

Análisis del manejo ambiental sostenible de la movilidad en Medellín 2014-2018

Lucrecio Heli Santa Santa

José Antonio Henao Gil

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA - UNAD

Escuela de Ciencias Administrativas, Contables, Económicas y de Negocios

Especialización en Gestión de Proyectos

Mayo de 2019

Colombia, Antioquia

Análisis del manejo ambiental sostenible de la movilidad en Medellín 2014-2018

Lucrecio Heli Santa Santa

José Antonio Henao Gil

Asesora:

Alejandra Marín

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA - UNAD

Escuela de Ciencias Administrativas, Contables, Económicas y de Negocios

Especialización en Gestión de Proyectos

Mayo de 2019

Colombia, Antioquia

Resumen

El objetivo de este trabajo es identificar la causa de la mala calidad del aire en la ciudad de Medellín. Partiendo de esta premisa, se han encontrado varios factores que influyen en esta situación; la principal fuente de contaminación del aire es el transporte urbano, especialmente camiones, volquetas, buses y motocicletas los cuales aportan un 80% de la contaminación. Otros factores menos determinantes son la industria y condiciones topológicas de la ciudad.

Como consecuencia de esta problemática se han venido adoptado medidas de prevención con el fin de superar la contingencia ambiental. Entre estas se tienen pico y placa ambiental, corredores verdes, incentivos para el cambio de combustible a gas y próximamente el transporte eléctrico.

Palabras clave: calidad del aire, contaminación, transporte, industria, sostenibilidad ambiental.

Abstract

The objective of this work is to identify the cause of poor air quality in the city of Medellín. Starting from this premise, several factors have been found that influence this situation; The main source of air pollution is urban transport, especially trucks, dump trucks, buses and motorcycles, which contribute 80% of the pollution. Other less determining factors are the industry and topological conditions of the city.

As a consequence of this problem, prevention measures have been adopted in order to overcome the environmental contingency. Among these are peak and environmental plate, green corridors, incentives for the change of fuel to gas and soon the electric transport.

Key words: air quality, pollution, transport, industry, environmental sustainability.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	6
1. Planteamiento del problema.....	8
2. Justificación	11
2.1. Hipótesis	13
3. Objetivos	14
3.1. Objetivo general.....	14
3.2. Objetivos específicos	14
4. Estado del arte.....	15
5. Marco teórico.....	17
5.1. Marco conceptual.....	20
6. Cuerpo de la monografía.....	24
6.1. Acercamiento al problema	24
6.2. El crecimiento Urbano en las ciudades.....	27
6.3. Formulación de políticas públicas para la acertada gestión ambiental territorial.....	30
6.4. El caso de Medellín y el Valle de Aburrá.....	31
7. CONCLUSIONES	40
8. REFLEXIÓN	42
9. Bibliografía	43

INTRODUCCIÓN

Con este trabajo se pretende realizar un análisis del manejo ambiental sostenible y de la movilidad en la ciudad de Medellín durante el periodo 2014-2018.

La contaminación del aire urbano es un serio problema en muchas grandes ciudades del planeta. El intenso e incesante tráfico, unido a fábricas que no controlan sus emisiones, convierte el aire de ciudades de todo el mundo en auténticas nubes de smog. Los niveles de partículas contaminantes sobrepasan en muchos casos el límite de seguridad para la salud humana marcado por la organización mundial de la salud (OMS) (Acciona, 2018).

Aun siendo Medellín una ciudad considerada pionera en diversos aspectos en el país, entre ellos el transporte público masivo, por ser amigable con el medioambiente (metro, metrocable, tranvía), en su atmósfera se aprecia una nube de color gris, que mancha y contamina las fachadas de los edificios y los pulmones de sus habitantes.

A pesar de las condiciones favorables en el transporte, descritas anteriormente en la ciudad de Medellín, la calidad del aire no es la mejor, motivo por el cual se declaró la contingencia ambiental a finales del 2018. Aun en la actualidad 2019 se perciben un incremento considerable de la contaminación ambiental. Este fenómeno se debe a otros factores como situación geográfica, hábitos y costumbres sociales; a la descarga de partículas sólidas y gases que produce la industria. (Paola Morales escobar, 2016).

Se denomina material particulado a una mezcla de partículas líquidas y sólidas, de sustancias orgánicas e inorgánicas, que se encuentran en suspensión en el aire. El material particulado forma parte de la contaminación del aire. Su composición es muy variada y podemos encontrar, entre sus principales componentes, sulfatos, nitratos, el amoníaco, el cloruro sódico, el carbón, el polvo de minerales, cenizas metálicas y agua. Dichas partículas además producen reacciones químicas en el aire (Fundación para la salud geoambiental, 2018).

En este orden de ideas, esta revisión bibliográfica, se enmarca dentro de propuestas urbanas que pretenden identificar las relaciones existentes entre los sistemas de movilidad y medio ambiente con el fin de generar estrategias que posibiliten una dinámica ambiental sostenible. Durante la revisión se identifican los retos que tienen los entes gubernamentales en materia de planificación del territorio y las estrategias que deben generar las instituciones para integrar a los diferentes actores, con el fin fortalecer la conciencia ciudadana adoptando acciones sostenibles con el medio ambiente.

En causados hacia el cumplir los objetivos propuestos e identificada la problemática, se desarrollará un marco conceptual que permitirá clarificar elementos teóricos necesarios para el debido análisis de las propuestas. De la misma manera e idénticos objetivos, se revisarán experiencias de otras ciudades, sus estrategias para enfrentar problemas similares de la ciudad de Medellín.

1. Planteamiento del problema

De acuerdo con los parámetros sugeridos en las guías de calidad del aire de la Organización Mundial Salud OMS (2006), la media anual de Material Particulado es de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (micro gramo por metro cúbico). El microgramo es la unidad de masa del Sistema Internacional que equivale a una millonésima parte de un gramo (se abrevia μg). Así las cosas $1 \mu\text{g} = 0,000001 \text{ g}$ o también 10^{-6} g . La permanencia de los contaminantes en la atmósfera depende de varios factores, que pueden ser meteorológicos (influencia de lluvias y la fuerza de gravedad) o químicos (reacciones químicas que los transformen en contaminantes secundarios) (Troposfera.org, S.f.).

La emisión de otros contaminantes (sustancias acidificantes, partículas, etc.) por las actividades del transporte tiene importantes efectos sobre la calidad del aire y la salud, siendo más importante su efecto en el entorno urbano y metropolitano, donde la congestión y la propia estructura de las ciudades agravan esos efectos. Salvo una parte menor (evaporación de combustibles y pérdida de gases refrigerantes), estas emisiones provienen de la quema de combustibles fósiles de uso final. Dentro de esta categoría, se encuentran los óxidos de nitrógeno y el material particulado entre 2.5 y $10 \mu\text{m}$.

En Medellín. En el 2016 las concentraciones de estos contaminantes excedieron la norma colombiana de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (micro gramo por metro cúbico). De igual manera aumentó considerablemente la concentración de partículas finas de PM10 y PM2.5 micras, Estas últimas son las más preocupantes ya que penetran profundamente en los pulmones, no son expulsadas por las vías respiratorias causando riesgos potenciales y significativos para la salud.

Las estadísticas demuestran que cada tres horas una persona fallece por causas relacionadas con la contaminación del aire; según afirma el profesor Elkin Martínez, investigador de la Facultad Nacional de Salud Pública de la Universidad de Antioquia, la tasa de mortalidad por cáncer de pulmón, en Medellín es 3,4 veces más alta que la de Bogotá y 2,7 veces más que el resto de Colombia (Semana Sostenible, 2017). Por otro lado, realizando el ejercicio de contabilizar certificados de defunción (registrados ante el DANE entre 1980 y 2017) asociados con enfermedades respiratorias crónicas, cáncer de pulmón y accidentes cerebrovasculares, se obtuvieron resultados que indican que, de las cerca de 15.000 muertes registradas entre 2016 y 2017, al menos 3.000 fueron reportadas como consecuencia de factores ambientales relacionados con la mala calidad del aire.

