta medida regulatoria, es necesario advertir que las disposiciones relacionadas con la calidad de los combustibles se fueron aplazando desde 1993, mediante la expedición de varias nuevas resoluciones.

<sup>20</sup> Ver: “Tratamiento para un mejor ambiente”. Carta Petrolera No. 116, Diciembre de 2006 – enero de 2007. Versión digital: [http://www.ecopetrol.com.co/especiales/cartapetroleradic06/rev\\_refinacion.htm](http://www.ecopetrol.com.co/especiales/cartapetroleradic06/rev_refinacion.htm). Según el diario El Espectador “Mientras que en 2002 las concentraciones eran de 4.500 partes por millón de azufre, en 2009 la concentración a nivel nacional era de 500 partes y la meta es reducirlas a 50 partes por millón antes de terminar 2012.” Ver también ELESPECTADOR.COM. “Para entregar Acpm más limpio Ecopetrol invierte US\$8.000 millones” Versión digital: <http://m.elespectador.com/economia/articulo-211259-entregar-acpm-mas-limpio-ecopetrol-invierte-us8000-millones>.

<sup>21</sup> En el caso de las gasolinas la meta para 2011 era reducirlas a 300. Ver “Tratamiento para un mejor ambiente”...

<sup>22</sup> [http://www.ecopetrol.com.co/especiales/cartapetroleradic06/rev\\_refinacion.htm](http://www.ecopetrol.com.co/especiales/cartapetroleradic06/rev_refinacion.htm)

<sup>23</sup> Ver: IDU, Inventario de la Malla Vial. Versión digital: [http://www.idu.gov.co/web/guest/malla\\_inventario](http://www.idu.gov.co/web/guest/malla_inventario). La malla vial local es la que permite el acceso y la circulación en los sectores donde se ubican las unidades de vivienda; la malla intermedia son los tramos que conectan las vías locales con las vías arteriales y sirven como alternativa para la movilidad vehicular en la ciudad; la arterial, es red vial de mayor jerarquía, soporta la movilidad y la accesibilidad urbana y regional y permite la conexión con el resto del país. Incluye las vías del sistema de transporte masivo de pasajeros (Troncales Transmilenio)

<sup>24</sup> Ver Instituto de Desarrollo Urbano -IDU. “INFORMACIÓN GENERAL DE LA MALLA VIAL DE BOGOTÁ (2004-2011)” Mimeo; “Evolución del inventario de la malla vial 2004 a 2011”. Versión digital: [http://www.idu.gov.co/web/guest/malla\\_inventario](http://www.idu.gov.co/web/guest/malla_inventario), y Concejo de Bogotá D.C, Proyecto de Acuerdo 10 de 2009. Versión digital: <http://www.alcaldia bogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=34751#>.

<sup>24</sup> Ibídem.

intentado ceñirse al trazado de poco más de 600 rutas diferentes autorizadas, cada una con una longitud promedio de 48 Km, pero sin paraderos ni horarios obligatorios, que convergen, se entrecruzan y se disputan metro a metro los casi 6 millones de pasajeros día que reportan las 67 empresas autorizadas.

La movilidad urbana y el servicio de transporte de pasajeros sólo ha conocido una transformación radical: el sistema masivo de Transmilenio, estructurado a partir de 11 troncales de uso exclusivo, que dispone de 1.392 buses articulados de amplia cabida, con portales de salida y llegada, 135 estaciones ubicadas cada seiscientos o setecientos metros, con varios servicios expreso, sistema de cobro por tarjeta electrónica, 93 rutas y 574 buses alimentadores que desde la periferia acceden a los portales. Este sistema, en los últimos 13 años ha mostrado sus ventajas en materia de organización, efectividad y agilidad, moviliza más de 4 millones de pasajeros día, a una velocidad promedio de 30 km/h, frente al caos del sistema colectivo. Sin embargo, desde hace un par de años muestra síntomas de saturación, pues casi todas las troncales, en las horas pico, presentan congestión en el acceso y salida de pasajeros y demoras en los traslados por la convergencia de buses que atienden las distintas rutas en cada troncal.

En conclusión la movilidad y el transporte público de pasajeros en Bogotá es un sistema regulado pero complejo, caótico y sin control, con deficiente semaforización; donde convergen en las mismas vías casi 800 mil vehículos particulares, 30 mil camiones, 20 mil taxis y 260 motocicletas todos los días, en paralelo con 1.900 buses articulados y alimentadores del sistema Transmilenio.

Se trata de un modelo y una situación que repercute en doble sentido en los procesos de contaminación del aire. Por una parte, transitar en vehículos relativamente viejos y en muchos casos obsoletos, con combustibles de mala y regular calidad, por unas vías muy deterioradas, dramáticamente congestionadas y con problemas evidentes de sobre oferta en el transporte de pasajeros, implica mayor aglomeración vehicular, disminución drástica de la velocidad promedio de los vehículos y tiempos excesivos en los recorridos y traslados.<sup>25</sup> Por otra parte, el estado de deterioro material de las vías es de tal magnitud que el nivel de polvo –tierra y arena- que se levanta cubre literalmente a la ciudad, aumentando el material particulado y enturbiando aún más, el aire Bogotano.

Sobre el transporte aéreo, otra fuente móvil de contaminación, sólo es pertinente hacer unas consideraciones. Por ejemplo, es importante indicar que la zona de influencia aeroportuaria del Aeropuerto Internacional El Dorado de Bogotá está constituida por las localidades de Fontibón, Engativá y parcialmente Kennedy –zonas urbanas del occidente bogotano- y los municipios circunvecinos de Mosquera, Funza, Madrid, Cota y Tenjo, las cuales albergan aproximadamente 1.8 millones de habitantes. Que el volumen anual de pasajeros para 2010 superaba ya los 13 millones y las operaciones aéreas diarias llegaron a 900. Para 2011, los vuelos diarios lograron los 1.100 y para 2013 la meta es realizar mínimo 1.800 operaciones aéreas diarias. Además, directamente relacionada con la operación de movilización de pasajeros se estima que para finales de 2012 logren circular aproximadamente 80 mil vehículos diarios, entre servicio público y automóviles particulares. En materia de movilización de carga la operación anual de entrada, salida y bodegaje supera desde 2010 las 500 mil toneladas, lo que implica una considerable movilización de camiones y tracto-camiones en la zona. Todos estos resultan ser factores altamente contaminantes del aire.

