

EMISIONES CONTAMINANTES PRODUCIDAS POR FUENTES MÓVILES QUE AFECTAN LA CALIDAD DEL AIRE Y MEDIDAS DE CONTROL EN LA CIUDAD DE MEDELLIN

JUAN CARLOS ÚSUGA MONTOYA¹

RESUMEN

La calidad del aire en las grandes ciudades, como es el caso de la ciudad de Medellín y su Área Metropolitana, es sin duda un problema que afecta directamente a toda la población local y además al ecosistema mismo. La gran concentración de personas, el uso generalizado del automóvil como medio principal de movilización, la cercanía de los centros industriales a los centros residenciales y la falta de planeación urbana, deterioran la calidad de vida. Especial atención merecen las emisiones de contaminantes provenientes de fuentes móviles, especialmente por vehículos automotores, cuyo número ha crecido de manera exponencial.

De acuerdo a cifras del Banco Mundial², en Colombia se calcula que ocurre cerca de 6.000 muertes anuales debido a casos de mortalidad prematura por problemas cardiopulmonares, cáncer de pulmón y casos de morbilidad en niños por enfermedades de tipo respiratorio, como consecuencia de la contaminación del aire en zonas urbanas, como el caso de la ciudad de Medellín. El costo anual en materia de salud pública que genera esta problemática se estima en 1.5 billones de pesos para el país.

Lastimosamente, según el Banco Mundial, la mayoría de países en desarrollo incluido Colombia no ha adelantado estrategias gubernamentales que combatan el problema, por lo que la

¹ Estudiante de Especialización en Legislación Ambiental U de M.

² Informe Anual del Banco Mundial, Informe sobre el Desarrollo Mundial 2014.

situación puede empeorar en los próximos años. Es por esto que se hace imperativo adelantar investigaciones, para diagnosticar la calidad del aire en las ciudades y señalar estrategias de control a las emisiones antes que el problema sea inmanejable. No obstante este diagnóstico del Banco Mundial, en este artículo se aborda y hace mención a los programas y políticas por parte de las autoridades gubernamentales del nivel central y local frente a este problema ambiental orientados a buscar alternativas de solución a corto, mediano y a largo plazo tendientes a mejorar la calidad de vida de las personas en la ciudad de Medellín.

ABSTRACT

The quality of air in the big cities, like it is the case of Medellin city and their metropolitan area, is without a doubt a problem that affects the whole local population directly and also to the same ecosystem. The great concentration of people, the widespread use of the automobile like half main of mobilization, the proximity of the industrial centers to the residential centers and the lack of urban planeación, they deteriorate the quality of life. Special attention deserves the emissions of pollutants coming from mobile sources, especially for self-driven vehicles whose number has grown in an exponential way.

According to figures of the world Bank, in Colombia it is calculated that they happen near 6.000 annual deaths due to cases of premature mortality for cardiopulmonary problems, lung cancer and cases of mortality in children for illnesses of breathing type, with an annual cost

estimated in 1.5 trillion pesos in public health, due to contamination of the air in urban areas as it is the case of Medellin city.

Pitifully, according to the World Bank, most of countries in included development Colombia has not advanced government strategies that combat the problem, for what the situation can worsen in next years. It is for this reason that it becomes imperative to advance investigations, to diagnose the quality of air in the cities and point out strategies of control of emissions, before the problem is unmanageable. Nevertheless this diagnosis of the World Bank, in this article is approached and mention is made to the programs and political on the part of the government authorities of the central and local level in front of this environmental problem and that they are guided to look for alternative of solution to short, medium and long term tenements to improve the quality of people's life in the city of Medellín.

INTRODUCCIÓN

La contaminación ambiental es una alteración negativa del ecosistema que siempre ha acompañado la historia del hombre desde sus inicios, ésta se origina en la gran cantidad de contaminantes atmosféricos de forma indiscriminada por parte del hombre principalmente en proporciones distintas a las naturales, esto conlleva a que dicha contaminación del medio ambiente se incremente día a día ocasionando los efectos negativos en la salud de los seres vivos y en su hábitat natural.

La naturaleza sin fronteras de la atmósfera y los océanos ha dado como resultado que el problema de la contaminación hoy día sea considerado a nivel mundial, especialmente tratándose el asunto del calentamiento global.

Estas grandes urbes incluyendo la ciudad de Medellín y su Área Metropolitana emiten toneladas de contaminantes atmosféricos a diario y una de las principales fuentes de emisión de dichos contaminantes son las producidas por el uso indiscriminado de los vehículos.

La mayoría de las principales ciudades de Colombia y por supuesto Medellín presentan problemas de contaminación atmosférica por fuentes móviles, según el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial MAVDT³ estima que el 41% del total de las emisiones se genera en las ocho principales ciudades, de acuerdo al documento CONPES 3344⁴.

Tal como se ha hecho referencia, la principal fuente de contaminación del aire es la emitida por fuentes móviles, el documento CONPES 3344 establece que éstas producen grandes cantidades de monóxido de carbono y, en menor proporción, óxidos de nitrógeno, compuestos orgánicos volátiles (COV), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOX), material particulado menor de 2,5 micrómetros (PM2.5), amoníaco (NH₃), óxido nitroso (N₂O), metano (CH₄) y dióxido de azufre (SO₂).

Dentro de este artículo se analiza como todos los vehículos lanzan los distintos tipos de contaminantes en diferentes proporciones y que éstos dependen del número, marca, tipo y modelo de los vehículos, el tipo y calidad de los combustibles usados, de la tecnología del motor

³ Brugman, A. 2004. Diseño de un Programa de Instrumentos Económicos para el manejo y el Control de la Contaminación Atmosférica Urbana en Colombia. Informe de Consultoría MAVDT. Bogotá.

⁴ Documento Conpes 3344, Lineamientos para la Formulación de la Política de Prevención y Control de la Contaminación del Aire, Bogotá 2005.

de combustión, los equipos de control de emisiones, la obsolescencia y mantenimiento del parque automotor, pero además también contribuye a esta problemática la carencia de vías apropiadas, la cultura ciudadana y del uso del vehículo particular, las deficiencias de los sistemas de transporte masivo, la carencia de los instrumentos de control de emisiones y la no revisión técnico mecánica, ni el control por parte de las autoridades, entre otros. Por ejemplo, según el documento CONPES 3344, los vehículos que emplean gasolina como carburante emiten principalmente monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos, mientras que los vehículos que utilizan motores de ciclo diesel (camiones y buses, entre otros) emiten partículas sólidas en forma de hollín, hidrocarburos no quemados, óxidos de nitrógeno y dióxido de azufre, procedentes del azufre contenido en el combustible.

Es así como en las ciudades importantes como es el caso de Medellín donde el parque automotor es elevado, se asume que este genera un gran número de trastornos sociales, ambientales, de infraestructura, de tiempo y de cobertura, lo que hace que la ciudad se vuelva caótica, desordenada y contaminada, todo ello ocasiona que se le preste mayor atención a las emisiones vehiculares, al direccionamiento y al estado de las vías donde se presenta alto flujo intentando mitigar dicha problemática. La eliminación de la contaminación es en general una tarea muy difícil y costosa, por lo que las medidas preventivas tienen gran importancia en este aspecto. En el presente artículo se analiza además las políticas, planes y normatividad orientadas todas ellas a mitigar y disminuir este problema ambiental. Dentro de la normatividad están los sistemas de control de emisiones de los vehículos de acuerdo a los estándares exigidos por las normas nacionales y además la obligatoriedad de las inspecciones periódicas a los vehículos (Revisión Técnico Mecánica) para obtener el certificado de emisiones.

Infortunadamente a medida que crece la población también crece de forma desmesurada el consumismo y con él la obsesión generalizada de poseer vehículo particular a tal punto que las ciudades se vuelven caóticas en materia de movilidad y la calidad del aire se deteriora significativamente como consecuencia de las emisiones cada vez mayores del parque automotor. Estas emisiones definitivamente tienen que ser controladas y para ello las autoridades deben actuar de tal manera que el debido control a las emisiones y a la calidad de los combustibles permita augurar que podamos respirar un mejor aire ojalá a corto plazo y con ello tener una mejor calidad de vida.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

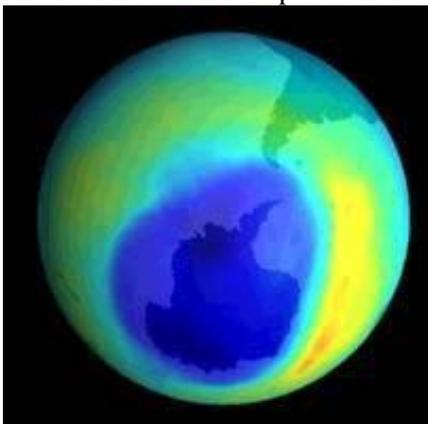
La contaminación del aire a través del tiempo ha estado ligada a la historia del hombre, en su supervivencia y en su evolución y expansión en todos los continentes, desde la prehistoria en pequeña escala y hasta nuestros días donde se ha desbordado en forma dramática.

Con el crecimiento insostenible de la industria y la tecnología durante los últimos 100 años, el problema se volvió más común y peligroso en las ciudades. Las incontroladas emisiones de las chimeneas industriales, y luego el crecimiento vertiginoso del parque automotor, convirtieron la contaminación del aire en una prioridad sanitaria, en las que miles de personas se han visto afectadas por problemas relacionados con los altos niveles de polución.

Este problema ha obligado a los países industrializados a desarrollar legislaciones estrictas que han impulsado el desarrollo de nuevos combustibles y procesos industriales más “limpios”, y alejan los focos productivos del centro de las ciudades. No obstante el crecimiento exponencial del automóvil, el problema continúa presente y se concentra sobre todo en las grandes ciudades⁵, incluyendo la ciudad de Medellín y su Área Metropolitana.

Fue en 1982 cuando se prendieron las alarmas mundiales sobre el problema. En ese año la estación japonesa SYOWA descubrió un hueco en la capa de ozono sobre la Antártica, causado por el uso indiscriminado en todo el mundo de clorofluorocarbonos (CFC), sustancias que reaccionan con el ozono de la estratosfera terrestre y que poseen larga vida⁵. (Ver Foto 1).

Foto 1. Imagen satelital del hueco en la capa de ozono sobre la Antártica⁵.



A este problema se le suma el fenómeno de la lluvia ácida en varias ciudades, por causa de las altas concentraciones de óxidos inorgánicos y el descubrimiento de un aumento paulatino de la temperatura global, en lo que se llama el efecto invernadero por los altos niveles de CO₂. La misma fuente⁵ advierte que este aumento en la temperatura podría generar un cambio climático de consecuencias terribles en la Tierra y anota también que algunos científicos se atreven a

⁵ El agujero en la Capa de Ozono, Peligros del Uso de CFC Consecuencias de la Disminución de la Capa [sitio en Internet]. Disponible en: http://www.portalplanetasedna.com.ar/capa_ozono.htm. Consulta: 17 de mayo de 2014.

afirmar que ya se están observando los efectos del cambio climático, aunque otros aseguran que es un proceso normal en nuestro planeta.

Por supuesto, este problema es del orden global e involucra a todos los países con el fin de disminuir las emisiones en todo el mundo. Con ese fin se desarrolló una de las Cumbres de la Tierra -organizadas por la ONU- celebrada en Río de Janeiro en Brasil del 3 al 14 de junio de 1992, el Gobierno y 178 países. Maurice Strong, fue el secretario general. Aproximadamente 400 representantes de organizaciones no gubernamentales (ONG) estuvieron presentes, mientras que más de 17.000 personas asistieron al Foro de ONG celebrando paralelamente a la Cumbre. Allí se dio la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo», que aclara el concepto de desarrollo sostenible e igualmente se dio el primer paso para la firma del Protocolo de Kioto, en el que actualmente se señalan las metas de emisión en el mundo.

El Protocolo de Kyoto⁶, firmado en la mencionada ciudad japonesa en 1997, es un acuerdo de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), y un acuerdo internacional que tiene por objetivo reducir las emisiones de seis (6) gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global. En la tabla 1.1 se describen los gases causantes del efecto invernadero a nivel mundial y sus principales fuentes.

El tratado establece unos niveles máximos de emisión para cada país. Actualmente no ha podido entrar en vigor pues China y Estados Unidos, quienes aportan el mayor porcentaje de las emisiones globales de CO₂, no han ratificado el acuerdo.

⁶ PROTOCOLO DE KYOTO DE LA CONVENCION MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO, Naciones Unidas 1998.