Como alternativas de solución a esta grave problemática se plantean diferentes acciones que impactan tres de los principales factores que afectan la calidad del aire (transporte, industria y hábitos sociales). En este orden de ideas, las propuestas van orientadas a la renovación del parque automotor, propender por mejores condiciones técnico-mecánicas de los vehículos, así como el cambio en los combustibles utilizados para transporte e industria; por otro lado, que los entes gubernamentales generen mayor control sobre las industrias, realizando continuamente auditorías y mediciones de las emisiones que descargan en el ambiente; y por último pero no menos importante, generar conciencia social sobre la necesidad de conservar el medio ambiente, para que las personas tomen decisiones sostenibles que impacten positivamente la calidad del aire y, en consecuencia, la salud de los ciudadanos.

Considerando lo anterior, es pertinente identificar y revisar las estrategias que hasta el momento se han implementado implementadas para el manejo ambiental sostenible en Medellín durante el periodo 2014-2018. Así las cosas, se plantea el siguiente interrogante: ¿Cuál es el impacto del manejo ambiental sostenible de la movilidad en la ciudad de Medellín durante el periodo antes mencionado?

Ahora bien, sabiendo que la movilidad es factor determinante para el desarrollo urbano es importante determinar de qué manera este aspecto resuelva las necesidades de transporte en la ciudad pero de forma amigable con el medio ambiente para que el desarrollo de uno no sea en detrimento del otro, es decir no se afecte la calidad del aire y de manera indirecta la salud de los habitantes.

Es de vital importancia hallar estrategia de modo que el sistema de transporte funcione de forma articulada y en conjunto con la conservación del medio ambiente, disminuyendo así la posibilidad de que se puedan afectar negativamente unos a otros.

2. Justificación

Está comprobado que el mayor porcentaje de contaminación atmosférica en las ciudades es aportado por el transporte, debido al incremento de este. El problema de contaminación se ha acentuado en la última década en la ciudad de Medellín. Este aumento notable en los niveles de contaminación del aire por partículas contaminantes (CO, PST, PM10, HC, Nox y Ozono). Como consecuencia de esta problemática la salud de los antioqueños se ha visto seriamente afectada.

Con este trabajo se realizará un análisis a las estrategias realizadas por la administración municipal y los resultados obtenidos frente al problema de la contaminación en períodos recientes como 2014 a 2018, con el fin de lograr una movilidad sostenible y amigable con el medio ambiente. Algunas de estas estrategias son: Fortalecimiento del sistema de transporte público del Valle de Aburrá, Implementación de planes empresariales de movilidad sostenible en entidades públicas y privadas, fortalecimiento de las redes de monitoreo de calidad del aire y acompañamiento técnico a las industrias para la implementación de sistemas de control de emisiones. (Semana Sostenible, 2017)

En medio de la nueva crisis por calidad del aire en Medellín y el Valle de Aburrá, el director de Fenalco en Antioquia, Sergio Ignacio Soto, aseguró que las restricciones y medidas tomadas por las autoridades ambientales no solo han impactado al sector del transporte, también a centros comerciales, restaurantes, realización de eventos y el sector hotelero, que han visto reducidas las cifras de visitantes. Para Soto, se debe tener presente que, aunque el tema de la salud es importante, se puede caer en una estigmatización de la ciudad frente a turistas y

visitantes, por las decisiones y los pronunciamientos relacionados con la contaminación. (Soto, 2019).

Otro de los elementos importantes es la eficiencia en la planificación del sistema, que posibilite una mejor gestión del mismo, ya que a medida que el nivel de desarrollo económico de una región aumenta, así mismo se vuelve más complejo en términos de dinámicas urbanas. Los impactos negativos directos de este desarrollo son el incremento de la tasa de motorización y de la cantidad de viajes que cada persona realiza, lo que a su vez ocasiona problemas de congestión, de calidad del aire, ruido, accidentes, entre otros.

Otros sectores afectados por la alerta roja serían el de transporte (estaciones de gasolina, talleres de servicio y mecánica, entre otros) y alimentos (restaurantes, supermercados, centros comerciales) que verían pérdidas aproximadas de \$16.000 millones diarios, si se hace un cálculo con base en las cifras de Fenalco Antioquia que muestran que en un día sin carro en Medellín hay pérdidas de \$20.000 a \$50.000 millones. (Cardona, 2017)

El enfoque de esta investigación son los factores de contaminación generados por movilidad en la ciudad, sin embargo, hay factores de contaminación que se generan en el sector industrial que también pueden impactar los indicadores identificados últimamente por el SIATA (Sistema de Alerta Temprana de Medellín); este sistema monitorea variables hidrometeorológicas, sismos y la calidad del aire del Valle de Aburrá.

2.1. Hipótesis

Las estrategias implementadas para el manejo ambiental sostenible en la movilidad de la ciudad de Medellín durante el periodo 2014-2018, han sido insuficientes para mitigar las concentraciones de contaminantes aceptados por la norma colombiana, decreto 948 de 1995 del ministerio del medio ambiente, Este decreto tiene como objetivo definir las acciones y los mecanismos administrativos que disponen las autoridades ambientales para mejorar y preservar la calidad del aire. Recientemente se expide la resolución 2254 del 01 de noviembre de 2017 (Ministerio del medio ambiente y desarrollo sostenible, 2017), con la cual se adopta la norma de calidad de ambiente. (Ministerio Colombiano del medio ambiente, 1995).

Según informes entregados por AMVA (Área Metropolitana del Valle de Aburrá), las medidas adoptadas por la alcaldía de Medellín para dar solución a los problemas en la calidad del aire en esta ciudad, como el pico y placa ambiental, Corredores verdes, buses eléctricos, etc. Han ayudado en parte en la disminución de PM 2.5. Sin embargo todavía falta bastante para lograr un manejo ambiental sostenible de la movilidad en Medellín de 2014 a 2018.

Como una solución definitiva que logre cambiar las condiciones ambientales, plantean las autoridades gubernamentales y en general la sociedad paisa, es sin lugar a dudas la conciencia ciudadana, compromiso del sector privado y de las mismas autoridades particularmente con un transporte responsable menos contaminante que favorezca el desarrollo sostenible de la ciudad.

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Realizar un análisis del manejo ambiental sostenible de la movilidad en la ciudad de Medellín durante el periodo 2014-2018.

3.2. Objetivos específicos

Identificar factores que permitan identificar y evaluar las condiciones ambientales para el periodo de estudio.

Analizar la incidencia porcentual o impacto ambiental generado por los medios de transporte en la ciudad de Medellín

Revisar estrategias que se han implementado en la ciudad para lograr una mejor calidad de aire, durante los periodos definidos en esta investigación.

4. Estado del arte

Leyes y normas asociadas al tema ambiental para los años del estudio

El 54% de la población mundial vive en zonas urbanas, por lo que el análisis del fenómeno *urbano* y la gestión ambiental del mismo tiene un papel preponderante en la agenda del mundo. En muchas reuniones internacionales como (Rio 92, Hábitat I y II, Johannesburgo 2002, Rio + 20 y siete foros globales urbanos) grandes ciudades del planeta, incluyendo algunas de Latino Américas, se congregan para establecer compromisos políticos alrededor de una “visión común” e instaurar los lineamientos para formular los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y así aportar en el proceso de lograr mundialmente un desarrollo urbano sustentable. Se confrontan los gobiernos locales de América Latina a nuevos y viejos retos aun sin solución. Con el fin de identificar los principales desafíos en materia de sustentabilidad urbana, los gobiernos locales deberán asumir en las próximas décadas, se realizó el análisis y la revisión del proceso de urbanización en las ciudades de América Latina, las actuales condiciones de desarrollo humano en las urbes de la Región y las perspectivas económicas de Latinoamérica.

