

**PERCEPCIONES DE LOS HABITANTES DEL MUNICIPIO DE SABANETA
FRENTE A LOS CAMBIOS EN LA CALIDAD DEL AIRE Y SU INFLUENCIA EN LA
SALUD PÚBLICA ENTRE LOS AÑOS 2015-2020**

Diego León Vahos Monsalve

Profesor: Jorge Andrés Rincón Largo

Universidad de Manizales

Facultad de Ciencias Contables y Económicas

Programa de Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio ambiental

2020

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	4
ÍNDICE DE CUADROS	5
ÍNDICE DE GRAFICOS.....	6
RESUMEN.....	7
ABSTRACT	8
INTRODUCCIÓN.....	9
I. CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA.....	11
1.1 Planteamiento del problema	11
1.2 Objetivos de la investigación	21
1.2.1 Objetivo general.....	21
1.2.2 Objetivos específicos.....	21
1.3 Justificación	22
1.4 Ubicación espacial de la investigación	24
II. MARCOS DE REFERENCIA	26
2.1 Antecedentes de la Investigación o Estado del Arte	26
2.2 Marco conceptual.....	38
2.2.1 Calidad de vida.....	38
2.2.2 Calidad de vida relacionada con la salud.....	40
2.2.3 Calidad del aire.....	42
2.2.4 Contaminantes del aire.....	44
2.2.5 Calidad del aire y salud.....	47
2.2.6 Amartya Sen y la Economía de Bienestar.....	51
2.3 Marco legal	52
2.3.1 Convención Naciones Unidas sobre el cambio climático.....	52
2.3.2 Guías de calidad del aire de la OMS.....	53
2.3.3 Constitución Política de Colombia de 1991.....	53
2.3.5 Resolución N° 601 de 2006 - Norma Calidad de Aire.....	55
2.3.6 Resolución N° 610 de 2010 – Norma Calidad del Aire.....	55
2.3.7 Acuerdo Metropolitano N° 8 de 2011 del Valle de Aburrá.....	56
2.3.8 Acuerdo Metropolitano N° 15 de 2016 del Valle de Aburrá.....	56

2.3.9 Resolución N° 2254 de 2017 - Norma Calidad del Aire.....	57
III MARCO METODOLÓGICO	58
3.1 Diseño de investigación	58
3.2 Método de Investigación	59
3.5 Escenario de la investigación	62
3.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	62
3.6.1 Análisis bibliográfico.	63
3.6.2 Entrevista.	63
3.7 Técnicas de análisis de información	64
IV. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	67
4. 1 Identificación de las percepciones de las comunidades afectadas por la calidad del aire y su influencia en la salud pública en el municipio Sabaneta.....	67
4.1.1 Características de los actores entrevistados.	69
4.1.2 Percepción de cambios en el municipio de Sabaneta.	73
4.1.2.1 <i>Percepción de cambios cantidad parque automotor</i>	74
4.1.2.2 <i>Percepción de cambios en la cantidad de construcciones civiles</i>	75
4.1.2.3 <i>Percepción de cambios en la calidad del aire</i>	77
4.1.2.4 <i>Percepción de aspectos que influyen en el cambio de la calidad del aire</i>	78
4.1.2.5 <i>Percepción de afectación de la salud por cambios en la calidad del aire</i>	79
4.1.2.6 <i>Aspectos de salud afectados por cambios en la calidad del aire</i>	81
4.1.2.7 <i>Fuentes que se perciben de mayor afectación para la salud</i>	83
4.2 Relación entre la calidad del aire y la incidencia en eventos de interés en salud pública originados por los contaminantes criterio en el municipio de Sabaneta	84
4.2.1 Condiciones que inciden la calidad del aire para el municipio Sabaneta.	85
4.2.2 Monitoreo de la Calidad del Aire en el municipio Sabaneta.	86
4.2.3 Calidad del aire del Municipio de Sabaneta.....	93
V. CONCLUSIONES	105
VI. RECOMENDACIONES	108
REFERENCIAS	113
ANEXOS.....	128
Glosario de términos.....	129

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud	14
Figura 2. Concentración anual promedio de PM ₁₀ en el mundo	16
Figura 3. Mapa del Municipio Sabaneta.....	24
Figura 4. Modelo conceptual de calidad de vida.....	40
Figura 5. Contaminación por gases	45
Figura 6. Contaminación por partículas	45
Figura 7. Efectos de una pobre calidad del aire sobre la salud	50
Figura 8. Clasificación del Índice de Calidad del Aire	91
Figura 9. Ubicación geográfica de la estación de monitoreo de Sabaneta.....	92
Figura 10. Concentraciones promedio mensuales de PM ₁₀ en el período enero-junio de 2015.....	93
Figura 11. Concentraciones promedio mensuales de PM _{2.5} en la estación EST-METR en el periodo marzo – mayo de 2016.	96
Figura 12. Material Particulado 2,5 µg/m ³ . Mes de enero 2019. Estación #90 - Sabaneta - I.E. Rafael J. Mejía	99
Figura 13. Material Particulado 2,5 µg/m ³ . Mes de marzo - abril 2020. Estación #90 - Sabaneta - I.E. Rafael J. Mejía	100
Figura 14. Recomendaciones y medidas especiales según la interpretación del ICA.....	101

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Principales efectos sobre la salud de la contaminación atmosférica.....	48
Cuadro 2. Formato de encuesta, cambios en la calidad del aire en el municipio de Sabaneta	64
Cuadro 3. Conformación de la muestra de los actores entrevistados.....	68
Cuadro 4. Aumento del parque automotor municipio de Sabaneta.....	74
Cuadro 5. Niveles permisibles de contaminantes criterio en el aire.....	89
Cuadro 6. Niveles máximos permisibles de contaminantes tóxicos en el aire.....	90
Cuadro 7. Niveles de Prevención, Alerta o Emergencia.....	90
Cuadro 8. Concentración promedio mensual y concentraciones máximas y mínima mensual de PM ₁₀ en el período enero – junio de 2015.....	94
Cuadro 9. Categoría de calidad del aire obtenida en la estación SAB-CAMS en el periodo enero - junio de 2015.....	95
Cuadro 10. Concentración promedio mensual y concentraciones máximas y mínima mensual de PM _{2,5} en el período enero – junio de 2016.....	97
Cuadro 11. Categoría de calidad del aire obtenida en la estación EST-METR en el periodo enero - mayo de 2016.....	97

ÍNDICE DE GRAFICOS

Gráfica 1. Rango de edad.....	69
Gráfica 2. Estrato socioeconómico.....	70
Gráfica 3. Relación con el municipio de Sabaneta.....	70
Gráfica 4. Área laboral.....	71
Gráfica 5. Tiempo de residencia en el municipio.....	72
Gráfica 6. Cambios construcciones civiles.....	75
Gráfica 7. Cambios calidad del aire afectan salud.....	78
Gráfica 8. Aspectos de salud afectados por el deterioro en la calidad del aire.....	81
Gráfica 9. Fuentes que influyen en el deterioro de la salud.....	83

RESUMEN

El objetivo e la investigación fue determinar cómo los cambios en la calidad del aire en el municipio de Sabaneta influyen en la salud y bienestar de sus habitantes. Para verificar la hipótesis que la contaminación ambiental influye en la salud de los habitantes del municipio de Sabaneta; se llevó a cabo una investigación, cualitativa, descriptiva, retrospectiva, transversal y observacional; la población objeto del estudio estuvo constituida por los habitantes del municipio de Sabaneta, con una muestra seleccionada de 24 habitantes para la aplicación de la entrevista. Se encontraron las siguientes percepciones: el 100% manifestó que en el último lustro se ha percibido un cambio significativo en el calidad del aire del municipio; asimismo, el 100% dijo que la contaminación del aire afecta su salud y la de su familia; el 50% de los entrevistados piensan que afecta solamente la salud respiratoria, el 33% manifestaron que además de la respiratoria afecta la salud visual y el 17% que también repercute en la salud cutánea; para los entrevistados los principales responsables de esta problemática son el aumento en el parque automotor (42%), el aumento poblacional (17%), el aumento en las construcciones civiles (17%) y el sector industrial (25%). Esto fue corroborado mediante la observación y las entrevistas a personas conocedoras de la temática, demostrando la validez de la hipótesis.

ABSTRACT

The purpose of the research was to determine how changes in air quality in the municipality of Sabaneta influence the health and well-being of its inhabitants. To verify the hypothesis that environmental contamination influences the health of the inhabitants of the municipality of Sabaneta; a qualitative, descriptive, retrospective, cross-sectional and observational research design was carried out; The population object of the study was constituted by the inhabitants of the municipality of Sabaneta, with a selected sample of 24 inhabitants for the application of the interview. The following perceptions were found: 100% stated that in the last five years a significant change in the air quality of the municipality has been perceived; likewise, 100% said that air pollution affects their health and that of their family; 50% of the interviewees think that it affects respiratory health only, 33% stated that in addition to respiratory it affects visual health and 17% that it also affects skin health; For those interviewed, the main responsible for this problem are the increase in the automotive fleet (42%), the population increase (17%), the increase in civil construction (17%) and the industrial sector (25%). This was corroborated through observation and interviews with knowledgeable people on the subject, demonstrating the validity of the hypothesis.

INTRODUCCIÓN

Uno de los grandes retos sanitarios mundiales lo constituye la calidad del aire, debido a que una inadecuada calidad del mismo, incide en la salud de las personas. Los esfuerzos deben estar encaminados a reducir los niveles de contaminantes criterio por debajo de los niveles máximos permisibles. Es de destacar que la Convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático, recoge como parte de sus compromisos, el control de la emisión de gases contaminantes, Naciones Unidas. (1992):

Promover y apoyar con su cooperación el desarrollo, la aplicación y la difusión, incluida la transferencia, de tecnologías, prácticas y procesos que controlen, reduzcan o prevengan las emisiones antropógenas de gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal en todos los sectores pertinentes, entre ellos la energía, el transporte, la industria, la agricultura, la silvicultura y la gestión de desechos. (p.6)

Es preciso mencionar que la contaminación del aire es un importante riesgo medioambiental para la salud pública, ya que afecta a una gran parte de la población, establecida en las grandes ciudades. Señala el Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social de España. (s.f.)

La Organización Mundial de la Salud (2018), ha estimado recientemente que 3,7 millones de fallecimientos anuales en el mundo pueden ser atribuibles a la contaminación atmosférica. La Agencia Internacional para la Investigación sobre

el Cáncer clasificó en 2013 la contaminación del aire exterior como cancerígena. Contaminantes como el ozono, los óxidos de nitrógeno y de azufre y las partículas (PM₁₀ y PM_{2.5}) plantean graves riesgos para la salud.

En este contexto, la disminución de los niveles de contaminantes criterio, contribuye al bienestar físico por incidir en una mejor salud al disminuir la mortalidad y morbilidad asociada como el asma, accidentes cerebrovasculares, neumopatías crónicas y agudas, y el cáncer de pulmón; es de precisar que el bienestar físico, conjuntamente con el bienestar emocional, el desarrollo, bienestar social y el bienestar material son los pilares que soportan la calidad de vida del individuo.

Este trabajo a través de una investigación descriptiva y cualitativa, buscó conocer las percepciones de los habitantes del Municipio de Sabaneta frente a los cambios en la calidad del aire y su influencia en la salud pública entre los años 2015-2020. Un aspecto importante consiste en las medidas de control sobre la emisión de contaminantes criterio que conduzcan al logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible Nro. 3 y 13, a nivel local. Las prioridades establecidas para remediar los problemas más urgentes y alcanzar niveles por debajo de los máximos permisibles para contaminantes criterio, colaboraría a largo plazo con los mencionados Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Para la presentación del informe de investigación se plantean las siguientes partes: Capítulo I Contextualización del problema, Capítulo II Marcos de referencia, Capítulo III Marco Metodológico, IV Análisis de Resultados, V Conclusiones y VI Recomendaciones

I. CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

El cambio climático consiste en la inestabilidad del clima en general como tormentas de gran impacto, periodos de lluvias y sequías prolongadas más de lo habitual y variaciones en el suministro de agua proveniente del deshielo estacional normal de los glaciares y en el registro de valores extremos de temperatura. (OMM - PNUMA, 1992)

Existen varios factores que inciden en el cambio climático; quizá el que mayormente influye, es el calentamiento global. WWF Colombia (s.f.) señala: “Con el aumento de la temperatura, se derriten los polos, sube el nivel del mar y las poblaciones costeras se ven afectadas. La agricultura sufre y peligra la seguridad alimentaria. Los fenómenos climáticos son más intensos, frecuentes e impredecibles”.

Por su parte, National Geographic (2010) indica: “[...] los vientos y las corrientes oceánicas mueven el calor alrededor del globo de modo que pueden enfriar algunas zonas, calentar otras y cambiar la cantidad de lluvia y de nieve que cae. Como resultado, el clima cambia de manera diferente en diferentes áreas”. Planelles (2016):

[...] la Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio, conocida como NASA por sus siglas en inglés, ha confirmado también el récord de calor durante 2015. Esta agencia de Estados Unidos ha apuntado a que la temperatura superficial media del planeta ha aumentado cerca de un grado Celsius desde finales del siglo XX, "un cambio en gran parte impulsado por aumento de dióxido de carbono y otras emisiones a la atmósfera". Los niveles de acumulación de

estos gases de efecto invernadero también están en niveles récord. [...] "mayor parte del calentamiento" se ha dado en los últimos 35 años, coincidiendo con el aumento de la emisión de gases de efecto invernadero por parte del hombre.

Es de aclarar que el efecto invernadero, es necesario para el desarrollo de la vida en el planeta Tierra, los gases de efecto invernadero (GEI), tienen la cualidad de emitir y absorber la radiación de composición térmica y electromagnética los principales GEI en la atmósfera terrestre son el dióxido de carbono, vapor de agua, el óxido de nitrógeno, el metano, y el ozono. El efecto invernadero es explicado según National Geographic (2010), así:

El "efecto invernadero" es el calentamiento que se produce cuando ciertos gases de la atmósfera de la Tierra retienen el calor. Estos gases dejan pasar la luz pero mantienen el calor como las paredes de cristal de un invernadero. En primer lugar, la luz solar brilla en la superficie terrestre, donde es absorbida y, a continuación, vuelve a la atmósfera en forma de calor. En la atmósfera, los gases de invernadero retienen parte de este calor y el resto se escapa al espacio.

Cuanto más gases de invernadero, más calor es retenido.

En este orden de ideas, la ruptura del equilibrio del efecto invernadero influye en la vida, y en la actualidad ha ocurrido un aumento de los gases de invernadero. En virtud del aumento de los gases invernaderos, además de la consecuencia del calentamiento global, produce la contaminación del aire. Ballester (2005) indica:

Las emisiones a la atmósfera relacionadas con el cambio climático pueden agravar los efectos de la contaminación del aire sobre la salud de los ciudadanos, no solo indirectamente por el impacto en los fenómenos

meteorológicos, sino, de manera inmediata, por los efectos directos de los contaminantes para la salud.

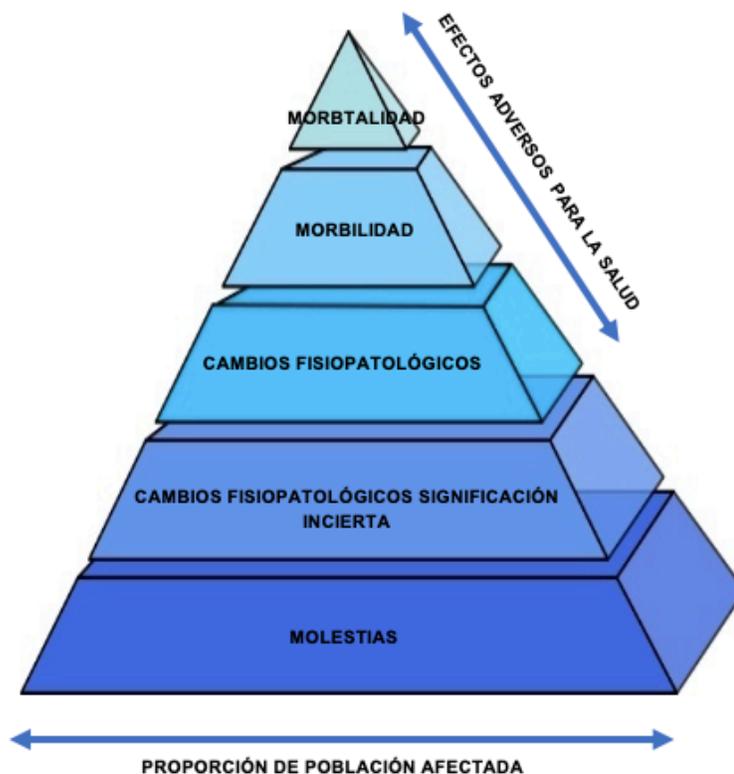
Por otra parte, la Organización Mundial de la Salud (2018) señala:

La contaminación del aire representa un importante riesgo medioambiental para la salud, bien sea en los países desarrollados o en los países en desarrollo. Se estima que la contaminación ambiental del aire, tanto en las ciudades como en las zonas rurales, fue causa de 4,2 millones de muertes prematuras en todo el mundo por año; esta mortalidad se debe a la exposición a partículas pequeñas de 2,5 micrones o menos de diámetro (PM_{2.5}), que causan enfermedades cardiovasculares y respiratorias, y cáncer.

[...] La OMS estima que, en 2016 aproximadamente el 58% de las muertes prematuras relacionadas con la contaminación atmosférica se debieron a cardiopatías isquémicas y accidentes cerebrovasculares, mientras que el 18% de las muertes se debieron a enfermedad pulmonar obstructiva crónica e infecciones respiratorias agudas, y el 6% de las muertes se debieron al cáncer de pulmón.

El efecto de la contaminación atmosférica, según explica Ecodes (s.f.): “[...] mantiene una gradación tanto en la gravedad de sus consecuencias como en la población a riesgo afectada; que va desde molestias padecidas a problemas que llevan a la mortalidad”; tal como se muestra en la siguiente figura:

Figura 1. Efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud



Fuente: Tomado de Ecodes (s.f.)

De tal manera, que la contaminación del aire representa un problema que atañe a la salud pública, ya que sus efectos inciden en una gran parte de la población, mayoritariamente la que habita en las grandes ciudades. Con respecto a la consideración de la calidad del aire, Troposfera (2014) la define así:

Se define la inmisión o calidad del aire como la concentración de contaminante que llega a un receptor, más o menos lejano de la fuente de emisión, una vez transportado y difundido por la atmósfera. La capacidad de la atmósfera para diluir las concentraciones de contaminantes es fundamental para preservar una buena calidad del aire, y 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 secundarios, mientras que en una atmósfera inestable, la difusión de los contaminantes será más eficaz debido a las turbulencias.