Tabla 1. Los gases del efecto invernadero.

| Gas del efecto invernadero | % total de los gases | Fuentes y % del total |
|---------------------------------------|----------------------|---|
| Dióxido de carbono (CO ₂) | 50 | Combustibles fósiles (35) Deforestación (10) Agricultura (3) Industria (2) |
| Metano (CH ₄) | 16 | Combustibles fósiles (4) Deforestación (4) Agricultura (8) |
| Óxido nitroso (N ₂ O) | 6 | Combustibles fósiles (4) Agricultura (2) |
| Clorofluorcarbonados (CFC) | 20 | Industria (20) |
| Ozono (O ₃) | 8 | Combustibles fósiles (6) Industria (2) |

Fuente: Secretaría del Medio Ambiente, Alcaldía de Medellín.

Otra opción planteada en el Protocolo de Kyoto es que los países que poseen grandes extensiones de bosques y selvas cobren a las naciones contaminantes por su papel como receptores de dióxido de carbono. Los países contaminantes podrían aumentar su cupo de emisión de esta manera, al tiempo que se financia a las naciones en desarrollo para que cuiden y conserven extensas zonas verdes.

En un futuro muy cercano, cuando las diferentes naciones del mundo sientan en sus economías el fuerte golpe del deterioro ambiental, ocurrirán sin duda los cambios más drásticos. El problema es que para ese día podría ser muy tarde.

A nivel local, el Área Metropolitana como autoridad ambiental no solo de Medellín sino del Valle de Aburrá ha implementado la red de monitoreo de calidad del aire para el Área

Metropolitana y a través de ésta se ha hecho un diagnóstico de la calidad del aire donde las principales conclusiones son⁷:

- El Valle de Aburrá presenta altas concentraciones de PM2.5 y PM10 de los cuales el parque automotor emite dicho material particulado en proporciones del 78% y 58% respectivamente, éstas son la principal responsable de los efectos en salud.

- La contaminación por partículas es homogénea en la zona urbana del Valle de Aburrá.

- Las concentraciones de partículas a lo largo del año no varían significativamente.

- Las normas horarias y octohoraria de ozono se superan a lo largo de todo el año.

Es por ello que las autoridades del orden nacional y local deben tomar medidas preventivas y correctivas a fin de mitigar y mejorar la calidad del aire de la ciudad y en especial la producida por las fuentes móviles, de lo contrario ésta continuará deteriorándose con las consiguientes efectos nocivos para la salud de la población, al ecosistema y al medio ambiente en general.

1.1 Justificación

El uso de los diferentes medios de transporte a lo largo del tiempo ha manifestado impactos de gran magnitud en el medio ambiente y en especial en la calidad del aire sobre todo por el uso

⁷ Red de Monitoreo de Calidad del Aire del Valle de Aburrá, para el Área Metropolitana. Evaluar los Niveles de Contaminación en las Zonas Urbanas del Valle de Aburrá, mediante la Operación de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire. (Convenio 301/05).

y abuso del vehículo; es por ello que esta situación demanda una mayor atención por parte de las autoridades sobre todo teniendo en cuenta los efectos en la salud de los habitantes y en el equilibrio ecológico no solo de Medellín sino de toda el área metropolitana. Dichos efectos se manifiestan en lo social y comunitario, destrucción del entorno, deterioro de la calidad de vida, enfermedades relacionadas con la contaminación del aire (que afectan a personas sensibles y en estados avanzados de enfermedad respiratoria y cardiovascular que pueden ocasionar incluso hasta la muerte)⁸.

El presente artículo no solo trata el tema de la problemática de la contaminación de la calidad del aire en la ciudad producto de las fuentes móviles, sino que hace alusión también a las medidas de control por parte de las autoridades tanto locales como nacionales y a la normatividad enfocada a reglamentar y prevenir dicha situación. También hace mención a los programas y políticas por parte de la administración gubernamental en el tema y que están orientadas a buscar alternativas de solución a corto, mediano y a largo plazo tendientes a mejorar la calidad de vida de las personas.

Es así que este trabajo académico aborda como desde el gobierno central y local se requiere a corto y mediano plazo la implementación de planes de gestión ambiental que controlen y regulen la contaminación del aire producida por fuentes móviles, y a mediano y a largo plazo las medidas contempladas en el CONPES 3344 donde se contempla que los POT y los Planes de Desarrollo para los centros urbanos incluyan medidas dirigidas a prevenir y controlar la contaminación del aire, las cuales deberán estar orientadas a disminuir los tiempos de viaje, promover medios alternativos de transporte, desestimular el uso suntuario de los

⁸ Secretaría del Medio Ambiente. Efectos sobre la Salud de la Contaminación por ruido y monóxido de carbono y prevalencias de síntomas respiratorios en el centro de Medellín. 2004.

vehículos particulares, promover sistemas integrales de transporte masivo o planes integrales de movilidad, renovar el parque automotor y mejorar la eficiencia en el uso de la malla vial.

Este artículo pretende hacer un llamado no solo a las autoridades y diferentes entes gubernamentales sino a todos los actores para que se enfoquen y sincronicen todas las medidas hacia el mismo lado, toda vez que en la actualidad se observa desarticulación en la implementación de las políticas pues únicamente a nivel nacional se expiden normas que regulan las condiciones de los motores y combustibles para que las emisiones sean satisfactorias, pero por el incremento y empeoramiento del problema que se evidencia parece que esto no es suficiente dado sobre todo la tendencia a aumentar el número de vehículos por habitante.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

- Identificar y analizar las principales causas y origen de la contaminación del aire por fuentes móviles en la ciudad de Medellín, así como evaluar las principales normas y políticas emitidas para regular dicho problema.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Describir el problema de la contaminación del aire en la ciudad de Medellín, las principales causas de ésta así como los efectos sobre la salud de la población y su calidad de vida y en general sobre el hábitat y el medio ambiente.

- Analizar los sistemas y dispositivos de fábrica de los motores para el control de gases y la disminución de emisiones, al igual que la regulación y medidas de control.

- Describir en que consiste la revisión técnico mecánica como mecanismo de control y los sitios autorizados para dichas revisiones.

- Relatar qué es y en qué consiste la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire en la ciudad de Medellín y su Área Metropolitana, como se ha implementado por parte de la autoridad ambiental, que miden estas estaciones y para qué sirve las mediciones.

- Determinar en qué consiste realmente el mejoramiento de los combustibles con que se abastece la demanda del parque automotor en el valle de Aburrá, cual es la normatividad nacional en este sentido, cuales son las metas de disminución de contenidos de plomo, azufre y material particulado, así como la promoción de combustibles más limpios mediante el convenio entre AMVA- MUNICIPIO DE MEDELLÍN-ECOPETROL.

- Comentar los programas y políticas de transporte y de movilidad para la ciudad de Medellín al igual que la estructuración del transporte público como medidas regulatorias frente a las emisiones del creciente parque automotor.

1.3 Alcance

El alcance del presente artículo es abordar el problema de la contaminación ambiental el cual cada día se incrementa mas como consecuencia del desarrollo de la humanidad,

contaminación que hoy en día desborda la capacidad natural de autorregulación y regeneración del hábitat y que se evidencia en el cambio climático producto del calentamiento global, el cual se da en gran parte por la cantidad de descargas de toneladas de contaminantes atmosféricos a diario y donde el principal generador de emisiones son las fuentes móviles.

Es así como dentro de este artículo se hace un diagnóstico de la contaminación del aire como un problema global, la calidad del aire en las grandes ciudades como es el caso de Medellín y las consecuencias de ésta. También se referencia la normatividad vigente que regula este tema, los contaminantes del aire, el impacto que ocasiona la contaminación vehicular como el efecto invernadero, la relación entre el combustible y la contaminación así como algunos conceptos del ruido.

Dentro del alcance de este artículo también está el de analizar los sistemas de control de emisión de gases en los motores de los vehículos y en materia de regulación la revisión técnico-mecánica y certificación de gases. Igualmente se aborda el tema de programas de la Autoridad Ambiental como la implementación y mejoramiento de la red de calidad de aire en la ciudad de Medellín, la meta del mejoramiento de los combustibles para la ciudad, disminución de contenidos de plomo, azufre, mezclas de combustibles y promoción de combustibles más limpios, así como los programas de las Autoridades del Transporte de Medellín como son la implementación de políticas de transporte y movilidad, implementación de políticas para desincentivar el uso del vehículo particular, el control del transporte público y las políticas de chatarrización de buses de servicio público.

2. CONTAMINACIÓN DEL AIRE

2.1 El problema de la calidad del aire en las ciudades

Los estándares de la calidad del aire en las grandes urbes es una parte de gran magnitud frente al problema de contaminación. La gran concentración de personas en las ciudades, el aumento del uso del automóvil como medio principal de movilización, la cercanía de los centros industriales a los centros residenciales y la falta de una adecuada planeación, continúan deteriorando la calidad de vida de las personas en dichas urbes.

Especial atención merecen las emisiones de contaminantes provenientes de fuentes móviles, como es el caso de los vehículos automotores cuyo número ha crecido de manera exponencial y presentan el problema de ser variadas, complejas y encontrarse muy cercanas a la población.

Según *“Transporte Sostenible: Texto de referencia para Formuladores de Políticas Públicas en Ciudades en Desarrollo. Módulo 4”*, Actualmente la problemática de la calidad del aire urbano se está trasladando a los países en vías en desarrollo, como lo señala la OMS: “El rápido crecimiento industrial y demográfico, combinado con el mejoramiento de los niveles de vida, están produciendo en los países en desarrollo modalidades de uso de los vehículos automotores similares a los del mundo industrializado”⁹ (ver foto 2).

⁹ Transporte Sostenible: Texto de referencia para Formuladores de Políticas Públicas en Ciudades en Desarrollo. Módulo 4^a

Foto 2. Las congestiones vehiculares son una situación común en todos los países en desarrollo¹⁰.



Fuente: Secretaría del Medio Ambiente, Alcaldía de Medellín

2.2 Consecuencias de la contaminación atmosférica

La contaminación atmosférica afecta a millones de personas de todo el mundo, especialmente a aquellas que viven en los grandes núcleos urbanos y en áreas fuertemente industrializadas, con denso tráfico de vehículos. Las emanaciones de polvos y gases corrosivos deterioran el medio ambiente dando lugar a olores desagradables, pérdida de visibilidad y daños para la salud humana, para los cultivos y otras formas de vegetación y sobre los materiales de construcción.

La contaminación atmosférica apareció primero como una molestia grave pero, posteriormente, se ha convertido en una amenaza para la calidad de la vida, ya que una

¹⁰ Secretaría del Medio Ambiente, Alcaldía de Medellín

contaminación excesiva puede poner en peligro la salud y llegar a convertir algunas zonas en lugares no aptos para ser normalmente habitados¹¹.

Los efectos producidos por la contaminación atmosférica dependen principalmente de la concentración de contaminantes, del tipo de contaminantes presentes, de tiempo de exposición y de las fluctuaciones temporales en las concentraciones de contaminantes, así como de la sensibilidad de los receptores y los sinergismos entre contaminantes. Hay que tener muy en cuenta la graduación del efecto a medida que aumentan la concentración y el tiempo de exposición. En países como Estados Unidos, la contaminación causa pérdidas anuales de billones de dólares a causa de sus efectos negativos en bosques, cultivos, edificios, ciudades y cuerpos¹¹.

Las plantas y cultivos se ven afectados directamente por el ozono. Grandes zonas de cultivo de trigo y otros cereales son destruidos por oleadas de ozono provenientes de ciudades ubicadas a cientos de kilómetros. La lluvia ácida causada por la condensación de óxidos de azufre y nitrógeno también afecta de forma muy negativa a las plantas y animales.

2.3 Los efectos en la salud humana¹¹

Son muchos los efectos a corto y a largo plazo que la contaminación atmosférica puede ejercer sobre la salud de las personas. En efecto, la contaminación atmosférica urbana aumenta el

¹¹ Secretaría del Medio Ambiente. Efectos sobre la Salud de la Contaminación por ruido y monóxido de carbono y prevalencias de síntomas respiratorios en el centro de Medellín. 2004.

riesgo de padecer enfermedades respiratorias agudas, como la neumonía, y crónicas, como el cáncer del pulmón y las enfermedades cardiovasculares.