Una vez identificados los principales procesos contaminantes del aire en la ciudad, resulta necesario dimensionar las cargas que éste presenta y las consecuencias que esta situación ha traído para la salud de sus habitantes.

---

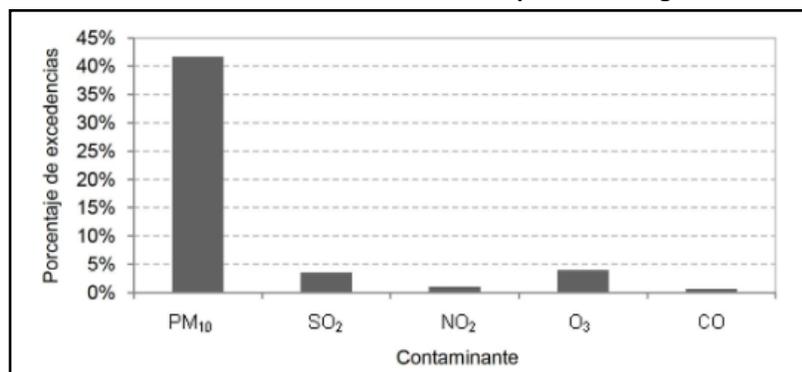
<sup>25</sup> En la práctica, un recorrido al trabajo o a la casa que bien podría demorar 20 minutos puede convertirse en un viaje de hora y media o más. El estudio "Mejores ciudades para hacer negocios" de América Económica, calificó en el 2006 y 2007 a Bogotá como la cuarta ciudad latinoamericana con mayores dificultades de movilización vehicular, por encima solo de Lima, Ciudad de Guatemala, Ciudad de México y Caracas. Cf. Cámara Comercio de Bogotá. "2. La oferta de transporte en Bogotá". Versión digital: [http://camara.ccb.org.co/documentos/3224\\_capitulo\\_2\\_parte\\_1.pdf](http://camara.ccb.org.co/documentos/3224_capitulo_2_parte_1.pdf)

## b. Las cargas sobre el aire de la ciudad

La información que reporta la Red de Monitoreo de la Calidad de Aire para Bogotá (RMCAB) confirma que el mayor problema está en el volumen de material particulado suspendido, que entre 1997 y 2008 mostró, en promedio, que más del 40% de las mediciones diarias superó la norma anual, mientras que los otros contaminantes atmosféricos -NO<sub>2</sub>, óxidos de azufre (SO<sub>2</sub>), CO y O<sub>3</sub>-, no superaron, en esta misma medición, el 5% de excedencias.<sup>26</sup> (Ver Gráfica 1)

Al observar la Gráficas 2 se verifica que la situación no obedece a casos atípicos o meses malos; el MP<sub>10</sub>, desde 1998 y hasta 2008 registró en las mediciones diarias excedencias muy superiores a la norma anual;<sup>27</sup> tendencia y situación que se puede caracterizar como crónica ya que al revisar los promedios anual y mensuales -Gráficas 3A y 3B- en ningún caso los promedios anuales y en pocos promedios mensuales se logra bajar la norma nacional anual de 50 µg/m<sup>3</sup> y en todos los registros fueron muy superiores a la norma OMS de 20 µg/m<sup>3</sup>.

**Gráfica 1**  
**Índice de porcentaje de excedencia de la norma de calidad del aire**  
**Análisis multianual 1997-2008 para todo Bogotá**

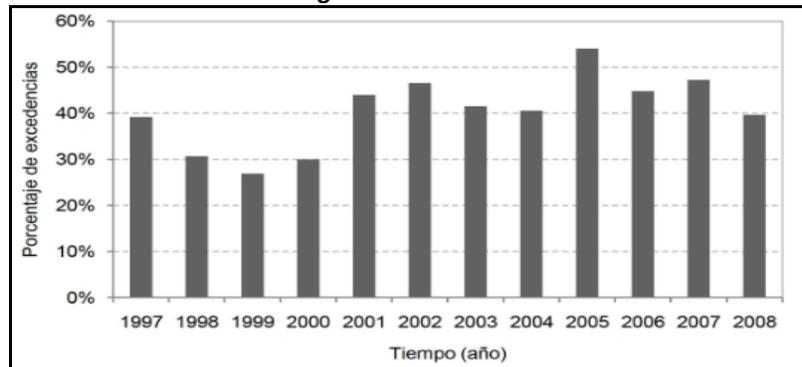


Fuente: Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C., Plan Decenal de Descontaminación del Aire para Bogotá 2010-2020. Anexo.

<sup>26</sup> Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C., Plan Decenal de Descontaminación del Aire para Bogotá 2010-2020. Anexo. Versión digital [http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/adminverblobawa?tabla=T\\_NORMA\\_ARCHIVO&p\\_NORMFIL\\_ID=930&f\\_NORMFIL\\_FILE=X&inputfilext=NORMFIL\\_FILENAME](http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/adminverblobawa?tabla=T_NORMA_ARCHIVO&p_NORMFIL_ID=930&f_NORMFIL_FILE=X&inputfilext=NORMFIL_FILENAME). Para PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub>, los valores hacen referencia a la comparación entre promedios diarios y la norma anual. Para el caso de O<sub>3</sub> y CO, la comparación se realiza con base en promedios horarios y la norma octo-horaria.

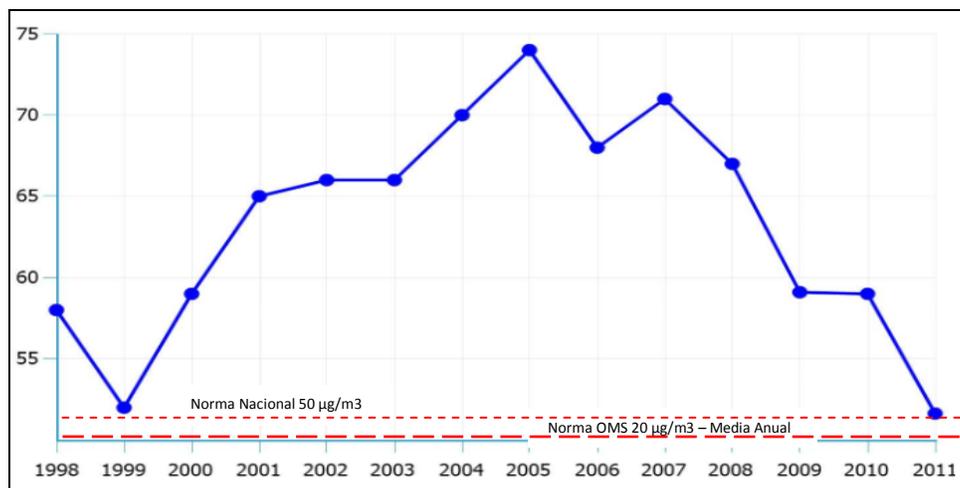
<sup>27</sup> Es muy importante reconocer que a partir de 2009 el número de días de excedencia se redujeron notablemente: 2009, 17 días; 2010, 13 días; 2011, 6 días y 2012-Octubre, 10 días. Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente, Observatorio Distrital ambiental. <http://oab.ambientebogota.gov.co/index.shtml?s=i&id=513&v=1>