Los precedentes, a la luz de los recientes compromisos políticos globales firmados/renovados por los Estados Latinoamericanos. La aparición de las ciudades se remonta a finales del Paleolítico, al momento mismo de la invención de la agricultura como práctica social de supervivencia y expresión evidente de dominio del Homo sapiens sobre la naturaleza. El perfeccionamiento de las técnicas y los instrumentos, y la seguridad alimentaria del Neolítico favorecieron el crecimiento de la población, la producción de excedentes agrícolas y el establecimiento para los primeros estados agrícolas y su posterior consolidación como Imperios Agrarios, esto conllevó a una inevitable

transformación de las formas de organización social practicadas hasta el momento. En este escenario, dice Ángel Maya (1996, pág. 31): “La ciudad concentra, transforma y comercializa la producción agrícola. El campo empieza a producir para un espacio físico a veces distante y para un espacio social no dedicado de manera directa al cultivo y que en situaciones se desconoce su relación con el espacio agrario. Con ello se confirma la separación de funciones sociales y productivas entre campo y ciudad. La ciudad empieza a ser espacio de la organización social que planifica, orienta y distribuye la producción.” El establecimiento de los Imperios Agrarios en las cercanías a las fuentes de agua, las “faraónicas” obras de ingeniería asociadas a la producción, el crecimiento poblacional, la expansión de la civilización urbana con la consecuente transformación y escisión irreductible de las culturas (oriente – occidente, rural – urbana) y la creciente presión sobre los recursos naturales, alteraron el equilibrio de los ecosistemas que los soportaban, evidenciando así, los primeros problemas ambientales asociados al crecimiento urbano. Luego, la práctica y consolidación del comercio, la revolución industrial, la expansión de Europa, la mundialización de la economía y la instalación de la globalización, han sido elementos constructores – transformadores de ciudad, capaces de generar impactos directos sobre la organización social, la economía, la cultura y el entorno natural propio y ajeno en el que se enclavan las urbes actuales. (Navarrete, 2010). Por su alta complejidad las ciudades deben ser estudiada como un sistema abierto, dinámico, sinérgico, entrópico y altamente subsidiadas, en el que están presentes múltiples informaciones. La variación de estos (dentro y/o fuera del sistema), puede perturbar el metabolismo urbano y llevar el sistema al límite de su resiliencia, generando serias alteraciones en su dinámica funcional (problemas ambientales).

5. Marco teórico

Desde una definición basada en Brundtland (1987) y con el *desarrollo sustentable* entendido como un proceso continuo de adaptación desde una sustentabilidad más débil hacia una sustentabilidad más fuerte en el contexto urbano-regional, se pueden plantear principios base para las intervenciones. Estos principios base son importantes para guiar una intervención y entender el proyecto en términos de la sustentabilidad y no solamente como una intervención descontextualizada del entorno y de los instrumentos de planificación local, urbana y regional (Bruntland, 1987).

Dentro de los muchos problemas que genera una aglomeración metropolitana como la de la zona central del país, uno de los principales es la *contaminación ambiental*, dentro de la cual podemos identificar dos principales elementos: la calidad del aire y el ruido. Las repercusiones que ambos factores contaminantes tienen sobre la salud pública de sus habitantes, son de graves consecuencias y se traducen en altos costos ambientales y económicos. A nivel mundial México es uno de los mayores emisores de dióxido de carbono (CO₂), emite al aire 643 millones de toneladas métricas de CO₂ al año y el potencial de reducción es inmenso, de 100 millones de toneladas métricas

El sistema de movilidad ambiental, en el que hace énfasis este trabajo, requiere ser vistos desde diferentes enfoques teóricos que analicen diferentes aspectos propios de su complejidad como los centros urbanos, de manera que generen estrategias y posibiliten una intervención concertada a lo largo de diferentes municipios.

Así mismo, para evitar el desequilibrio territorial y enfrentar el gran desafío de la sostenibilidad ambiental es menester gestionar una administración eficiente y racional de los recursos naturales, en pro del bienestar de la población actual y al mismo tiempo asegurando calidad de vida de las generaciones futuras. Es fundamental tener una misión clara hacia el desarrollo y la productividad pero sin perder de vista lo natural, siempre buscando el equilibrio en el ecosistema. Es acá donde es los entes gubernamentales deben tener papel relevante y planteen la necesidad de gestionar modelos productivos y de desarrollo sin dedicarse a la depredación de los recursos medioambientales, donde sea posible revertir algo del mal ya hecho. (Yori, 2004).

La contaminación ambiental no es algo nuevo, siempre ha existido, pero solo en los últimos años se ha convertido en un serio problema debido a que estudios científicos recientes han demostrado los efectos negativos que causan a la salud.

Como definición de *contaminación ambiental* puede ser: “La introducción o presencia de sustancias, organismos o formas de energía en ambientes o sustratos a los que no pertenecen o en cantidades superiores a las propias de dichos sustratos, por un tiempo suficiente y bajo condiciones tales que esas sustancias interfieren con la salud y la comodidad de las personas, dañan los recursos naturales o alteran el equilibrio ecológico de la zona” (Albert, 1995).

Un ejemplo de contaminación es la concentración excesiva de dióxido de carbono en el aire, producido por la quema de combustibles fósiles. Para entender cómo se origina la contaminación, podemos hacer referencia al principio de conservación de la materia manifestada por Antoine-Laurent de Lavoisier (1743-1794). “La materia no se crea ni se destruye, solo se transforma”. De esta manera se mantiene un equilibrio en cualquier sistema. Por ejemplo, cuando

se pone a hervir el agua, el líquido se convierte en gas. Pasa lo mismo con la utilización y explotación de los recursos naturales del planeta.

Concretamente refiriendo la delimitación geográfica del problema que ocupa este trabajo. En la ciudad de Medellín, el problema actual de la contaminación se ha incrementado de manera significativa los últimos años, especialmente en el período 2014 – 2018, poniendo en riesgo la salud de sus habitantes. Como causa mayoritaria de esta situación tenemos el incremento del parque automotor y su movilidad, el cual aporta un 80% de la contaminación del aire (Alcaldía de Medellín, 2018) Otra causa importante serían el desarrollo industrial y el poco compromiso del sector con el ambiente, de igual manera el crecimiento urbanístico el cual viene acompañado de la deforestación.

Desde el año 2018 se vienen implementando medidas de choque por parte de las autoridades ambientales y de gobierno local, con el fin de mitigar a corto plazo los niveles de contaminación en la ciudad de Medellín y sus alrededores. Estas medidas son restricciones de movilidad vehicular, mayor control y monitoreo de las emisiones de gas, tanto en la industria como en el transporte. De igual manera se tienen proyectos por parte de la alcaldía relacionados con movilidad sostenible, así como controles, medidas y campañas para la industria con el ánimo de lograr que se adopten acciones socialmente responsables.

5.1. Marco conceptual

En esta sección se presenta una revisión bibliográfica de los conceptos y términos clave que deben quedar claros para el lector de este informe

El primero de ellos es la *calidad del aire* se determina por el equilibrio entre las emisiones liberadas al aire y la capacidad de la región para dispersarlas o concentrarlas, debido a las características geográficas y topográficas de la ciudad de Medellín la concentración de contaminantes es uno de los problemas más serios de la región. La medición y el registro espacial y temporal de los contaminantes atmosféricos más importantes desde el punto de vista de la salud de la población, así como una buena estimación de las emisiones a la atmósfera son aspectos torales y requisitos imprescindibles para desarrollar y mantener una gestión eficaz de la calidad del aire (Organizacion panamericana de la salud, 2018).

Desde el punto de vista de la salud pública, la exposición prolongada a los contaminantes del aire produce severos daños a la salud de las personas y un alto costo económico y social para el estado, derivado de la atención a los **padecimientos asociados a la contaminación**, Los síntomas por exposición a la contaminación del aire se manifiestan principalmente en la disminución de la capacidad respiratoria, incremento en la frecuencia de enfermedades respiratorias crónicas y agudas, aumento de ataques de asma e incremento de casos de enfermedades cardiacas. Esto se debe a que los pulmones son el órgano de choque para todos los contaminantes del aire. Cuando las células de las vías aéreas del pulmón se inflaman, se reduce la habilidad del sistema respiratorio para combatir infecciones y eliminar partículas extrañas, lo que

aumenta el riesgo en la salud de las personas que padecen, por ejemplo, asma, enfisema pulmonar o bronquitis crónica (Organización panamericana de la salud, 2018).