La contaminación atmosférica afecta de distintas formas a diferentes grupos de personas. Los efectos más graves se producen en las personas que ya están enfermas. Además, los grupos más vulnerables, como los niños, los ancianos y las familias de pocos ingresos y con un acceso limitado a la asistencia médica son más susceptibles a los efectos nocivos de dicho fenómeno¹².

El aire enrarecido de las ciudades es un problema grave, que afecta la calidad de vida de las ciudades y dispara los índices de enfermedades cardiorrespiratorias, con el consecuente aumento en el gasto gubernamental en materia de salud. El Banco Mundial estima que del 2 al 5 por ciento de las muertes en países en vías de desarrollo, son causados por concentraciones elevadas de contaminantes.

En Colombia se calcula, según el Banco Mundial que ocurren cerca de 6.000 muertes anuales debido a casos de mortalidad prematura por problemas cardiopulmonares, cáncer de pulmón y casos de morbilidad en niños por enfermedades de tipo respiratorio, con un costo anual estimado en 1.5 billones de pesos en salud pública, debido a contaminación del aire en zonas urbanas¹³.

¹² Secretaría del Medio Ambiente. Efectos sobre la Salud de la Contaminación por ruido y monóxido de carbono y prevalencias de síntomas respiratorios en el centro de Medellín. 2004

¹³ Informe Anual del Banco Mundial, Informe sobre el Desarrollo Mundial 2014

2.4 La contaminación vehicular y su impacto en el aire

Según el documento CONPES 3344, los diferentes modos de transporte automotriz consumen más del 90% de la energía utilizada para el transporte y una gran parte de los hidrocarburos del país. La contaminación del aire como consecuencia de esta actividad representa un gran impacto en la calidad del aire, máxime dada las altas densidades de tráfico las cuales a su vez coinciden con altas concentraciones poblacionales.

Tabla 2. Efectos de los principales contaminantes automotrices sobre la salud.

| Contaminante | Origen | Efectos sobre la salud |
|---------------------|---|---|
| Monóxido de carbono | Producido por combustión incompleta | Disminuye la absorción del oxígeno por células rojas, afecta la percepción y la capacidad de pensar, disminuye los reflejos y puede causar inconsciencia. Afecta el crecimiento fetal en mujeres embarazadas. Junto con otros contaminantes fomenta enfermedades de personas con problemas respiratorios y circulatorios. |
| Hidrocarburos | Resultante de combustión incompleta o evaporación | Irritación de los ojos, cansancio y tendencia a toser. Puede tener efecto carcinogénico o mutativo. Los HC de motores diésel pueden causar enfermedades pulmonares. |
| Plomo | Aditivo para aumentar el octanaje de la gasolina | Afecta a los sistemas circulatorios, reproductivos, los riñones y nervios del cuerpo. Reduce la habilidad del aprendizaje de los niños y puede provocar hiperactividad. Puede causar daños neurológicos. |
| Partículas | Producido por deficiencia de oxígeno | Puede iniciar enfermedades respiratorias (afecta más a niños y ancianos) y provocar cáncer en los pulmones. |
| Óxidos de nitrógeno | Producidas por altas temperaturas | Irrita los ojos, nariz, garganta y causa dolores de cabeza. |
| Óxidos de azufre | Por el contenido de azufre en el diesel | Irrita las membranas del sistema respiratorio y causa inflamación en la garganta. |

Fuente: Secretaría del Medio Ambiente, Alcaldía de Medellín.

Las emisiones más importantes de motores automotrices son monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC), plomo (Pb), partículas, óxidos de nitrógeno (NO_x), dióxido de azufre (SO₂),

ozono (O₃) y dióxido de carbono (CO₂). En el caso del combustible colombiano, Ecopetrol ha eliminado el contenido de plomo (Pb)¹⁴.

Los efectos de las emisiones vehiculares sobre la salud y la economía son:

- Mayores gastos sobre la salud provocada por ejemplo por enfermedades respiratorias.
- Menor productividad de la gente por encontrarse enferma, con dolores de cabeza o malestar general provocado por la contaminación ambiental.
- Malestar y reducción de la calidad de vida al ser expuesto a una contaminación fuerte del aire.
- Corrosión de materiales, motores y desgaste prematuro de edificios provocado principalmente por el dióxido de azufre y el hollín.
- Menor productividad agrícola y agroforestal como resultado del ozono o de la lluvia ácida.
- Efecto invernadero o calentamiento atmosférico.

Tabla 3. Efectos de los principales contaminantes automotrices sobre la ecología.

| Contaminante | Efectos sobre la ecología |
|--------------------------------------|--|
| NO _x , SO _x | Provoca lluvia ácida con daños a los bosques, sistemas acuáticos, corrosión de metales, daños a edificios y monumentos. También contamina las aguas subterráneas. |
| O ₃ (Ozono). | Daña los bosques y reduce el crecimiento de varios granos (por ejemplo, maíz, frutas y verduras). El ozono puede crearse por varias horas o días después de la emisión de los gases y tener un impacto lejos del sitio de la contaminación original. |
| CO ₂ (Dióxido de carbono) | Efecto invernadero (ver página siguiente) CO y NO _x son otros gases con un |

¹⁴ Documento Conpes 3344, Lineamientos para la Formulación de la Política de Prevención y Control de la Contaminación del Aire, Bogotá 2005.

Fuente: Secretaría del Medio Ambiente, Alcaldía de Medellín.

2.4.1 El Efecto Invernadero¹⁵

De acuerdo al artículo sobre efecto invernadero publicado en la página www.portalplanetasedna.com.ar/efecto_invernadero1.htm, la atmósfera de la Tierra está compuesta de muchos gases. Los más abundantes son el nitrógeno y el oxígeno (este último es el que necesitamos para respirar). El resto, menos de una centésima parte, son gases llamados "de invernadero". No los podemos ver ni oler, pero están allí. Algunos de ellos son el dióxido de carbono, el metano y el dióxido de nitrógeno.

En pequeñas concentraciones, los gases de invernadero son vitales para nuestra supervivencia. Cuando la luz solar llega a la Tierra, un poco de esta energía se refleja en las nubes; el resto atraviesa la atmósfera y llega al suelo. Gracias a esta energía, por ejemplo, las plantas pueden crecer y desarrollarse.

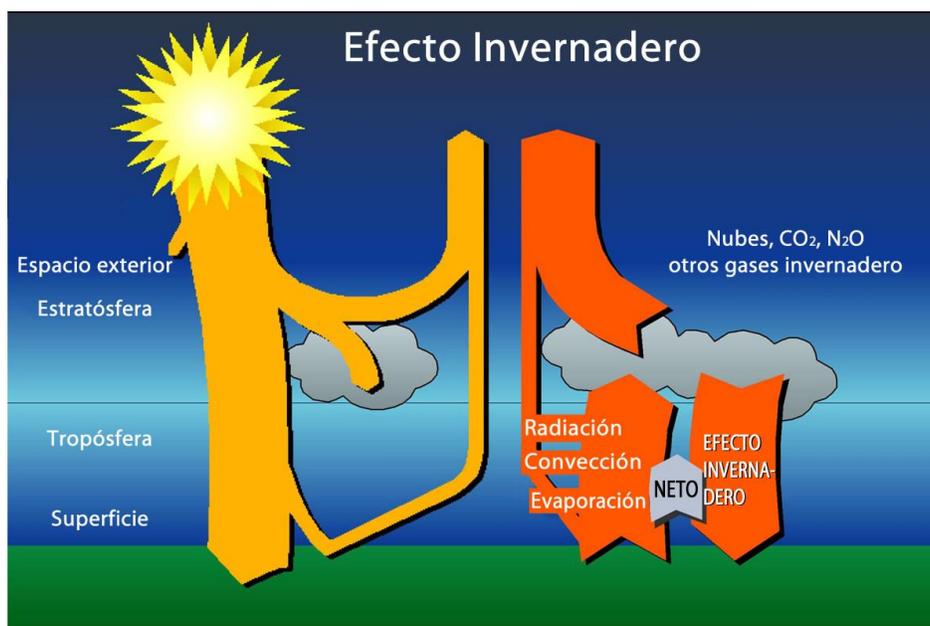
Pero no toda la energía del Sol es aprovechada en la Tierra; una parte es "devuelta" al espacio. Como la Tierra es mucho más fría que el Sol, no puede devolver la energía en forma de luz y calor. Por eso la envía de una manera diferente, llamada "infrarroja". Un ejemplo de energía infrarroja es el calor que emana de una estufa eléctrica antes de que las barras comiencen a ponerse rojas.

Los gases de invernadero absorben esta energía infrarroja como una esponja, calentando tanto la superficie de la Tierra como el aire que la rodea. Si no existieran los gases de

¹⁵ El agujero en la Capa de Ozono, Peligros del Uso de CFC Efecto Invernadero [sitio en Internet]. Disponible en: http://www.portalplanetasedna.com.ar/efecto_invernadero1.htm. Consulta: 17 de mayo de 2014

invernadero, el planeta sería cerca de 30 grados más frío de lo que es ahora. En esas condiciones, probablemente la vida nunca hubiera podido desarrollarse.

Figura 1. Efecto Invernadero.



Fuente: [www. cambioclimaticoglobal.com/gasesinv](http://www.cambioclimaticoglobal.com/gasesinv).

Prácticamente toda la energía que nos llega del Sol está constituida por radiación infrarroja, ultravioleta y luz visible. Mientras que la atmósfera absorbe la radiación infrarroja y ultravioleta, la luz visible llega a la superficie de la Tierra. Una parte muy pequeña de esta energía que nos llega en forma de luz visible es utilizada por las plantas verdes para producir hidratos de carbono, en un proceso químico conocido con el nombre de fotosíntesis. En este proceso, las plantas utilizan anhídrido carbónico y luz para producir hidratos de carbono (nuevos alimentos) y oxígeno. En consecuencia, las plantas verdes juegan un papel fundamental para la vida, ya que no sólo son la base de cualquier cadena alimenticia, al ser generadoras de alimentos sino que, además, constituyen el único aporte de oxígeno a la atmósfera.

En lo que respecta al efecto invernadero, se está produciendo un incremento espectacular del contenido en anhídrido carbónico en la atmósfera a causa de la quema indiscriminada de combustibles fósiles, como el carbón y la gasolina, y de la destrucción de los bosques tropicales. La consecuencia previsible de esto es el aumento de la temperatura media de la superficie de la Tierra, con un cambio global del clima que afectará tanto a las plantas verdes como a los animales. Las previsiones más catastrofistas aseguran que incluso se producirá una fusión parcial del hielo que cubre permanentemente los Polos, con lo que muchas zonas costeras podrían quedar sumergidas bajo las aguas. Sin embargo, el efecto invernadero es un fenómeno muy complejo, en el que intervienen un gran número de factores, y resulta difícil evaluar tanto el previsible aumento en la temperatura media de la Tierra, como los efectos de éste sobre el clima.

2.4.2 La relación entre el combustible y la contaminación

Según la publicación *“Transporte Sostenible: Texto de referencia para Formuladores de Políticas Públicas en Ciudades en Desarrollo. Módulo 4a”* Unas buenas condiciones del motor están asociadas a un nivel óptimo en la concentración de los contaminantes emitidos por el vehículo.

El tipo de combustible tanto como la cantidad y concentración de los diferentes elementos presentes en él son factores muy importantes en la generación de los gases y en la toxicidad de los mismos.

La relación aire/combustible (A/C), para una combustión perfecta se necesita una relación de aire a combustible de 14.6/1 (en peso) o en volumen en una relación de 10,000 litros de aire a 1 litro de combustible. Esta relación depende directamente del tipo y calidad del combustible.