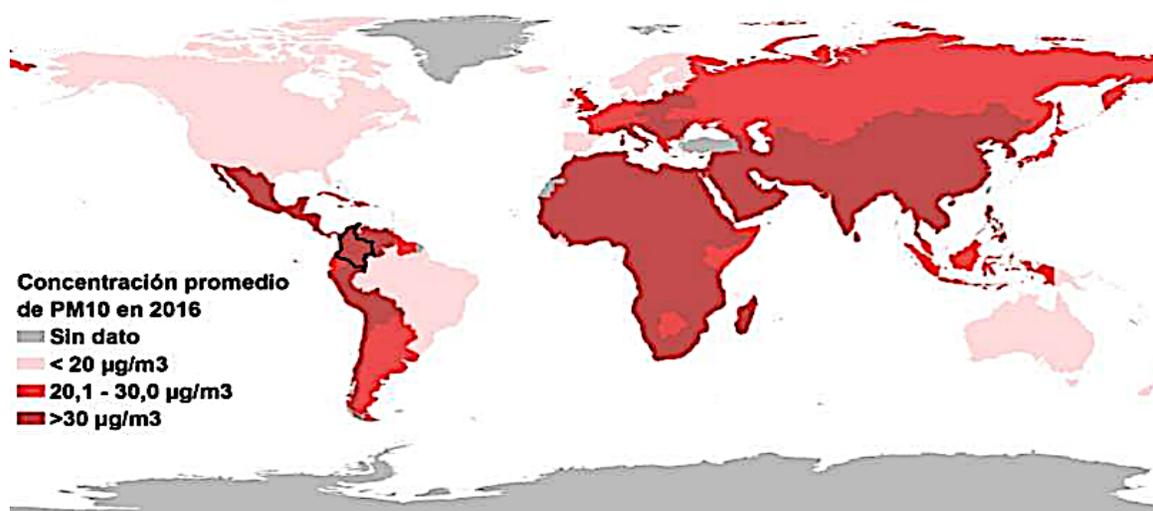
De lo anterior se desprende que la calidad del aire está plenamente vinculada a las condiciones meteorológicas presentes, que a su vez serán estables en la medida que el efecto invernadero sea estable; y no modifique a episodios extremos y variaciones desproporcionadas y difíciles de pronosticar, del clima. Argumenta Shumake Guillemot (2014), argumenta:

Existe una estrecha relación entre la calidad del aire, el tiempo y el clima, y la salud humana. Sus interdependencias se hacen cada vez más evidentes y los profesionales de la salud confían cada vez más en los servicios meteorológicos y climáticos como una ayuda para anticipar y gestionar los riesgos para la salud debidos a la mala calidad del aire. Durante el último siglo, la mala calidad del aire se ha convertido en un problema grave, medioambiental, económico y de salud, en todo el mundo, ya que el crecimiento económico e industrial ha causado un enorme aumento de los contaminantes atmosféricos. (p.15)

Así, la gestión de la contaminación del aire con miras a establecer la calidad del aire, implica la erradicación, mejora y control de su influencia en el medio ambiente a través de acuerdos internacionales y consecuentes políticas públicas, al ser un problema de incumbencia mundial; formando parte de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, definidos por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2016), específicamente el Objetivo Nro. 13 “Acción por el Clima” definido como: “Adoptar

medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos”; en coherencia con el Objetivo Nro. 3. “Salud y Bienestar” que promueve: “Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades”. Indica el Departamento Nacional de Planeación (2018): “En el mundo, el 87% de la población vive en lugares donde los niveles de calidad de aire son perjudiciales para la salud, con concentración anual promedio de PM₁₀ en el mundo en 2016 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)” (p.8)

Figura 2. Concentración anual promedio de PM₁₀ en el mundo



Fuente: Departamento Nacional de Planeación (2018), p.8.

En Colombia, es preciso no dejar de considerar lo explicado por National Geographic (2010) que indica que: “Según la ONU, Colombia es el tercer país del mundo más vulnerable frente al cambio climático”. El Departamento Nacional de Planeación, reseña según explicaciones de Cifuentes (2017):

[...] la contaminación del aire urbano aportó el 75% del costo en la salud, con \$15,4 billones de pesos (1,93% del PIB de 2015) asociados a 10.527 muertes (el

77% de las muertes totales por contaminación del aire) y 67,8 millones de síntomas y enfermedades. Estas muertes y enfermedades estuvieron relacionadas principalmente con cáncer de pulmón; enfermedad cardiopulmonar, bronquitis crónica y otras enfermedades de las vías respiratorias. Para el 2015, los porcentajes de muertes y los costos de salud asociados a la contaminación del aire urbano en diferentes ciudades y regiones fueron:

- En Bogotá, el 10.5% (3.219 muertes) generó un costo en salud de \$4,2 billones de pesos, equivalentes al 2,5% del PIB de la ciudad.
- En el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, el 12,3% (2.105 muertes) generó un costo en salud de 2,8 billones de pesos, equivalentes al 5% del PIB del área.
- En Cali, el 9,5% (1.317 muertes) generó un costo en salud de \$1,7 billones de pesos, equivalentes al 5,6% del PIB de la ciudad.
- En Bucaramanga y Floridablanca, el 10.5% (484 muertes) generó un costo en salud de \$0,6 billones de pesos, equivalentes al 3,9% del PIB de la ciudad.

En virtud de lo descrito anteriormente, se hace la consideración de los contaminantes criterios, los cuales son definidos por el Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia. (2015):

Son aquellos contaminantes del aire que según sus concentraciones pueden generar riesgo a la salud y para los cuales la legislación ha definido unas concentraciones límite en el ambiente, entre las que se encuentran: PST (Partículas sólidas totales), PM₁₀ (material particulado tamaño 10 micras), PM_{2,5} (material particulado tamaño 2,5 micras), O₃ (ozono), CO (monóxido de carbono), NO₂ (dióxido de nitrógeno), SO₂ (dióxido de azufre).

Lo descrito anteriormente, precisa el tema de los cambios en la calidad del aire y su influencia en la salud, desde su concepción a nivel mundial, así como lo que acontece en el país, a nivel local se explica a continuación.

El Municipio de Sabaneta junto a nueve Municipios, conforma el Área Metropolitana del Valle de Aburrá la cual contiene una densidad de población de 3.379 hab./km², según cifras del Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE) en su “Estimación y proyección de población nacional, departamental y municipal total por área 1985-2020”, en una zona geográfica caracterizada por barreras naturales que no permiten las necesarias corrientes de aire para una ventilación ideal. Estas limitantes geográficas aunadas a una intenso flujo vehicular y actividad industrial empobrecen la calidad del aire; a tal punto que en forma constante y sin medidas firmes y consistentes para enfrentar la contaminación se realizan denuncias sobre la contaminación del aire. Monsalve (2018) señala:

[...] el 80 por ciento de la contaminación en Valle de Aburrá obedece al parque automotor, que pasó de 478.000 vehículos en 2005 a 1.347.000 circulando diariamente en la actualidad, de los cuales 637.500 son automóviles, volquetas y buses, y 710.186 son motocicletas. Así las cosas, de toda esa gran nube de esmog, los camiones aportan el 36 por ciento, las motos el 23 por ciento, las volquetas el 22 por ciento, los buses el 10 por ciento y los autos un 6 por ciento.

De tal manera que, en forma sucesiva el Área Metropolitana del Valle de Aburrá este en una contingencia ambiental perenne, que afecta las vías respiratorias de sus habitantes. Monsalve (2018) señala sobre el problema: “Según el Informe Global de Tráfico de 2017, publicado hace unas semanas por la firma inglesa Inrix, [...] hace que

la ciudad ocupe el quinto lugar en el ranking del peor tráfico de Suramérica”. Este es un problema de vieja data, que se ha intensificado; por su parte, Bedoya y Martínez (2009) realizan las siguientes precisiones sobre los indicadores de hace aproximadamente diez años:

Las concentraciones de partículas en suspensión total (PST) y de partículas respirables (PM₁₀) se encuentran elevadas a niveles que exceden en 200-400% los límites de precaución definidos por la Organización Mundial de la Salud y la tendencia es al empeoramiento a medida que crece la densidad vehicular. También hay presencia de otros gases contaminantes en concentraciones menores. La contaminación del aire por material particulado en Medellín y su área metropolitana es alta, y ha de estar generando consecuencias indeseables en la salud de sus habitantes.

Las medidas paliativas para enfrentar esta situación han sido insuficientes a través de tiempo, y la situación ambiental se agrava cada vez más, Monsalve (2018) aporta:

Pese a las dificultades que hay en la movilidad y, lo que es peor, a las afectaciones a la salud, nadie se atreve a tomar las medidas poco populares que amerita la situación: imponer un pico y placa que restrinja la movilidad de algunos carros por lo menos 12 horas; negociar la salida de volquetas y camiones que cuentan con tecnología antigua y, lo más difícil, imponer pico y placa a las motos de cuatro tiempos, pues además de la contaminación, son los motocicletas los que están más inmiscuidos en accidentes de tránsito.

Es preciso destacar que la Alianza Interinstitucional Medellín Cómo Vamos (2018) en su última Encuesta de Percepción Ciudadana concluyó acerca de la satisfacción con

aspectos relacionados con el medio ambiente, el aire que se respira en Medellín arrojó un 67% de insatisfacción por parte de los ciudadanos. Otro dato importante, refiere a los bajos porcentajes del modo de transporte no motorizado para desplazarse de los ciudadanos en sus actividades habituales, los cuales son 1% en bicicleta 7% en caminata, indicativos de una emisión de contaminantes por el gran número de personas que utilizan vehículos masivos, colectivos y privados; la correlación que esto significa para la salud, al respecto Monsalve (2018) indica sobre el Área Metropolitana de Aburrá:

[...] cifras del Departamento Nacional de Planeación (DNP), que realizó un estudio de los costos por muertes y enfermedades asociadas a la degradación ambiental en 2015, donde se incluye la degradación del aire urbano. Los resultados publicados en mayo de 2017, muestran que el 12,3 por ciento de las muertes que se presentaron en el Área Metropolitana fueron atribuidas a la contaminación del aire.

Por otra parte, es de considerar el aumento de población y el crecimiento urbanístico ocurrido en el Valle de Aburrá, pero especialmente preocupante en el Municipio Sabaneta por su menor extensión territorial; al respecto Ortiz Jiménez y Álvarez (2018) señalan: “Tan solo en nueve años los habitantes de Sabaneta se duplicaron (pasaron de 54.595 en 2009, a 103.217 en 2018) y el número de viviendas se incrementó en 45,7 % (en igual periodo subió de 14.367 a 31.373). El Municipio de Sabaneta se constituye al día de hoy como un Municipio que por ofrecer una calidad de vida

considerable por las reservas naturales que tiene, y por el precio de la vivienda asequible, lo cual hace tener una acelerada expansión urbana descontrolada”.

Dado el crecimiento urbanístico del Municipio Sabaneta y por ser parte del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, cuyos índices de morbilidad relacionados con la calidad de aire son altos, así como un alto costo en salud; este trabajo se plantea conocer, en un Municipio perteneciente a esta área Metropolitana, la siguiente formulación de investigación: ¿Cómo son las percepciones de los habitantes del Municipio de Sabaneta frente a los cambios en la calidad del aire y su influencia en la salud pública entre los años 2015-2020?

1.2 Objetivos de la investigación

A continuación se presentan los objetivos de la investigación:

1.2.1 Objetivo general.

Conocer las percepciones de los habitantes del Municipio de Sabaneta frente a los cambios en la calidad del aire y su influencia en la salud pública entre los años 2015-2020.

1.2.2 Objetivos específicos.

Identificar las percepciones de las comunidades afectadas acerca de la calidad del aire y su influencia en la salud pública.

Describir la relación entre la calidad del aire en el Municipio de Sabaneta, y la incidencia en eventos de interés en salud pública originados por los contaminantes criterio.

1.3 Justificación

El aire es uno de los recursos naturales más abundantes y necesarios para satisfacer las necesidades básicas de todos los seres humanos, no obstante, la contaminación del aire es actualmente uno de los problemas ambientales más severos a nivel mundial, una quinta parte de la población mundial está expuesta a respirar aire contaminado, dicha contaminación está presente en todas las sociedades, independientemente del nivel de desarrollo socio-económico, y constituye un fenómeno que tiene particular incidencia sobre la salud del hombre. (Romero, 2006)

Según el Anuario Estadístico de Sabaneta (2015), el municipio se encuentra dentro del conjunto de problemática ambiental por los cambios en la calidad del aire que afecta particularmente la salud de las personas. Los vientos en el Valle de Aburrá tienen una dirección de norte a sur y actúan dispersando los contaminantes criterio hacia el centro y el sur del valle; Sabaneta por su posición geográfica (extremo sur del Área Metropolitana del Valle de Aburrá), está en eminente riesgo de contaminación por la exposición continua a los contaminantes criterio generados en todo el Valle de Aburrá.

Se anota que en el segundo semestre del año 2015, El Consejo Metropolitano de Gestión del Riesgo, (con incidencia en toda el Área Metropolitana del Valle de Aburrá) manifestó una “urgencia por contingencia atmosférica”, dada en Sabaneta y el resto del

Área Metropolitana debido al incremento en las partículas en el aire que pueden afectar la salud de la comunidad. (Sabaneta con sentido social, 2015)

Por lo anterior, esta investigación tiene como objetivo principal conocer las percepciones de habitantes del municipio de Sabaneta en el período 2015 – 2020, acerca de la influencia por la evolución o transformación de la calidad del aire en la salud de los habitantes.

Este trabajo permitirá visibilizar la problemática relacionada con la contaminación del aire que envuelve a la población del municipio Sabaneta, y constituir un elemento previsor sobre la incidencia de los contaminantes criterio en la salud de su población.

La relevancia social, constituiría la persecución del objetivo de ayudar a disminuir el riesgo a la salud pública por la exposición de un aire contaminado, y con un esfuerzo continuo mantener la calidad del aire. Un aspecto importante consiste en las medidas de control sobre la emisión de contaminantes criterio que conduzcan al logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible Nro. 3 y 13, a nivel local. Las prioridades establecidas para remediar los problemas más urgentes y alcanzar niveles por debajo de los máximos permisibles para contaminantes criterio, colaboraría a largo plazo con los mencionados Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Finalmente, este trabajo puede ser de utilidad a los funcionarios públicos encargados de recabar la información pertinente para la elaboración de medidas para la mejora de la calidad del aire; lo cual representa un valor teórico para la región. Esto representaría implicaciones prácticas que pueden asimilarse a otros municipios del Departamento de Antioquia.

1.4 Ubicación espacial de la investigación

Según lo señalado por la Alcaldía de Sabaneta (2018), Sabaneta es conocido como el Rincón Joven del Valle de Aburrá, se encuentra a 14 kilómetros al sur de la ciudad de Medellín. Tiene como vías de acceso: la Avenida Las Vegas, la Avenida El Poblado y la Autopista Sur; limita con los municipios de Envigado, Itagüí, Caldas y La Estrella. El municipio está comprendido por 31 barrios y 6 veredas: María Auxiliadora, Las Lomitas, La Doctora, San José, Cañaveralejo y Pan de Azúcar.

Sabaneta limita por el Norte y Oriente con el municipio de Envigado, por el Occidente con los municipios de Itagüí y La Estrella y, por el Sur con Caldas y La Estrella.

Figura 3. Mapa del Municipio Sabaneta



Fuente: www.sabaneta.gov.co

El territorio del Municipio Sabaneta, lo recorren las quebradas La Sabanetica, La Doctora, La Escuela, La Honda y La Cien Pesos. Así mismo, el Río Medellín en su costado Occidental. Su principal altura de montaña es el pico de Piedras Blancas, en la reserva ecológica de La Romera, con 2.650 metros de altura. Con 15 kilómetros cuadrados Sabaneta es el municipio más pequeño de Colombia, el 67% de su territorio es urbano, se caracteriza por tener un relieve principalmente plano.

II. MARCOS DE REFERENCIA

A continuación, se presentan los marcos de referencia utilizados para el desarrollo de la investigación:

2.1 Antecedentes de la Investigación o Estado del Arte

Como antecedentes se consideraron investigaciones recientes realizadas en el ámbito internacional y nacional, relacionados con la calidad del aire y la incidencia del mismo en la salud. En este sentido se consideró el trabajo de Soldevila Bacardit, Vinyoles Bargalló, Agudo Ugena y Camps Vila (2018), titulado “Contaminación atmosférica, riesgo cardiovascular e hipertensión arterial”.

Es de considerar que la contaminación atmosférica consiste en la presencia no deseable de sustancias o partículas que ocasionan daños a la salud, ponen en peligro la vida humana y de otros seres vivos; y en definitiva desmejora la calidad de vida. Vale destacar que aun cuando la ocurrencia de la contaminación atmosférica ocurra a nivel local, su magnitud en la mayoría de los casos involucra un nivel geográfico mayor al foco donde se produce, llegando a producir incluso afectación global.

La magnitud de los efectos de la contaminación atmosférica, llega a ser un tema preocupante porque se le atribuye una importante contribución al calentamiento global y en sí misma son actividades antrópicas que influyen en el cambio climático. Por otra parte, concierne a la salud pública, en virtud que su control y tratamiento ocupa a organizaciones internacionales que promueven y facilitan la cooperación, para la

eliminación de enfermedades y la afectación de la calidad de vida. En tal sentido, se establecen acuerdos multilaterales para alcanzar lineamientos de gestión de este tipo de contaminación, que se traducen en políticas públicas.

Tal es el caso de lo establecido por la Organización Mundial de la Salud (2018): La Organización Mundial de la Salud (OMS) desarrolla y elabora directrices sobre la calidad del aire en las que recomienda límites máximos de exposición a los principales contaminantes del aire. La OMS es el organismo encargado de custodiar tres indicadores de los Objetivos de Desarrollo Sostenible relacionados con la contaminación del aire:

- Mortalidad por contaminación del aire
- Acceso a combustibles y tecnologías limpias
- Calidad del aire en las ciudades.

El objetivo del trabajo de Soldevila Bacardit, Vinyoles Bargalló, Agudo Ugena y Camps Vila (2018), fue entender los mecanismos implicados en el aumento de la propensión al padecimiento de enfermedades de los vasos sanguíneos y el corazón; y su relación con la contaminación atmosférica, como factor de riesgo o trastorno que aumentan la posibilidad de desarrollar una enfermedad cardiovascular, pero difícilmente modificable. El aporte de este trabajo fue el conocimiento sobre las publicaciones más recientes sobre estas afecciones.

Otro trabajo considerado fue el de Reynaldo Argüelles y Reynaldo Argüelles (2018), titulado “Costo de enfermedades respiratorias agudizadas por contaminación ambiental”. Los investigadores mencionados tratan la contaminación ambiental, cuyo concepto es de mayor amplitud, en virtud que trata el daño de los ecosistemas por

acciones antrópicas que afecta la salud de seres vivos y la calidad de vida, ocurrida por factores físicos, biológicos, químicos, gaseosos o energéticos; y su incidencia en las enfermedades de las vías respiratorias y los pulmones. Tratan las enfermedades respiratorias de origen laboral.

Estudiaron la minería, la economía de la salud y el desarrollo sustentable para valorar económicamente las enfermedades agudizadas por las labores de extracción del níquel, con la aplicación de una herramienta económico-financiera. Su investigación constituye una alternativa para viabilizar la sustentabilidad social en la comunidad minera del municipio Moa, provincia Holguín, Cuba. Proponen y aplican siete pasos que permiten obtener una expresión cualitativa y cuantitativa de la relación desarrollo sustentable-economía de la salud en el contexto de la minería, basada en la determinación del costo por paciente/patología. El aporte de este trabajo lo constituyó la consideración del costo de atención de las enfermedades respiratorias de origen laboral, por contaminación derivada de la actividad de la minería.

Asimismo, se tuvo en cuenta el trabajo de Villalobos y Díaz. (2018), titulado: “Calidad del ambiente, vulnerabilidad y acciones ante el cambio climático: Costa Rica en perspectiva comparada”. Consiste en la gestión gubernamental, económica, social y cultural; de carácter preventivo y de control, sobre los agentes degradantes de los ecosistemas, con el fin de garantizar el presente y futuro de la disponibilidad y acceso del suelo, el agua, el clima y el aire de forma saludable sin alteraciones negativas para los seres vivos.

El control ambiental se realiza a través de la herramienta de monitoreo, que de forma periódica se realiza la medición de indicadores que dan razón sobre las condiciones

ambientales. Algunos parámetros son: color del agua, presencia de nitratos, disoluciones de cromo, zinc, bario, sólidos, disoluciones de cobre, oxígeno presente. El monitoreo ambiental aporta posibles notificaciones y alertas referidas a cambios ocurridos en el suelo, el agua, el clima y el aire.

Argumentan Villalobos y Díaz. (2018), que durante la primera década del siglo XXI se desarrollaron una serie de índices y sets de indicadores de corte cuantitativo relacionados con temas del ambiente y gestión de los recursos naturales. Tales indicadores han permitido que algunos países del globo ya tengan información respecto a su desempeño ambiental, o del nivel de impacto ecológico de sus actividades económicas y productivas.

Los investigadores mencionados, realizan un análisis comparativo de la calidad del ambiente en Costa Rica, a partir de un set de indicadores de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y los resultados del Environmental Performance Index (EPI) 2014. También analizan la situación de vulnerabilidad del país ante la variabilidad climática, y se procura situar al país en términos de su contribución regional a las emisiones de dióxido de carbono, producto de la deforestación y producción agrícola; ambas dimensiones se apoyan en estadísticas comparativas de corte internacional. El aporte de este trabajo consiste en la consideración de los indicadores de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y el indicador Environmental Performance Index (EPI), que miden el desempeño ambiental, según los objetivos establecidos sobre su cuidado; contenido en políticas públicas.