**Gráfica 2**  
**Índice de porcentaje de excedencia de la norma de calidad del aire para PM10**  
**respecto a norma anual**  
**Bogotá D.C. 1997 - 2008**



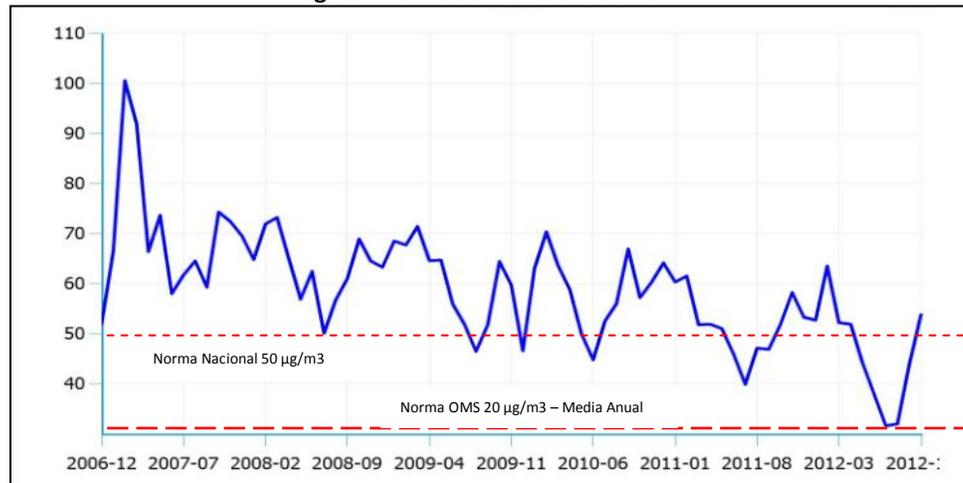
Fuente: Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C., Plan Decenal de Descontaminación del Aire para Bogotá 2010-2020. Anexo.

**Gráfica3-A**  
**Material Particulado MP10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )**  
**Promedio Anual**  
**Bogotá D.C. 1998 -2011**



Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente, Observatorio Distrital Ambiental, reporte en línea, Diciembre 13 de 2012. <http://oab.ambientebogota.gov.co/index.shtml?s=l&id=1>

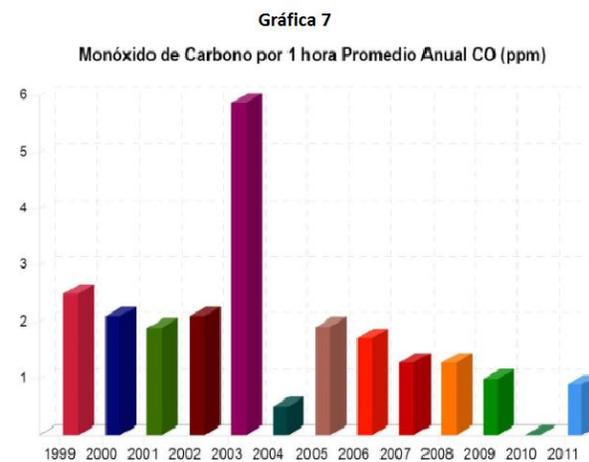
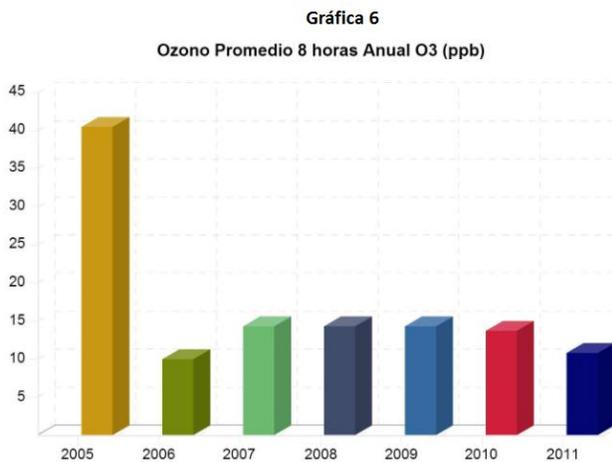
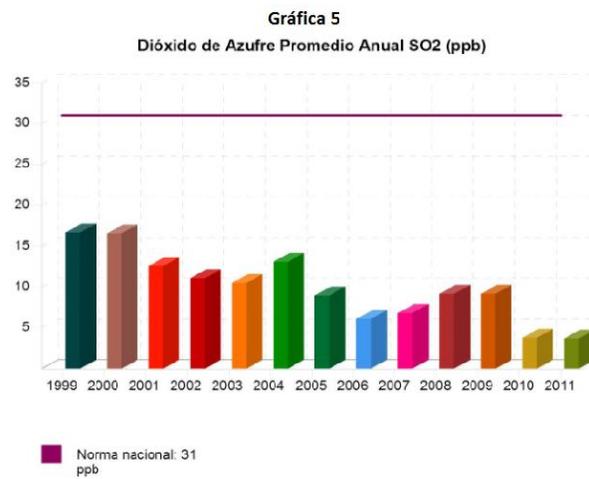
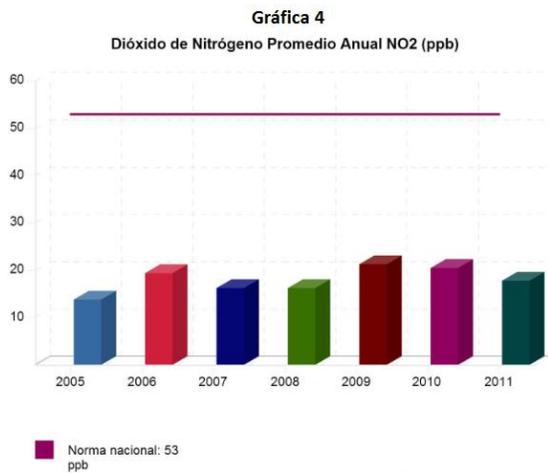
**Gráfica3-B**  
**Material Particulado MP10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )**  
**Promedio Mensual**  
**Bogotá D.C. 2006 – Octubre de 2012**



Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente, Observatorio Distrital Ambiental, reporte en línea, Diciembre 13 de 2012. <http://oab.ambientebogota.gov.co/index.shtml?s=l&id=1>

Como se puede observar se trata de una tendencia cíclica creciente, cuyo promedio anual durante todo periodo casi que triplica el parámetro de  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  que la OMS ha establecido como máximo para reducir los riesgos en la salud. Los registros oficiales revelan que desde 1997 las concentraciones mensuales promedio de  $58,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de polvo y hollín en el aire que hemos estado respirando en la ciudad son, como han planteado ya varios analistas, críticas y altamente peligrosas para la salud humana.