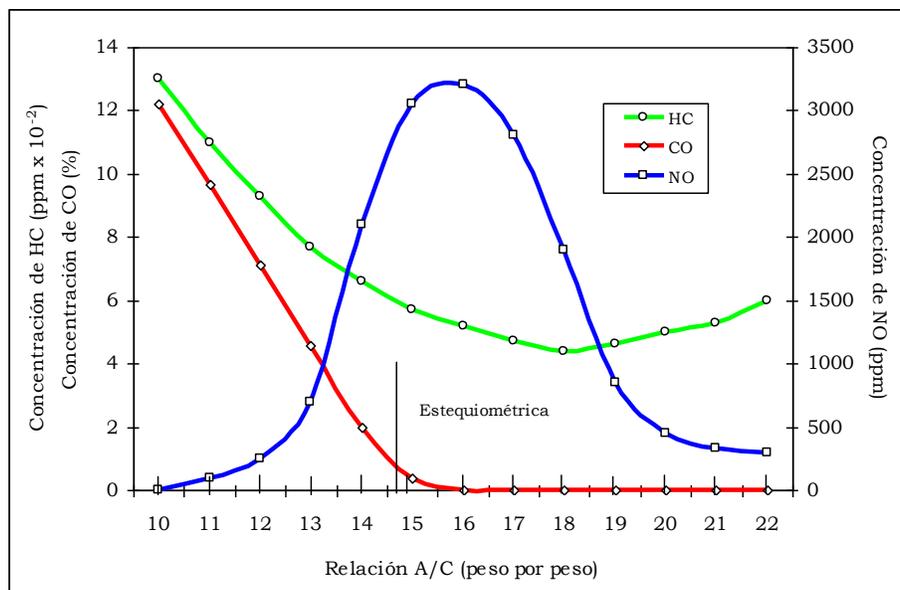
Si $A/C \geq 14.6$, existe un exceso de aire, este estado se denomina “mezcla pobre” y si $A/C < 14.6$, significa un exceso de combustible en la mezcla, conocida como “mezcla rica”. Cuando se presenta esta situación, se aumenta la concentración de HC, debido al combustible que no alcanza a realizar el proceso de combustión¹⁶.

La combustión de mezclas ricas en combustible conduce a la formación de CO, así como a la presencia de combustible residual en los gases de escape sin quemar. Por el contrario, las mezclas pobres producen cantidades mucho más pequeñas de CO y de hidrocarburos sin quemar. Sin embargo, si la mezcla es demasiado pobre, con una relación aire/combustible (A/C) superior a 17/1 aproximadamente, puede ocurrir que la mezcla no se encienda correctamente, dando lugar a fallas en el motor y a que grandes cantidades de combustible atraviesen el motor sin ser quemadas. La figura 1.3 muestra la relación existente entre los productos de la combustión y la relación A/C .

Los resultados experimentales muestran que según aumenta la relación A/C de 10 a 16, disminuye el CO en el gas de escape de 12% a casi cero. Por lo tanto, un método para reducir la emisión de CO consiste en hacer funcionar el motor con relaciones de mezclas pobres en combustible.

¹⁶ Transporte Sostenible: Texto de referencia para Formuladores de Políticas Públicas en Ciudades en Desarrollo. Módulo 4a

Figura 2. Efectos de la relación aire/combustible sobre las emisiones de hidrocarburos, monóxido de carbono y monóxido de nitrógeno en el escape¹⁷.



El valor de la relación A/C influye mucho en la cantidad de hidrocarburos no quemados emitidos por un motor determinado. Los resultados experimentales muestran que el valor de los hidrocarburos no consumidos presentes en el escape disminuye según la relación A/C se aumenta de 11/1 a aproximadamente 19/1, y luego aumenta según aumenta aún más la relación A/C hasta un valor de 22/1. El aumento de los hidrocarburos no consumidos se atribuye a lo que se conoce como falla de encendido. La mezcla es tan pobre en combustible que la combustión no siempre se mantiene por la chispa de encendido¹⁷.

Los óxidos de nitrógeno se forman básicamente por reacciones entre el oxígeno y el nitrógeno atmosféricos admitidos al motor. El monóxido de nitrógeno no es el principal

¹⁷ Transporte Sostenible: Texto de referencia para Formadores de Políticas Públicas en Ciudades en Desarrollo. Módulo 4a

componente de los óxidos de nitrógeno formados en la zona de combustión. La concentración de NO aumenta a un máximo para un valor de la relación *A/C* que dé un mínimo de hidrocarburos no quemados y monóxido de carbono. Un aumento adicional en la relación *A/C* da por resultado una reducción de NO pero en un aumento de HC. Se puede así concluir que no se podrán obtener simultáneamente las cantidades mínimas de HC, CO y NO, efectuando solamente cambios en la relación *A/C*.

La relación *A/C* es función de la velocidad del automóvil, por tanto, las emisiones de los gases de escape varían según el régimen de funcionamiento. La tabla 4 indica las concentraciones típicas de los gases de escape de un automóvil sin dispositivos de control en función del régimen de funcionamiento.

Tabla 4. Concentraciones típicas de los gases de escape en función del régimen de funcionamiento.

| Modo de operación | HC (ppm) | CO (% Vol.) | NOx (ppm) | H ₂ (% Vol.) | CO ₂ (% Vol.) | H ₂ O (% Vol.) |
|-------------------|----------|-------------|-----------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Ralentí | 750 | 5.2 | 30 | 1.7 | 4.5 | 13.0 |
| Crucero | 300 | 0.8 | 1500 | 0.2 | 12.5 | 13.1 |
| Aceleración | 400 | 5.2 | 3000 | 1.2 | 10.2 | 13.2 |
| Desaceleración | 4000 | 4.2 | 60 | 1.7 | 9.5 | 13.0 |

Fuente: Secretaría del Medio Ambiente, Alcaldía de Medellín

Cuando se presentan congestiones, los vehículos automotores están arrancando y frenando (acelerando y desacelerando) y es en estos momentos donde se presenta una mayor emisión de contaminantes, especialmente monóxido de carbono¹⁸.

¹⁸ Secretaría del Medio Ambiente, Alcaldía de Medellín

Durante el funcionamiento de un vehículo en ralentí (neutro) se presenta una mezcla rica en combustible (de 11/1 a 12/5) que origina un aumento en las emisiones de hidrocarburos y monóxido de carbono.

Durante la aceleración el flujo de aire y combustible aumenta y la composición de los gases emitidos por el escape es variada. La composición de los gases depende del cambio utilizado en la aceleración y el tiempo total de la aceleración. Durante la desaceleración se producen niveles elevados de hidrocarburos en el gas de escape debido a la baja eficiencia en la combustión; entre un 20 y 60% del combustible pasa sin ser quemado. La concentración de CO aumenta a medida que la relación A/C disminuye de forma que la concentración de CO es máxima cuando el vehículo funciona en ralentí y durante la desaceleración. La exigencia de una potencia elevada, tal como durante la aceleración máxima, también produce concentraciones de CO más elevadas que la debida a una velocidad de crucero con moderada potencia, situación en la que los niveles de emisión de CO son los mínimos debido a una mezcla pobre en combustible (15/1).

3. CONTROL DE EMISIONES DE LOS MOTORES Y REVISIÓN TÉCNICO

MECÁNICA¹⁹

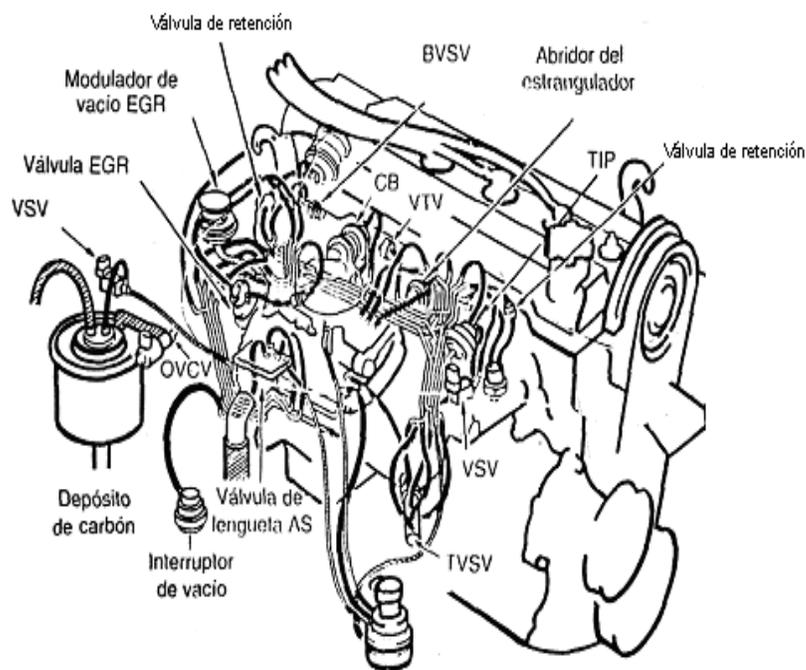
3.1 Sistemas de control de emisiones de gases en los motores

¹⁹ Control de Emisiones en los motores. Sistemas de Control [sitio en Internet]. Disponible en: <http://www.yoreparo.com/articulos/wp-content/uploads/2010/02/EGR-01>. Consulta: 17 de mayo de 2014

Actualmente todos los vehículos son fabricados con diferentes sistemas para controlar las emisiones de CO, HC y NO₂, dichos sistemas son mejorados continuamente por los fabricantes para disminuir estas emisiones.

Los sistemas de control de emisiones de gases más relevantes en los vehículos, son los siguientes²⁰:

Figura 3. Sistemas encargados de reducir la cantidad de CO, HC y NO que salen por el escape²⁰.



Fuente: <http://www.yoreparo.com/articulos/wp-content/uploads/2010/02/EGR-01.jpg>.

– Sistema PCV. (Sistema de ventilación positiva del cárter). Este sistema fue diseñado para reducir las emisiones de HC; su funcionamiento está regulado por la depresión existente en el múltiple de admisión; su función es recircular los vapores a la cámara de combustión.

²⁰ Control de Emisiones en los motores. Sistemas de Control [sitio en Internet]. Disponible en: <http://www.yoreparo.com/articulos/wp-content/uploads/2010/02/EGR-01>. Consulta: 17 de mayo de 2014

– Sistema EVAP (Control de emisión de combustible evaporado). Su función es reducir los niveles de HC provenientes del tanque de combustible y del recipiente del carburador (si el motor es de inyección, el sistema EVAP solo reduce los HC provenientes del tanque de combustible).

– Sistema SC (Sistema de control de chispa). Este sistema busca reducir el HC y el NO; funciona con dos diafragmas ubicados en el distribuidor, que tienen la capacidad de generar un retardo en el flujo, controlando la secuencia con la que fluye el combustible. Este sistema está gobernado por una válvula BSV bimetalica interruptora de vacío, la cual funciona según la temperatura.

– Sistema EGR (Sistema de recirculación de gases de escape). Su misión es reducir las emisiones de NO. Este sistema funciona solo cuando el motor soporta mucha carga y luego de alcanzar la temperatura normal de funcionamiento. La válvula EGR es la pieza más importante para el funcionamiento de este sistema, tanto para automóviles con carburador como para los de inyección. Este sistema está conectado con el múltiple de admisión.

– Sistema AI (Inyección de aire). Este sistema es utilizado frecuentemente en los vehículos modernos con carburador; su función es suministrar aire fresco a los gases de escape para generar una recombustión de los mismos, reduciendo así las concentraciones de CO y HC.

– Sistema HAC (Sistema compensador de altura). Este sistema permite un aumento de la entrada de aire al motor; cuando un vehículo se desplaza por alturas superiores a 1,000 msnm donde el aire presenta una menor densidad, este sistema se activa y aumenta el flujo de aire para recombinar la relación A/C y evitar una mezcla exageradamente rica.

– Sistema HAI (Admisión automática de aire caliente). Este sistema solo se activa cuando el vehículo está frío, opera alimentando con aire caliente al motor, para reducir los niveles de emisión de CO y HC. Su operación se lleva a cabo hasta que el motor alcanza los 32 °C aproximadamente, y su funcionamiento está gobernado por la válvula ITC.

– Sistema DP y TP (Sistema de amortiguación). Su función es evitar que una fracción del combustible se adhiera a las paredes del múltiple de admisión. Este sistema está conectado a la válvula de obturación (mariposa) y puede ser instalado tanto en vehículos con carburador como de inyección.

– Convertidor catalítico (catalizador). Este sistema tiene la función de convertir los gases contaminantes del motor (CO, HC, NO_x en CO₂ y H₂O), la cual es llevada a cabo por una reducción química de moléculas (oxidorreducción), su operación se da entre temperaturas de 350 - 750 °C, este se puede ver obstruido al utilizar gasolina con plomo.

A nivel nacional los sistemas de control de emisiones más utilizados para los vehículos que se encuentran en el país son el Sistema AI (Inyección de aire) utilizado frecuentemente en los vehículos modernos con carburador y el Sistema Convertidor catalítico (catalizador) que tiene la función de convertir los gases contaminantes del motor.

Para Colombia y a la luz de la legislación vigente aplicable, en la Resolución 1048 de 1999 se fijan los niveles permisibles de emisión de contaminantes producidos por fuentes móviles terrestres a gasolina o diésel, en condición de prueba dinámica, a partir del año modelo 2001.