Otra investigación es la realizada por Abrutzky, Torres, Ossorio y Ferrero (2017), titulada: "Impacto de la contaminación atmosférica y el clima en las consultas a un departamento de emergencias pediátrico en la ciudad de Buenos Aires". Este trabajo trata sobre las alteraciones de los signos clínicos pediátricos más relevantes, causados por la contaminación atmosférica; y que ameritan intervención médica para una inmediata atención, con a necesaria recogida de datos de historia clínica o anamnesis, que orienta acciones para la rápida recuperación y restablecimiento de la salud de los niños.

El objetivo que se trazaron los investigadores fue evaluar el impacto de los contaminantes atmosféricos y el clima en el número de consultas al departamento de emergencias de un hospital pediátrico en Buenos Aires, Argentina. Para ello realizaron un estudio ecológico utilizando análisis de series temporales con Modelos Aditivos Generalizados (GAM) para el período 2012-2014, analizando cantidad diaria de consultas en función de tres contaminantes del aire: monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO₂) y material particulado de diámetro menor a 10 micrones (PM₁₀), temperatura diaria, humedad relativa, dirección y velocidad del viento y lluvia, controlando por día de la semana y tendencia de largo plazo.

Los resultados obtenidos son que las consultas en invierno (286 diarias) fueron significativamente mayores que en las demás estaciones ($p < 0.0001$). La variación en el nivel de contaminación del aire no mostró correlación significativa y consistente con las consultas. La temperatura, humedad relativa, lluvia y viento no resultaron significativas en ninguno de los rezagos analizados.

Los mencionados investigadores llegaron a la conclusión que la población estudiada, y considerando las consultas de emergencia, la contaminación del aire no afecta significativamente el resultado en salud, pero sí lo hacen las epidemias estacionales. Estudios sobre otras variables de salud son necesarios para establecer el impacto de la contaminación del aire sobre la salud infantil en Buenos Aires. El aporte de este trabajo consiste en la consideración de la afectación en los niños por variaciones en la contaminación atmosférica y por el clima, ocurre a nivel estacional.

Por otra parte, Diestra (2017) realiza un trabajo de investigación titulado: “La contaminación ambiental y su influencia en la salud de la población del Distrito de Trujillo- La Libertad”. El objetivo de su trabajo fue determinar como la contaminación ambiental en la ciudad de Trujillo influye en la salud y bienestar de sus habitantes; para verificar la hipótesis de que la contaminación ambiental influye muchísimo en la salud de los habitantes del distrito de Trujillo.

La población objeto este estudio estuvo constituida por 317.893 habitantes, la muestra calculada arrojó 150 habitantes, determinándose el respectivo diseño de investigación, aplicándose para esta investigación los métodos inductivo-deductivo; hipotético-deductivo; análisis y síntesis; hermenéutico y como técnicas la observación; la encuesta y la entrevista.

Los resultados obtenidos fueron que el 50% dijo que la contaminación afecta muchísimo la salud de su familia; un 42% dijo haber sufrido enfermedades respiratorias; un 73% dijo que le afecta la contaminación sonora un 62% dijo que la mayor amenaza es el smog de los vehículos, un 52% dijo que hace mucha falta más áreas verdes; un 70% dijo que faltan planes de acción para identificar los focos de

contaminación un 53% dijo que los negocios de comida ambulantes y carnes a la parrilla, generan contaminación.

Esto fue corroborado mediante la observación y las entrevistas a personas conocedoras de la problemática, demostrando la validez de su hipótesis. El aporte de este trabajo, consiste en la evaluación cualitativa sobre la percepción de los entrevistados acerca de cómo se sienten afectados a nivel subjetivo, sobre la contaminación ambiental.

Asimismo, Franco (2012) realizó un trabajo investigativo titulado “Contaminación atmosférica en centros urbanos. Desafío para lograr su sostenibilidad: caso de estudio Bogotá”, el objetivo de este estudio, fue realizar un análisis descriptivo de la condición de calidad del aire para la ciudad de Bogotá y de las políticas desarrolladas para su control. El investigador establece que, para el caso específico de Bogotá, está documentado bajo ciertas condiciones en los microambientes donde realizan sus actividades diarias, las personas se encuentran expuestas a niveles de contaminación del aire reconocidos como perjudiciales para la salud. Por tal razón, la percepción ciudadana evidenció que los problemas ambientales están afectando más la salud de los bogotanos, cerca del 75% de los encuestados identificaron la contaminación atmosférica como principal problemática. La importancia del estudio y control de la contaminación atmosférica está sustentada en la evidencia sobre su impacto negativo en la salud respiratoria y cardiovascular de las personas, así como con el deterioro de su calidad de vida.

También, se consideró a nivel internacional el trabajo realizado por Cordero Velarde, Cornejo Pinto, Cruz Fuentes y Mamani Chambi (2017), titulado “Efectos de la

contaminación atmosférica en la salud de la población del Distrito N°3 Vinto – Oruro. Bolivia”. Explican los investigadores que en el Distrito N°3 de la Zona de Vinto - Oruro, se encuentra asentada población migrante en su conjunto, población con la particularidad de estar constituida en su mayoría por jóvenes y niños dándole un cierto rango de vulnerabilidad, además es una zona con asentamientos de varias empresas de distintos rubros mismas que han generado constante preocupación en la población que ha sentido afectada su salud por efectos de una posible contaminación atmosférica de la zona.

Para la determinación del factor de riesgo ambiental y su posible vinculación sobre efectos en la salud se hizo un estudio epidemiológico observacional comparativo en el que se analizaron los canales endémicos y líneas basales de Infecciones Respiratorias Agudas (IRAs) en dos establecimientos de salud de atención primaria comparando esos datos a su vez con información del Monitoreo de la calidad del aire en el lugar y monitoreo de las temperaturas máximas y mínimas.

Es preciso destacar que las Infecciones Respiratorias Agudas son afecciones de las vías respiratorias, los pulmones y los oídos. Por lo general, son causadas por parásitos, bacterias y virus. Se transmite de persona a persona y a través de superficies contaminadas; no suele durar su afección más de 15 días y no son susceptibles de ser curadas por medio de antibióticos.

Como resultado Cordero Velarde, Cornejo Pinto, Cruz Fuentes y Mamani Chambi (2017) señalan que se puede establecer la existencia de alguna relación causa - efecto del comportamiento de las IRAs en correspondencia con las temperaturas máximas y mínimas, al igual que las sustancias contaminantes de la atmósfera tales como

partículas sólidas o líquidas de diámetro aerodinámico menor que 10 μm , es decir, 1 micrómetro que corresponde la milésima parte de 1 milímetro (PM_{10}); el dióxido de nitrógeno (NO_2) que proviene de procesos de combustión, plantas eléctricas y vehículos; y el ozono (O_3) que es un contaminante secundario que proviene de reacciones fotoquímicas en las que participa dióxido de nitrógeno (NO_2), compuestos orgánicos volátiles y la radiación solar; es un contaminante altamente oxidante.

Como antecedentes nacionales se consideró el trabajo de Sierra Urrego (2017), titulado “Método de estimación de emisiones de gases “calidad del aire” por procesos de combustión como variables de integración a la cuenta de emisiones al aire para Colombia”.

La estimación de emisiones de gases, en este trabajo, refiere al CO_2 e incluye los gases de efecto invernaderos, denominados así de forma internacional acordado en el Protocolo de Kioto, que fue un protocolo de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, y son seis gases:

- Óxido de nitrógeno (N_2O)
- Hidrofluorocarburos (HFC)
- Dióxido de carbono (CO_2)
- Perfluorocarburos (PFC)
- Metano (CH_4)
- Hexafluoruro de azufre (SF_6)

Sierra Urrego (2017) indica que los gases calidad del aire afectan directamente la salud humana en periodos de exposición cortos, por lo cual son controlados por normas de inmisión, estos contaminantes al igual que los GEI y precursores de ozono

entre otros, son registrados por la Cuenta de Emisiones al Aire, la cual se ha venido estructurando en el Sistema de la Cuenta Ambiental y Económica para Colombia, teniendo esta como objetivo medir las descargas al aire generadas por las actividades económicas desde las diferentes problemáticas atmosféricas, logrando coherencia y consistencia con la información económica.

El trabajo de la mencionada investigadora señala que pretende proponer la metodología para involucrar el registro de emisiones de calidad del aire por procesos de combustión con el fin de avanzar en la estructuración de la cuenta, siendo así como se describe el método de cálculo, las clasificaciones utilizadas y la metodología para involucrar dichos resultados a la matriz oferta – utilización de la cuenta de emisiones al aire. El cálculo que se llevó a cabo se estimó para la serie 2005 – 2014, de acuerdo a los consumos energéticos registrados por la Cuenta Ambiental y Económica de Energía, por grandes ramas de actividad económica sugerida por las cuentas nacionales, además de utilizar los factores de emisión expuestos en las metodologías.

Los indicadores propuestos, arrojan un comportamiento de ineficiencia en los procesos de combustión, lo cual conlleva a tomar decisiones más drásticas en las políticas que se han venido llevando a cabo en miras de mitigar los impactos ambientales desencadenados en el aire, principalmente las afectaciones directas a la salud humana. El aporte de este trabajo consiste en la sugerencia de la revisión sobre la permisión de los procesos de combustión en Colombia, y la sugerencia de cambio de los niveles para Colombia, dentro de las políticas públicas correspondientes.

Otra investigación es la realizada por Cuartas y Méndez (2016), titulado: “Cambio climático y salud: retos para Colombia”. Es de precisar que el cambio climático, se

denomina a un cambio en las condiciones promedio meteorológicas, producido por: (a) Acciones antrópicas que producen el calentamiento global; (b) la radiación solar; (c) actividad volcánica y tectónica del planeta.

Señalan los investigadores que el cambio climático impactará múltiples ámbitos de la sociedad, incluyendo la salud. Sus efectos en salud se deberán al aumento de la temperatura y al incremento/disminución de la precipitación y en especial al incremento de la frecuencia y magnitud de eventos climáticos extremos. El incremento de la morbilidad y mortalidad en salud se presentará a través de diversos mecanismos imbricados con elementos de los sistemas sociales y naturales de los socios – ecosistemas. La respuesta a dicha complejidad requiere abordajes y perspectivas interdisciplinarias que evalúen la vulnerabilidad de las poblaciones sensibles y que se piensen estrategias de adaptación adecuadas a los contextos locales. En este sentido, describen los posibles efectos del cambio climático en la salud y plantea los principales retos para el estudio de dicha relación en el contexto colombiano, constituyendo este, el principal aporte.

Los investigadores Granada Aguirrel, Pérez Vergarall, Valencia Rodríguez, Rojas Alvarado y Herrera Orozco (2014), realizaron el trabajo: “Sistema para el manejo de la calidad del aire en la ciudad de Cali, Colombia”; donde presentaron el diseño de un sistema para el manejo de la calidad del aire, argumentando que facilita a las partes interesadas establecer políticas de emisión e inmisión de contaminantes atmosféricos de fuentes móviles y fijas, definir las prioridades ambientales y sanitarias y adoptar las estrategias para reducir su deterioro.

Los investigadores utilizaron técnicas de gestión ambiental como la evaluación del riesgo para identificar las fuentes de emisión, evaluar el nivel de emisión y concentración de contaminantes atmosféricos, estimar su efecto en el aire y población y valorar las acciones apropiadas para reducir las emisiones atmosféricas y se estructuró con base a lo establecido en la norma ISO 9000-2008.

El aporte consiste en la funcionalidad del sistema, el cual permite de una manera integrada y simplificada articular las medidas de control para obtener información de los efectos en la calidad del aire y de la población expuesta considerándolas condiciones tecnológicas, jurídicas y organizacionales de la zona de estudio para adoptar acciones que permitan su mitigación.

Finalmente se consideró el trabajo de Martínez López y Díaz Valencia (2013), titulado: “Respirar aire contaminado es tan nocivo como fumar cigarrillo”; cuyo objetivo fue averiguar ¿Cuál de los dos factores es más nocivo? ¿Cuál es la magnitud de su efecto? y ¿Qué pasa cuando alguien se expone a ambos factores a la vez?

Para dar respuesta a estas interrogantes realizaron un estudio ecológico que evaluó la asociación epidemiológica (riesgo relativo) entre la contaminación atmosférica y el tabaquismo con la función pulmonar, evaluada mediante espirometría funcional en 489 adultos. Compararon dos ambientes con diferentes niveles de contaminación, 30 y 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de material particulado respirable (PM_{10}) y grupos de fumadores contra no fumadores; obteniendo como resultados que la función pulmonar está disminuida ($\text{VEF1} < 80\%$) en los fumadores en mayor proporción que en los no fumadores, con un exceso de riesgo de 52 % (RR. 1,52 IC95 % 1,11-2,07). Las personas expuestas a un mayor nivel de contaminación ambiental presentan una mayor proporción de disfunción

pulmonar con un exceso de riesgo de 64 % (RR. 1,64 IC95 % 1,19-2,25). Cuando los sujetos se exponen a ambos factores, es decir fuman y además se encuentran en ambientes contaminados, el exceso de riesgo es del 129 % (RR 2,29 IC95 % 1,45-3,61). El aporte de este trabajo se basa en la afirmación que hicieron los investigadores, sobre las personas que respiran ambientes contaminados presentan disfunción pulmonar en una magnitud similar o superior a la que presentan los fumadores, es decir, podríamos afirmar que, en relación con los efectos, respirar aire contaminado equivale a estar fumando, solo que en contra de la voluntad.

Los trabajos mencionados a nivel nacional e internacional, sirvieron de base para construir el análisis de los cambios en la calidad del aire y su influencia en la salud respiratoria de los habitantes del Municipio de Sabaneta, Departamento de Antioquia, Colombia.

2.2 Marco conceptual

A continuación, se presenta el marco conceptual utilizado para el desarrollo de la investigación:

2.2.1 Calidad de vida.

Los autores Nussbaum y Sen (2002), desarrollan el paradigma sobre la calidad de vida, resaltando la vinculación entre los conceptos de calidad y bienestar que pueden lograr las personas, argumentando que la orientación teórica de la calidad de vida está vinculado a la capacidad, concebida como un atributo de un individuo por realizar

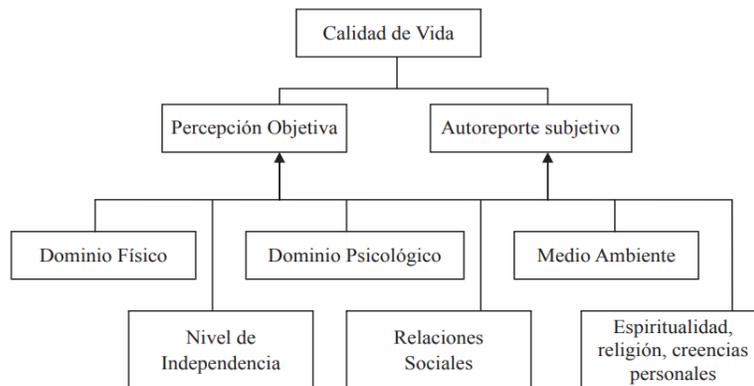
hechos relevantes para la sociedad para el mejoramiento de la vida. En este orden de ideas, las combinaciones de estos hechos relevantes producen funcionamientos valiosos para la sociedad, y ello refleja la calidad de vida. El énfasis sobre el concepto de calidad de vida planteado por dichos autores, precisa un planteamiento multidimensional en el tratamiento de las variables que inciden finalmente en la calidad de vida.

Robles Espinoza, Rubio Jurado, De la Rosa Galván y Nava Zavala (2016) resumen el concepto así:

La calidad de vida en los individuos tiene por lo menos dos dimensiones: la visión subjetiva o perceptiva y un análisis objetivo de salud. A su vez, la calidad de vida es un concepto multidimensional que ha recibido múltiples definiciones. En consecuencia, no hay criterios únicos para definirla; a lo largo del tiempo, se ha intentado medirla a través de diversos instrumentos, principalmente cuestionarios. Lo ideal en esta medición es que reúna requisitos metodológicos preestablecidos y se adapte al contexto cultural de cada individuo (p.120)

Por su parte, Urzúa y Caqueo Urizar (2012) indican: “El concepto de calidad de vida ha comenzado a utilizarse cada vez más en el campo de las evaluaciones en salud o como medida de bienestar”. (p. 61)

Figura 4. Modelo conceptual de calidad de vida.



Fuente: Organización Mundial de la Salud (OMS). Tomado de Urzúa y Caqueo Urizar (2012), p.65.

El esquema muestra los factores que constituyen el concepto de calidad de vida, según la Organización Mundial de la Salud; la cual se basa en la percepción objetiva de la vida y la percepción individual. Estos autores argumentan que el concepto de calidad de vida, puede definirse como: “[...]un estado de bienestar general que comprende descriptores objetivos y evaluaciones subjetivas de bienestar físico, material, social y emocional, junto con el desarrollo personal y de actividades, todas estas mediadas por los valores personales”. (p.64)

2.2.2 Calidad de vida relacionada con la salud.

Bousoño, González, Pedregal y Bobes (1993) aportan:

[...]es un derecho humano fundamental, y que el logro del grado más alto posible de salud es un objetivo social sumamente importante en todo el mundo, cuya

realización exige la intervención de muchos otros sectores sociales y económicos, además del de la salud. Un nivel aceptable de salud forma parte del desarrollo de un país. El desarrollo entraña la mejora gradual de las condiciones y de la calidad de vida que disfrutaban los miembros de la sociedad. (p.12)

Schwartzmann (2003), considera que la calidad de vida en un individuo con determinado cuadro clínico, representa el impacto que una enfermedad y su consecuente tratamiento tienen sobre la percepción del paciente de su bienestar. Para la autora el concepto de calidad de vida no puede ser de ningún modo independiente de las normas culturales, patrones de conducta y expectativas de cada uno. La esencia de este concepto está en reconocer que la percepción de las personas sobre su estado de bienestar físico, psíquico, social y espiritual depende en gran parte de sus propios valores y creencias, su contexto cultural e historia personal. Así entonces, es claro que calidad de vida es una noción eminentemente humana que se relaciona con el grado de satisfacción que tiene la persona con su situación física, su estado emocional, su vida familiar, amorosa, social, así como el sentido que le atribuye a su vida, entre otras cosas.

Para Ángel-Maya (2013), el hombre genera un problema ambiental, el cual es el precio que tiene que pagar por su desarrollo, el avance del hombre siempre ha significado la transformación de su entorno natural, dicha transformación casi nunca ha resultado favorable al desarrollo y a la salud de los sistemas vivos. (p.101)

2.2.3 Calidad del aire.

Según Leonardo Boff: “[...] los recursos tienen límites ya que no todos son renovables; que el crecimiento indefinido hacia el futuro es imposible, porque no podemos universalizar el modelo de crecimiento para todos y para siempre”. En este sentido, es de destacar que el aire es un recurso libre no renovable, cuando el señalado autor expone: “[...] lo que está en el punto de mira no es el medio ambiente, sino el ambiente entero”; es el aire el recurso que abarca al planeta entero, no existiendo la posibilidad de modificarlo en esencia, pero si mejorarlo: Es en este punto de interpretación donde se deriva que el bienestar del aire corresponde a su calidad, en el sentido de no ser influenciado por agentes contaminantes.

La calidad del aire se debe entender, según Alfaro (1998) [...] juicio cualitativo y cuantitativo relacionado directamente con los ecosistemas naturales y el confort. Este concepto no es una simple valoración numérica, tampoco es un concepto cualitativo de “limpio”, “sucio” o “contaminado” que causa un impacto en el medio ambiente.