Dentro de los muchos problemas que genera una aglomeración metropolitana como la de la zona central del país, uno de los principales es la contaminación ambiental, dentro de la cual podemos identificar dos principales elementos, la calidad del aire y el ruido. Las repercusiones que ambos factores contaminantes tienen sobre la salud pública de sus habitantes, son de graves consecuencias y se traducen en altos costos ambientales y económicos.

Otro aspecto a tener en cuenta son las *condiciones fisiográficas y meteorológicas*, estas condiciones refieren a la topografía de la ciudad de Medellín la cual se encuentra en un valle estrecho, rodeado de montañas inclinadas. Esta condición combinada con baja velocidad del viento, evita la dispersión de la contaminación. Factor que inciden en estos procesos de contaminación, sin embargo son los efectos de las actividades humanas que realizan consumos energéticos (La transformación de combustible de origen fósil en energía tiene como resultado la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y carbón negro.), sus emisiones y la disposición de residuos y desechos, son las causas determinantes del deterioro ambiental. Desde este punto de vista es urgente el llamado a la *responsabilidad social*, quiere decir la nueva forma de gestión y de hacer negocios, en la cual la empresa se ocupa de que sus operaciones sean sustentables en lo económico, lo social y lo ambiental, reconociendo los intereses de los distintos grupos con los que se relaciona y buscando la preservación del medio ambiente y la sustentabilidad de las generaciones futuras (Calderon, 2002).

Ahora bien, **la movilidad**, forma parte fundamental en el cambio hacia un estilo de vida sostenible en la población en general y en el transporte interno de los sectores productivos a nivel mundial, cabe aclarar que los países de economía emergente, presentan mayores retos para la realización de este parámetro, dado la geografía misma de los países, hasta la intervención del mismo gobierno, para la mejora de la malla vial hasta, la mejora e innovación en la fabricación y ensamblamiento de automóviles, utilizando diversos biocombustibles, apoyando así las iniciativas de investigación para la obtención y producción de este.

La educación es el eje principal de este parámetro que propone una generación, capacitada para afrontar la investigación de nuevos materiales para la generación de biocombustible y de fuente eléctrica, minimizando el uso de combustibles fósiles. Promover y mejorar el transporte público, en miras de disminuir la compra de automóviles y motivar a la sociedad transportarse en este medio. En el transporte aéreo se busca que las aerolíneas, hagan parte de la producción de nuevos aviones más eficientes y optimizando la utilización de materiales.

Es de suma importancia llevar a cabo las anteriores estrategias para favorecer los cambios en movilidad, dado el crecimiento poblacional y la creciente demanda de transporte, el **desarrollo sostenible**, implica también una movilidad responsable y digna para la sociedad. Situación ésta que propone una integración de los parámetros mencionados anteriormente, con el fin de lograr el objetivo propuesto: **Un ambiente sostenible**, concepto referido al desarrollo de las necesidades de la generación presente, sin comprometer la capacidad de la generación futura. Este largo camino planteado para el (2010 al 2020) que constituye la generación del cambio, la identificación de problemas significativos, como la educación de la población y promoción del

trabajo conjunto de los gobiernos y las empresas, comprendiendo así que el mundo no generara recursos ilimitadamente y que depende de cada persona un cambio en el comportamiento y la investigación en campos como la agricultura, mayor eficiencia en el uso de agua y energía, implementado normas e incentivos para la eficiencia en el uso de biocombustibles y la generación de huellas de carbono a nivel mundial.

Estos serían los principales cambios en la década turbulenta, la otra etapa es la hora de la transformación que se llevaría a cabo en un periodo del 2020 al 2050, donde se reflejan, los resultados de los cambios realizados en la década turbulenta, como la recuperación y regeneración de bosques, sostenibilidad en todos los aspectos, productos, servicios y modo de vida, consumo de energía y movilidad segura y baja en carbono, un desarrollo humano capaz de abastecerse sin alterar drásticamente los recursos naturales. En general la hora de la transformación del 2050, representa una innovación verde, que cubra todas las necesidades de un futuro mundo sostenible. Promover y mejorar el transporte público, garantizando así, la disminución.

6. Cuerpo de la monografía

6.1. Acercamiento al problema

La **emisión** es la salida de sustancias contaminantes a la atmósfera desde cualquier foco, mientras que la **inmisión** (calidad del aire/ambiente) es la concentración de contaminantes a nivel del suelo que puede afectar a personas, animales y vegetación. La capacidad de la atmósfera para diluir las concentraciones de contaminantes es fundamental para preservar una buena calidad del aire, esto va a venir marcado principalmente por las condiciones meteorológicas. Así, en una atmósfera estable, se propiciará la acumulación de contaminantes y se facilitará la formación de contaminantes, mientras que, en una atmósfera inestable la difusión de los contaminantes será más eficaz debido a las turbulencias.

La demanda por combustibles fósiles (no renovables) y sus consecuentes efectos sobre el medio ambiente (calidad del aire), es uno de los factores que atenta contra la sostenibilidad. En Colombia, las mayores emisiones de material particulado menor a 10 micras (PM10), de óxidos de nitrógeno (NOx) y monóxido de carbono (CO), son ocasionadas por fuentes móviles (vehículos, motocicletas, trenes, aviones, etc.) Que son los que utilizan fuentes fósiles como energía mientras que las partículas suspendidas totales (PST) y los óxidos de azufre (SOx) son generados por las fuentes fijas como establecimientos industriales y termoeléctricos principalmente. La participación de los distintos sectores en la contaminación del aire es: 86% en el transporte terrestre, 8% en la industria, 3% termoeléctricas, 2% en los sectores residencial y comercial y 1% en el transporte aéreo. (Andes, 2013)

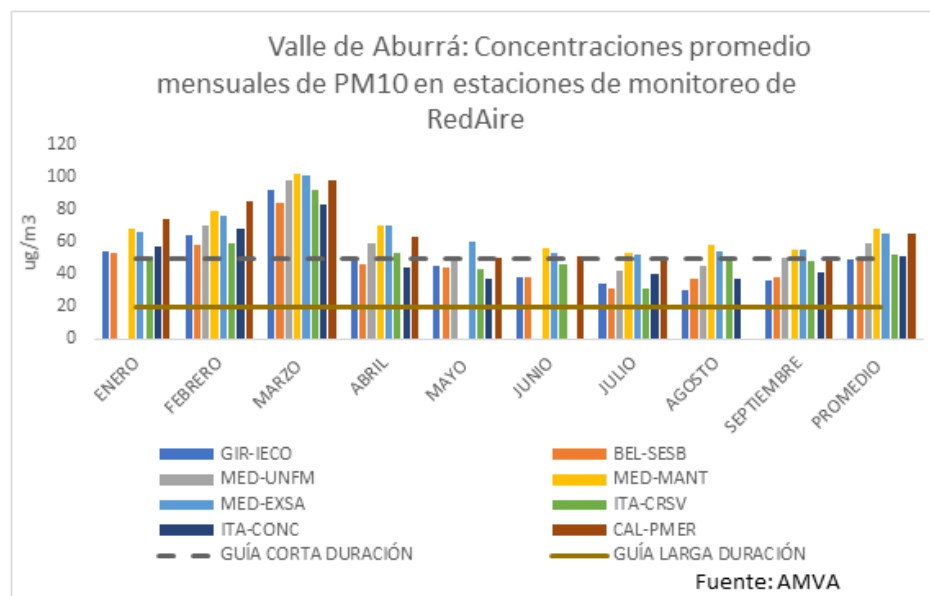
Las autoridades ambientales regionales urbanas han adelantado diferentes acciones para prevenir y controlar la contaminación del aire. En Medellín el plan de descontaminación del aire para el área metropolitana (Acuerdo Metropolitano N°08 del 25 de marzo de 2011): se ha avanzado en:

- Fortalecimiento del sistema de transporte público del valle de aburrá que incluye: Metro, metro plus, cable, sistema de bicicletas públicas, tranvía.
- Implementación de planes empresariales de movilidad sostenible en entidades públicas y privadas: teletrabajo, comparte tu carro, flexibilidad horaria, motivación de movilización no motorizada.
- Promoción de lineamientos a las entidades de planeación de los municipios para el adecuado uso del territorio, buscando disminuir las necesidades de transporte.
- Fortalecimiento de las redes de monitoreo de calidad del aire.
- Acompañamiento técnico a las industrias para la implementación de sistemas de control de emisiones. Este plan actualmente se encuentra en proceso de actualización a través del Plan Integral para la Gestión de la Calidad del Aire del Valle de Aburrá (PIGECA) (IDEAM, 2016).