El cuadro de cargas de los otros cuatro “contaminantes criterio” se puede observar en las siguientes gráficas.



Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente, Observatorio Distrital Ambiental. Reportes en línea, diciembre 14 de 2012. <http://oab.ambientebogota.gov.co/index.shtml?s=i&v=2&p=->

Como se puede apreciar la concentración de estos contaminantes en el aire bogotano no presenta un cuadro significativo o de riesgo inminente para la salud como sí parece ser la situación del material particulado. Veamos un poco más detalladamente esta situación.

La directa relación entre material particulado y enfermedades respiratorias la describe así el doctor en medicina y miembro de la Sociedad Colombiana de Neumología y Cirugía de Tórax, Dr. José D. Cardona:

“El aire contiene suspendidos numerosos agentes nocivos, partículas orgánicas, gases, humus, microorganismos, virus, hongos, toda clase de alérgenos, humedad, sustancias volátiles, etc., que en determinado momento pasan a la tráquea, bronquios y alvéolos, produciendo diferentes episodios de enfermedad respiratoria que van desde una afección gripal, una crisis de broncoespasmo o una neumonía bacteriana. Los niños y ancianos son los más vulnerables a estos factores atmosféricos, por una parte por el tamaño de la vía aérea y porque los mecanismos de defensa no tienen la madurez suficiente; por otra parte en la tercera edad se asocian factores inmunológicos, enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), asma y otras patologías respiratorias preexistentes.”<sup>28</sup>

Efectivamente, la relación entre concentración de material particulado en el aire urbano y enfermedades respiratorias se ha documentado en varios estudios ambientales y epidemiológicos. Por ejemplo, un estudio piloto publicado en 2009 evidenció que “...las altas concentraciones de material particulado en inmediaciones de los corredores viales de la ciudad son debidas, en un porcentaje importante, a las emisiones causadas por el transporte público que opera con combustible diésel”.<sup>29</sup>

Es más el estudio concluye que,

“Las altas concentraciones de contaminantes encontradas en las calzadas de vías con alto tráfico vehicular son entonces uno de los aspectos de mayor impacto en la contaminación del aire en Bogotá. (...) Los resultados de este trabajo constituyen el estudio piloto (...) en el que se está evaluando si los recientes cambios en el sistema de transporte público en la ciudad presentan alguna asociación con los niveles de contaminación del aire en las inmediaciones de las vías y su subsiguiente efecto sobre la calidad de vida, salud respiratoria, acondicionamiento cardiorespiratorio y función pulmonar de la población infantil escolarizada de la ciudad”<sup>30</sup>

En el trabajo “Revisión de las emisiones de material particulado por la combustión de diésel y biodiésel”, el ingeniero Néstor Y. Rojas logró concluir que existía una “...asociación significativa entre el incremento en la concentración másica de material particulado del aire ambiente con el aumento en el número de consultas por enfermedad de vía aérea superior en menores de 14 años”<sup>31</sup>

Por otra parte, en el estudio que Ángela Arciniegas, Carolina Rodríguez y otros realizaron sobre morbilidad en niños menores a cinco años por enfermedad respiratoria aguda y su relación con la concentración de partículas en la zona industrial de la ciudad de Bogotá, se evidenciaron “...asociaciones positivas entre las concentraciones de PM<sub>10</sub> y el número de consultas por enfermedad respiratoria para un periodo de latencia de seis días aun cuando los niveles alcanzados de partículas no excedían las normas ambientales locales”.<sup>32</sup>

Adicionalmente, el estudio de Luis Camilo Blanco Becerra sobre caracterización microbiológica del material particulado concluye que “el factor de riesgo al que se encuentra expuesta la población, especialmente los niños y ancianos, es alta, ya que factores como las altas concentraciones de PM<sub>10</sub> que tienen como origen las fuentes fijas y móviles (...), sumadas a la prevalencia de un gran porcentaje de microorganismos considerados como patógenos oportunistas, brinda las condiciones óptimas para la ocurrencia de I.R.A”. Esto resulta evidente, pues, como plantea el mismo estudio, “...dentro de la corriente de aire existen microorganismos que

<sup>28</sup> Ver: CARDONA A., José D., MD “Contaminación ambiental y enfermedad respiratoria”. Versión digital: <http://www.encolombia.com/medicina/neumologia/neumologia15403-contaminacion.htm> Otras investigaciones y estudios consideran que “Existe gran cantidad de evidencia sobre la asociación positiva entre la exposición a altas concentraciones de PM y efectos negativos en la salud respiratoria y cardiovascular de las personas [1, 4, 5]. Estudios previos han relacionado la contaminación atmosférica por material particulado con síntomas respiratorios [6, 7], alteración de la función pulmonar [8, 9] y enfermedad pulmonar obstructiva crónica [10]. Cf. FRANCO, Juan Felipe, ROJAS, Néstor Yesid y otros. “Niveles de material particulado en colegios distritales ubicados en vías con alto tráfico vehicular en la ciudad de Bogotá: estudio piloto”. Revista de la Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia N.º 49. pp. 101-111. Septiembre, 2009. Versión digital: <http://jaibana.udea.edu.co/grupos/revista/revistas/nro049/Articulo10.pdf>

<sup>29</sup> L. Giraldo, A. Ardila, E. Behrentz. “Estimación del inventario de fuentes móviles para la ciudad de Bogotá e identificación de variables pertinentes”. Ed. Universidad de los Andes. Bogotá. 2006. pp. 19-44. Citado por FRANCO, Juan Felipe, ROJAS, Néstor Yesid y otros. Ob. Cit.