En este sentido, la calidad del aire es una cualidad necesaria para el bienestar de los seres vivos, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la República de Colombia (s.f.) vincula la calidad del aire considerado en forma negativa el hecho de contaminación atmosférica como modificante de la mencionada cualidad; argumenta:

[...] la Contaminación Atmosférica es el fenómeno de acumulación o de concentración de contaminantes, entendidos estos como fenómenos físicos o sustancias o elementos en estado sólido, líquido o gaseoso, causantes de efectos adversos en el medio ambiente, los recursos naturales renovables y la salud humana que solos, o en combinación, o como productos de reacción, se

emiten al aire como resultado de actividades humanas, de causas naturales, o de una combinación de estas.

El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2012)

señala:

La contaminación atmosférica no debe verse solo como una problemática ambiental per se, sino directamente relacionada con la calidad de vida de la población, lo cual se evidencia entre otras situaciones, con el aumento en la frecuencia de aparición de enfermedades respiratorias y por consiguiente el incremento en el ausentismo laboral y escolar. De igual manera, además de la afectación en la salud humana, también afecta la vida vegetal y animal, así como algunos materiales; en el primer caso causando entre otros, afecciones en el sistema respiratorio y obstrucciones que impiden procesos vitales como la fotosíntesis, en el caso de las plantas. Por otra parte, se presenta un aumento de costos asociados a la deposición de partículas en materiales causando efectos estéticos, entre otros. (p.13)

Shumake Guillemot, Jalkanen y Adhair Rohani (2014), realiza otras consideraciones:

Existe una estrecha relación entre la calidad del aire, el tiempo y el clima, y la salud humana. Sus interdependencias se hacen cada vez más evidentes y los profesionales de la salud confían cada vez más en los servicios meteorológicos y climáticos como una ayuda para anticipar y gestionar los riesgos para la salud debidos a la mala calidad del aire. Durante el último siglo, la mala calidad del aire se ha convertido en un problema grave, medioambiental, económico y de salud,

en todo el mundo, ya que el crecimiento económico e industrial ha causado un enorme aumento de los contaminantes atmosféricos. (p. 15)

2.2.4 Contaminantes del aire.

Los contaminantes en el aire pueden ser, según Shumake Guillemot, Jalkanen y Adhair Rohani (2014):

1. Contaminantes Primarios: Son aquellos que son emitidos directamente a la atmósfera por una fuente de emisión.
2. Contaminantes Secundarios: Son el resultado de reacciones en la atmósfera a partir de contaminantes primarios y otras especies químicas presentes en el aire.

Shumake Guillemot, Jalkanen y Adhair Rohani (2014) argumentan que la transferencia e impactos de los contaminantes emitidos a los receptores de interés (poblaciones y ecosistemas) o nivel de inmisión está gobernada principalmente por las características de las fuentes de emisión, el comportamiento de las variables meteorológicas de la atmósfera, la concentración de contaminantes en el aire, el tiempo de exposición a dichas concentraciones y las características del receptor. Cabe anotar que según la Organización Mundial de la Salud un aire limpio o un aire con calidad es un requisito básico de la salud y el bienestar humanos. El Departamento Nacional de Planeación (2018) señala sobre la contaminación del aire es la concentración de sustancias que alteran la composición de la atmósfera: “Las sustancias contaminantes del aire se clasifican en gases y partículas y son medidas en un periodo determinado. Las emisiones de sustancias, el clima y la topografía inciden en la contaminación del aire”. El Departamento Nacional de Planeación (2018) indica: “Las sustancias

contaminantes del aire se clasifican en gases y partículas y son medidas en un periodo determinado. Las emisiones de sustancias, el clima y la topografía inciden en la contaminación del aire”. (p.5)

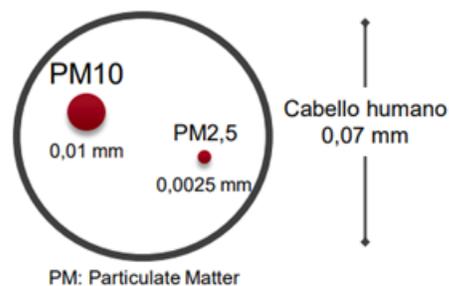
Figura 5. Contaminación por gases



Fuente: Departamento Nacional de Planeación (2018)

Es de precisar que la contaminación por gases, generan lluvia ácida y esmog. Por otra parte, la contaminación por partículas se constituye en material fino de metales pesados y otros químicos suspendidos en el aire. Por su tamaño y composición es adverso para la salud.

Figura 6. Contaminación por partículas



Fuente: Departamento Nacional de Planeación (2018)

El Ministerio del Ambiente, estableció con la Resolución 610 de 2010 los niveles máximos permisibles de los siguientes contaminantes criterio: Material Particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$), dióxido de azufre (SO_2), dióxido de nitrógeno (NO_2), ozono troposférico (O_3) y monóxido de carbono (CO), así como los niveles máximos permisibles para seis (6) contaminantes no convencionales con efectos carcinogénicos.

Estos contaminantes en el aire son monitoreados por las Autoridades Ambientales (Corporaciones Autónomas Regionales, Corporaciones de Desarrollo Sostenible y Autoridades Ambientales Urbanas) mediante Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire – SVCA, diseñados y operados conforme a los criterios que el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible ha definido.

Actualmente (información actualizada a diciembre 2014) el país cuenta con un total de 132 estaciones, que conforman 19 SVCA, los cuales son operados por 16 Corporaciones Autónomas Regionales y 3 Autoridades Ambientales Urbanas, ubicadas principalmente en las ciudades de Bogotá, Medellín, Cali, Cartagena, Bucaramanga y en áreas con objetivos específicos como las Zonas de explotación minera de carbón del Cesar y de la Guajira, entre otros. El contaminante prioritario monitoreado en estos SVCA es el material particulado en sus fracciones PM_{10} y $PM_{2.5}$. Este monitoreo se ha realizado en el 46.9% de los departamentos del país (15 de 32) y en 57 municipios y centros urbanos de los 1122 que existen en el país, lo que representa aproximadamente una cobertura de 21.102.041 de habitantes en todo el territorio nacional. Frente al cumplimiento normativo del estándar anual establecido por la Norma Nacional de Calidad del Aire para Material Particulado – PM_{10} ($50\mu g/m^3$), a diciembre de 2013, el 74% del total de equipos que midieron este contaminante en las diferentes

estaciones reportaron cumplimiento. Así mismo, el 64% del total de equipos que midieron Material Particulado $PM_{2,5}$ reportaron cumplimiento del estándar anual definido para este contaminante ($25\mu\text{g}/\text{m}^3$). En general la normativa colombiana en materia de calidad del aire y emisiones se ha planteado en función de la protección de la salud humana y el medio ambiente, desarrollada a través de un proceso de gradualidad que involucra la capacidad técnica, tecnológica y económica de una sociedad, ya que estos factores deben hacer parte de la construcción normativa de carácter técnico.

2.2.5 Calidad del aire y salud.

Shumake Guillemot, Jalkanen y Adhair Rohani (2014) señala consecuencias a corto plazo y a largo plazo:

La exposición a corto plazo a los contaminantes atmosféricos puede tener muchos efectos graves para la salud que requieren atención médica de emergencia, especialmente después de los episodios de contaminación graves, como incendios forestales, tormentas de polvo y arena y el smog urbano durante las olas de calor. Sin embargo, la exposición a largo plazo a niveles elevados de contaminación del aire con el paso del tiempo puede dar lugar a mayores efectos en la salud que las exposiciones puntuales. Las partículas contaminantes finas, el ozono, el monóxido de carbono, los dióxidos de nitrógeno y azufre, y los aeroalérgenos son los principales contaminantes atmosféricos que afectan a la salud humana. (p.16)

En el siguiente cuadro se muestran los principales efectos sobre la salud de la contaminación atmosférica, que causan las sustancias o partículas que modifican negativamente la calidad del aire.

Cuadro 1.

Principales efectos sobre la salud de la contaminación atmosférica

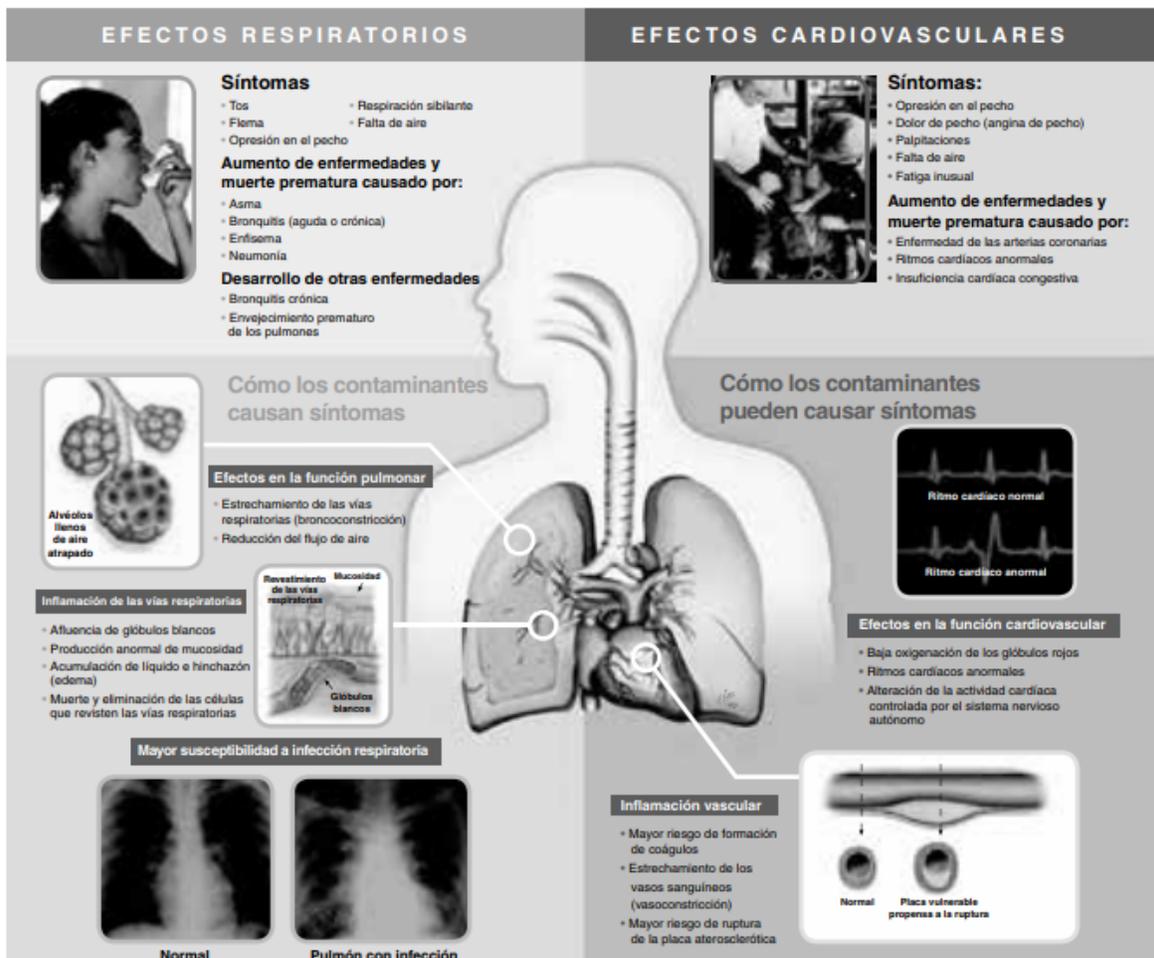
Sustancia o partícula	EXPOSICIÓN	
	Corta	Larga
PM₁₀	Mortalidad; morbilidad; efectos adversos para la salud respiratoria y cardiovascular; mortalidad prematura; incrementos de ingresos hospitalarios; EPOC; asma; todas las enfermedades respiratorias; enfermedades cardiorespiratorias.	Mortalidad; morbilidad; enfermedades respiratorias.
PM_{2,5}	Mortalidad y morbilidad.	Mortalidad y morbilidad; mortalidad y morbilidad cardiovascular; efectos psicológicos y mecanismos biológicos plausibles con mortalidad y morbilidad; arterosclerosis; efectos adversos en el nacimiento; enfermedades respiratorias en la infancia, neurodesarrollo y funciones cognitivas; diabetes; bronquitis; cáncer de pulmón.
Partículas ultrafinas	Enfermedades cardiorespiratorias, y del sistema nervioso central.	
Carbón negro	Efectos sobre la salud cardiovascular; mortalidad prematura	Efectos sobre la salud cardiovascular; mortalidad prematura.

Sustancia o partícula	EXPOSICIÓN	
	Corta	Larga
Ozono	Mortalidad; morbilidad; mortalidad; morbilidad respiratoria y cardiovascular; trastornos pulmonares y vasculares; mortalidad por enfermedades cardiovasculares y pulmonares; ingresos hospitalarios por causas cardiovasculares y pulmonares.	Mortalidad; mortalidad respiratoria y cardiorespiratoria; mortalidad en personas sensibles (enfermedad obstructiva pulmonar crónica, diabetes, insuficiencia cardíaca congestiva, infarto al miocardio); asma; lesiones crónicas y cambios estructurales en las vías respiratorias, trastornos en la salud reproductiva, partos prematuros; mortalidad diaria; mortalidad por cardiopatías; agravamiento del asma; atención hospitalaria para el asma; desarrollo de la función pulmonar.
NO₂	Mortalidad; morbilidad; inflamación e hiperreactividad de las vías respiratorias; cambios estructurales en las células pulmonares.	Mortalidad; morbilidad mortalidad y morbilidad respiratorias y cardiovascular; trastornos respiratorios y de la función pulmonar en niños; ingresos hospitalarios, síntomas respiratorios; susceptibilidad a infección respiratoria.
Otras partículas como arsénico, cadmio, mercurio, plomo y níquel	Existen evidencias de daños para la salud; efectos sobre el sistema nervioso central en niños y sobre el sistema cardiovascular en adultos (plomo).	Existen evidencias de daños para la salud; efectos sobre el sistema nervioso central en niños y sobre el sistema cardiovascular en adultos (plomo).

Fuente: Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social de España. (2013).

La Organización Mundial de la Salud (2018), en su artículo publica estimaciones nacionales sobre la exposición a la contaminación del aire y sus repercusiones para la salud, señala: “[...]Entre las principales fuentes de contaminación del aire figuran los modos ineficientes de transporte, la quema de combustible en los hogares y la quema de desechos, las centrales eléctricas y las actividades industriales”. La mayor parte de las enfermedades producto de una mala calidad del aire, son enfermedades respiratorias y cardiovasculares. A continuación, se muestra.

Figura 7. Efectos de una pobre calidad del aire sobre la salud



Fuente: IDEAM, 2012, p.68.

2.2.6 Amartya Sen y la Economía de Bienestar.

En su Teoría del Bienestar, Sen (1999), basado en el estudio de las hambrunas ocurridas las cuales a juicio de este economista depende la elección de oportunidades, que realiza la sociedad al gestionar aspectos económicos y sociales, y que han sido independiente a la abundancia de alimentos. También expone la existencia de aspectos meteorológicos que afectaron los sembradíos, escasez de trabajo agrícola que a su vez empobreció a los agricultores.

Esto llevo al economista plantear la llamada curva de Lorentz que mide la desigualdad en ingresos, y la distribución de diferentes activos por parte de la sociedad. Establece como norma habitual para medir el bienestar de una sociedad es el porcentaje de sus habitantes que se encuentra por debajo de lo que se califica de antemano índice de pobreza, pero esta teoría ignoraba los diversos grados de pobreza entre los menos favorecidos. Para solucionar esta deficiencia, Sen elaboró un índice para medir la pobreza, teniendo en cuenta el bienestar de los individuos, que ha sido utilizado desde entonces por muchos investigadores.

Sin embargo, aun cuando la calidad del aire, puede modificarse positivamente a través de medidas que incidan en las cualidades indeseables tal como señala la Organización Mundial de la Salud (2018) en su artículo “Calidad de vida y salud” argumentando que existen numerosos ejemplos de políticas fructíferas relativas a los sectores de transporte, planificación urbana, generación de electricidad e industria, que permiten reducir la contaminación del aire: - industria, - energía, - transporte, - planificación urbana, - generación de electricidad, - gestión de desechos municipales y agrícolas. Remitiendo el problema de la calidad del aire, analizado desde el punto de

vista de la curva de Lorentz, se contraponen cualquier manejo de los mencionados aspectos sociales y económicos, para el manejo de la calidad del aire; ya que tanto pobres y ricos, se verán afectados por los resultados de la gestión. (Sen,1992)

2.3 Marco legal

A continuación se presenta el marco legal relacionado con la calidad del aire, en el ámbito mundial, nacional y local:

2.3.1 Convención Naciones Unidas sobre el cambio climático.

La Convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático, del año 1992 establece en su Artículo 4, como compromisos dirigidos a proteger el sistema climático para las generaciones presentes y futuras, y en relación a los cambios en la calidad del aire:

[...] c) Promover y apoyar con su cooperación el desarrollo, la aplicación y la difusión, incluida la transferencia, de tecnologías, prácticas y procesos que controlen, reduzcan o prevengan las emisiones antropógenas de gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal en todos los sectores pertinentes, entre ellos la energía, el transporte, la industria, la agricultura, la silvicultura y la gestión de desechos; (p.6)

Este compromiso emitido por las Naciones Unidas se constituye en el punto de partida para una serie de acciones destinadas al cuidado de la calidad del aire, y como base para la elaboración del soporte legal para políticas relacionadas con el tema.

2.3.2 Guías de calidad del aire de la OMS.

Las guías de calidad del aire (GCA) de la OMS (2005), tienen por objeto ofrecer orientación sobre la manera de reducir los efectos de la contaminación del aire en la salud. La nueva información incluida en esta última actualización de las guías de calidad del aire se refiere a cuatro contaminantes comunes del aire: material particulado (MP), ozono (O₃), dióxido de nitrógeno (NO₂) y dióxido de azufre (SO₂). Estas guías están destinadas a su uso en todo el mundo, pero se han elaborado para respaldar medidas orientadas a conseguir una calidad del aire que proteja la salud pública en distintas situaciones. Por otra parte, cada país establece normas de calidad del aire para proteger la salud pública de sus ciudadanos, por lo que son un componente importante de las políticas nacionales de gestión del riesgo y ambientales.

Las normas de cada país, varían en función del enfoque adoptado con el fin de equilibrar los riesgos para salud, la viabilidad tecnológica, los aspectos económicos y otros factores políticos y sociales de diversa índole, que a su vez dependerán, entre otras cosas, del nivel de desarrollo y la capacidad nacional en relación con la gestión de la calidad del aire.

2.3.3 Constitución Política de Colombia de 1991.

La gestión de la calidad del aire está contemplada en la Carta Magna de Colombia en los siguientes artículos:

Artículo 79. Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan

afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.

Este artículo establece la defensa de un derecho colectivo, como es el medio ambiente, declarado como obligación del Estado colombiano, velar por el medioambiente, y su intención en el sistema educativo.

Artículo 80. El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en las zonas fronterizas.

Este artículo establece la vigilancia y aspectos coercitivos sobre el cuidado del medio ambiente.

2.3.4 Lineamientos para la formulación de la política de prevención y control de la contaminación del aire.

El Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES) 3344, el 14 de marzo de 2005 presentó los lineamientos para la formulación de la política de prevención y control de la contaminación del aire, surgen de la necesidad de diseñar políticas y estrategias nacionales y locales para la prevención y el control de la contaminación del aire. La coherencia de las mencionadas políticas públicas necesariamente se apoya en

mecanismos permanentes de coordinación y de una mejor información para la toma de decisiones, estipulados en dichos lineamientos.

2.3.5 Resolución N° 601 de 2006 - Norma Calidad de Aire.

La resolución N° 601 del 4 de abril de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, establece la norma de calidad del aire o nivel de inmisión para todo el territorio nacional en condiciones de referencia, en la cual se desarrollan los niveles máximos permisibles de contaminantes en la atmósfera; los procedimientos para la medición de la calidad del aire, los programas de reducción de la contaminación del aire y los niveles de prevención, alerta y emergencia y las medidas generales para su mitigación, norma aplicable a todo el territorio nacional. Presenta: 1. Niveles máximos permisibles en el aire. 2. Procedimientos de medición de la calidad del aire. 3. Programas de reducción de la contaminación. 4. Niveles de prevención, alerta y emergencia.