El Ministerio del Medio Ambiente con base en la información que resulte de las pruebas de verificación del cumplimiento de las normas establecidas en la presente Resolución, efectuará

una evaluación para determinar las normas de emisión que regirán a partir del año 2001, en condición de prueba dinámica para fuentes móviles con motor a gasolina que se importen o ensamblen en el país para circular o transitar en el territorio nacional.

Los vehículos que se importen o ensamblen, deberán obtener la certificación de emisiones expedida por la casa fabricante o la que sea propietaria del diseño del vehículo. Dicha certificación deberá contar con la aprobación de la autoridad ambiental competente del país donde se expidió, o de un laboratorio autorizado por aquella o reconocido por la EPA o por la Unión Europea. El procedimiento de evaluación base para las certificaciones, será el ciclo FTP/75 a nivel del mar para vehículos liviano y mediano; para los vehículos pesados el procedimiento base para las certificaciones, será el método de prueba USA-13, u otros procedimientos de evaluación que sean homologados por el Ministerio del Medio Ambiente. Esta Resolución 1048 de 1999 dice que las emisiones evaporativas medidas en los vehículos a partir del año modelo 2001, no podrán ser superiores a 2 gramos por prueba; dichas evaluaciones deberán medirse en condiciones del nivel del mar, siguiendo el método SHED, u otros procedimientos de evaluación que sean homologados por el Ministerio del Medio Ambiente, y deberán ser certificadas por la casa fabricante o la que sea propietaria del diseño del vehículo. Dicha certificación deberá contar con la aprobación de la autoridad ambiental competente del país donde se expidió, o de un laboratorio autorizado por aquella o reconocido por la EPA o por la Unión Europea. Los importadores o ensambladores deberán suministrar copia de la misma a quienes adquieran los vehículos.

La autoridad ambiental competente ejercerá la vigilancia y control del cumplimiento de las disposiciones de la presente Resolución. Para ello realizará visitas de inspección a los

centros de diagnóstico autorizados, para comprobar el correcto estado de operación de sus equipos de medición de emisiones, la capacidad técnica específica de quienes realizan estas pruebas y en general, todas las condiciones de funcionamiento de acuerdo con lo establecido en la Resolución de aprobación para realizar la verificación.

3.2 Revisión técnico mecánica y certificación de gases²¹

3.2.1 Condiciones técnico-mecánica, de gases y de operación

Para que un vehículo pueda transitar por el territorio nacional, debe garantizar como mínimo el perfecto funcionamiento de frenos, del sistema de dirección, del sistema de suspensión, del sistema de señales visuales y audibles permitidas y del sistema de escape de gases; y demostrar un estado adecuado de llantas, del conjunto de espejos y cumplir con las normas de emisión de gases que establezcan las autoridades ambientales.

3.2.2 Qué es la revisión técnico mecánica y de gases

La revisión técnico-mecánica es un procedimiento unificado de control legal, que deben cumplir todos los vehículos particulares, motos y de servicio público que circulan por las vías nacionales. Dicha revisión se ha establecido con el fin de verificar las condiciones mecánicas, ambientales y de seguridad a través de la revisión técnico-mecánica y de emisiones contaminantes realizadas en los Centros de Diagnóstico Automotor legalmente constituidos para tal fin.

²¹ ley 769 de 2002 (agosto 13) "Por la cual se expide el Código Nacional de Tránsito Terrestre y se dictan otras disposiciones. Artículo 50, 51. Modificada por el artículo 11 de la ley 1383 de 2010, Modificada por el artículo 201 del decreto ley 019 de 2012

La norma aparece en el capítulo VIII de la ley 769 de 2002 (agosto 13) "Por la cual se expide el Código Nacional de Tránsito Terrestre y se dictan otras disposiciones".

Este procedimiento de revisión técnico mecánico controla a su vez el nivel de emisión de gases contaminantes; este nivel es establecido por la autoridad ambiental competente. Otro punto importante es la emisión de ruido que causa cada vehículo; es medido y controlado por este procedimiento según el valor máximo permisible de onda sonora que genere el vehículo²².

Es así como mediante este procedimiento periódico de revisión del parque automotor se protegerá no solo al medio ambiente de la emisión de gases y de la contaminación auditiva, si no que libera en su mayoría casos de accidentes por esta causa.

Artículo 52. Periodicidad y cobertura de la revisión de gases. La revisión de gases de vehículos automotores de servicio público se realizará anualmente y los de servicio diferente a éste, cada dos años. Los vehículos de servicio público nuevos se someterán a la primera revisión de gases al cumplir dos (2) años contados a partir de su año de matrícula y los de servicio particular al cumplir seis (6) años contados a partir de su año de matrícula.

La revisión a los vehículos deberá realizarse en centros de diagnóstico automotor oficiales debidamente autorizados.

Parágrafo 1°. Los vehículos automotores de placas extranjeras, que ingresen temporalmente y hasta por tres (3) meses al país, no requerirán la revisión técnico-mecánica y de gases.

²² Capítulo VIII de la ley 769 de 2002 (agosto 13) "Por la cual se expide el Código Nacional de Tránsito Terrestre y se dictan otras disposiciones"

3.2.3 Dónde se realizan estas revisiones

Artículo 53. Centros de diagnóstico automotor. La revisión técnico-mecánica y de gases se realizará en centros de diagnóstico automotor, legalmente constituidos, que posean las condiciones mínimas que determinen los reglamentos emitidos por el Ministerio de Transporte y el Ministerio del Medioambiente en lo de sus competencias. Los resultados de la revisión técnico-mecánica y de gases serán consignados en un formato uniforme cuyas características determinarán los Ministerios anotados. Para la revisión del vehículo automotor, se requerirá únicamente la presentación de su licencia de tránsito y el correspondiente seguro obligatorio (SOAT).

4. RED DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE²³

4.1 Implementación y mejoramiento de la red de calidad de aire en la ciudad de Medellín

La red de monitoreo de calidad del aire del Valle de Aburrá –REDMCA-, administrada por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá y cuyo operador es la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, está conformada por un conjunto de estaciones que miden los principales contaminantes atmosféricos mediante equipos automáticos, semiautomáticos y

²³ Red de Monitoreo de Calidad del Aire del Valle de Aburrá, para el Área Metropolitana. Evaluar los Niveles de Contaminación en las Zonas Urbanas del Valle de Aburrá, mediante la Operación de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire. (Convenio 301/05).

manuales. Su distribución geográfica y la instrumentación de cada estación se han venido adaptando en los últimos dos años siguiendo los criterios definidos en el estudio de optimización de la red, con el apoyo de las entidades integrantes del convenio marco de cooperación científica y tecnológica, Redaire.

Actualmente se hace seguimiento en 22 sitios de medición fijos y uno con la unidad móvil, los cuales están distribuidos en los diferentes municipios que conforman el valle de Aburrá. En total se cuenta con 1 medidor de partículas suspendidas totales (PST), 17 equipos medidores de partículas menores de 10 micrómetros (PM10), 8 medidores de partículas menores a 2.5 micrómetros (PM2.5), un medidor de partículas menores a un micrómetro (PM1), 4 medidores automáticos de Monóxido de Carbono (CO), 9 medidores automáticos de Ozono (O3), 6 medidores automáticos de óxidos de nitrógeno (NOx), un medidor automático de dióxido de azufre (SO2) y 14 estaciones meteorológicas.

La evaluación y monitoreo de la calidad del aire en el Valle de Aburrá, se realiza mediante el Convenio 243 de 2012, celebrado entre el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, la Universidad Pontificia Bolivariana y el Politécnico Jaime Isaza Cadavid, entidades con experiencia y conocimiento de la problemática de contaminación atmosférica, que buscan unir sus potencialidades para fortalecer la gestión de la calidad del aire en la región.

Para evaluar la mejora o deterioro de la calidad del aire, se utilizan indicadores que permitan abordar los diferentes aspectos asociados a la contaminación del aire. El cumplimiento de los niveles máximos permisibles de inmisión, definidos en la norma colombiana (Resolución 610 de 2010, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy Ministerio de

Ambiente y Desarrollo Sostenible), es un indicador relevante en la tarea de gestión, en tanto refleja la capacidad de las instituciones gubernamentales en el seguimiento permanente de aquellos contaminantes que representan un riesgo para la salud de la población y el impacto de los esfuerzos encaminados a reducir los niveles de contaminación.

El Índice de Calidad del Aire (ICA), también definido por la norma nacional, permite evaluar los efectos en la salud de la población por la exposición a los contaminantes del aire, basándose en evidencia científica internacional. Los indicadores de tendencia se utilizan para conocer la evolución de los contaminantes en el largo plazo y evaluar el impacto de las acciones en prevención y control de la contaminación del aire.

CLASIFICACION DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO²⁴

La metodología empleada en el estudio de optimización de la red, la cual es coherente con la metodología descrita en el Manual de diseño de sistemas de vigilancia de la calidad del aire (IDEAM, 2010), define la agrupación de las estaciones de monitoreo en cinco categorías (fondo rural, urbana, fondo urbano, suburbana e indicativas) localizadas de manera estratégica a lo largo del valle, para que generen información relevante en la correcta interpretación de la evolución de la concentración de contaminantes y la identificación de su origen de acuerdo con la distribución de las fuentes de emisión y la circulación de vientos predominante.

La distribución geográfica de las estaciones de monitoreo, obedece al entendimiento del Valle de Aburra como una cuenca atmosférica, unidad fisiográfica que por sus características

²⁴ Red de Monitoreo de Calidad del Aire del Valle de Aburrá, para el Área Metropolitana. Evaluar los Niveles de Contaminación en las Zonas Urbanas del Valle de Aburrá, mediante la Operación de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire. (Convenio 301/05).

topográficas y climatológicas, delimita un volumen de aire con características similares, en donde confluyen los fenómenos de formación, transformación y transporte de contaminantes y de manera generalizada, se identifican unos patrones de circulación de vientos (AMVA, 2011).

Los tipos de estaciones definidos en el estudio de optimización de la red, son los siguientes:

Estación de fondo: su objetivo es entregar información sobre los niveles de contaminantes que están ingresando al Valle de Aburra.

Estación urbana: permite hacer seguimiento en aquellas áreas con emisiones vehiculares e industriales importantes, propias de los grandes núcleos urbanos.

Estación de fondo urbano: dirigida al conocimiento de los niveles generales de calidad del aire, que no están influenciados de manera directa por las fuentes de emisión.

Estación suburbana: su objetivo es entregar información sobre los niveles de contaminación en las laderas del valle, áreas que presentan una dinámica influenciada por las circulaciones del viento de origen local, provocadas por el calentamiento de las laderas.

Estación indicativa: permite hacer seguimiento de los niveles de contaminantes en zonas que se presumen, en virtud del análisis de los datos realizado, dentro de los territorios a sotavento de las emisiones en el Valle de Aburra.

Estación de tráfico: estación de propósito especial para hacer seguimiento en áreas de influencia directa del tráfico vehicular. Se han utilizado para evaluar el impacto de la mejora de los combustibles.

Adicionalmente se utiliza la categoría de tendencia meso escala, para aquellas estaciones ubicadas en zonas urbanas del valle a una altura superior a los 15 metros, que entregan información de los fenómenos de mezcla de los contaminantes y la tendencia de los datos de calidad del aire y meteorológicos. Esta categoría si bien no está definida en el estudio de optimización de la red, aparece descrita en el Protocolo para la vigilancia y seguimiento del módulo aire del sistema de información ambiental (IDEAM, 2005) y fue adoptada para las estaciones que cumplieran con dicho criterio, en comité técnico del Convenio 243 de 2012.

El Área Metropolitana del Valle de Aburrá AMVA como autoridad ambiental, a través de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, viene realizando el seguimiento al estado de este recurso. Dicha red opera en la zona urbana de los nueve (9) municipios de su jurisdicción (Barbosa, Girardota, Copacabana, Bello, Medellín, Itagüí, Sabaneta, La Estrella y Caldas) y cuenta actualmente, con 16 estaciones fijas y una estación móvil. Estas estaciones, tienen 15 equipos medidores de partículas menores de 10 micrómetros (PM10), 4 medidores de partículas menores a 2.5 micrómetros (PM2.5), un medidor automático de Monóxido de Carbono (CO), dos estaciones automáticas fijas (cada una con PM10, PM2.5, ozono, monóxido de carbono y pluviometría), 5 estaciones meteorológicas, 1 analizador de partículas menores a un micrómetro (PM1.0), y una unidad móvil (con equipos de monitoreo automáticos de PM10, ozono, monóxido de carbono, hidrocarburos totales, óxidos de nitrógeno, óxidos de azufre y variables meteorológicas)²⁵.