<sup>30</sup> FRANCO, Juan Felipe, ROJAS, Néstor Yesid y otros. Ob. Cit, Néstor Yesid y otros. Ob. Cit.

<sup>31</sup> ROJAS, Néstor Y. Revista de Ingeniería # 20 Facultad de Ingeniería Universidad de los Andes, noviembre 2004. pp. 58-68 Versión digital: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=121014220007>

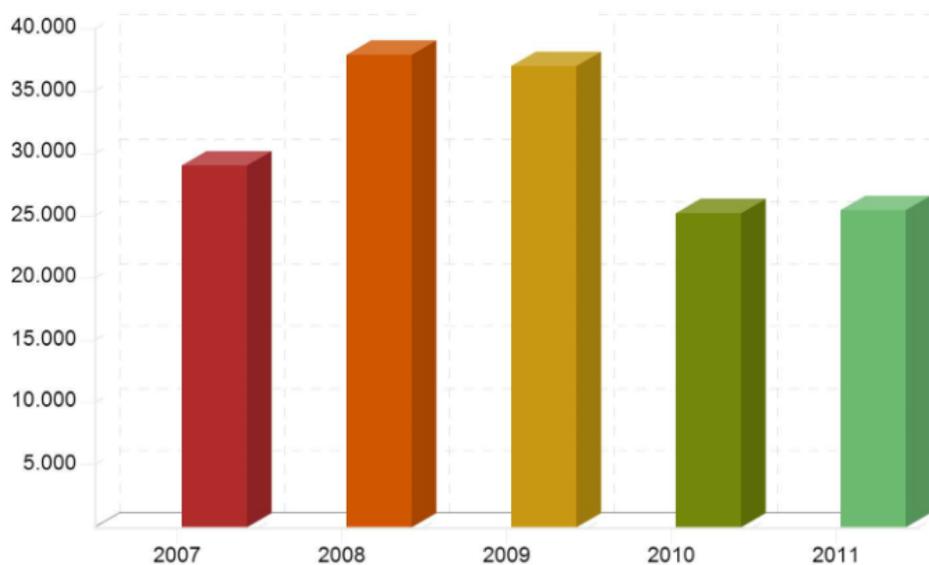
<sup>32</sup> ARCINIEGAS, Ángela, RODRÍGUEZ, Carolina y otros. “Versión digital: <http://ucbconocimiento.ucbca.edu.bo/index.php/ran/article/viewFile/118/113>

van asociados al material particulado y que por ende entran al sistema respiratorio, pudiendo o no crear problemas respiratorios en los habitantes”. Además –dice el estudio- que las colonias de microorganismos prosperan y el riesgo aumenta para la población aumente, según sea la humedad y las fuentes localizadas alrededor de los lugares por donde transita la población y se reduce cuando se presentan vientos de alta velocidad, toda vez que la fuerza eólica diluye el material particulado e impide que los microorganismos se adhieran al material particulado inhalable.<sup>33</sup>

Por último, es evidente que el viento, como fenómeno meteorológico, interviene en la configuración de las cargas de contaminación del aire. De hecho en enero de 2010, Bogotá alcanzó a registrar nivel 4 de turbiedad atmosférica, nivel máximo en la escala; situación que agrava el panorama, pues según el ingeniero Ovidio Simbaqueva, investigador de la Universidad Manuela Beltrán, “...la turbiedad atmosférica ayuda a evaluar el transporte de contaminantes por las masas de aire y el fenómeno de oscurecimiento global”, pues como indica el mismo ingeniero Simbaqueva “La contaminación no solo se crea, se transporta y se transforma”.<sup>34</sup>

Aunque el comportamiento de las enfermedades respiratorias en la ciudad tiene un patrón muy vinculado a los picos invernales de la región central del país: abril-mayo y octubre-noviembre, los aspectos medioambientales y en especial la contaminación del aire por material particulado representa una variable siempre a tener en cuenta. Es en este marco, como podemos entender el comportamiento de los indicadores de Salud Pública que maneja el Observatorio Ambiental y la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá. (Gráficas 8A, 8B y 9)

**Gráfica 8 A**  
**Casos Año Atendidos en las Salas de Enfermedades Respiratorias Agudas (ERA)**  
**Bogotá D.C. – 2007 - 2011**

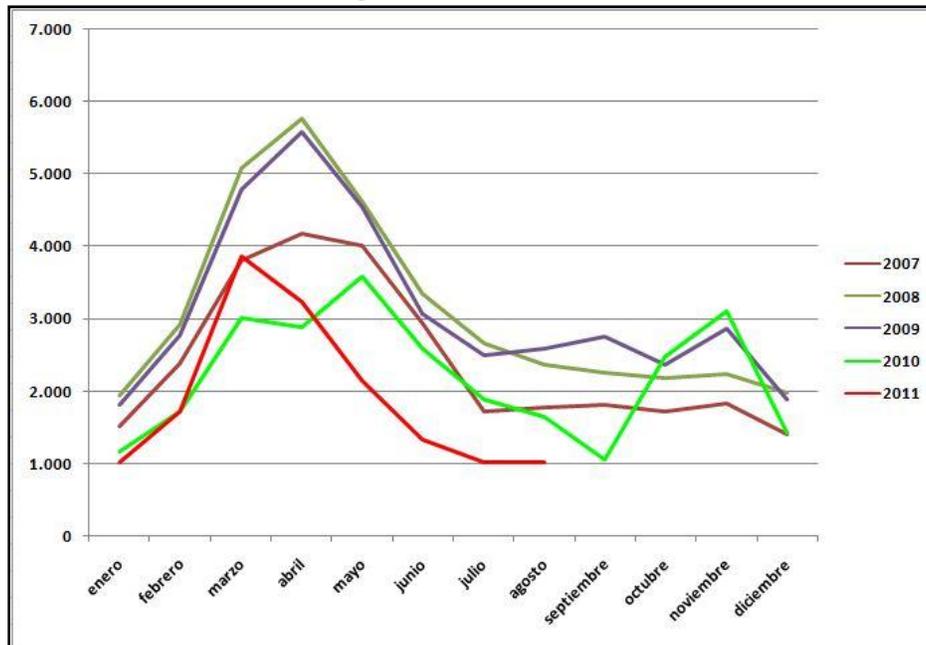


Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente, Observatorio Ambiental de Bogotá. Diciembre 17 de 2012.  
<http://oab.ambientebogota.gov.co/index.shtml?s=l&id=305&v=l>

<sup>33</sup> BLANCO Becerra, Luis Camilo. “Caracterización Microbiológica del Material Particulado como Factor de Riesgo sobre la Salud en la Localidad DE Puente Aranda”. Versión digital: <http://www.bvsde.paho.org/bvsAIDIS/PuertoRico29/blanco.pdf> Este estudio encontró en el MP10 analizado en total 42 microorganismos entre bacterias, levaduras, hongos y actinomicas, que se hospedan en el sistema respiratorio bajo..