2.3.6 Resolución N° 610 de 2010 – Norma Calidad del Aire.

La Resolución N° 610 del 24 de marzo de 2010 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, modifica la Resolución 601 del 4 de abril de 2006 en cuanto a el marco conceptual concerniente a la calidad del aire, modifica los niveles máximos permisibles para contaminantes criterio, los niveles máximos permisibles para contaminantes no convencionales con efectos carcinogénicos y umbrales para las principales sustancias generadoras de olores ofensivos, los procedimientos de

medición de la calidad del aire, y la declaración de los niveles de prevención, alerta y emergencia por contaminación del aire.

2.3.7 Acuerdo Metropolitano N° 8 de 2011 del Valle de Aburrá.

En el Acuerdo Metropolitano N° 8 de marzo 25 de 2011, se establecen los roles y actividades de los actores involucrados en su ejecución, para prevenir los efectos adversos a la salud de la población por la exposición a altos índices de contaminación. Establece la clasificación de la Cuenca del Valle de Aburrá como área fuente de contaminación por material particulado PM₁₀, y en consecuencia implementar medidas y programas regionales de reducción de la contaminación; estableciendo la adopción del Plan de Descontaminación del Aire para la Región Metropolitana del Valle de Aburrá, como Plan Estratégico para la disminución a corto, mediano y largo plazo de la contaminación del aire.

2.3.8 Acuerdo Metropolitano N° 15 de 2016 del Valle de Aburrá.

El Acuerdo Metropolitano N° 15 del 28 de noviembre de 2016, establece la aprobación y adopción del Protocolo del Plan Operacional para Enfrentar Episodios Críticos de Contaminación Atmosférica (POECA), en la jurisdicción del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, mediante el cual se establecen los roles y actividades de los actores involucrados en su ejecución, para prevenir los efectos adversos a la salud de la población por la exposición a altos índices de contaminación.

2.3.9 Resolución N° 2254 de 2017 - Norma Calidad del Aire.

La Resolución 2254 del 01 de noviembre de 2017 establece la norma de calidad del aire o nivel de inmisión y adopta disposiciones para la gestión del recurso aire en el territorio nacional, con el objeto de garantizar un ambiente sano y minimizar el riesgo sobre la salud humana que pueda ser causado por la exposición a los contaminantes en la atmósfera. El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la República de Colombia (2017) señala que esta Resolución, es el instrumento para contribuir al bienestar de los colombianos como herramienta de planificación y gestión para reducir los niveles de gases y partículas contaminantes en el aire. Establece lo siguiente:

- La metodología para el cálculo del índice de la calidad del aire (ICA).
- La gestión preventiva.
- Estándares progresivos.
- Monitoreo de contaminantes.
- Informes a la población.

III MARCO METODOLÓGICO

A continuación, se presentan el marco metodológico utilizado para el desarrollo de la investigación:

3.1 Diseño de investigación

La investigación que se llevó a cabo es una descripción sobre la percepción de los cambios en la calidad del aire y su influencia en la salud pública de los habitantes del Municipio de Sabaneta, Departamento de Antioquia, Colombia, período 2015 - 2020, para proponer medidas de control sobre la emisión de contaminantes criterio, a incluir como política pública local, para ayudar a mejorar la calidad del aire en el Municipio Sabaneta.

Por tanto, para el análisis se utilizó el método descriptivo, el cual consiste, según Sanca (2011), en caracterizar un fenómeno o situación concreta indicando sus rasgos más peculiares o diferenciadores, para el autor mencionado, el objetivo de la investigación descriptiva consiste en llegar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción de las actividades, objetos, procesos y personas.

El método descriptivo generalmente está enmarcado en el tipo de investigación cualitativa, según Bonilla y Rodríguez (1995) las investigaciones cualitativas se utilizan para captar el conocimiento, el significado y las percepciones de un grupo de individuos que comparten una realidad social. Lo anterior, conlleva a que este tipo de método

(cualitativo), tiene que desarrollar una comunicación directa con los sujetos investigados, debido a que se debe analizar la percepción que ellos tienen de su situación y sus condiciones de vida. (p.92)

Según el número de variables de interés, la investigación es descriptiva, porque solo describe o estima parámetros en la población de estudio a partir de una muestra; de acuerdo con el alcance temporal o la planificación de toma de datos, la investigación es retrospectiva, debido a que los hechos a estudiar ya han tenido lugar al iniciar el estudio. (Supo, 2012)

De acuerdo con la intervención del investigador, la investigación es observacional, ya que, no existe intervención del investigador, los datos reflejan la evolución natural de los eventos, ajena a la voluntad del investigador y según con el número de ocasiones en que se mide la variable de estudio, la investigación es transversal, debido a que las variables son medidas una sola vez, es decir en un momento determinado o puntual. (Del Rio, 2011)

3.2 Método de Investigación

Se abordó el tema objeto de estudio bajo el método cualitativo, con el cual conoció el problema, a través de la aplicación de una entrevista a actores estratégicos de la comunidad, que se utilizó para obtener información en detalle sobre el razonamiento y las motivaciones subyacentes de las personas. El objetivo final fue entender cabalmente el tema de investigación, asunto o problema desde una perspectiva individual y grupal del municipio de Sabaneta a cerca de la percepción de los cambios en la calidad del aire y su influencia en la salud pública.

Para Bonilla y Rodriguez (1995), el método cualitativo tiene como una de sus características principales el interés por captar la realidad social “a través de los ojos” de las personas que están siendo estudiadas, es decir, a partir de la percepción que tiene el sujeto de su propio contexto, por tanto, este método no parte de supuestos derivados teóricamente, sino que busca contextualizar sobre la realidad del comportamiento de las personas. (p.84)

En cuanto al análisis bibliográfico, Balestrini, (2001), plantea que “los datos se obtienen a partir de la aplicación de las técnicas documentales, en los informes de otras investigaciones donde se recolectaron esos datos, y/o a través de las diversas fuentes documentales” (p.132).

De tal manera, la investigación fue de campo debido a que se obtuvieron datos considerados primarios, extraídos directamente de la realidad, además se consideró bibliográfica porque se recurrirá a fuentes secundarias con la finalidad de sustentar el estudio.

3.3 Población

La población estudiada, la constituye los grupos de población estudiados por algunas de sus características previamente determinadas para ser objeto de estudio, es decir el universo, conjunto o la totalidad de elementos que se van a estudiar.

En este trabajo la población estará constituida por la población del Municipio Sabaneta.

3.4 Muestra

El tipo de muestra a utilizar es la muestra no probabilística, definida por Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio (2007) como: “Subgrupo de la población en la que la elección de los elementos no depende de la probabilidad sino de las características de la investigación”.

Asimismo mencionan que el tipo de muestra no probabilística comúnmente se lleva a cabo mediante métodos de observación, y se utiliza ampliamente en la investigación cualitativa. El muestreo por conveniencia es una técnica de muestreo no probabilística donde las muestras de la población se seleccionan porque están convenientemente disponibles para el investigador. Idealmente, en la investigación, es bueno analizar muestras que representen a la población. Pero, en algunas investigaciones, la población es demasiado grande para evaluar y considerar a toda la población.

Esta es una de las razones por las que los investigadores confían en el muestreo por conveniencia, que es la técnica de muestreo no probabilística más común, debido a su velocidad, costo-efectividad y facilidad de disponibilidad de la muestra. (p. 241)

Según Bonilla y Rodríguez (1995), para el caso de entrevistas cualitativas individuales no se ha definido ningún número definitivo, pero coinciden con otros autores en que el número típico de sujetos en los estudios cualitativos no es mayor a cuarenta. Asimismo, plantean que las entrevistas se deben efectuar a personas que posean un conocimiento general amplio sobre la temática a indagar, o informantes que hayan vivido la experiencia sobre la cual se quiere ahondar. (p.137-138)

Para realizar las entrevistas en el municipio de Sabaneta se definieron previamente algunos criterios de selección del informante: inicialmente, la aceptación del informante para participar, se avisó con antelación a la realización del encuentro para la entrevista; el informante fue mayor de edad y estaba en su juicio cabal, con el fin de obtener respuestas verídicas y confiables de acuerdo con la temática de la investigación; finalmente, existía una relación directa entre el informante y el municipio, de tipo laboral, residencial o académico.

3.5 Escenario de la investigación

El escenario de la presente investigación está delimitado espacialmente por su aplicación en el Municipio Sabaneta; la investigación se realizó en el año 2020.

3.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para efectos de la investigación, se utilizó una serie de técnicas para la recolección de datos, lo cual facilitará recabar la información; en este orden Grawitz citado por Balestrini (2001), considera que “estas técnicas son diversas según el objeto a que se apliquen y no se excluyen entre sí. Todavía es preciso, por una parte, saber elegir la más adecuada, y por otra utilizarla convenientemente” (p. 145). Se utilizaron: el análisis bibliográfico o de contenido y el cuestionario o entrevista .

3.6.1 Análisis bibliográfico.

Es la técnica que consiste en la revisión de libros y artículos relacionados con el tema; de una forma sistemática y objetiva, para realizar inferencias relevantes con el tema tratado. La información de la transformación de calidad del aire en el municipio de Sabaneta en el lustro 2015 - 2020 se obtendrá de la red de monitoreo operada por Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA), con el fin de observar el comportamiento o evolución del material particulado PM_{10} y $PM_{2,5}$, ya que los efectos que tiene este tipo de material sobre la salud es grave, por su gran capacidad de penetración en las vías respiratorias.

3.6.2 Entrevista.

Según Bonilla y Rodriguez (1995), la entrevista cualitativa es un intercambio de ideas, cuyo principal medio son las palabras. Es una interacción en la cual se exploran diferentes realidades y percepciones, donde el investigador intenta ver las situaciones de la forma como la ven sus informantes y comprender porque se comportan de tal manera. (p. 159).

La entrevista se aplicará mediante un cuestionario estructurado con guía, según Bonilla y Rodriguez (1995), en este tipo de entrevista, el investigador define previamente uno o varios temas que se deben abordar con el entrevistado, garantizando que se realicen las mismas preguntas y se recolecte la misma información. Esta modalidad de entrevista puede realizarse cara a cara o a través de otros medios como el internet o teléfono. (p. 162).

Como se mencionó en acápites anteriores, lo importante fue realizar la entrevista a actores estratégicos de la comunidad del municipio de Sabaneta, personas que estuvieran relacionados en los ámbitos de salud, medio ambiente y residentes del municipio.

3.7 Técnicas de análisis de información

Para el análisis y presentación de los resultados, se procedió a organizar, evaluar y verificar los resultados debidamente procesado en cuadros estadísticos simples, para lo cual se utilizaron criterios, instrumentos y procedimientos estadísticos y matemáticos, mediante hojas de cálculo de sistemas computarizados (bajo el software excel); para la posterior tabulación de los mismos e interpretación de los datos, en función de los objetivos correspondientes, con la finalidad de evidenciar si estos fueron alcanzados y, si las interrogantes de la investigación se resolvieron.

El cuadro 2 muestra el instrumento aplicado a los pobladores del Municipio Sabaneta:

Cuadro 2.

Formato de entrevista, cambios en la calidad del aire en el municipio de Sabaneta.

PERCEPCIÓN SOBRE EL CAMBIO EN LA CALIDAD DEL AIRE EN EL MUNICIPIO DE SABANETA (ANTIOQUIA)	
1. Nombre (s) :	
2. Apellidos :	
3. Rango de edad	
a) 18-30	
b) 31-45	
c) 46-60	
d) 61-75	

**PERCEPCIÓN SOBRE EL CAMBIO EN LA CALIDAD DEL AIRE EN EL MUNICIPIO DE SABANETA
(ANTIOQUIA)**

4. Estrato socioeconómico:
a) 1-2
b) 3-4
c) 5-6
5. ¿Que relación tiene con el municipio de Sabaneta?
a) Residente
b) Trabajo
c) Estudio
6. Si trabaja en Sabaneta, por favor especifique el área laboral en la que se desempeña
a) Funcionario público
b) Líder social o ambiental
c) Sector salud (profesionales o trabajadores del area de la salud)
d) Sector ambiental (profesionales o trabajadores del area ambiental)
f) Otra
7. Si reside en Sabaneta, por favor especifique el rango de tiempo que lleva viviendo en el municipio
a) Entre 1 y 5 años
b) Entre 6 y 10 años
c) Entre 11 y 15 años
d) Entre 16 y 20 años
e) Más de 20 años
f) Menos de 1 año
8. ¿Ha percibido cambios en la cantidad de habitantes en el municipio de Sabaneta, en los últimos 5 años?
a) Si, considero que ha aumentado
b) Considero que se ha mantenido
c) Sí, considero que ha disminuido
d) No he percibido cambios
9. ¿Ha percibido cambios en la cantidad del parque automotor en el municipio de Sabaneta, en los últimos 5 años?
a) Si, considero que ha aumentado
b) Considero que se ha mantenido
c) Sí, considero que ha disminuido
d) No he percibido cambios
10. ¿Ha percibido cambios en la cantidad de construcciones civiles en el municipio de Sabaneta, en los últimos 5 años?
a) Si, considero que ha aumentado
b) Considero que se ha mantenido
c) Sí, considero que ha disminuido
d) No he percibido cambios
11. ¿Cree que la calidad del aire del municipio de Sabaneta ha cambiado en los últimos 5 años?
a) Si
b) No
12. Si respondió sí en la anterior pregunta, ¿Cuáles aspectos considera que han influido en el cambio de la calidad del aire del municipio?
a) Aumento parque automotor
b) Aumento poblacional
c) Cambio climático

PERCEPCIÓN SOBRE EL CAMBIO EN LA CALIDAD DEL AIRE EN EL MUNICIPIO DE SABANETA (ANTIOQUIA)	
	e) Aumento de la operación del sector industrial
	d) Aumento de construcciones civiles
13.	¿Considera que los cambios en la calidad del aire han afectado su salud o la de su familia?
	a) Si
	b) No
14.	¿En cuales aspectos ha sido afectada su salud o la de su familia?
	a) Salud respiratoria / afecciones respiratorias
	b) Salud visual / afecciones visuales
	c) Salud cutánea / afecciones de la piel
	c) Otra ¿Cuál?
15.	¿Cuál de las siguientes fuentes considera que afecta más la salud de las personas?
	a) Fuentes móviles
	b) Fuentes fijas

Fuente: Elaboración propia, año 2020.

Es importante aclarar que el entrevistador tomó este formato como guía para realizar la entrevista, como se mencionó en párrafos anteriores, es un cuestionario estructurado con guía, donde el entrevistador dirige la reunión para tratar los mismos temas con todas las personas entrevistadas, esta guía procura un marco de referencia a partir del cual se plantean los temas pertinentes al estudio, además, posibilita un proceso de recolección más sistemático y por lo tanto un mejor manejo de la información. (Bonilla y Rodriguez 1995)

Una vez obtenidos los resultados, fueron presentados a través de la representación gráfica, lo cual fue la base para emitir las conclusiones a las que se llegará en la investigación; además, de ayudar a detectar aquellos aspectos en los cuales existen las fallas y fijar las pautas que vayan a establecer los correctivos pertinentes.

IV. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

4. 1 Identificación de las percepciones de las comunidades afectadas por la calidad del aire y su influencia en la salud pública en el municipio Sabaneta

Para identificar las percepciones de las comunidades afectadas por la calidad del aire y su influencia en la salud pública en el municipio Sabaneta, se realizaron 24 entrevistas a personas conocedoras de la temática propuesta en la investigación, es decir, actores determinantes del sector de la salud, el sector ambiental y ciudadanos residentes que tuvieran afectación directa por la calidad del aire en el municipio de Sabaneta. En el área de la salud se entrevistaron ocho personas, médicos y enfermeras del Hospital Venancio Díaz Díaz y funcionarios de la Secretaria de Salud del municipio de Sabaneta; en el área ambiental se entrevistaron ocho personas, funcionarios de la Secretaria de Medio Ambiente del municipio de Sabaneta y profesionales del sector ambiental; asimismo, se entrevistaron ocho ciudadanos residentes del municipio de Sabaneta entre los cuales habían comerciantes, deportistas, maestros, operarios, profesionales universitarios y transportadores.

En el siguiente cuadro se presenta la conformación de la muestra de las personas a quienes se les realizó la entrevista, número de entrevistados, su profesión y relación con el municipio.

Cuadro 3.

Conformación de la muestra de los actores entrevistados

NÚMERO DE ENTREVISTADOS	PROFESIÓN	RELACION CON EL MUNICIPIO
3	Médicos	Área Salud Pública
2	Enfermeras	
1	Secretario de Salud	
2	Contratistas Secretaria de Salud	
1	Subdirector Planeación Ambiental	Área Medio Ambiente
3	Técnicos Operativos Secretaria Medio Ambiente	
2	Ingenieros Ambiental	
2	Funcionario Secretaria Medio Ambiente	
2	Deportistas	Residentes
1	Comerciantes	
1	Operarios	
1	Profesionales universitarios	
2	Transportadores	
1	Maestros	
TOTAL = 24		

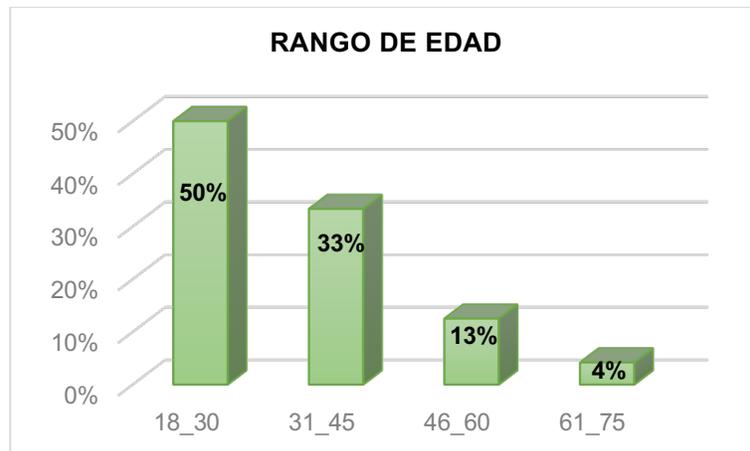
Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de la investigación. (2020)

Una vez aplicado el instrumento de recolección de la información, a través de la entrevista, apoyada en un cuestionario de 15 preguntas de categoría policotómica (cuadro 2), se procedió a realizar el tratamiento correspondiente para el análisis de los mismos, por cuanto la información que arrojará será la indique las conclusiones a las cuales llega la investigación.

4.1.1 Características de los actores entrevistados.

A continuación, se presentan las características socio-económicas de los actores entrevistados para el desarrollo de la investigación:

Gráfica 1. Rango de edad

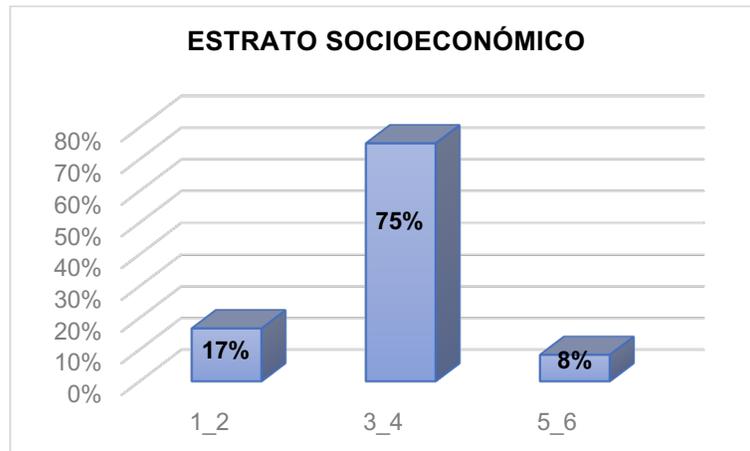


Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de la investigación. (2020)

Para la pregunta número tres, el 50% de los entrevistados se ubican en un rango de edad de 18 a 30 años, para este rango se presenta una frecuencia absoluta de 12; en el rango 31 a 45 años se da una frecuencia absoluta de 8, con un porcentaje de 33%; para el rango de 46 a 60 años fue un porcentaje de 13% y una frecuencia absoluta de 3; en el rango de 61 a 75 se presentó una frecuencia absoluta de 1 y un porcentaje de 4%.