²⁵ Red de Monitoreo de Calidad del Aire del Valle de Aburrá, para el Área Metropolitana. Evaluar los Niveles de Contaminación en las Zonas Urbanas del Valle de Aburrá, mediante la Operación de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire. (Convenio 301/05).

A finales del año 2.000 el Área Metropolitana del Valle de Aburrá como autoridad ambiental, estructuró la red de vigilancia de calidad del aire que venía funcionando para el valle y con el tiempo ésta se ha ido modernizando con la adquisición de equipos automáticos. Actualmente se cuenta con un 70% de este tipo de equipos y un 30% de equipos semiautomáticos o manuales. Dentro de la modernización de la red, se cuenta con una infraestructura que permite realizar el seguimiento en tiempo real de los datos medidos por los equipos automáticos y la unidad móvil de calidad del aire y variables meteorológicas.

Los registros en cada una de estas estaciones se envían a un centro de control, ubicado en la sede de Área Metropolitana del Valle de Aburrá, utilizando un modem y línea telefónica fija y/o móvil y en este centro de control se almacenan todos los datos de la red, al cual tiene acceso una terminal ubicada en la torre del Sistema de Alerta Temprana Ambiental de Medellín, SIATA.

Este sistema de comunicación y de adquisición de datos, ha permitido informar más rápida y oportunamente a la comunidad los resultados de medidas tales como, “El Día Sin Carro” y los reportes diarios de eventos de calidad del aire, que consisten en un resumen de excedencias de la norma diaria, en las concentraciones de PM10, PM2.5 y ozono registradas en el Valle de Aburrá. La red cuenta además, con un sistema de gestión de la calidad con el objeto de garantizar datos confiables.

Los datos obtenidos de la Red de Monitoreo de Calidad del aire sirven entre otros para:

Elaborar informes de cumplimiento normativo

Con los resultados obtenidos en la red de monitoreo, se evalúa el cumplimiento de los estándares de calidad del aire, en cada una de las estaciones, se generan informes a las entidades de control, administraciones municipales y público en general, y se publican diariamente en la página web de la Entidad, los eventos que se presentan en cuanto a la excedencia de la norma diaria.

Medir la gestión de los planes formulados por la entidad

La entidad como autoridad ambiental en la zona urbana del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, adelanta permanentemente proyectos dirigidos a disminuir la problemática de contaminación del aire, y la forma directa de determinar si el impacto de éstos es positivo, es realizando en forma permanente y confiable el seguimiento de la calidad del aire, mediante una red de monitoreo, cuya información direcciona además, las acciones de seguimiento y control a las fuentes fijas y móviles.

Los datos arrojados por la red de monitoreo de calidad del aire han permitido medir el impacto de medidas implementadas por los municipios, tales como:

- Las medidas de pico y placa y el día sin carro.
- Estudios de epidemiología vs calidad del aire: Tanto el AMVA, como otras administraciones municipales y universidades locales, han tratado de acercarse al conocimiento del impacto de la contaminación del aire, en la salud de la población expuesta, a partir de estudios epidemiológicos, cuya información primaria de calidad del aire, es obtenida a partir de

la red de monitoreo. Sin embargo a pesar de no existir actualmente un sistema de vigilancia epidemiológica y de calidad del aire en la región, se tendrían los insumos históricos que desde la Red se generan para complementarlos con las variables epidemiológicas.

- Validación de los modelos pronóstico de calidad del aire y meteorológico con los que cuenta la región, los cuales sin la incorporación de datos reales obtenidos en la red de monitoreo de calidad del aire carecerían de cualquier credibilidad.

- Tener un insumo básico para el uso de modelos fuente-receptor, que permitan correlacionar las fuentes de generación de contaminantes, con los resultados de calidad del aire.

- La información de calidad del aire permite adelantar investigaciones relacionadas con el componente arbóreo como: incidencia de la calidad del aire en la mortalidad y deterioro de los árboles de las zonas urbanas. Estudio que se adelanta actualmente en convenio con esta entidad.

- Implementar acciones de prevención y control en sectores productivos y zonas de interés por su problemática de calidad del aire. Caso concreto la decisión que tomó el municipio de Itagüí, de no permitir el asentamiento de empresas que no operaran con combustible limpio, debido a la problemática de calidad del aire registrada en ese municipio, por la red de monitoreo.

Para mejorar la calidad del aire en la ciudad de Medellín y su Área Metropolitana La Autoridad Ambiental del Valle de Aburrá, Área Metropolitana AMVA ha contemplado EL PLAN INTEGRAL DE DESARROLLO METROPOLITANO 2008-2020.

El objetivo es desarrollar acciones para el mejoramiento de la calidad del aire, a través de acciones de prevención, del fortalecimiento al seguimiento y control de los contaminantes

atmosféricos y de la implementación de herramientas para la adecuada planificación; de tal manera que permita la protección de la salud pública y mejore la calidad de vida del habitante metropolitano.

Las principales conclusiones del diagnóstico de la calidad del aire en la ciudad de Medellín y su Área Metropolitana son:

- El Valle de Aburrá presenta altas concentraciones de PM2.5 y PM10 de los cuales el parque automotor emite dicho material particulado en proporciones del 78% y 58% respectivamente, éstas son la principal responsable de los efectos en salud.

- La contaminación por partículas es homogénea en la zona urbana del Valle de Aburrá.

- Las concentraciones de partículas a lo largo del año no varían significativamente.

- Las normas horarias y octohoraria de ozono se superan a lo largo de todo el año.

Algunas de las acciones planes y programas propuestos por la Autoridad Ambiental AMVA para mejorar la calidad del aire dentro del Plan Integral de Desarrollo Metropolitano 2008-2020 (Calidad del aire, Educación Ambiental Metropolitana, Área metropolitana del Valle de Aburrá. www.aredigital.gov.co), son:

- Acciones de planificación para el fortalecimiento del conocimiento del recurso aire:

- Directrices de ordenamiento territorial: Resolución Metropolitana 309/07
- Mapas de ruido.
- Plan Maestro de Espacios Públicos Verdes.

- Compra y negociación de predios para protección de áreas verdes: El Romeral, Finca Montecarlo.
- Plan Maestro de Movilidad: Acuerdo Metropolitano 42/07.
- Política de construcción sostenible
- Evaluar el impacto en la concentración del PM 2.5 a partir del mejoramiento del combustible en los vehículos.
- Convenio 437/09.AMVA-Ecopetrol-Politécnico JIC

- Apoyo a la iniciativa ciudadana respira profundo:

- Corriente ciudadana comprometida con la generación de conciencia sobre la necesidad de trabajar unidos para mejorar calidad del aire.
- Respira Profundo entiende el grave problema de contaminación atmosférica y por eso se une para contribuir de forma creativa a la solución del problema.

-Plan de acción 2008 - 2020

- Monitoreo de la calidad del aire.
- Promoción de transferencia de tecnologías sostenibles para la movilidad y el transporte
- Fortalecer las acciones de control y seguimiento a las emisiones de fuentes fijas y fuentes móviles.
- Implementar la política de construcción sostenible y acompañar la implementación de la guía de construcción.

- Actualización de mapas de ruido.
- Adquisición de sonómetros y de unidad móvil de calidad del aire.
- Administración del SIMECA.
- Sensibilización en empresas y/o instituciones de educación superior
- Implementación del Plan de reducción de la contaminación

5. MEJORAMIENTO DE LOS COMBUSTIBLES, DISMINUCIÓN DE CONTENIDOS DE PLOMO, AZUFRE, MEZCLAS DE COMBUSTIBLES Y PROMOCIÓN DE COMBUSTIBLES MÁS LIMPIOS²⁶

Dentro del diagnóstico de la calidad del aire en la ciudad de Medellín y su Área Metropolitana a través de la red de monitoreo de calidad del aire²⁷, se concluye que 95% del transporte público colectivo funciona con combustible diesel y que este tipo de combustible produce de 7 a 10 veces más contaminación que la gasolina, en términos de material particulado.

Por eso, además de la reducción de concentraciones de azufre que muestra avances gracias al convenio entre AMVA- MUNICIPIO DE MEDELLÍN-ECOPETROL, una buena parte de las estrategias del Plan de Descontaminación del Aire para el Valle de Aburrá se orientan a fuentes móviles.

²⁶ Torres, J & Rubio, M. (2008). Plan de mejoramiento de la calidad de combustibles en Ecopetrol S.A. Instituto Colombiano de Petróleo. p. 1-20

²⁷ Red de Monitoreo de Calidad del Aire del Valle de Aburrá, para el Área Metropolitana. Evaluar los Niveles de Contaminación en las Zonas Urbanas del Valle de Aburrá, mediante la Operación de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire. (Convenio 301/05)

Este es uno de los principales compromisos consignados en el Convenio Interadministrativo suscrito hoy entre Ecopetrol, el Municipio de Medellín y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

Mediante el CONVENIO AMVA- MUNICIPIO DE MEDELLÍN-ECOPETROL, se pretende disminuir el contenido de azufre en el Diesel y la Gasolina suministrados a la región metropolitana del Valle de Aburrá tal como se muestra en el cuadro siguiente y cofinanciar proyectos de mejoramiento de la calidad del aire.

Ecopetrol se comprometió a suministrar, a partir de julio de 2010, a la ciudad de Medellín y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, diesel de 50 partes por millón (ppm) de azufre, considerado como el estándar de excelencia mundial y la misma calidad que exige la mayoría de países industrializados. (Ver tabla anexa para metas de mejoramiento de contenido de azufre en diésel y gasolina)²⁸.

| FECHA | AZUFRE EN DIESEL (ppm) | AZUFRE EN GASOLINA (ppm) |
|------------|----------------------------|-----------------------------|
| 01/07/2008 | 3000 | 1000 |
| 01/01/2009 | 2500 | 1000 |
| 01/01/2010 | 500 | 1000 |
| 01/07/2010 | 50 | 1000 |
| 01/01/2011 | 50 | 300 |

El convenio también contempla que Ecopetrol realizará un monitoreo sobre el contenido de azufre del diesel y que reportará periódicamente dichos resultados.

Como las características de los combustibles es sólo uno de los factores que afectan la calidad del aire, las partes acordaron trabajar en otras líneas de acción, entre las que se destacan

²⁸ Red de Monitoreo de Calidad del Aire del Valle de Aburrá, para el Área Metropolitana. Evaluar los Niveles de Contaminación en las Zonas Urbanas del Valle de Aburrá, mediante la Operación de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire. (Convenio 301/05)

el Plan Maestro de Espacios Públicos Verdes, mayor educación ambiental, fortalecimiento de la red de monitoreo de la calidad del aire e investigación sobre calidad de combustibles, contaminación atmosférica y afectación a la salud.

El objetivo de este convenio, que ratifica el Pacto para el Mejoramiento de la Calidad del Aire en el Valle de Aburrá suscrito el 10 de octubre de 2007, busca reducir en 10% la cantidad de contaminantes atmosféricos presentes en el aire durante los siguientes cinco años.

En el informe de Calidad de Vida en la ciudad durante el 2012, “Medellín Cómo Vamos”²⁹ se destaca que a febrero de 2010 se ha cumplido la meta de reducción en el pacto por la calidad del aire. Además, las mediciones de PM10 en 2009 presentaron una mejoría apreciable comparada con las reportadas en el 2008. Y gracias al convenio con Ecopetrol para mejorar la calidad de los combustibles, las mayores reducciones se presentaron en la estación Guayabal (14,7 %).

Algunas de las acciones adelantadas por la Administración Municipal han sido: la actualización de la red de monitoreo del aire, los convenios de producción más limpia con el sector transporte e industria, las campañas de sensibilización y capacitación realizadas por la Secretaría del Medio Ambiente, el reordenamiento de rutas por parte de la Secretaría de Tránsito y los operativos de verificación de emisiones de fuentes móviles, realizadas por el Área Metropolitana, Corantioquia y la Secretaría de Tránsito.

El incentivo al Gas Natural Comprimido para uso Vehicular GNCV en las ciudades pretende promover en la demanda la sustitución de Gasolina y Diesel hasta en un 30% por

²⁹ Medellín Como Vamos, Informe de Calidad de Vida de Medellín 2012, Movilidad Vial y Espacio Público

GNCV, en los ocho mayores centros urbanos e industriales del país ello reduciría las emisiones al 2020 de PM10 y SOx hasta en un 10% y 1.2%, respectivamente.