No obstante, estas estrategias implementadas para el manejo ambiental sostenible de la movilidad en la ciudad de Medellín durante el periodo 2014-2018, han sido negativas según informes entregados por los operadores de la estaciones de medición de la calidad del aire. En la actualidad cuatro de las diez estaciones con registros anuales completos entre 2012 y 2015 evidenciaron niveles de contaminación superiores a los 50 microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) establecidos en la norma colombiana de calidad del aire (resolución 610 de 2010).

Adicionalmente, teniendo como parámetro las Guías de Calidad del Aire de la Organización Mundial de la Salud (OMS), que recomiendan concentraciones inferiores a 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para que la salud humana no se vea afectada ante exposiciones prolongadas (Organización Mundial de la Salud, 2005). De acuerdo con el Índice de Calidad del Aire (ICA), los reportes en las estaciones de medición del Valle de Aburrá. Los registros comparables para los meses de enero a septiembre de 2016 registraron concentraciones de PM10 dañinas para la salud humana, tanto en exposiciones cortas como largas. En promedio estas concentraciones excedieron la norma colombiana en cinco estaciones: la Facultad de Minas de la Universidad Nacional, el Museo de Antioquia y el Éxito de San Antonio en Medellín, el Colegio el Rosario en Itagüí, y la Plaza de Mercado de Caldas. (MedellínCómoVamos, 2017)

Figura 1. Concentraciones promedio mensuales de PM10.



Nota: Recuperado de “Medio Ambiente en Medellín”, de Medellín Cómo Vamos, 2017.

<https://www.medellincomovamos.org/medio-ambiente/>

Como consecuencia de este informe la Alcaldía de Medellín y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá –AMVA– como autoridad ambiental, declararon la alerta ambiental y dictaron medidas tendientes a la atención de dicha emergencia. (Vamos, 2016)

6.2. El crecimiento Urbano en las ciudades

El concepto de ciudad se remonta a finales del Paleolítico, cuando el hombre pudo tener control sobre la naturaleza por medio del desarrollo de la agricultura como práctica de supervivencia, por medio del cual se conforman las primeras ciudades donde aparece la organización, planificación, distribución de la producción y en consecuencia la industrialización.

Nace entonces el concepto de urbanismo, que hace referencia a la ordenación y concentración de espacios habitables, como edificios, viviendas, construcciones y en general asentamientos humanos. En relación a la planificación de la ciudad se tiene una gran transformación, la cual ha tenido un desarrollo enmarcado en un espacio social y urbano. La inversión económica propone ser un nuevo factor que articula un elemento de alta competitividad entre países, regiones y territorios, que influyen en la necesidad de ingresar a un modelo de economía capitalista.

Este desarrollo conlleva a un desequilibrio que afecta la totalidad del sistema social, en el sentido económico, ecológico, cultural y político; dando paso a la aparición de desigualdades sociales, generando una especie de competencia para sobrevivir. Estadísticamente estos cambios estructurales de las ciudades, conllevan a favorecer una profundización de los conflictos y ratificación de problemas urbanos. Es relevante la formulación de acciones consensuadas, eficaces y eficientes que permitan un desarrollo sustentable y que asegure la calidad de vida de la

población y se materialice a partir de una gestión pública activa, integral e innovadora que propenda hacia una ciudad resiliente.

Según Naciones Unidas (citado por Espino, 2018) una ciudad resiliente es aquella que evalúa, planifica y actúa para prepararse y responder a peligros naturales y creados por el hombre, repentinos y de inicio lento, esperados e inesperados, a fin de proteger y mejorar la vida de las personas, asegurar los beneficios del desarrollo, fomentar un entorno de inversión e impulsar un cambio positivo.

Según el Fondo de Población de Naciones Unidas (2007), el acelerado proceso de urbanización ha sido un factor catalizador del cambio cultural (pérdida de contacto con normas y valores tradicionales), que aunado a la globalización, ejercen en los habitantes urbanos una notoria influencia sobre las ideas, los valores y las creencias (Navarrete, 2017).

Es imposible aceptar que los asentamientos urbanísticos y la modernización de las ciudades ofrecen múltiples oportunidades de desarrollo personal, laboral que podrían garantizar una mejor calidad de vida de sus habitantes. Desafortunadamente, no siempre se cuenta con los medios para hacer estos sueños realidad.

Ambientalmente los asentamientos urbanos generan medios de desarrollo, producción y consumo; pero una gestión inadecuada agrava los problemas del medio ambiente. Problema muy característico en las ciudades latinoamericanas enmarcadas por el desempleo, la pobreza, desigualdad, áreas socialmente marginadas, sin servicios básicos.

Ciudades sustentables, según Naciones Unidas, una ciudad sustentable es donde los logros alcanzados respecto al desarrollo social, económico y físico son perdurables. Es la que posee una oferta continua de los recursos naturales en los cuales basa su desarrollo y sustentabilidad. Desde este punto de vista mantiene una seguridad permanente frente a los riesgos ambientales que pueden amenazar su desarrollo. Según la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE, 2007), una ciudad sostenible es el resultado de un equilibrio entre el crecimiento económico, la equidad social, el equilibrio ecológico y una acertada gestión local en la que la participación de la comunidad es fundamental. (Navarrete, 2017)

Mantener ciudades sostenibles requiere, visualizar la ciudad en todos sus aspectos con el fin de encontrar las ventajas, de cara a la sostenibilidad local y global. Es cierto que las ciudades generan externalidades medioambientales negativas (consumo de recursos naturales y energía, producción de desechos y gases efecto invernadero, sin embargo, también es plausible su esfuerzo para mantener la sostenibilidad a largo plazo. El verdadero reto del desarrollo urbano sustentable para Latinoamérica es entonces, la construcción de ciudades resilientes, incluyentes y equitativas, lo que implica cambios estructurales locales en los patrones de producción, consumo, uso de la energía, uso del territorio y la forma en que se planifica y gestiona ambientalmente la ciudad (BID, 2007)

Ciudad resiliente, entonces, es la que con su infraestructura facilite la movilidad y privilegie el menor contenido de carbono gracias al transporte público multimodal de calidad y amplia cobertura, que incorporen nuevos materiales y técnicas bioclimáticas, en las que el uso

eficiente de agua y energía y la gestión de desechos esté al alcance de todos sus habitantes (United Nations 2008, 2010; ONU-Hábitat 2011, 2012 y CEPAL, 2012).

6.3. Formulación de políticas públicas para la acertada gestión ambiental territorial

Naciones Unidas (UNFPA, 2007), propone un nuevo enfoque para la formulación de políticas flexibles, basadas en conocimientos del sistema urbano ya que las políticas bien diseñadas permiten afrontar, entender y superar la problemática compleja del cambio, vistas desde la transformación industrial.

Este enfoque es necesario para afrontar el reto del desarrollo sustentable el cual demanda un cambio profundo de forma en las políticas urbanas. Este cambio tiene tres niveles: *el primer nivel del cambio* implica ver la urbanización como un instrumento para el desarrollo y no como un problema. *El segundo nivel*, es ir más allá de las manifestaciones de los diversos problemas urbanos (desigualdades sociales y económicas, surgimiento de barrios marginales, proliferación del sector no estructurado, modelos insostenibles de consumo de energía, crecimiento urbano desordenado, etc.) para ocuparse de resolver las disfuncionalidades sistémicas profundas que originan dichos problemas. *El tercer nivel* es aplicar el enfoque sistémico, en el cual la complejidad y la incertidumbre tienen cabida.