La totalidad (100%) de los entrevistados son mayores de edad, como se acordó en la definición de los criterios de selección de los informantes o entrevistados, los cuales deberían ser mayores de edad, con el propósito de obtener respuestas verídicas y confiables de acuerdo con la temática de la investigación.

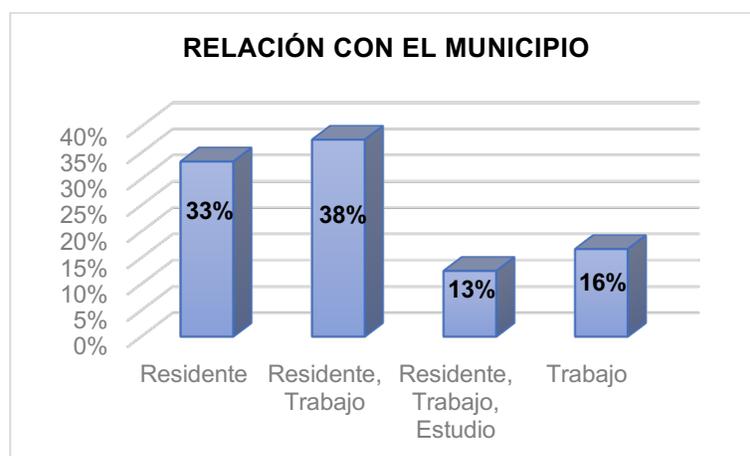
Gráfica 2. Estrato socioeconómico



Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de la investigación. (2020)

Para la pregunta número cuatro, sobre el estrato socioeconómico de los actores entrevistados, la mayor parte de las personas (75%) corresponden a un estrato socioeconómico medio 3 y 4, con una frecuencia absoluta de 18; en el rango estrato socioeconómico bajo 1 y 2 hay un porcentaje de 17% de los entrevistados y una frecuencia absoluta de 4; para el rango estrato socioeconómico alto 5 y 6, se presentó un porcentaje de 8% y una frecuencia absoluta de 2.

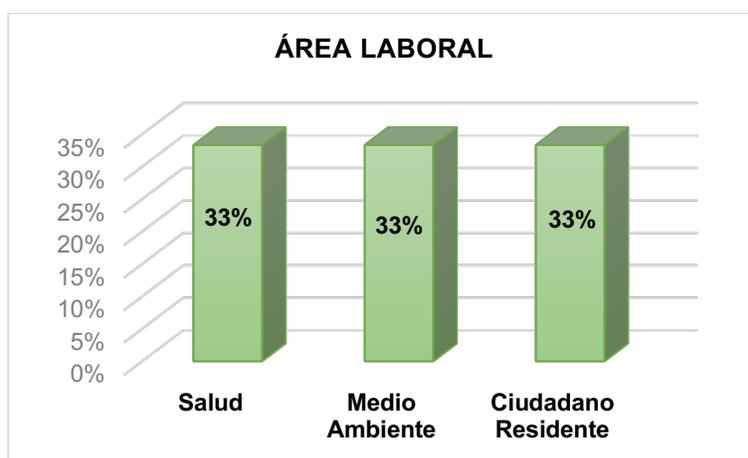
Gráfica 3. Relación con el municipio de Sabaneta



Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de la investigación. (2020)

El 84% de los entrevistados residen en el municipio de Sabaneta, se presenta una frecuencia absoluta de 20; el 67% de los informantes trabajan en el municipio, con una frecuencia absoluta de 16; el 16% no son residentes, pero tienen un vínculo laboral con el sector empresarial y/o servicios del municipio, con una frecuencia absoluta de 4; de todos los entrevistados solo el 13% tiene relación académica con el municipio. Es importante resaltar que uno de los criterios de selección para los entrevistados consistía en que existiera una relación directa entre el informante y el municipio, de tipo laboral, residencial o académico, lo anterior con el objetivo de que la información suministrada por los entrevistados fuera confiable y aportara a la temática de la investigación.

Gráfica 4. Área laboral



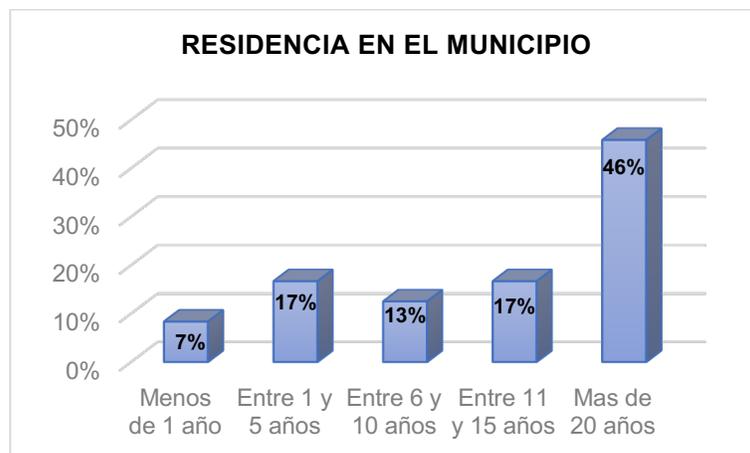
Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de la investigación. (2020)

Para la pregunta número seis, las entrevistas se realizaron a 24 actores claves relacionados con áreas del tema de la investigación, como la salud pública, el medio

ambiente, ciudadanos residentes y no residentes con vínculo laboral en el municipio, entrevistando ocho individuos de cada una de las áreas mencionadas anteriormente.

Teniendo en cuenta que las áreas laborales que tienen una correlación directa con el tema de la investigación son la salud pública, el medio ambiente y los ciudadanos del común, se abordaron a más de 50 personas y se seleccionaron las 24 entrevistas que cumplían este perfil o característica, es perentorio anotar que este criterio de inclusión se especificó en acápite anteriores.

Gráfica 5. Tiempo de residencia en el municipio



Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de la investigación. (2020)

La pregunta número siete presentó que el 7% de los informantes llevan menos de un año viviendo en el municipio, con una frecuencia absoluta de 2; para el rango entre 1 y 5 años de residencia se presentó una frecuencia absoluta de 4 y un porcentaje de 17%; el 13% está en el rango de residencia de 6 a 10 años y su frecuencia absoluta fue 3; para el rango de 11 a 15 años se presentó un porcentaje de 17% y una frecuencia absoluta de 4; finalmente se dio que la mayor parte de los entrevistados han vivido más

de 20 años en el municipio, con un porcentaje del 46% y una frecuencia absoluta de 11.

El 76% de los residentes en el municipio lleva un tiempo mayor a 5 años, tiempo pertinente para evaluar la percepción de los cambios indagados en la investigación, ya que, cuentan con un tiempo referente importante para valorar sus respuestas, específicamente en lo que se refiere al último lustro.

4.1.2 Percepción de cambios en el municipio de Sabaneta.

Para la pregunta número ocho, la percepción de cambios en la cantidad de habitantes en el municipio Sabaneta, el 100% de los entrevistados coincidieron que se ha presentado un aumento significativo en la población en los últimos cinco años, manifestaron que cada año es notorio el incremento de los habitantes, lo cual se demuestra y verifica en sitios públicos como centros comerciales, vías, centros de salud, restaurantes, mercados, etc. Esta percepción de los entrevistados, presenta concordancia frente a lo manifestado por Ortiz Jiménez y Álvarez (2018) quienes expresaron que en los últimos nueve años los habitantes de Sabaneta casi se duplicaron, es decir pasaron de aproximadamente 55.000 en 2009, a 103.217 en 2018.

Asimismo, el Plan Integral de Gestión de Calidad del Aire para el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (PIGECA, 2017), establece que en el crecimiento poblacional del Valle de Aburrá, se destaca la consolidación de una región central conurbada, los municipios que tendrían una mayor tasa de crecimiento serían Envigado (2,1%), Girardota (2%), Bello (1,7%) y Sabaneta (1,5%), generando características de

población predominantemente urbana y densamente poblada, siendo una de las áreas más densamente pobladas de Colombia, con un incremento poblacional del 13% al 2030, con esta concentración en las zonas urbanas, se espera que se presente mayor presión sobre el territorio y por tanto, que se generen más necesidades de desarrollo urbano sustentable.

4.1.2.1 Percepción de cambios cantidad parque automotor.

Acerca, de la pregunta número nueve, la percepción de cambios en la cantidad del parque automotor, el 100% de los entrevistados coincidieron que se ha presentado un aumento considerable en el número de automotores en el último lustro; asimismo, expresaron que las vías del municipio se presentan atestadas de vehículos particulares, camiones de carga, motocicletas, etc. Lo cual es afirmado por Monsalve (2018) quien señala que en el Valle de Aburrá, el parque automotor pasó de 478.000 vehículos en 2005 a 1.347.000 circulando diariamente en la actualidad, de los cuales 637.500 son automóviles, volquetas y buses, y 710.186 son motocicletas.

De acuerdo con la Alcaldía de Sabaneta (2019), el registro histórico del parque automotor del municipio de Sabaneta continúa registrando un aumento en los últimos años, como se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro 4.

Aumento del parque automotor municipio de Sabaneta

PARQUE AUTOMOTOR	Cantidad 2015	Cantidad 2018	PORCENTAJE DE INCREMENTO
Vehículos (Particulares y oficiales)	62.433	71.577	15%
Públicos	16.335	17.298	6%

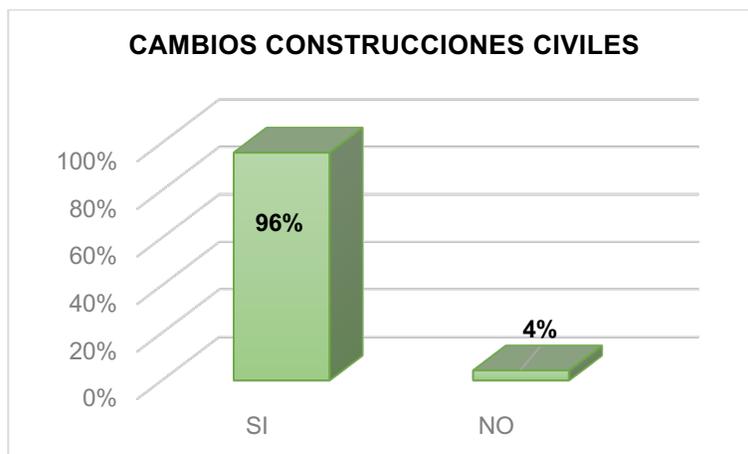
PARQUE AUTOMOTOR	Cantidad 2015	Cantidad 2018	PORCENTAJE DE INCREMENTO
Motocarros	686	1.105	62%
Motos	167.297	235.469	41%

Fuente: Histórico parque automotor municipio de Sabaneta. 2019

Para Toro (2015), en el Valle de Aburrá con el aumento en el nivel de ingresos, las facilidades para adquirir vehículo, las deficiencias en el servicio de transporte público y la expansión sin restricciones de los municipios, el número de automóviles y motocicletas ha crecido cerca del 11% anual en la última década. Dicho incremento se caracteriza por el aumento en las longitudes de viaje y de la densidad de tráfico, lo que genera los consecuentes problemas de congestión, consumo de energía y contaminación atmosférica. Lo anterior corrobora la percepción de los habitantes de Sabaneta sobre el incremento del parque automotor en el municipio.

4.1.2.2 Percepción de cambios en la cantidad de construcciones civiles.

Gráfica 6. Cambios construcciones civiles



Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de la investigación. (2020)

En lo referente a la pregunta número diez, la percepción de cambios en la cantidad de construcciones civiles, la mayor parte de los entrevistados (96%, frecuencia absoluta de 23), coincidieron que se ha presentado un notorio aumento en las construcciones civiles en el periodo 2015 - 2020, es importante aclarar que los informantes se refirieron básicamente al incremento de construcciones de tipo residencial como edificios, unidades residenciales, condominios, etc; el resto de los entrevistados (4%, frecuencia absoluta de 1), consideran que las construcciones en el municipio han permanecido estables y no han incrementado en el último quinquenio.

Dicha percepción tiene concordancia frente a lo expresado por Ortiz Jiménez y Álvarez (2018) quienes afirman que en el periodo de 2009 a 2018, el número de viviendas en el municipio de Sabaneta se incrementó en 45,7 % (en igual periodo subió de 14.367 a 31.373), argumentando que en el municipio existe una calidad de vida considerablemente buena por las reservas naturales que tiene, y por el precio de la vivienda asequible, esto hace tener una acelerada expansión urbana. Asimismo, manifiestan que Sabaneta presentaba hasta hace dos décadas, una dinámica social de un pueblo, pero hoy es un territorio transformado con una urbanización sobre dimensionada que genera desequilibrios en ámbitos prioritarios como los servicios públicos, la movilidad, la vivienda, los recursos naturales y el espacio público. Además, indican que la expansión urbanística continuará, por lo menos, 12 años más.

De acuerdo al Plan de Desarrollo Municipal (2016-2019), esta situación ha conducido a un desarrollo urbanístico desorganizado y anti-estético, que aflige a los ciudadanos, afecta la sostenibilidad, deteriora de la calidad de vida, produciendo un

agotamiento de los terrenos para el equipamiento urbano, dicho crecimiento desmedido e irresponsable de la construcción afecta el medio ambiente, la movilidad, el espacio público, la salud y la educación de los habitantes de Sabaneta.

Para el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (s.f.), en el Valle de Aburrá, se viene presentando un acelerado crecimiento urbano de forma indiscriminada con el pasar de los años, lo cual, a generado un courbanismo creciente en la región, las cifras lo explican todo: los 3 millones 866 mil habitantes que tiene el área metropolitana están ubicados en 1.157 kilómetros cuadrados, cuando Antioquia tiene 6 millones 535 mil habitantes para una extensión de más de 63.600 kilómetros. Eso quiere decir que el 58,5 % de la población del Antioquia está ubicada en el 1,8 % del área del departamento.

4.1.2.3 Percepción de cambios en la calidad del aire.

Acerca, a la pregunta número once, la percepcion de cambios en la calidad del aire, el 100% los entrevistados coincidieron que se ha presentado un cambio en el aire, este, según los informantes se está deteriorado paulatinamente en los últimos cinco años.

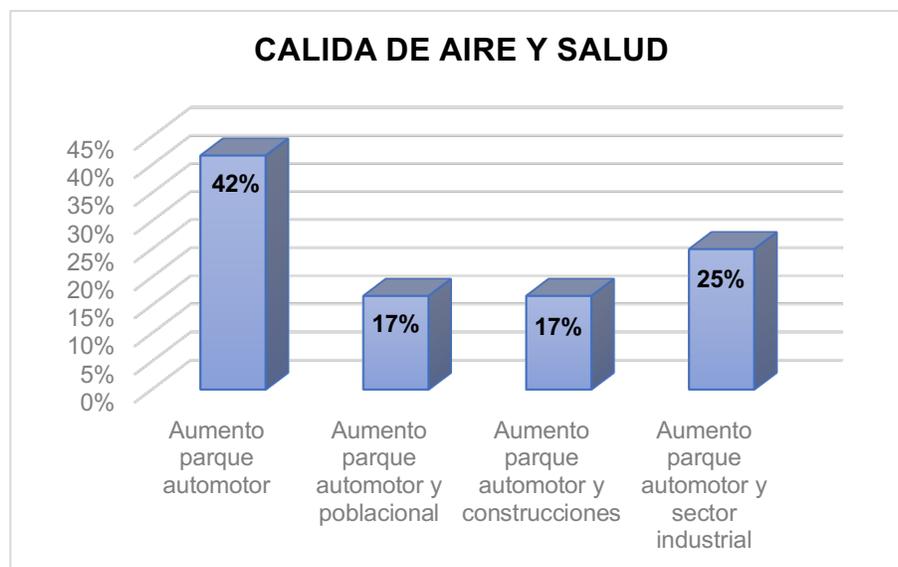
Para Bedoya (2008), estudios realizados por la Universidad Nacional en asocio con el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, han recogido evidencia en relación con la presencia crítica de contaminantes en la atmósfera que recubre a Medellín y a los municipios circunvecinos. Niveles altos de benceno, un disolventearomático de gran toxicidad, se pueden detectar en zonas de alto tráfico vehicular procedente de la combustión de la gasolina. Asimismo, se viene registrando una acidificación creciente

de las lluvias en el Valle de Aburrá, asociadas a la combustión de carbón y derivados del petróleo en los procesos industriales y de transporte.

Según el anuario estadístico de Sabaneta (2015), las principales problemáticas ambientales que afectan al municipio, están representados por la contaminación del aire, contaminación del agua, contaminación por basuras y los conflictos de uso del suelo. Cuando se trata específicamente la calidad del aire, los resultados de la red de monitoreo demuestran que la contaminación por partículas PM_{2.5} es homogénea en el Valle de Aburrá. En todos los sitios donde se monitorea, este contaminante es el responsable de la calidad del aire inadecuada que persiste durante el año. El municipio de Sabaneta ocupa el tercer lugar después de Medellín e Itagüí en emisión de material particulado a la atmosfera.

4.1.2.4 Percepción de aspectos que influyen en el cambio de la calidad del aire.

Gráfica 7. Cambios calidad del aire afectan salud



Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de la investigación. (2020)

En lo referente a la pregunta doce, los principales responsables del cambio en la calidad del aire en el municipio, el 42% de los entrevistados consideran que el aumento en el parque automotor es responsable de esta contaminación, con una frecuencia absoluta de 10; para el 17% de los informantes el aumento poblacional y el aumento en el parque automotor causa este fenómeno, con frecuencia absoluta de 4; el aumento en las construcciones civiles combinado con el aumento en el parque automotor son responsables de la contaminación mencionada (17% y frecuencia absoluta de 4); por último, el 25% expresaron que el aumento en el parque automotor y en el sector industrial tiene un importante nivel de incidencia en el deterioro de la calidad del aire (frecuencia absoluta de 6).

Para Romero (2006), los principales contaminantes con capacidad de afectar la salud de los individuos están los que provienen de emisiones primarias o transformaciones atmosféricas. Los vehículos automotores son la fuente más importante de algunos de estos contaminantes, además, la creciente urbanización y el sector industrial generan un problema crucial la contaminación del aire urbano. Los contaminantes y sus derivados pueden producir efectos adversos a la salud, e interactuar y alterar las moléculas indispensables para los procesos bioquímicos y fisiológicos del cuerpo humano.

4.1.2.5 Percepción de afectación de la salud por cambios en la calidad del aire.

Para la pregunta trece, los cambios en la calidad del aire afectan la salud, el 100% de los entrevistados manifestaron que estos cambios si han afectado su salud y la de

sus familias. Los informantes expresaron han sentido algún tipo de afección en su salud y que esto probablemente se debe a la mala calidad del aire que se está presentando en los últimos años en el municipio.

Para Bedoya (2008), lo preocupante es el nivel de concentración de los contaminantes en el aire, los cuales registran valores muy altos, 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.

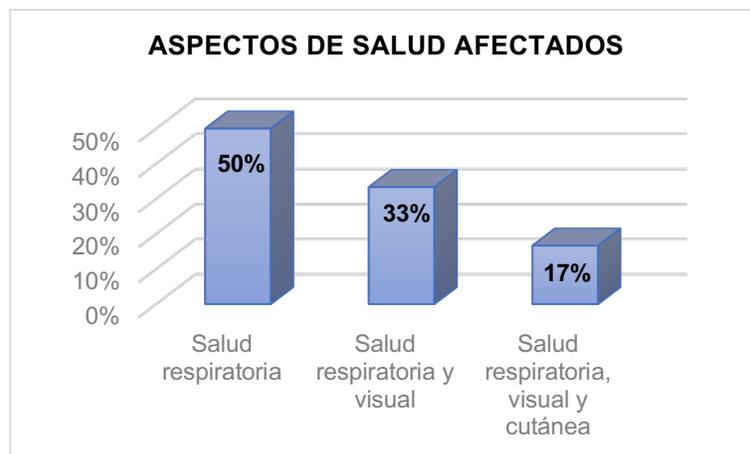
El Plan de Desarrollo Municipal (2016-2019), acota que los sistemas de movilidad con automotores afectan la salud con la contaminación los gases de los motores, la mayoría tóxicos, con potencial cancerígeno que afectan el sistema respiratorio y cardiocirculatorio con irritación de ojos, nariz, garganta, tos, alergias, dolores de cabeza, mareos, etc. Esta contaminación acorta la vida y por esto, las municipalidades deben implementar las medidas que controlen reduzcan la contaminación propiciando medios de desplazamiento y movilización más amigables con el medio ambiente y la salud de la población.