Suministro de alcohol carburante y biodiesel, cuyas mezclas de alcohol carburante con gasolina contribuye a la reducción de la emisión de CO y de biodiesel en el diesel sustituye importaciones y contribuye a la disminución de las emisiones de CO2.

A continuación se presenta la reglamentación vigente en materia de combustibles:

El Artículo 61 de la Ley 812 de 2003 establece quienes son los agentes de la cadena de distribución de combustibles líquidos derivados del petróleo. Más recientemente, mediante la Ley 1450 de 2011 se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014, el cual deroga todas las disposiciones que le sean contrarias pero mantiene vigentes las dadas en los artículos 20, 59, 61, 65, 81 y 121 de la Ley 812 de 2003, con el fin de dar continuidad a los objetivos y metas de largo plazo planteados en los anteriores planes de desarrollo. Así mismo, el Decreto 4299 asigna al Ministerio de Minas y Energía como autoridad de la regulación, control y vigilancia de las actividades de refinación, importación, almacenamiento, distribución y transporte de los combustibles líquidos derivados del petróleo, y en el Decreto 1521 de 1998, "por el cual se reglamenta el almacenamiento, manejo, transporte y distribución de combustibles líquidos derivados del petróleo, para estaciones de servicio.

A través de la Ley 693 de 2001 se estableció la obligación de usar componentes oxigenados tales como alcoholes carburantes en las gasolinas que se utilicen en el país en los centros urbanos de más de 500,000 habitantes en la cantidad y calidad que estableciera el Ministerio de Minas y Energía, y se definió que el Gobierno podrá implementar el uso de estas

sustancias para los centros urbanos de menos de 500.000 habitantes. Así mismo, en esta Ley se estableció que el combustible diésel (o aceite combustible para motores - ACPM) podría contener etanol carburante como componente oxigenante en la cantidad y calidad que estableciera el Ministerio de Minas y Energía.

El documento “Estrategia de desarrollo de biocombustibles” del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, relata que el país entró en la era de los biocombustibles por la vía del bioetanol mediante la Ley 693/2001, que considera el uso de etanol carburante en las gasolinas y en el combustible diesel, factor coadyudante para el saneamiento ambiental de las áreas en donde no se cumplen los estándares de calidad. Además, esta medida apoya la autosuficiencia energética del país y actúa como dinamizador de la producción agropecuaria y del empleo productivo, tanto agrícola como industrial.

Por otra parte, señala este documento³⁰ que la producción de biocombustibles a partir de vegetales se encuentra entre los principales medios para combatir el cambio climático, propósito internacional adoptado por un importante grupo de países a través del Protocolo de Kioto, que contempla ventajas y ayudas financieras de la comunidad internacional para los países y entidades que lo implementen. Este protocolo forma parte de la legislación colombiana en virtud de la Ley 629 de 2000.

Los biocombustibles son productos biodegradables, el 85% se degrada en aproximadamente 28 días, lo cual representa una reducción en los niveles de contaminación.

³⁰ Estrategia de desarrollo de biocombustibles” del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural

El etanol es un componente libre de compuestos aromáticos, de benceno y de azufre que son indeseables en los combustibles, por lo tanto la mezcla contiene menos hidrocarburos tóxicos y contaminantes, produce menos humo en la combustión y genera menos emisiones por el tubo de escape (material particulado, humos, CO, hidrocarburos sin quemar, óxidos de azufre, etc.). Al utilizar el 10% de etanol en las gasolinas hay reducción de emisiones de CO entre 22% y 50% en vehículos de carburador y reducciones menores en vehículos de inyección, así mismo se obtiene una reducción de emisiones de hidrocarburos totales THC entre 20% y 24%.

Concluye este artículo del Ministerio de Agricultura, que el biodiesel reduce la emisión del hollín en un 40% a 60% y reduce la emisión de monóxido de carbono CO entre un 10% y 50%.

6. IMPLEMENTACIÓN DE POLÍTICAS DE TRANSPORTE Y MOVILIDAD

6.1 Movilidad de la ciudad

En el ciclo de arranque de un vehículo es donde se exige más al motor ya que tiene que vencer la fricción de todas sus partes. Este arranque se logra gracias a un incremento de las revoluciones del vehículo lo cual conduce a un mayor consumo de combustible y por lo tanto genera mayor cantidad de emisiones de gases y de material particulado. En este caso la solución más viable es generar condiciones de buena movilidad en la ciudad, buscando disminuir los ciclos de arranque y al mismo tiempo reducir las emisiones de contaminantes a la atmósfera.

El tiempo de desplazamiento en la ciudad de Medellín, de acuerdo a los cálculos realizados por la Secretaría de Transportes y Tránsito Municipal se ha mantenido estable en un promedio de veinticinco minutos³¹. Esta estabilidad ha sido posible gracias a la ampliación del tiempo de restricción de la movilidad de los vehículos particulares, pasando de cuatro a ocho horas semanales y a la inclusión de las motos de dos tiempos que están restringidas cuatro horas a la semana.

Según estos cálculos, el crecimiento sostenido y significativo en el parque automotor en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, que entre 2007 y 2008 fue de casi el 10% y a diciembre 31 de 2013 el número de vehículos circulantes fue de 1.181.817, plantea retos para la ciudad en términos de la definición del modelo de movilidad y las políticas acordes con él³¹. De acuerdo al Plan Maestro de Movilidad 2008-2016, la movilidad está pensada más para el peatón y menos para el vehículo. No obstante, un componente vital del Plan es el de vialidad en el cual se pretende mejorar la accesibilidad urbana, regional y peatonal de los ciudadanos³².

De acuerdo con este Plan de Movilidad, la malla vial de Medellín no se va a ampliar en longitud, lo que se va a ampliar es su capacidad y su conectividad; por ejemplo, las obras contempladas en el Plan como la ampliación de la avenida 33 con el Palacio de Exposiciones o la construcción de los puentes de la calle 93-94 (Madre Laura), la calle 4 Sur y El proyecto vial y Ambiental Parque del Río, entre otros. Medellín tiene una buena longitud vial de aproximadamente 2.600 Km. de vía, en lo que presenta mayor problema la malla vial es en el área, pues muchas vías son estrechas o no se conectan con otras. Entonces lo que debe procurar

³¹ Medellín Como Vamos, Informe de Calidad de Vida de Medellín 2012, Movilidad Vial y Espacio Público

³² Plan Maestro de Movilidad para la Región Metropolitana del Valle de Aburra 2008-2016. Área Metropolitana del Valle de Aburra

la Administración, y en lo que está trabajando actualmente es en ampliar esas capacidades, sin descartar a futuro la construcción de nuevas vías, circunvalares y anillos.

6.2 Desincentivar el uso del vehículo particular

La velocidad del desplazamiento, de acuerdo con análisis realizados por expertos en temas de movilidad de la Universidad Nacional, sede Medellín, es uno de los logros que ha tenido la ciudad durante la actual Administración. Se ha logrado mantener en promedio una velocidad por hora entre quince y treinta kilómetros, en hora pico³³, lo cual es positivo si se compara con otras ciudades del mundo con condiciones de movilidad similares a las de Medellín y menores velocidades. En este logro, según los expertos de la UNAL, tiene impacto la medida del pico y placa que ha posibilitado que las personas ajusten sus hábitos y horarios si no quieren dejar de usar el vehículo, haciendo un uso más eficiente de las vías, mejor distribuido en diferentes horarios y sin afectar la velocidad promedio.

En estudios elaborados en la misma Universidad han encontrado que, dado el ritmo de crecimiento de la motorización en la ciudad, la medida del pico y placa se debe revisar cada tres o cuatro años, puesto que es probable que se recuperen los niveles de congestión existentes antes de su implementación. De acuerdo con los resultados de doscientas entrevistas realizadas en gasolineras de Medellín, el 75% de las personas cambiaba de horarios por causa del pico y placa y un 25% cambiaba de modo de transporte renunciando al uso de su vehículo particular. En otra investigación realizada en el centro de Medellín se encontró que la proporción de personas que

³³ Medellín Como Vamos, Informe de Calidad de Vida de Medellín 2012, Movilidad Vial y Espacio Público

dejaba de usar el vehículo particular dada la medida del pico y placa era mayor que el 25%. La lectura que hacen los expertos frente a esos resultados indica que quienes trabajan en el centro tienen más opciones para dejar de usar el carro en los días en que les corresponde el pico y placa porque cuentan con el Metro y con un gran número de rutas de la ciudad que permiten llegar al centro realizando un solo viaje SITVA³⁴.

Si bien el avance del Sistema Integrado de Transporte para el valle de Aburrá SITVA, es un reto que la ciudad debe superar necesariamente para mejorar la movilidad, no representa una solución definitiva ante el problema de la congestión vehicular en Medellín. De acuerdo con el Índice de Ciudades Verdes de América Latina, realizado por Siemens y The Economist (2010), muchas ciudades latinoamericanas han establecido exitosamente extensos sistemas públicos de transporte, pero esto no ha logrado que la gente disminuya significativamente el uso del vehículo privado³⁵. En ese sentido, indica que estas redes de transporte público integrado son solo una parte en la búsqueda de reducir el uso del automóvil. Los datos del Índice muestran que el número de vehículos por persona sube de acuerdo al ingreso y que esto sucede independientemente de la calidad o tamaño del sistema de transporte público. Adicionalmente, de acuerdo con el análisis de expertos en movilidad, debe existir un equilibrio entre los diferentes modos de transporte y el privado. Este último debe ser desestimulado por diferentes vías incluyendo, por ejemplo, una política de parqueo que eleve las tarifas en las zonas en las que se requiere una disminución de la congestión por vehículos particulares.

De acuerdo con la investigación hecha por The Economist (2010, pp. 65-66), en comparación con otras ciudades de ingresos bajos en Latinoamérica, Medellín sobresale por

³⁴ Medellín Como Vamos, Informe de Calidad de Vida de Medellín 2012, Movilidad Vial y Espacio Público

³⁵ Siemens y The Economist (2010). Índice de Ciudades Verdes de América Latina, p. 15.

tener el menor número de automóviles y motocicletas per cápita (0,07 vehículos por persona), en comparación con un promedio de 0,3 para todas las ciudades incluidas en el Índice. No obstante, se destaca en el estudio que el tráfico en Medellín puede ser considerado como caótico y se refieren allí algunas medidas atenuantes como el pico y placa y el día sin carro, sin embargo, se señala la necesidad de implementar medidas adicionales al pico y placa como, por ejemplo, los cobros por congestión y carriles para automóviles compartidos para reducir la congestión.

En Medellín aún “está de moda” el vehículo particular y se seguirá incrementando su uso sino se actúa con medidas efectivas para evitar esta tendencia hasta lograr que las personas prefieran los sistemas de transporte masivo para trasladarse dentro del valle de Aburrá. De continuar a ese ritmo, ello generará por supuesto mayores impactos en el medio ambiente, continuará desmejorando la movilidad y deteriorando la calidad de vida.

Entendiendo la gran importancia de la movilidad para Medellín y su Área Metropolitana, se debe apostar más por parte del gobierno y las autoridades locales y nacionales a la interconexión y cobertura entre modos masivos de transporte público como metro, Metroplus, rutas alimentadoras de buses, tranvías, sistema de bicicletas públicas, de tal manera que estos modos de transporte sean una alternativa amigable con el medio ambiente ayudando a desestimular el uso del vehículo particular, tal como está contemplado en el Plan Maestro de Movilidad del Valle de Aburrá.

El Ordenamiento Urbano, a través de los Planes de Ordenamiento Territorial (POT), se constituye en herramienta eficaz para prevenir y controlar la contaminación del aire. El POT tiene dentro de sus finalidades promover la distribución espacial eficiente de las actividades económicas sobre el territorio, en consecuencia el POT puede contribuir a aliviar la congestión

vehicular, a disminuir tiempos de viaje; y a la ubicación estratégica de las actividades industriales.

6.3 Control del transporte público, políticas de chatarrización de buses de servicio público.

El crecimiento de las ciudades genera retos frente a la movilidad vial a medida que aumentan las necesidades de desplazamiento y la motorización individual que, por lo general, crece a un ritmo más rápido que la infraestructura vial. Esto sugiere la modernización y fortalecimiento de los sistemas de transporte público masivo y de mediana capacidad, así como la racionalización del uso del vehículo privado para tener unos tiempos de desplazamiento adecuados.