En este orden de ideas, recomienda Naciones Unidas (2015, pág. 2), "...un enfoque más sistémico que sintomático; es integrado, más que sectorial; transformador, más que fragmentario; y vincula la urbanización y los asentamientos humanos con el desarrollo sostenible centrándose en la prosperidad, los medios de subsistencia y el empleo, especialmente entre los jóvenes." la sociedad civil es la llamada a realizar una labor de conciliación entre políticas públicas y gestión

ambiental enfocadas al contexto regional y local. Dichas políticas deben estar encaminadas a solucionar problemas reales de la comunidad, con objetivos realizables en el tiempo, mediante herramientas al alcance y disponibles por los pueblos y sus gobernantes; para ello, es necesario reforzar los espacios de participación donde la libre expresión de las ideas sea garantizada y donde la diferencia sea valorada como oportunidad y no como amenaza (Navarrete, 2010).

El reconocimiento del componente cultural para la formulación de políticas públicas encaminados hacia la gestión ambiental del territorio, es indispensable para construir ciudades resilientes, incluyentes y equitativas en el marco del desarrollo urbano sustentable y las estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático en el medio urbano.

6.4. El caso de Medellín y el Valle de Aburrá

A pesar de que esta investigación se basa en un análisis para la ciudad de Medellín, es importante mencionar que la mayoría de planes o proyectos estrategias asociadas a la movilidad y medio ambiente se plantean en conjunto con el valle de aburra, es por eso que en este apartado se mencionan aspectos que incluyen toda el área metropolitana del valle de aburra, en el cual se incluye Medellín.

Concretamente para el Área Metropolitana de Medellín, se hace relevante una temprana atención al problema de metropolización, desde los entes administrativos, que conformen una sola entidad territorial a partir de la cual es posible desarrollar planes y proyectos conjuntos, que brindaran una solución a los problemas compartidos. Y los requerimientos legislativos que buscan mejorar la calidad del aire, es necesario una adecuada comprensión y representación de la

cadena de interacciones transporte-usos del suelo-calidad del aire y del papel que el transporte público puede jugar como una alternativa viable al transporte privado.

Este proceso no ha resultado fácil, ni tampoco ha dado los resultados esperados. Se han llevado a cabo acciones (como las citadas anteriormente) y otros aún vigentes, que han evidenciado la necesidad de continuar en la búsqueda de soluciones más eficientes por parte de las instituciones, capaces de dar respuesta las necesidades de cada uno de los municipios, con el fin de minimizar los desequilibrios; como son, condiciones topológicas, la deforestación, pérdida de biodiversidad, la fragmentación de los hábitats, los efectos que sobre la salud humana causan las emisiones de varios contaminantes, y en general, lo que atenta contra el bienestar de una zona urbana debido a la mala calidad del aire y ruido son los problemas ambientales más importantes relacionados con la actividad del transporte.

De esta manera se exponen los elementos principales abordados por las autoridades de gobierno con relación a la movilidad en la ciudad:

Medidas acerca del uso del suelo urbano y rural con el fin de cumplir la función de interés social: la meta principal es alcanzar la coherencia urbana, para lograr mayor accesibilidad territorial y el adecuado equilibrio ecológico. Aplicar un manejo integrado en la planeación y ejecución de un plan sistemático y administrativo que permita realizar procesos conjuntos concertados en la región.

Se restringe la expansión exagerada, se pretende que esta sea por etapas y se promueven alternativas menos invasivas para la ciudad de Medellín. De igual manera se busca racionalizar los recursos, mediante la mínima dotación de servicios en veredas y corregimientos.

Desarrollar un plan vial metropolitano que promueva la comunicación con la Región, de forma tal que defina metodologías técnicas y determine procedimientos y normas. Este debe reglamentar el transporte de carga, cerca de recorridos peatonales e incluso al corredor del río Medellín. También es importante resaltar el fortalecimiento de servicios públicos prioritarios residenciales colectivos, principalmente en comunidades desprotegidas. Se resalta servicios de accesibilidad, movilidad y transporte y la protección de las fuentes de agua.

En relación a la integración urbana en cuanto a la movilidad y la oferta de transporte deben ir de la mano con propuestas pensadas en la solución a la movilidad dentro de la ciudad por encima de grandes distancias en la región.

El desarrollo de Medellín debe pensarse de forma limitada y sustentable, el crecimiento de los centros urbanos no debe en ningún momento sacrificar el equilibrio de las zonas biogeográficas, utilizando adecuadamente los recursos hídricos. En este orden de ideas, la teoría de redes (redística) favorecen el desarrollo de las ciudades como regiones urbanas, esta reorganización fundamentalmente está basada en un sistema sincrónico de movilidad y ambiental de tal forma que permita organizar el presente y futuro de las urbes y de la calidad de vida de sus gentes.

Otro factor determinante de la contingencia ambiental en Medellín y su área metropolitana está relacionada con las características topográficas de la región, las cuales hacen que se presente el fenómeno de inversión térmica.

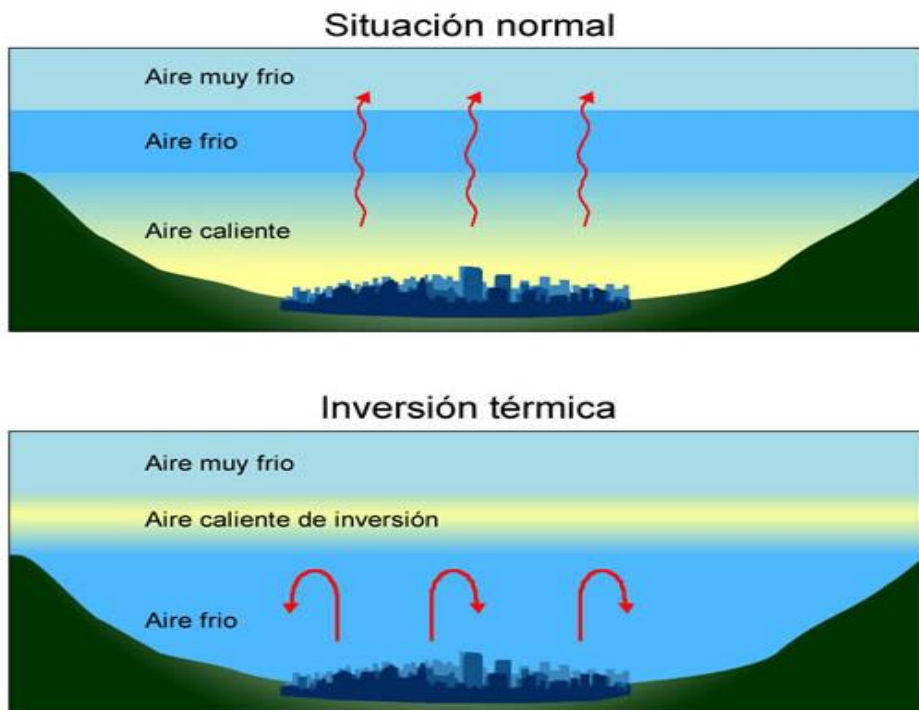
Inversión Térmica

Como parte de los aspectos técnicos de este proyecto se hace necesario contextualizar al lector sobre termino inversión térmica, fenómeno que se relaciona directamente con la problemática en Medellín y una de las causas principales de la declaratoria de emergencia. En general, la temperatura del aire disminuye con la altitud; las masas de aire más cercanas a la superficie terrestre se calientan, permitiendo que los gases se expandan disminuyendo su peso por unidad de volumen; al ser más ligeras ascienden hacia capas más altas; durante su ascensión se van enfriando progresivamente al tiempo que permiten una buena dispersión vertical de los gases y partículas.

En condiciones normales el aire está en continuo movimiento con sus capas más calientes en la parte inferior y las más frías en la parte superior de la atmósfera. Cuando estas condiciones se alteran, se habla de la inversión térmica.