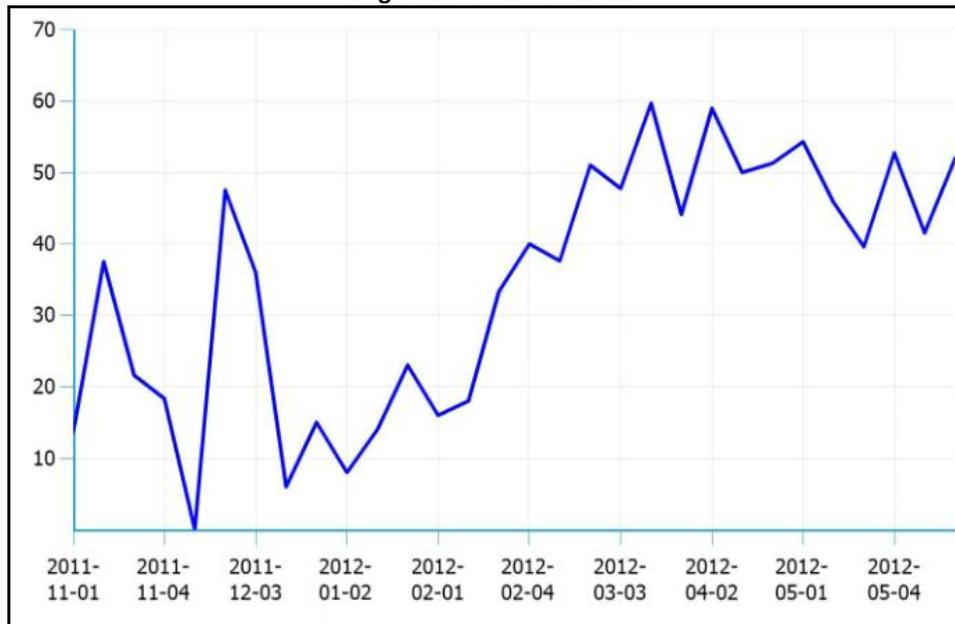
<sup>34</sup> Ver: PÁEZ Torres, Magda. “Respirar, en Bogotá, puede amenazar la vida”. En UN Periódico, Bogotá D.C., Jul. 11 de 2009. Versión digital <http://www.unperiodico.unal.edu.co/en/dper/article/respirar-en-bogota-puede-amenazar-la-vida.html>; Diario el Tiempo, Redacción Bogotá. “Contaminación del aire bogotano volvió a subir”. Bogotá D.C., 11 de Enero del 2011. Versión digital: [http://www.eltiempo.com/colombia/bogota/ARTICULO-WEB-NEW\\_NOTA\\_INTERIOR-8781570.html](http://www.eltiempo.com/colombia/bogota/ARTICULO-WEB-NEW_NOTA_INTERIOR-8781570.html). Centro Virtual de Noticias de la Educación. “La turbiedad atmosférica en Bogotá: estudio UMB”. Bogotá, 15 de Enero de 2010. Versión digital: <http://www.mineduacion.gov.co/cvni/1665/w3-article-213861.html>

**Gráfica 8 B**  
**Casos Mes/Año Atendidos en las Salas de Enfermedades Respiratorias Agudas (ERA)**  
**Bogotá D.C. – 2007 - 2011**



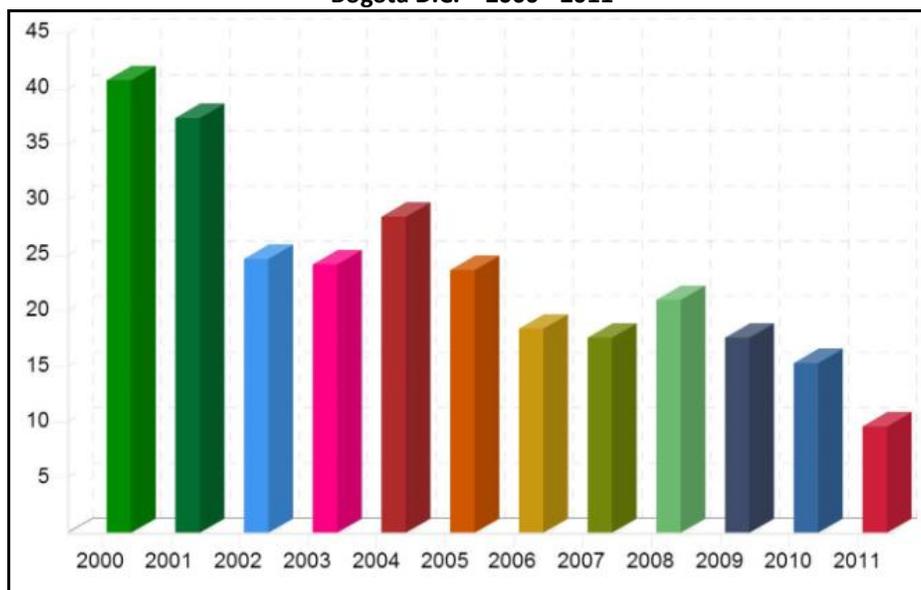
Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente, Observatorio Ambiental de Bogotá. Diciembre 17 de 2012.  
<http://oab.ambientebogota.gov.co/index.shtml?s=l&id=305&v=l>

**Gráfica 9**  
**Circulación Virus Respiratorio CIVIRE % Por Especie Viral**  
**Bogotá D.C. – 2007 - 2011**



Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente, Observatorio Ambiental de Bogotá. Diciembre 17 de 2012.  
<http://oab.ambientebogota.gov.co/index.shtml?s=l&id=305&v=l>

**Gráfica 10**  
**Tasa de mortalidad por Neumonía en Menores de 5 Años**  
**Bogotá D.C. – 2000 - 2011**



Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente, Observatorio Ambiental de Bogotá. Diciembre 17 de 2012.  
<http://oab.ambientebogota.gov.co/index.shtml?s=l&id=532&v=l>

Ahora bien, el reto es lograr tener mayores posibilidades de prevenir la ocurrencia de eventos relacionados con enfermedades respiratorias por la presencia y concentración y contaminación del MP<sub>10</sub> en el aire de la ciudad y especialmente tener, adicionalmente, mediciones más sistemáticamente recogidas de MP<sub>2.5</sub>, que desafortunadamente sigue aquejando, enfermando y matando menores y adultos mayores en la ciudad.