En procesos de mejoramiento ambiental, es fundamental contar con un plan de chatarrización bien estructurado y con la entrada en funcionamiento del Metroplús y a medida que se vaya decantando su operación se espera que por lo menos salga el 50% de los buses que operan en el área metropolitana calculado en unos 2.300 vehículos de las 170 rutas que operan en la ciudad, de acuerdo a datos obtenidos del anterior Informe de Calidad de Vida (2012) elaborado por “Medellín Como Vamos”³⁶.

³⁶ Medellín Como Vamos, Informe de Calidad de Vida de Medellín 2012, Movilidad Vial y Espacio Público.

CONCLUSIONES

✓ Las grandes urbes emiten toneladas de contaminantes atmosféricos a diario y una de las principales fuentes de emisión de dichos contaminantes son las producidas por el uso indiscriminado y cada vez más creciente de los vehículos. Los automotores representan una fuente importante de contaminación del aire. El parque automotor incluye un numeroso y activo conjunto de vehículos propulsados por la combustión de hidrocarburos (ciclomotores, automóviles y camiones). Las emisiones procedentes de los escapes de estos vehículos contienen monóxido de carbono, hidrocarburos y óxidos de nitrógeno que son liberados a la atmósfera en importantes cantidades; son los componentes del "smog oxidante fotoquímico". Por esta razón, las zonas urbanas más pobladas son las que sufren la mayor contaminación de este tipo, tal como ocurre en la ciudad de Medellín y su área metropolitana³⁷.

Debido a que las emisiones de los vehículos generalmente se producen muy cerca del área de respiración de las personas, las exposiciones a dichos gases de forma directa resultan ser mayores y ocasionan efectos nocivos para la salud humana y al medio ambiente en general. Por supuesto las emisiones por fuentes móviles no solo se localizan en el área donde se originan sino que se pueden sentir en cualquier lugar del planeta toda vez que los gases no reconocen fronteras y se expanden afectando principalmente la capa de ozono³⁸.

³⁷ Documento Conpes 3344, Lineamientos para la Formulación de la Política de Prevención y Control de la Contaminación del Aire, Bogotá 2005

³⁸ El agujero en la Capa de Ozono, Peligros del Uso de CFC Gases Efecto Invernadero y Consecuencias de la Disminución de la Capa [sitio en Internet]. Disponible en: http://www.portalplanetasedna.com.ar/capa_ozono.htm. Consulta: 17 de mayo de 2014.

✓ Los principales fabricantes de vehículos constantemente implementan y mejoran los sistemas y dispositivos en los motores con la finalidad de controlar y disminuir las emisiones de gases contaminantes como CO, HC y NO₂. Los vehículos nuevos ya sean importados o ensamblados en el país, deberán obtener la certificación de emisiones expedida por la casa fabricante o la que sea propietaria del diseño del vehículo. Dicha certificación deberá contar con la aprobación de la autoridad ambiental. No obstante, estas emisiones deben ser reguladas y controladas periódicamente por las autoridades y para ello el gobierno nacional ha establecido la revisión técnico-mecánica y de gases con el fin de verificar las condiciones mecánicas, ambientales, de seguridad, y de emisiones contaminantes, las cuales se realizan en los Centros de Diagnóstico Automotor legalmente constituidos para tal fin.

✓ El Área Metropolitana del Valle de Aburrá como autoridad ambiental, ha estructurado una red de vigilancia de calidad del aire con equipos automáticos, semiautomáticos y manuales que permiten realizar el seguimiento en tiempo real de los datos medidos por dichos equipos respecto a la calidad del aire y variables meteorológicas.

Dentro del diagnóstico de la calidad del aire en la ciudad de Medellín y su Área Metropolitana través de la red de monitoreo, se concluye que El Valle de Aburrá presenta altas concentraciones de PM_{2.5} y PM₁₀ de los cuales el parque automotor emite dicho material particulado en proporciones del 78% y 58% respectivamente, éstas son la principal responsable de los efectos en salud³⁹.

³⁹ Red de Monitoreo de Calidad del Aire del Valle de Aburrá, para el Área Metropolitana. Evaluar los Niveles de Contaminación en las Zonas Urbanas del Valle de Aburrá, mediante la Operación de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire. (Convenio 301/05)

El monitoreo de la calidad del aire en el valle de Aburrá, es una herramienta de planificación del territorio, cuya información es integrada a los lineamientos de ordenamiento territorial y al Plan maestro de movilidad metropolitana, permitiendo tomar acciones preventivas y correctivas propendiendo por un mejor aire para la ciudad. El Ordenamiento Urbano, a través de los Planes de Ordenamiento Territorial (POT), se constituye en herramienta eficaz para prevenir y controlar la contaminación del aire. El POT tiene dentro de sus finalidades promover la distribución espacial eficiente de las actividades económicas sobre el territorio, en consecuencia el POT puede contribuir a aliviar la congestión vehicular, a disminuir tiempos de viaje; y a la ubicación estratégica de las actividades industriales.

✓ Ecopetrol se comprometió a suministrar, a partir de julio de 2010, a la ciudad de Medellín y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, gasolina 300 partes por millón (ppm) de azufre y diésel de 50 partes por millón (ppm) de azufre, considerado como el estándar de excelencia mundial y la misma calidad que exige la mayoría de países industrializados y no de 3000 partes por millón (ppm) de azufre como era el que suministraba.

✓ Dentro de los programas y políticas públicas para mejorar la movilidad al igual que la calidad del aire en la ciudad en el sector transporte están, además del la exigencia de certificado técnico-mecánico⁴⁰, el cumplimiento efectivo de los compromisos pactados en el Fondo de Racionalización, idear mecanismos efectivos para la salida de circulación de más de mil vehículos luego de la entrada en operación del Metroplús y vincular además al gremio del transporte público en los estudios que se realizan en la ciudad sobre el tema de movilidad⁴¹.

⁴⁰ ley 769 de 2002 (agosto 13) "Por la cual se expide el Código Nacional de Tránsito Terrestre y se dictan otras disposiciones. Artículo 50, 51. Modificada por el artículo 11 de la ley 1383 de 2010, Modificada por el artículo 201 del decreto ley 019 de 2012

⁴¹ Medellín Como Vamos, Informe de Calidad de Vida de Medellín 2012, Movilidad Vial y Espacio Público

RECOMENDACIONES

✓ Teniendo en cuenta que en el Valle de Aburrá el sector transporte es el principal responsable de la emisión de contaminantes atmosféricos, se requiere una política agresiva de control a las emisiones generadas por el transporte, priorizando el control a este sector por encima del control a las fuentes industriales como históricamente se ha dado.

✓ El fortalecimiento del sistema de transporte Público requiere de un proceso de modernización del parque automotor, procurando vehículos cómodos y eficientes en el uso de combustibles. Adicionalmente se debe estimular el uso del METRO, mediante el sistema integrado de transporte, al igual que el uso de la bicicleta aumentando además las ciclorutas.

✓ las opciones para controlar las emisiones de los vehículos se deben considerar dentro del contexto técnico, financiero, social, ambiental y de salud.

✓ El desarrollo de los modelos matemáticos y el monitoreo de la calidad del aire permiten elaborar propuestas para la concertación de programas de reducción y es éste el desafío actual del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, cuyo programa de Monitoreo de Calidad del aire se encuentra en los momentos de proponer y actuar. Para mejorar la calidad del aire el AMVA ha contemplado EL PLAN INTEGRAL DE DESARROLLO METROPOLITANO 2008-2020 cuyo objetivo es desarrollar acciones para el mejoramiento de la calidad del aire, a través de acciones de prevención, del fortalecimiento al seguimiento y control de los

contaminantes atmosféricos y de la implementación de herramientas para la adecuada planificación; de tal manera que permita la protección de la salud pública y mejore la calidad de vida del habitante metropolitano.

✓ El desarrollo de las agendas de trabajo de manera concertada con los sectores de transporte e industrial es la tarea actual de la entidad AMVA, como institución líder en la región en el mejoramiento de la calidad del aire. De la voluntad y el aporte de todos los sectores, incluyendo a la comunidad como principal actor, depende el éxito de los programas de descontaminación y la implementación de las medidas de contingencia ya propuestas⁴².

✓ Algunas medidas aceptables socialmente deben incluir incentivos para desarrollar y usar el transporte público, como el Metroplús, el metro, metrocables, tranvías, rutas integradas y la bicicleta. Los enfoques de planificación para el aprovechamiento del suelo debe promover el uso del transporte público y desalentar el uso de vehículos privados, estas son medidas efectivas en función de los costos.

✓ Si elegimos caminar o andar en bicicleta, no estaríamos solamente reduciendo la contaminación ambiental sino que también estaríamos aumentando nuestra actividad física y esto puede tener un gran impacto positivo en la salud, especialmente sobre las enfermedades del corazón, la diabetes y la obesidad, entre otras.

⁴² Red de Monitoreo de Calidad del Aire del Valle de Aburrá, para el Área Metropolitana. Evaluar los Niveles de Contaminación en las Zonas Urbanas del Valle de Aburrá, mediante la Operación de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire. (Convenio 301/05)

REFERENCIAS

Alcaldía de Medellín, (2007). *Estudios para la obtención del rendimiento asociado a los vehículos de transporte público colectivo en la ciudad de Medellín.*

Alcaldía de Medellín; Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (Jul. 2006). *Manual de gestión ambiental en el sector transporte de carga.* Medellín. 70 p.

Bogotá, (s.f). *Manual de gestión integral del mantenimiento vehicular, con enfoque ambiental.*

Colectivo Ambiental. (2005) Con el Metroplús a gas se aumentará la contaminación. En: Periódico El Colombiano Artículo publicado el 18 de junio de 2005.

Contraloría General de Medellín (2005), “La contaminación atmosférica está afectando la salud de la población”. *El reto 2005*; 57: 19-21.

Contraloría General de Medellín, (2007). Estado de los recursos Naturales y del Medio Ambiente del Municipio de Medellín.

Echeverri, C. et al. (1998). Estudio de la Protección y Control de la Calidad del Aire para el Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Medellín: Área Metropolitana del Valle de Aburrá; Universidad de Antioquia; Politécnico Jaime Isaza Cadavid; Universidad Pontificia Bolivariana, 1998.

IDEAM. (2005). *Protocolo de monitoreo y seguimiento de la calidad del módulo aire del sistema de información ambiental*. Medellín: IDEAM

Ingeniería Ambiental & Medio Ambiente, (2000). *Atmosfera, Contaminación Ambiental*. En línea (www.fortunecity.es/expertos/profesor/171/atmosfera.html)

Medellín, (2007). *Consultoría para la evaluación de la calidad del aire, intensidad del ruido y sus efectos en la salud en la comuna 15 de Guayabal y en el barrio San Germán de la comuna 7 del municipio de Medellín*. Consultor Universidad Pontificia Bolivariana.

Medellín, (2007). *Contaminación atmosférica y efectos en la salud de la población de Medellín y su área metropolitana*. Centro de investigaciones de la Facultad nacional de Salud pública. Universidad de Antioquia.

Ministerio de Minas y Energía, (s.f.) *Ahorrar combustible es un buen negocio*. Cartilla pedagógica para taxis, buses, busetas y transporte de carga. En línea: www.upme.gov.co

PNUMA. Comunicando la sustentabilidad, como producir campañas públicas efectivas. [en línea]. <Disponible en:http://www.conama.cl/educacionambiental/1142/articulos-42333_recurso_1.pdf. 2002>

Red de Monitoreo de la calidad del aire del Valle del Aburra. Boletín 16 junio de 2005.

Red de Monitoreo de la calidad del aire del Valle del Aburra. Boletín 17 junio de 2005.

REDAIRE. Convenio interinstitucional 896. Medellín: Redaire, 2005.

Saldarriaga J, Echeverri S, Molina F. *Partículas suspendidas (PST) y Partículas respirables (PM10)*. En el Valle de Aburra, Colombia. Revista Facultad de Ingeniería. 2004; 32: 7-16.

Toro, V; Serna, J & et all. (2007). *Actualización inventario de emisiones atmosféricas*. MODEAM. Área Metropolitana del Valle de Aburra. Págs. 1-49.

Torres, J & Rubio, M. (2008). *Plan de mejoramiento de la calidad de combustibles en Ecopetrol S.A.* Instituto Colombiano de Petróleo. p. 1-20.

Universidad Nacional, AMVA, EEPPM. (Junio de 2005). *Evaluación Integrada Ambiente - Energía - Economía para la Planificación Sostenible de Núcleos Locales*, Caso de aplicación Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Medellín: 170p