El fenómeno de inversión térmica sucede cuando la capa de aire que está en contacto con la superficie adquiere una temperatura menor que las capas que están a mayor altura o parte superior, lo que impide la circulación del aire hacia arriba quedando atrapado o estancado (Servicio de Calidad del Aire Ayuntamiento de Madrid, s.f.); este fenómeno provoca una mayor concentración de contaminantes cerca de la superficie. Estos contaminantes estancados son los resultantes de la quema de combustibles fósiles (carbón y derivados del petróleo) como dióxido de azufre, monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno, ozono, material particulado, etc.

Figura 2. Fenómeno de inversión térmica.



Nota: Recuperado de “La Calidad del Aire”, de Gobierno de Aragón, 2019.

http://www.aragonaire.es/moreinfo.php?n_action=pollutants

Medellín y su Área Metropolitana, presenta una condición topográfica desfavorable, por encontrarse en una depresión con una altitud de 1538 sobre el nivel del mar y rodeada de montañas de mayor altura 1850 m.s.n.m, las cuales impiden que se presente una correcta circulación del aire. Esta condición geográfica genera el fenómeno de inversión térmica.

Como explica Gómez Comba (2017), existe una estrecha relación entre la intensidad del viento y los niveles de contaminación ambiental. La estabilidad atmosférica dificulta la dispersión de los contaminantes ocasionando la acumulación de los mismos cerca de las fuentes emisoras. En consecuencia, dicha dispersión depende de la velocidad y la turbulencia del viento.

Otra condición meteorológica que condiciona la dispersión de contaminantes en el aire es la radiación solar; este fenómeno calienta el suelo y la parte baja de la atmósfera, esto ocasiona que el aire ascienda y con él los contaminantes, una vez que éstos superen la altura de las montañas, los vientos alisios los arrastran y dispersan. Sin embargo cuando hay presencia de nubes de baja altura (temporada invernal), se reduce la cantidad de radiación solar, limitando el proceso de asunción del material contaminante.

Medidas Políticas para mejorar la Calidad del Aire

Las partes interesadas en Medellín, gobernantes, políticos, académicos y líderes de la industria, reconocen ampliamente la principal fuentes de contaminación del aire es el transporte, especialmente camiones de volteo y motocicletas, los cuales están regulados mínimamente. Por lo tanto, recomiendan que Medellín priorice medidas críticas de viabilidad y efectividad en este aspecto.

Tabla 1. *Medidas para mejorar la calidad del Aire.*

Recomendación	Entidad Responsable	Descripción
----------------------	--------------------------------	--------------------

<p>Institucionalizar medidas de emergencia</p>	<p>Junta Metropolitana; SIATA</p>	<p>Promulgación de medidas legales de emergencia, Pico y Placa. Actualmente, las medidas se deciden por la deliberación consensuada de la Junta Metropolitana.</p>
<p>Regular motocicletas y vehículos viejos.</p>	<p>Ciudad de Medellín, AMVA, Concejo municipal.</p>	<p>Los mercados de motocicletas y vehículos de segunda mano están ligeramente regulados. El establecimiento de requisitos de registro llenará el vacío y permitirá a las autoridades rastrear y administrar más fácilmente la flota.</p>
<p>Mejorar la calidad del combustible.</p>	<p>MADS, DNP, MME, Ecopetrol, AMVA1</p>	<p>La ciudad de Medellín y otros municipios pertenecientes al Área Metropolitana deben seguir presionando a Ecopetrol para que se llegue a un acuerdo para mejorar la calidad del combustible con un contenido de azufre de 10 ppm y no de 50, niveles actuales.</p>

Promover el cambio de comportamiento del conductor.	AMVA; Medellín Secretaría de Medio Ambiente	Implementar iniciativas desde la Secretaría del Medio Ambiente, para educar a los conductores sobre prácticas de manejo más eficientes, así como fomentar el uso compartido del automóvil.
Promover el uso de bicicletas	AMVA (Secretario de Movilidad)	Los alcaldes de las diez localidades deberán asignar fondos para implementar el corredor verde, movilidad en bicicleta.
Poner límites a los vehículos pesados.	Medellín Secretaria de Movilidad	Desde la alcaldía, expedir decreto que limite horario de tránsito de vehículos pesados.
Implementar un programa de financiamiento de modificación de vehículos	AMVA; Medellín; Empresas privadas de autobuses	La alcaldía debe asignar fondos para la implementación de un programa de reacondicionamiento de vehículos pesados y de autobuses que operan en Medellín

Fuente: Elaboración propia (basado en Concejo de medellin, 2017)

En el concejo de Medellín se aseguró que es necesario continuar trabajando para cumplir los pactos por la calidad del aire vigentes, el Acuerdo de París y las estrategias de C40 Cities. Para lograr que a 2030 Medellín sea una ciudad sostenible. Debemos avanzar en el cumplimiento de las propuestas del PIGECA, la declaración de zonas de emisiones bajas especialmente en el

Centro, la implementación del nuevo PGIRS (planificación de la gestión integral de residuos sólidos) metropolitano, ser más rigurosos en la renovación de la flota de camiones, volquetas y buses. Es prioritario avanzar hacía un esquema de movilidad de cero emisiones, en el cual se privilegie la sustitución de motos a gasolina por motos eléctricas, promover con fuerza el Acuerdo 72 de 2017 y avanzar hacia la implementación del sistema de transporte público y particular eléctrico. Actualmente se tienen diversos proyectos en asocio con entidades públicas y privadas para mejorar la calidad del aire, entre ellos, la llegada de 59 nuevos buses eléctricos que iniciarán operación a finales de 2019 ayudando a consolidar la movilidad eléctrica en la ciudad. También el ingreso de 1500 taxis eléctricos en los próximos tres años, y la renovación de volquetas y camiones para que al menos el 10 por ciento de esta flota sea reemplazada. Asimismo, incrementar y fortalecer los controles y sanciones por el incumplimiento de las normas de gases, protección y fomento del espacio público, el control a invasiones, la reforestación y campañas de concientización ciudadana. (Concejo de Medellín, 2017)

7. CONCLUSIONES

En el Valle de Aburra se encuentra Medellín y toda el Área Metropolitana del Valle de Aburra, presenta una condición topográfica desfavorable, es decir, la ciudad se encuentra en una depresión profunda rodeada de altas montañas con alturas aproximadas de 1200 metros que impiden que se presente una correcta circulación del aire, debido a que la capa límite del valle está a 500 metros aproximadamente, generando el fenómeno de inversión térmica.

Este fenómeno es un proceso natural que afecta a la circulación del aire en las capas bajas de la atmósfera. El aire suele estar en constante movimiento, con las capas más calientes en la parte inferior de la atmósfera y las más frías en la parte superior. Cuando ese ciclo se interrumpe, se forma una capa de aire frío que queda inmóvil sobre el suelo e impide la circulación atmosférica regular y para el caso de Medellín, se intensifica con el fenómeno del niño, que, para el mes de marzo de 2018, se pasó de alerta amarilla a roja por contaminación del aire en Medellín y el Valle de Aburra (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2018).

Ahora bien, Los niveles de las emisiones de fuentes móviles y fijas y la topografía del terreno del Valle de Aburrá, fueron causas concretas para la puesta en marcha de los planes de contingencia a mediano, largo y corto plazo del Protocolo para el Manejo de Episodios Críticos de Contaminación del Aire, como reducción de los niveles de exposición de la población facilitando acceso a la información, recomendaciones y eventualmente, implementación de medidas de restricción durante el periodo que duren estos eventos. Lo anterior con el objeto de proteger la salud de la población de patologías con muerte prematura, bronquitis y afecciones respiratorias en el caso del PM2.5, tos, reducción de las defensas en el organismo, irritación en

ojos y garganta para PM10 atribuibles a estos factores. El manejo de los niveles de contingencia atmosférica para concentración de contaminantes y tiempos de exposición, se ha establecido en la Resolución 610 de 2010 con los nombres de prevención, alerta y emergencia al encontrarse por encima de los estándares internacionales (EPA) y nacionales. La contaminación de aire en el caso de Medellín es más grave debido a su condición topográfica que actúa como un tapón impidiendo la libre circulación del aire y, por ende, cualquier tipo de combustión que se presente puede quedarse detenida por días en la atmosfera incrementando notablemente la vulnerabilidad de las personas frente a afecciones respiratorias.