### III. Las acciones contaminantes y los impactos en la calidad del aire y la salud

Ahora bien, es claro que son varias y de diferente naturaleza las acciones que tienen impacto en la calidad del aire en la ciudad y que a su vez los niveles de contaminación de éste inciden en la salud respiratoria de la población.

Por tanto, en un primer ejercicio se hará una aproximación a los procesos y acciones relacionados con la generación del MP<sub>10</sub> –efectos relacionados con el parque automotor, su funcionamiento y su movilidad – causas- y, en un segundo ejercicio, se identificarán las causas más inmediatas que inciden o tienen efecto en la salud respiratoria asociadas a la contaminación del aire por MP<sub>10</sub>.

#### a. Matrices de causa - efecto

En tanto aproximación se han definido como atributos de los impactos los siguientes:

Atributo	Valoración		
	Baja	Medio	Alta
Intensidad:			
Carácter	Reversible	Irreversible	
Sentido	Negativo	Positivo	
Temporalidad	Permanente	Temporal	

**MATRIZ 1**  
**SITUACIÓN ACTUAL DEL PARQUE AUTOMOTOR**  
**GENERACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO – MP<sub>10</sub>**

		TRANSPORTE PÚBLICO DE PASAJEROS											
		IMPACTO 1				IMPACTO 2				IMPACTO 3			
		consumo de combustible				Congestión y tiempo de recorrido				Volumen y Sobre oferta			
Producción y concentración de MP <sub>10</sub>		A	R	N	P	A	R	N	T	A	R	N	T
		MOTOCICLETAS											
Producción y concentración de MP <sub>10</sub>		A	R	N	P	B	R	N	P				
		TRANSPORTE DE CARGA											
Producción y concentración de MP <sub>10</sub>		A	R	N	P	M	R	N	P	B	R	N	T
		VEHÍCULOS PARTICULARES											
Producción y concentración de MP <sub>10</sub>		M	R	N	P	A	R	N	T	A	R	N	p

**MATRIZ 2**  
**SITUACIÓN ACTUAL DE LA MALLA VIAL**  
**GENERACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO – MP<sub>10</sub>**

		IMPACTO 1				IMPACTO 2				IMPACTO 3				IMPACTO 4			
		Consumo de combustible				Congestión y tiempo de recorrido				Disposición				Deterioro			
Producción y concentración de MP <sub>10</sub>		A	R	N	T	A	R	N	T	B	R-	N	P-	A	R-	N	T-

El signo menos (-) implica limitaciones en la ampliación y el mantenimiento oportuno

**MATRIZ 3**  
**SITUACIÓN ACTUAL**  
**CALIDAD DE LOS COMBUSTIBLES**

	IMPACTO 1				IMPACTO 2			
	Partículas por millón de Azufre en Diésel				Partículas por millón de Azufre en gasolina			
<b>Producción y concentración de MP<sub>10</sub></b>	A	R	N	T	A	R	N	T

**MATRIZ 4**  
**SITUACIÓN ACTUAL**  
**GENERACIÓN Y CONCENTRACIÓN DE MP<sub>10</sub>**

	IMPACTO 1				IMPACTO 2				IMPACTO 3			
	Consulta Año por eventos respiratorios				Casos Año Atendidos Salas ERA				Mortalidad por ERA			
<b>Eventos de Enfermedad Respiratoria</b>	A	R	N	T	A	R	N	T	B	R	N	P

**MATRIZ 5**  
**SITUACIÓN ACTUAL**  
**CIRCULACIÓN VIRUS RESPIRATORIO**

	IMPACTO 1				IMPACTO 2				IMPACTO 3			
	Consulta Año por eventos respiratorios				Casos Año Atendidos Salas ERA				Mortalidad por ERA			
<b>Eventos de Enfermedad Respiratoria</b>	A	R	N	T	A	R	N	T	B	R	N	P

## b. El Sistema de Indicadores ambientales

Como se advirtió, la calidad del aire y su impacto en la salud respiratoria depende de una variada y compleja combinación de factores que median en esta relación de múltiple causalidad. Sin embargo, es importante tener

en cuenta que con la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire de Bogotá –RM CAB, el Observatorio Ambiental de Bogotá y el diseño del Observatorio de Salud ambiental, en curso, la ciudad cuenta con una muy buena base de análisis, observación y soporte técnico para la toma de decisiones respecto a la mayoría de los factores involucrados. Se trata de un sistema de monitoreo que incorpora tres (3) indicadores de calidad para el MP<sub>10</sub>, seis (6) para gases contaminantes, dos (2) que miden las precipitaciones, tres (3) que registran eventos de enfermedades respiratoria y un índice de calidad del aire según su relación con la salud respiratoria. Desde el punto de vista técnico y del usuario el observatorio es ante todo una plataforma que registra de información pero no logra generar análisis complejos.

Así, reducir el MP<sub>10</sub> a 20 µg/m<sup>3</sup>, tal y como propone la OMS como nivel máximo tolerable para una salud respiratoria sin riesgos, depende de una muy buena gestión pública-privada.

1. Una primera meta es la reducción y modernización del parque automotor de servicio público y sustitución total de motocicletas de dos tiempos. Este objetivo de ciudad implica, como se señala en la Matriz 1, acciones específicas a cuatro niveles: uno, reducir la sobre oferta y modernizar el parque automotor de transporte de pasajeros, tanto colectivo (buses, busetas y micro-colectivos) como individual (Taxis), transporte de carga y sustitución definitiva de las motocicletas de dos tiempos.
  - a. Sacar de circulación el 100% de los vehículos de transporte de pasajeros y de carga que hayan cumplido el parámetro de vida útil.
    - Buses y busetas: 30 años
    - Taxis: 10 años
    - Camiones de carga: 25 años
  - b. Sacar de circulación el 100% de Motocicletas de dos tiempos.
2. Reducción de las partículas de azufre en los combustibles
  - a. Reducir a 50 ppm de azufre en el 100% del combustible diésel que se distribuye en Bogotá
  - b. Reducir a 100 ppm de azufre en el 100% de la gasolina que se distribuye en Bogotá.
  - c. Conversión del 50% parque automotor de servicio público de pasajeros de gasolina a gas natural vehicular.
  - d. Introducir, al 10%, el bus urbano híbrido en el sistema masivo de transporte de pasajeros
3. Estructuración de un sistema integrado de rutas para el transporte colectivo de pasajeros
  - a. Definir las cargas de vehículos de transporte colectivo de pasajeros necesarios para operar en las 13 zonas definidas.
  - b. Reducir el 30% la oferta de rutas
  - c. Reducir los recorridos de las rutas a trayectos de 15 a 20 Km.
4. Adecuación y mantenimiento de la malla vial local e intermedia
  - a. Reparación del 70 % de la malla local e intermedia catalogada en “regular estado”
  - b. Reconstrucción 70% de la malla vial local e intermedia catalogada en “mal estado”
  - c. Mantenimiento preventivo al 100 % de la malla local e intermedia catalogada en “buen estado”
5. Reducir en el 10% la consulta hospitalaria por eventos de enfermedad respiratoria