Para el Plan Operacional para enfrentar Episodios de Contaminación Atmosférica en el Área Metropolitana del Vallé de Aburrá (POECA, 2019), la contaminación del aire por material particulado en Medellín y su área metropolitana es alta, para otros contaminantes primarios y secundarios las concentraciones son relativamente bajas, aunque también implican un riesgo para la salud de las personas que viven o trabajan en sitios de alta densidad vehicular e industrial como el municipio de Sabaneta. El material particulado es el contaminante atmosférico que plantea un mayor riesgo para

la salud de los habitantes de Medellín y su área metropolitana, no solamente por su reconocida capacidad para generar enfermedades cardiorrespiratorias, sino también por su tendencia al ascenso y por las altas concentraciones que se alcanzan en un valle geográfico estrecho y poco ventilado como el Valle de Aburrá.

4.1.2.6 Aspectos de salud afectados por cambios en la calidad del aire.

Gráfica 8. Aspectos de salud afectados por el deterioro en la calidad del aire



Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de la investigación. (2020)

Para la pregunta catorce, los aspectos de salud afectados el deterioro en la calidad del aire, el 50% de los entrevistados coinciden que el deterioro en la calidad del aire afecta principalmente la salud respiratoria, con una frecuencia absoluta de 12; no obstante, el 33% refieren que también afecta salud visual, con una frecuencia absoluta de 8; y la salud cutánea afectada en menor medida, con 17% y una frecuencia absoluta de 4. Los profesionales de área de la salud entrevistados manifestaron que en el último lustro se han incrementado notablemente las consultas para afecciones respiratorias.

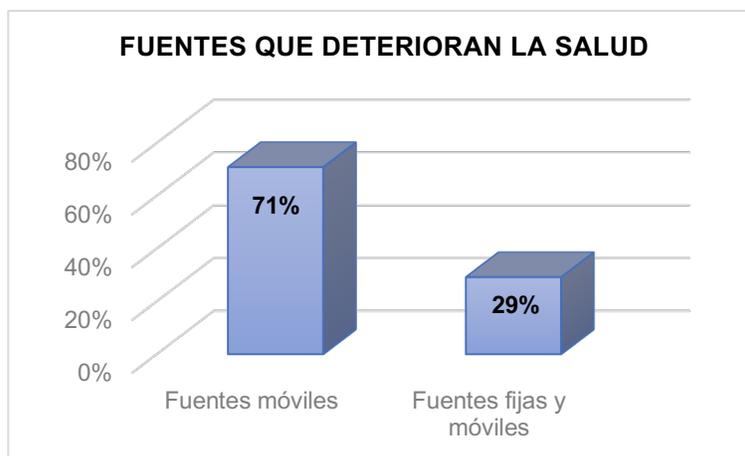
Para Bedoya (2008) los contaminantes criterio generan irritación de las cubiertas orgánicas de la piel, los ojos, la garganta y las fosas nasales de los habitantes de la ciudad, aparte de la erosión y el deterioro corrosivo que se va produciendo en las edificaciones.

Según Romero (2006), “En las últimas décadas se reportan evidencias sobre la asociación entre los contaminantes atmosféricos y el incremento de las consultas de urgencias por enfermedades respiratorias. Los estudios epidemiológicos demuestran que la exposición a diferentes contaminantes ambientales, incluso a niveles por debajo de las normas internacionales, se asocian con un incremento en la incidencia de asma, severidad en el deterioro de la función pulmonar, así como mayor gravedad en la presentación de las enfermedades respiratorias”.

El mismo autor manifiesta que niños de 5 a 7 años de Ciudad de México con asma moderada son afectados por concentraciones de partículas suspendidas menores de 10 micras y en partículas de 2,5 micras en el cual se demostró una fuerte asociación entre los niveles de PM_{10} y el flujo respiratorio máximo, mientras que los síntomas respiratorios fueron asociados tanto a PM_{10} como a ozono. En estudios realizados en Chile se reporta incremento de enfermedades respiratorias agudas asociado fuertemente con los niveles de partículas en suspensión PM_{10} .

4.1.2.7 Fuentes que se perciben de mayor afectación para la salud.

Gráfica 9. Fuentes que influyen en el deterioro de la salud



Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de la investigación. (2020)

Para la pregunta quince, las fuentes que deterioran la salud de los habitantes del municipio de Sabaneta, el concepto de los entrevistados apunta a que son las fuentes móviles las que influyen definitivamente en el deterioro de la salud, el 71% así lo piensan, con una frecuencia absoluta de 17, asimismo, el 29% de los entrevistados (frecuencia absoluta de 7), consideran que no solo son las fuentes móviles, para ellos las fuentes fijas especialmente las industrias aportan a dicho deterioro.

Según Romero (2006), las sustancias en las emisiones vehiculares pueden provocar efectos inflamatorios irritativos en el aparato respiratorio; las principales son: nitrógeno, ozono, oxidantes fotoquímicos, bióxido de azufre y las partículas. En estudios realizados en Estados Unidos y Europa se demostró que la concentración media anual de las partículas totales estuvo significativamente asociada con la prevalencia de tos y

bronquitis en niños escolares, y fue más fuerte en aquellos niños con diagnóstico de asma.

Así entonces, los habitantes del municipio de Sabaneta perciben en un 100% que la calidad del aire en la región se ha deteriorado considerablemente debido al aumento en la cantidad de la población, el parque automotor, y otros cambios de menor impacto como las construcciones civiles. Tanto los residentes como las personas que solo tienen un vínculo laboral en el Municipio perciben un cambio en la calidad del aire que afecta su salud.

4.2 Relación entre la calidad del aire y la incidencia en eventos de interés en salud pública originados por los contaminantes criterio en el municipio de Sabaneta

La contaminación ambiental afecta elementos fundamentales en nuestro diario vivir como, el aire que respiramos, el agua que bebemos y los alimentos que consumimos; es claro que la calidad general de nuestro ambiente circundante podría poner en riesgo nuestra salud y bienestar. La contaminación del aire podría tener impactos negativos sobre la salud pública cuando su concentración alcanza niveles significativos, como los presentados en los últimos años en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá y específicamente en el municipio de Sabaneta.

Luego de realizar un análisis bibliográfico y documental se presentan los argumentos o razones que establecen una relación entre la calidad del aire en el municipio de Sabaneta y su incidencia en eventos de interés en salud pública originados por los contaminantes criterio.

4.2.1 Condiciones que inciden la calidad del aire para el municipio Sabaneta.

Las condiciones que inciden en el deterioro de la calidad del aire en el municipio Sabaneta son señaladas por Calidad de Aire en el Valle de Aburrá (s.f.):

- Acelerado crecimiento urbano en el municipio de Sabaneta. El Área Metropolitana de Valle de Aburrá, es una región conurbada y urbanizada de forma indiscriminada con el pasar de los años, genera emisiones de contaminantes resultado de actividades humanas en masa como el transporte automotor y la producción industrial. Según Ortiz Jiménez y Álvarez (2018) los habitantes de Sabaneta se pasaron de 54.595 en el año 2009, a 103.217 en el año 2018; asimismo, el número de viviendas se incrementó en 45,7 % en igual lapso.

Otro aspecto que influye negativamente según Esfera Viva (2018) es que “El parque automotor es el responsable del 79 % de las emisiones contaminantes, y ha crecido 182 % pasando de 478.000 vehículos en 2005 a 1.347.000 en 2015”.

- Geografía y condición morfológica del municipio de Sabaneta. Las condiciones geográficas y climáticas del municipio afectan la dispersión de los gases y de las partículas generadas por la industria, el transporte y la residencia. Además, está demostrado que la ubicación de una gran urbe dentro de un valle o cadena de montañas puede tener un efecto negativo sobre la dispersión de contaminantes, caso del Valle de Aburrá, cuyos municipios están asentados en un valle estrecho, rodeado de altas montañas que impiden la circulación del viento.

- Clima y condiciones meteorológicas del municipio de Sabaneta. La condición meteorológica sumada a la topografía condiciona la concentración de contaminantes atmosféricos. En este campo se encuentran la temperatura ambiental, la humedad, la

pluviosidad, la velocidad y la dirección del viento, la estabilidad atmosférica, las presiones atmosféricas y la altura sobre el nivel del mar. En lo local, la condición meteorológica del Valle de Aburrá, propia de una región tropical, favorece la ventilación escasa y la formación de nubes a baja altura, lo que evita la dispersión de los contaminantes en capas superiores de la atmósfera. Asimismo, los vientos en el Valle de Aburrá tienen una dirección de norte a sur y actúan dispersando los contaminantes criterio hacia el centro y el sur del valle; Sabaneta por su posición geográfica (extremo sur del Área Metropolitana del Valle de Aburrá), está en eminente riesgo de contaminación por la exposición continua a los contaminantes criterio generados en todo el valle.

Finalmente Esfera Viva (2018) argumenta que, en los meses de marzo y noviembre hay un cambio entre la temporada seca y la de lluvias, en la cual ocurre la formación de nubes de baja altura que dejan atrapados los contaminantes, y solo se dispersan cuando hay radiación solar”.

4.2.2 Monitoreo de la Calidad del Aire en el municipio Sabaneta.

Antes de presentar los valores de la calidad del aire, se registran algunos conceptos relacionados con con el monitoreo de la calidad del aire en el municipio de Sabaneta:

Monitoreo de la calidad del aire, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la República de Colombia (2013), manifiesta que: “El monitoreo es el proceso periódico de recopilación de datos relativos a la visión de cada línea, los objetivos, metas, y actividades. Incluye las necesidades de información, indicadores, métodos,

escala espacial, lugares, plazo, los roles y responsabilidades para la recolección de datos. Los planes de monitoreo deben ser diseñados y ejecutados por el Nodo Regional de Cambio Climático (NRCC)”. (p.24)

El Municipio Sabaneta, forma parte del Nodo A3 Antioquia, Los Nodos Regionales de Cambio Climático (NRCC) “Son instancias interinstitucionales nacionales, regionales, departamentales, locales e interdisciplinarias de trabajo que promueven acciones de adaptación al cambio climático y mitigación de las emisiones nacionales de gases efecto invernadero que concuerden con los planes y estrategias nacionales [...]”

(p. 4) Sus funciones consisten en:

- Contribuir a la formulación, promoción, articulación y desarrollo de políticas, planes, estrategias y proyectos locales y regionales que promuevan el desarrollo del territorio teniendo en cuenta las variables del cambio climático. De esta manera buscan por un lado reducir la vulnerabilidad del territorio y aumentar su capacidad de adaptación y mitigan los gases efecto invernadero.
- Facilitar la coordinación interinstitucional y la articulación de instancias locales y regionales en materia de cambio climático.
- Promover la participación de actores locales y regionales en el desarrollo de los procesos de cambio climático.
- Desarrollar canales de comunicación entre los niveles nacional, regional y local.

Índice de la Calidad del Aire, se utiliza para medir la calidad del aire, este indica:

El ICA es un índice para la notificación diaria de la calidad del aire que va en una escala de 0 a 500 (para el Valle de Aburrá el ICA va hasta 300). Su función principal es

mantenerse informado sobre la calidad del aire, en escalas que sean comprensibles, señalando el grado de pureza o contaminación atmosférica para prevenir los efectos que tiene para tu salud.

Este índice interpreta los niveles de las concentraciones registradas en la región metropolitana, a través de una amplia red de monitoreo, lo cual permite calcular un valor del índice diario para cada contaminante. El valor del ICA más alto, es el que se reporta para ese día. Cuanto más alto es el valor del ICA, mayor es el nivel de contaminación atmosférica y las repercusiones en tu salud.

En Colombia hemos adoptado el ICA de la EPA - Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos -, y mide los siguientes contaminantes:

- Monóxido de carbono
- Dióxido de azufre
- Dióxido de nitrógeno
- Material particulado menor a 10 micrómetros
- Material particulado menor a 2.5 micrómetros
- Ozono troposférico

Los datos sobre el ICA pueden presentarse de dos maneras: En una escala adimensional (con valores que van de 0-500) o en concentraciones ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

El monitoreo de la calidad del aire en el Municipio Sabaneta, se lleva a cabo a través de un estación urbana, la cual es una estación, clasificada por la Universidad Nacional de Colombia (2016) para: “Área totalmente urbanizada. Un área edificada no estará mezclada con áreas no urbanizadas, con la excepción de los parques urbanos” (p.4) de

Tendencia Mesoescala, es decir de mediana escala debido a que se encuentra a una altura superior a los 15 m sobre el nivel del suelo. Este municipio cuenta con un equipo semiautomático Hi-Vol, y está ubicada en el Centro Administrativo Municipal.

Los máximos permisibles para contaminantes criterio están establecidos en el Artículo 2 de la Resolución 2254 de 2017, estos límites permiten al monitorear las concentraciones en la atmósfera de los contaminantes permiten la toma de decisiones de prevención y remediación, por parte de las autoridades. A continuación, se muestran los niveles permisibles de los contaminantes, con base al tiempo de exposición.

Cuadro 5.

Niveles permisibles de contaminantes criterio en el aire

CONTAMINANTE	Nivel Máximo Permissible ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Tiempo de Exposición
PM₁₀	50	Anual
	100	24 horas
PM_{2,5}	25	Anual
	50	24 horas
SO₂	50	24 horas
	100	1 hora
NO₂	60	Anual
	200	1 hora
O₃	100	8 horas
CO	5.000	8 horas
	35.000	1 hora

Fuente: Tomado del Artículo 2 de la Resolución 2254 de 2017.

Cuadro 6.

Niveles máximos permisibles de contaminantes tóxicos en el aire

CONTAMINANTES TÓXICOS	Nivel Máximo Permissible ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Tiempo de Exposición
Benceno	5	Anual
Plomo y sus compuestos	0,5	Anual
Cadmio	0,005	Anual
Mercurio inorgánico (vapores)	1	Anual
Tolueno	260	1 semana
	1000	30 minutos
Níquel y sus compuestos	0,180	Anual
Hidrocarburos aromáticos policíclicos expresados como Benzo (a) pireno	0,001	Anual

Fuente: Tomado del Artículo 4 de la Resolución 2254 de 2017.

Niveles de prevención, alerta o emergencia, son los rangos de concentración y el tiempo de exposición bajo la cuales se deben declarar por parte de las autoridades ambientales competentes los niveles de prevención, alerta o emergencia, se establecen en el cuadro 7:

Cuadro 7.

Niveles de Prevención, Alerta o Emergencia

CONTAMINANTE	Tiempo de Exposición	Prevención	Alerta	Emergencia
PM ₁₀	24 horas	155-254	255-354	≥ 355
PM _{2,5}	2 horas	38-55	56-150	≥ 151
O ₃	8 horas	139-167	168-207	≥ 208
SO ₂	1 hora	198-486	487-797	≥ 798
NO ₂	1 hora	190-677	678-1221	≥ 1222
CO	8 horas	10820-14254	14255-17688	≥ 17689

Fuente: Tomado del Artículo 10 de la Resolución 2254 de 2017.

Interpretación del Índice de Calidad del Aire, el Índice de Calidad del Aire (ICA) utiliza colores, números y conceptos para que puedas conocer las condiciones de la calidad del aire en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá y tengas en cuenta cuáles pueden ser sus efectos en tu salud.

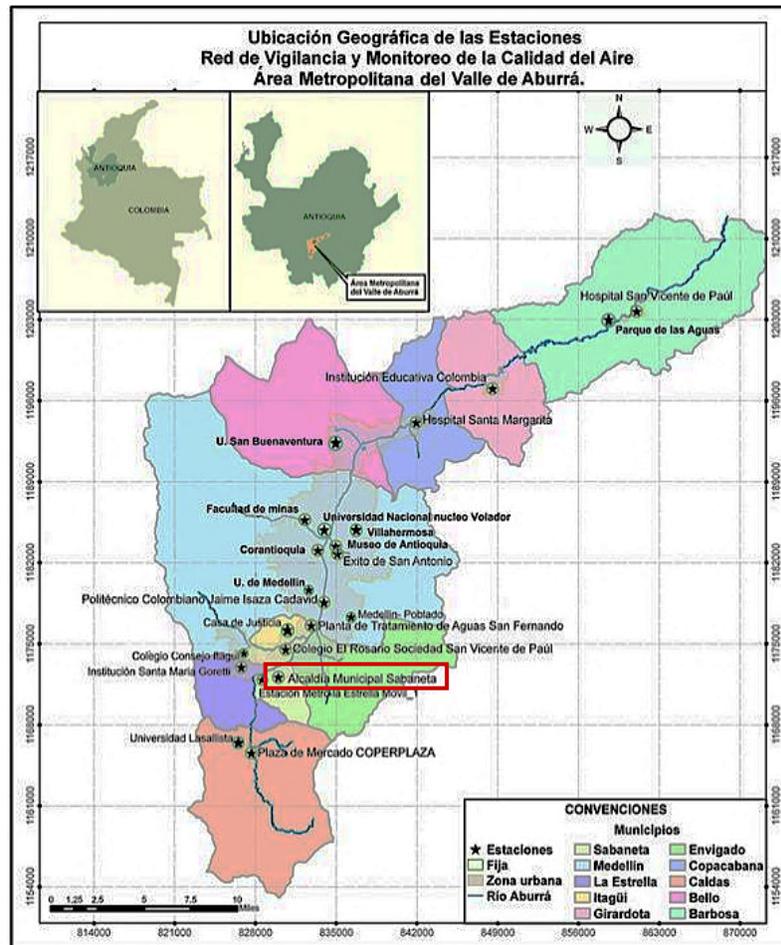
Figura 8. Clasificación del Índice de Calidad del Aire



Fuente: Tomado de Calidad del Aire en el Valle de Aburrá (s.f.). ¿Qué es el Índice de Calidad del Aire (ICA)?

Estaciones de monitoreo, el Sistema de Alerta Temprana de Medellín y el Valle de Aburrá (SIATA, 2020), cuenta con una red de monitoreo de calidad de aire, con 32 puntos de monitoreo, para el monitoreo de contaminantes, como ozono O₃, óxidos de nitrógeno, monóxido de Carbono CO, material particulado PM₁₀, Pm_{2.5}. El municipio de Sabaneta cuenta con dos estaciones de monitoreo, la estación fija urbana SAB-CAMS (Sabaneta, Centro Administrativo Municipal), y la estación móvil - urbana industrial EST-METRO (Estación La Estrella Metro de Medellín). La ubicación geográfica de la estación de monitoreo fija urbana de Sabaneta se presenta en la siguiente figura:

Figura 9. Ubicación geográfica de la estación de monitoreo de Sabaneta



Fuente: Fuente: Universidad Nacional de Colombia (2015), p. 23.

En general, las estaciones de monitoreo tienen el objetivo de identificar fuentes de emisión, soportar investigaciones en salud ambiental y sus efectos sobre el clima, las autoridades ambientales competentes podrán monitorear las concentraciones en la atmósfera de carbono negro y otros contaminantes climáticos. Los resultados que se generen por parte de las autoridades ambientales deberán reportarse al Subsistema de Información sobre Calidad del Aire (SISAIRE).