Lo que además se hace preocupante es el nivel de concentración de los contaminantes, los cuales registran valores muy altos con respecto a las ciudades de Europa y Norteamérica. Los promedios superan los referentes internacionales de alerta y se sitúan muy por encima de los niveles que la Organización Mundial de la Salud ha proclamado como los umbrales de precaución para el cuidado de la salud de la población.

Es así que, se hace necesario el desarrollo de las agendas de trabajo de manera concertada con los sectores de transporte e industrial es la tarea actual de la entidad, 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 propuestas.

8. REFLEXIÓN

Cuando se habla de contaminación del aire es necesario establecer cuáles son los factores que influye en el nivel de riesgo, como concentración de contaminantes en el aire, cantidad de aire respirado en un momento dado y el estado de salud. Los efectos de la contaminación del aire se establecen a escala local sobre las propiedades atmosféricas a partir de la presencia de la reducción de la visibilidad, formación de neblina, precipitación o lluvia, reducción de la radiación solar, alteración de la temperatura y comportamiento del viento. De igual manera, los efectos sobre la salud se ven reflejados en problemas respiratorias en zonas con alta contaminación, relacionándolos con factores como la exposición, la susceptibilidad y la capacidad de respuesta por parte de los individuos (Gaviria, Muñoz y González, 2012).

En ese orden de ideas, el Área Metropolitana del Valle de Aburrá como autoridad ambiental en la región, debe ser más exigente para que los sectores involucrados cumplan con los protocolos para enfrentar episodios críticos de contaminación del aire. Se sancione a las entidades que expiden las certificaciones para el control de emisiones de gases de las fuentes móviles, las cuales certifican que los vehículos cumplen con la normatividad ambiental vigente.

La autoridad ambiental deberá realizar actividades de contingencia especialmente en los de mayor retención de gases como marzo y noviembre ya que por las condiciones topográficas y atmosféricas ya que todos los años esta situación es frecuente. Las autoridades locales deben renovar el parque automotor exigiendo la circulación de autos no más de cinco años para minimizar el porcentaje de emisiones y realizar mayor divulgación de las campañas de prevención a la población.

9. Bibliografía

Acciona. (2018). *La contaminación del aire urbano. Un grave problema*. Obtenido de La contaminación del aire urbano. Un grave problema:

<https://www.sostenibilidad.com/construccion-y-urbanismo/la-contaminacion-del-aire-urbano-un-grave-problema/>

Alcaldía de Medellín. (22 de enero de 2018).

<https://www.medellincuenta.com/irj/go/km/docs/pccdesign/informativo/MedioAmbiente/Shared%20Content/Documentos/Pacto%20por%20el%20Aire.pdf>. Obtenido de Pacto por la calidad del aire:

<https://www.medellincuenta.com/irj/go/km/docs/pccdesign/informativo/MedioAmbiente/Shared%20Content/Documentos/Pacto%20por%20el%20Aire.pdf>

Andes, U. C.–U. (Abril de 2013). *Caracterización de la contaminación atmosférica en Colombia*.

Obtenido de Caracterización de la contaminación atmosférica en Colombia:

<https://prosperityfund.uniandes.edu.co/site/wp-content/uploads/Caracterizaci%C3%B3n-de-la-contaminaci%C3%B3n-atmosf%C3%A9rica-en-Colombia.pdf>

BID. (2007). *El Marco de la gobernabilidad para la gestión ambiental urbana*.

Calderon, J. F. (20 de abril de 2002). *Concepto de responsabilidad social empresarial*. Obtenido de https://www.cemefi.org/esr/images/stories/pdf/esr/concepto_esr.pdf

Cardona, A. O. (2017). *Contaminación tiene en vilo turismo de Medellín*. Obtenido de Contaminación tiene en vilo turismo de Medellín:

<https://www.larepublica.co/empresas/contaminacion-tiene-en-vilo-turismo-de-medellin-2487551>

Concejo de Medellin. (2017). *Acelerar las acciones para mejorar la calidad del aire*. Obtenido de http://www.concejodemedellin.gov.co/es/node/1676?language_content_entity=es

Concejo de medellin. (marzo de 2017). *Calidad del aire urbano en medellin*. Obtenido de <http://oppcm.concejodemedellin.gov.co/sites/oppcm/files/2019-08/calidad-del-aire-2017.pdf>

Espino, A. (12 de Noviembre de 2018). *Resiliencia urbana: así serán las ciudades del futuro*. Obtenido de Revista Circle: <https://www.revistacircle.com/2018/11/12/ciudades-resilientes/>

Fundacion para la salud geoambiental. (agosto de 2018). *Un ser vivo, un entorno sano*. Obtenido de Un ser vivo, un entorno sano: <https://www.saludgeoambiental.org/>

Gómez Comba, C. A. (2017). *Contaminación del Aire en Medellín por PM10 y PM2.5 y sus Efectos en la Salud*. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/17019/G%C3%B3mezCombaCieloAmparo2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

IDEAM. (2016). *Informe del estado de la calidad del aire en Colombia 2016*. Obtenido de Informe del estado de la calidad del aire en Colombia 2016: http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023769/Calidad_del_Aire_2016.pdf

MedellínCómoVamos. (Marzo de 2017). *Medio ambiente en Medellín*. Obtenido de

<https://www.medellincomovamos.org/medio-ambiente/>

Ministerio Colombiano del medio ambiente. (05 de junio de 1995).

https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/decretos/54-dec_0948_1995.pdf.

Obtenido de https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/decretos/54-dec_0948_1995.pdf

Ministerio del medio ambiente y desarrollo sostenible. (01 de noviembre de 2017).

<http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/96-res%202254%20de%202017.pdf>. Obtenido de

<http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/96-res%202254%20de%202017.pdf>

Navarrete, M. (Julio - diciembre de 2017). Desarrollo urbano sustentable: El gran desafío para

América Latina y los preparativos para habitat III. *Luna Azul*(45), 123-149. doi:

10.17151/luaz.2017.45.8

Organización Mundial de la Salud. (2006). *Guías de calidad del aire de la OMS*. Ginebra: OMS.

Organización panamericana de la salud. (2018). *Impactos de la contaminación de aire ambiental en la salud*. Obtenido de

https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=14454:ambiente-and-household-air-pollution-and-health-frequently-asked-questions&Itemid=72243&lang=es

Paola Morales escobar. (05 de Abril de 2016). Pese a tener metro y tranvía Medellín sufre por la contaminación. *El Tiempo*, págs. 1-5.

Semana Sostenible. (15 de Septiembre de 2017). *Medellín sufre un problema crónico de contaminación*. Obtenido de <https://sostenibilidad.semana.com>:

<https://sostenibilidad.semana.com/medio-ambiente/articulo/contaminacion-del-aire-en-medellin-es-un-problema-cronico/38650>

Servicio de Calidad del Aire Ayuntamiento de Madrid. (s.f.). *Portal Web de Calidad del Aire del Ayuntamiento de Madrid*. Obtenido de Inversión térmica:

http://www.mambiente.munimadrid.es/opencms/opencms/cal aire/ContAtmosferica/Inversion_termica/index.html

Soto, S. I. (2019). *Estigmatizar a Medellín como ciudad contaminada afecta el turismo: Fenalco*. Obtenido de Estigmatizar a Medellín como ciudad contaminada afecta el turismo:

Fenalco: <https://www.bluradio.com/medio-ambiente/estigmatizar-medellin-como-ciudad-contaminada-afecta-el-turismo-fenalco-antq-210145-ie1994153>

Troposfera.org. (S.f.). *¿Qué es la Calidad del Aire?* Obtenido de Troposfera Web site:

<http://www.troposfera.org/conceptos/calidad-aire/>

Vamos, M. C. (2016). *Contaminación del aire mas que una coyuntura*. Obtenido de Contaminación del aire mas que una coyuntura:

<https://www.medellincomovamos.org/contaminacion-del-aire-mas-que-una-coyuntura/>