#### **IV. Plan de Gestión Ambiental**

En el propósito de alcanzar las metas de ciudad respecto a la calidad del aire en relación con el material particulado, como factor determinante de la salud respiratoria, es importante poner en marcha acciones administrativas e institucionales y sociales de diverso orden. En este subtítulo se perfilan los parámetros generales del Plan de Gestión Ambiental.

Lo primero que hay que plantear es que la línea de tiempo será de 6 años. En consecuencia se prevé no más de seis meses para formularlo y aprobarlo por la alta dirección administrativa de la ciudad.

En relación con la reducción y modernización del parque automotor de servicio público y sustitución total de motocicletas de dos tiempos es necesario constituir mesas de trabajo con los distintos actores públicos y privados, de tal manera que se puedan llegar a los acuerdos sobre tiempos y formas de sacar de circulación de los vehículos que ya han cumplido con el parámetro de vida útil respectivo. Es recomendable mantener escenarios diferenciados para cada tipo de vehículo pero dejar claro para todos que se trata de una meta compartida. Las mesas de trabajo tendrán un funcionamiento máximo de 6 meses. Una vez se llegue a los acuerdos se estructurará el plan de reducción y modernización, el cual tendrá un comité mixto de seguimiento.

Para este propósito es requisito tener un mapa de actores público-privados y un mapa ruta para su convocatoria, deliberación y acuerdos.

Respecto con el mejoramiento de la calidad de los combustibles diésel y gasolinas, es necesario reactivar la comisión institucional de control al plan de calidad de combustibles presentado por ECOPEPETROL y las empresas importadoras de tal manera que los cronogramas se ajusten y cumplan.

Adicionalmente, es necesario crear una red técnica de análisis de combustibles distribuidos que pueda tomar regularmente muestras en las estaciones de distribución al consumidor final y que certifique la calidad de los mismos.

Respecto al estado técnico mecánico del parque automotor sería indispensable, como herramienta de control, desarrollar un software que permita interrelacionar la expedición del certificado de gases con la autoridad ambiental, de tal manera que exista posibilidades de acciones administrativas tendientes a garantizar el buen estado del parque automotor, especialmente el de transporte de pasajeros y de carga.

Finalmente, con los propietarios de las motos de dos tiempos, es necesario acordar un plan a 12 meses para su sustitución definitiva. Es importante tener en cuenta que desde 2009 la ciudad ha estado formulando políticas al respecto pero no ha sido posible concretar acciones definitivas.

De la misma manera, hay que hacer ajustes a las normas de movilidad vehicular en la perspectiva de mantener las restricciones existentes para el transporte de carga, de pasajeros y particular pero flexibilizando los horarios y los días.

En cuanto al mantenimiento y reparación de la malla vial local e intermedia, plan mínimo de cinco años de ejecución, es necesario consolidar la información sobre los casi 2.400 segmentos viales a intervenir y que las distintas comunidades han realizado, de tal manera que se definan criterios de Prioridad 1 los entornos escolares, hospitalarios y residenciales circunvecinos a las grandes arterias de movilidad de la ciudad.

Como medida de mitigación, adicional, pero estratégica para la sostenibilidad ambiental de la ciudad, es urgente ajustar y re-diseñar el plan distrital de arborización y ampliación de la malla verde. Quizás como ningún otro recurso natural, éste tiene una alta capacidad de captura y retención de material particulado, se trata de una verdadera red de contención. El plan deberá priorizar las zonas de mayor concentración de MP<sub>10</sub> de la ciudad y extenderse hacia sus entornos geográficos circunvecinos hasta copar toda la ciudad.

Otra medida preventiva, de cumplimiento inmediato, tiene que ver con la obligación para que, a partir del próximo año, todos los vehículos de combustión diésel, especialmente de transporte público, todas las motos de dos tiempos, y los vehículos en general con edades superiores a 10 años, dispongan de filtros y catalizadores en sus sistemas de combustión y escape.

La red hospitalaria distrital deberá rediseñar los proceso y procedimientos de atención primaria de tal manera que los eventos de enfermedad respiratoria logren ser detectados y atendidos con la suficiente antelación.

## **V. Conclusiones y consideraciones finales**

Aunque se trata de un ejercicio académico, este trabajo se basa en información real y verificable sin que constituya un diagnóstico definitivo sobre la calidad del aire de Bogotá. Las consideraciones y planteamientos, al igual que las propuestas, son aproximaciones muy preliminares que deberán ser ajustadas técnicamente y en concordancia con las nuevas políticas que se desprenden del nuevo Plan de Desarrollo de la ciudad, Bogotá Humana que tiene un alcance temporal hasta mayo 31 de 2016.

El énfasis que se ha hecho sobre el material particulado no es arbitrario pero tampoco significa que los demás contaminantes criterio del aire no exijan un control estricto, constante y pormenorizado. También es necesario advertir, que la contaminación del aire proveniente de fuentes fijas sigue siendo un aspecto primordial a tener en cuenta en la calidad del aire. De todos modos los problemas de calidad del aire se interrelacionan con la problemática del calentamiento global, un problema cuyas medidas de contención y mitigación previstas desde 1998 en Kioto, se han visto aplazadas casi de manera indeterminada, puesto que las grandes potencias contaminantes han decidido, en la Conferencia de las Naciones Unidas de Doha, Qatar, que culminó el pasado 8 de diciembre, no solo no ratificar el Protocolo sino promovieron la no ratificación de uno nuevo.

Bogotá, Diciembre 2012