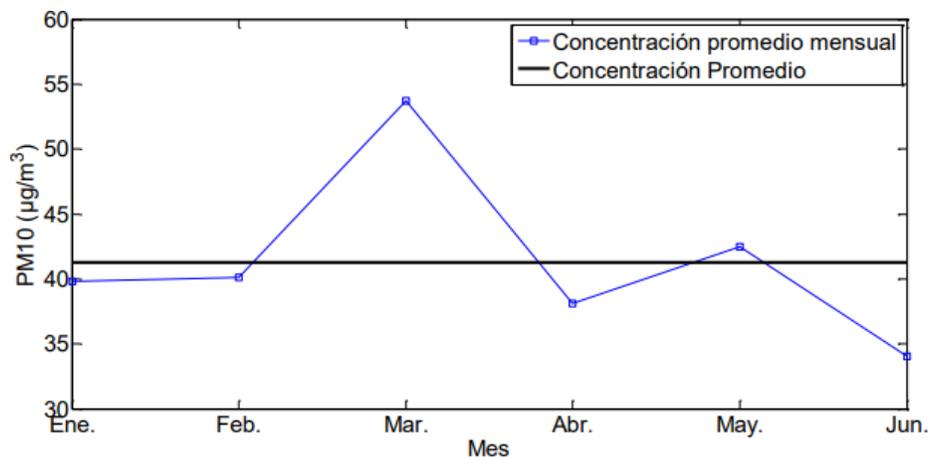
4.2.3 Calidad del aire del Municipio de Sabaneta.

Para indicar la calidad del aire del Municipio de Sabaneta, se considerará las mediciones del material fino de metales pesados y otros químicos suspendido en el aire; que por su tamaño y composición son adversos para la salud.

Material Particulado Respirable (PM₁₀) año 2015, para el material suspendido de tamaño 0,01 mm, es decir PM₁₀, se tuvieron las siguientes mediciones en un periodo del año 2015:

La figura 10 presenta el comportamiento mensual de las concentraciones de material particulado respirable PM₁₀ obtenidas en el período enero - junio de 2015 en la estación SAB-CAMS (Sabaneta, Centro Administrativo Municipal).

Figura 10. Concentraciones promedio mensuales de PM₁₀ en el período enero-junio de 2015.



Fuente: Universidad Nacional de Colombia (2015), p. 21.

Adicionalmente, en el cuadro 8 se presentan los valores de las concentraciones promedio así como las concentraciones máximas diarias obtenidas en cada mes en esta estación.

Cuadro 8.

Concentración promedio mensual y concentraciones máximas y mínima mensual de PM₁₀ en el período enero – junio de 2015.

Mes	Concentración Promedio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentración Máxima ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Enero	39,8	46,1
Febrero	40,1	55,5
Marzo	53,7	68,1
Abril	38,1	47,8
Mayo	42,5	53,9
Junio	34,0	43,7

Fuente: Universidad Nacional de Colombia (2015), p. 21.

Para UNAL (2015), la concentración promedio de PM₁₀ para el período enero - junio 2015 en esta estación fue de 41,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Por otra parte, la concentración diaria máxima registrada en esta estación, igual a 68,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ permite concluir que no se presentaron excedencias de la norma diaria colombiana (100,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) en el período de registro.

En cuanto al ICA acumulado, en el cuadro 9 se presenta la variación en el comportamiento del índice de calidad del aire para la estación SAB-CAMS durante el período enero - junio de 2015 y se reporta, el número de días y el porcentaje respectivo para cada categoría de calidad del aire obtenida. Según los resultados presentados, de los muestreos realizados durante el período enero – junio, el 90,9 % (50 días) tuvieron

calidad de aire “Buena”, mientras que el 9,1 % (5 días) tuvieron calidad de aire “Moderada”.

Cuadro 9.

Categoría de calidad del aire obtenida en la estación SAB-CAMS en el periodo enero - junio de 2015.

CALIDAD ATMOSFÉRICA			
Buena		Moderada	
Días	%	Días	%
50	90,9	5	9,1

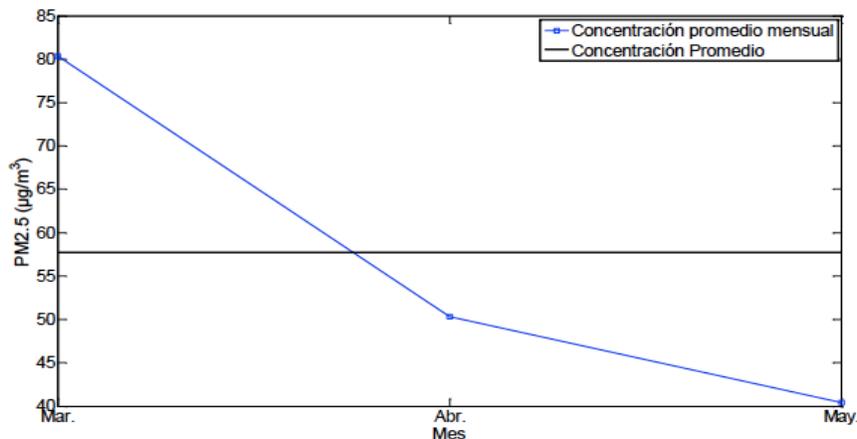
Fuente: Universidad Nacional de Colombia (2015), p. 23.

Material Particulado Respirable (PM_{2.5}) año 2016, según el IDEAM (2016), en el mes de marzo de 2016 se declaró una contingencia atmosférica debido a que detectó a partir de las mediciones realizadas por la red de monitoreo de calidad del aire del Valle de Aburrá, un incremento significativo de las concentraciones diarias de partículas finas (PM_{2.5}) en todas las estaciones donde se hace seguimiento del contaminante, generando un Índice de Calidad del Aire “Dañino a la salud de la población”, la mayor parte del mes de marzo. Dicha contingencia se dividió en las siguientes etapas:

- Etapa 1, del 5 al 17 de marzo: corresponde al inicio de la contingencia donde se tuvieron los valores más críticos de contaminación (color rojo – ICA dañino para la salud).

- Etapa 2, del 18 al 24 de marzo: corresponde al período de la Semana Santa, en donde además de la reducción de la movilidad, las condiciones meteorológicas fueron favorables para la dispersión de contaminantes.
- Etapa 3, del 25 de marzo al 3 de abril: se presentan condiciones meteorológicas desfavorables y nuevamente los registros de todas las estaciones determinan ICA dañino para la salud.
- Etapa 4, del 4 al 16 de abril: se declara el final de la contingencia; los valores del ICA cambian a un estado moderado (en algunos casos dañinos para grupos sensibles), lo cual se atribuye a la consolidación de la temporada de lluvias.

Figura 11. Concentraciones promedio mensuales de PM2.5 en la estación EST-METR en el periodo marzo – mayo de 2016.



Fuente: Universidad Nacional de Colombia (2016), p. 25.

En el cuadro 10 se presentan los valores de las concentraciones promedio así como las concentraciones máximas diarias obtenidas en cada mes en esta estación.

Cuadro 10.

Concentración promedio mensual y concentraciones máximas y mínima mensual de PM_{2,5} en el período enero – junio de 2016.

Mes	Concentración Promedio (µg/m ³)	Concentración Máxima (µg/m ³)
Marzo	80	118
Abril	50	70
Mayo	40	58

Fuente: Universidad Nacional de Colombia (2016), p. 26.

Para la UNAL (2016), en el periodo mayo - mayo de 2016, la concentración promedio de PM_{2.5} en esta estación fue igual a 56,7 µg/m³. La máxima concentración promedio mensual se presentó en el mes de marzo con un valor igual a 80 µg/m³, de igual manera en este mismo mes se presentó la máxima concentración diaria igual a 118 µg/m³.

Cuadro 11.

Categoría de calidad del aire obtenida en la estación EST-METR en el periodo enero - mayo de 2016

CALIDAD ATMOSFÉRICA							
Buena		Moderada		Dañina para Grupos Sensibles		Dañina a la Salud	
Días	%	Días	%	Días	%	Días	%
6	4,7	11	8,7	56	44,1	54	42,5

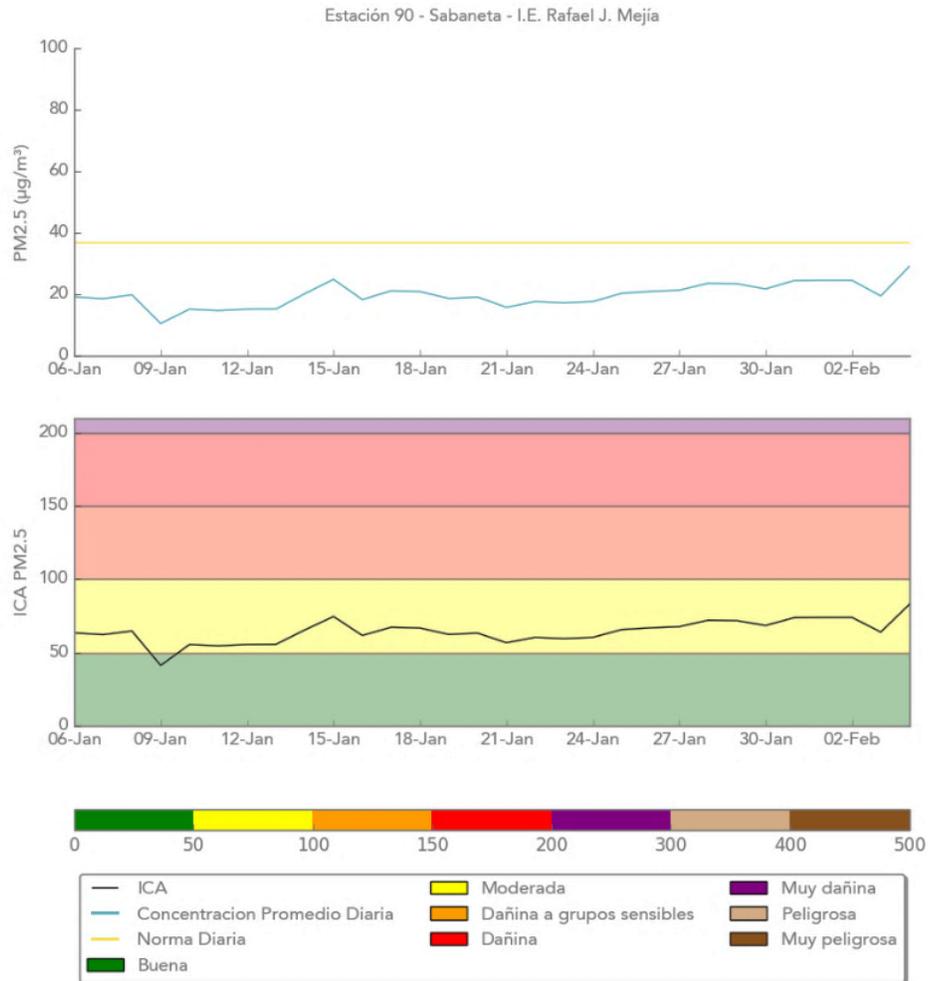
Fuente: Universidad Nacional de Colombia (2016), p. 32.

Durante el periodo enero – mayo, 54 días presentaron calidad de aire “Dañina a la salud”, 56 días presentaron calidad de aire “Dañina para Grupos Sensibles”, 11 días presentaron calidad de aire “Moderada”, y 6 días presentaron calidad de aire “Buena”. Cabe anotar que en la estación EST-METR el contaminante crítico fue el 95,3 % del tiempo el material particulado $PM_{2.5}$ y el 4,7 % restante fue el (CO) monóxido de carbono. (UNAL, 2016)

Dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre año 2016, UNAL (2016) se refiere que durante el periodo enero – mayo de 2016 las concentraciones de dióxido de nitrógeno, NO_2 , monitoreadas en las estaciones de la Red de Calidad del Aire del Valle de Aburrá, no superaron la norma diaria colombiana ($150 \mu g/m^3$), en ninguna de las estaciones de la Red de Monitoreo. Asimismo, ocurrió con al considerar los resultados correspondientes a los niveles de SO_2 , estos tampoco sobrepasaron los valores de concentración establecidos.

Material Particulado Respirable ($PM_{2.5}$) año 2019, de acuerdo al Sistema de Alerta Temprana de Medellín y el Valle de Aburrá (SIATA, 2019), en el mes de enero de 2019 las particula $PM_{2.5}$ en la estación Sabaneta se registró valores no superiores a los $40 \mu g/m^3$, como se observa en la figura 12, no obstante, el Índice de Calidad de Aire (ICA) estuvo estable pero por encima de 50, es decir moderado, color amarillo, (excepto el 9 de enero, que presentó menor valor, pasando a color verde).

Figura 12. Material Particulado 2,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Mes de enero 2019. Estación #90 - Sabaneta - I.E. Rafael J. Mejía

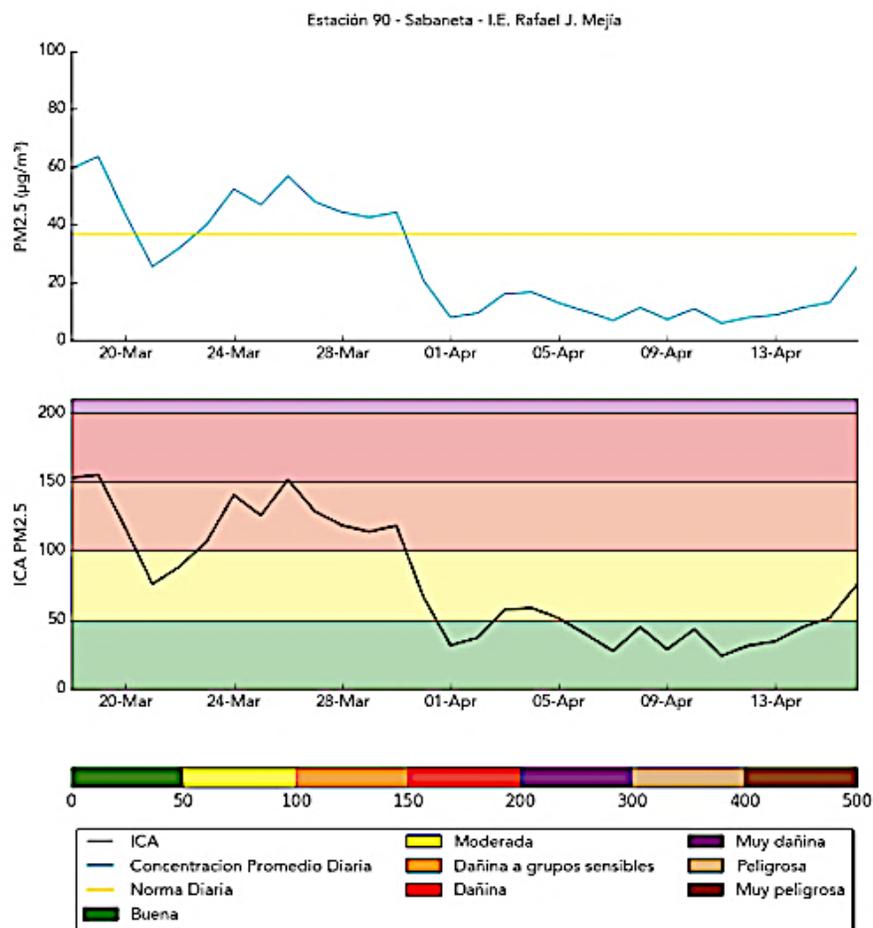


Fuente: Información en tiempo real del Municipio Sabaneta, proveniente de https://siata.gov.co/siata_nuevo/ (2019)

Material Particulado Respirable ($\text{PM}_{2,5}$) año 2020, de acuerdo al Sistema de Alerta Temprana de Medellín y el Valle de Aburrá (SIATA, 2020), en el mes de marzo - abril de 2020 las partícula $\text{PM}_{2,5}$ en la estación Sabaneta se registró un comportamiento inestable con valores superiores a los $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, como se observa en la figura 13,

asimismo, el Índice de Calidad de Aire (ICA) presentó comportamiento inestable, fluctuando en valores menores a 50 y mayores a 150, y pasando de estados de buena, moderada, dañina a grupos sensibles y dañina (colores verde, amarillo, naranja y rojo).

Figura 13. Material Particulado 2,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Mes de marzo - abril 2020. Estación #90 - Sabaneta - I.E. Rafael J. Mejía



Fuente: Información en tiempo real del Municipio Sabaneta, proveniente de https://siata.gov.co/siata_nuevo/ (2020)

Grupos sensibles ante la contaminación, La contaminación atmosférica puede ocasionar riesgos para la salud de la población, especialmente a personas con condiciones que los hacen más vulnerables a los contaminantes en el aire, entre los cuales tenemos:

- Personas con enfermedades respiratorias como el asma.
- Personas con enfermedades cardíacas.
- Niños y adolescentes.
- Adultos mayores.
- Mujeres embarazadas.
- Personas que practican actividades y deporte al aire libre.

En la interpretación del ICA se encuentran las recomendaciones y medidas especiales para quienes pertenecen a estos grupos (Figura 14).

Figura 14. Recomendaciones y medidas especiales según la interpretación del ICA

Color	Categoría	Mensaje para la salud	Significado	Recomendaciones
	Buena	Sin riesgo	La calidad del aire es satisfactoria y existe poco o ningún riesgo para la salud.	Se puede realizar cualquier actividad al aire libre.
	Regular	Moderado	La calidad del aire es aceptable, sin embargo, en el caso de algunos contaminantes, las personas que parte de los grupos sensibles pueden presentar síntomas moderados.	Los grupos sensibles deben considerar limitar los esfuerzos prolongados al aire libre.
	Mala	Dañino para los grupos sensibles	Quienes pertenecen a los grupos sensibles pueden experimentar efectos en la salud. El público en general usualmente no es afectado.	Los grupos sensibles deben limitar los esfuerzos prolongados al aire libre.
	Muy mal	Dañino para la salud	Todos pueden experimentar efectos en la salud. Quienes pertenecen a los grupos sensibles pueden experimentar efectos graves en la salud.	Los grupos sensibles deben evitar el esfuerzo prolongado al aire libre. La población en general debe limitar el esfuerzo prolongado al aire libre.
	Extremadamente mala	Muy dañino para la salud	Representa una condición de emergencia. Toda la población tiene probabilidades de ser afectada.	La población en general debe suspender los esfuerzos al aire libre.

Fuente: Tomado de Calidad del Aire en el Valle de Aburrá (s.f.). ¿Qué es el Índice de Calidad del Aire (ICA)?

Relación entre la calidad del aire en el Municipio de Sabaneta, y la incidencia eventos de interés en salud pública originados por la contaminación, en cuanto a las tendencias de los contaminantes analizados en los anteriores párrafos, los que presentaron mayor preocupación fueron en su orden el PM_{2.5} y el PM₁₀. Las concentraciones de este material particulado excedieron frecuentemente los límites máximos permisibles establecidos en la Resolución 610 de 2010; adicionalmente, los resultados del cálculo del Índice de Calidad del Aire evidenciaron que representan los mayores riesgos de afectación a la salud de la población. Las tendencias del Índice de Calidad del Aire (ICA) muestran afectaciones importantes a la salud al entrar en las categorías “Dañina a la Salud para Grupos Sensibles” y “Dañina a la salud”.

Lo anterior corrobora lo presentado por el Anuario Estadístico del municipio de Sabaneta (2015), expresando que la contaminación del aire en el municipio de Sabaneta es alta, lo cual, está generando consecuencias indeseables en la salud de los habitantes del municipio, de acuerdo con el departamento de estadísticas del Hospital Venancio Díaz Díaz, un 18% de las consultas en este centro hospitalario obedecen a enfermedades de tipo respiratorio.

Diestra (2017), confirma que la contaminación atmosférica urbana aumenta el riesgo de padecer enfermedades respiratorias agudas y crónicas como la neumonía, como el cáncer del pulmón y las enfermedades cardiovasculares, afectando a diferentes grupos de personas, produciendo los efectos más graves 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 fenómeno.

El Departamento Nacional de Planeación (2018) señala que las enfermedades vehiculizadas por el aire se consideran eventos de interés en salud pública, afirmando que a nivel mundial 4,2 millones de muertes se asociaron con la contaminación del aire en 2015. Las causas se distribuyen así:

- Cardiopatía isquémica (40%)
- Accidente cerebrovascular (40%)
- Neumopatía obstructiva crónica (11%)
- Cáncer de pulmón (6%)
- Infección aguda de las vías respiratorias en niños (3%)

Asimismo, El Instituto Nacional de Salud (2018), en un análisis por factor de riesgo y enfermedad, observa que en la enfermedad isquémica cardíaca (EIC) la fracción atribuible a $PM_{2,5}$, para la carga total de esta enfermedad es de 15,8% a nivel nacional, con los valores más altos en Quindío, Córdoba y Antioquia que presentan cifras por encima del 17%. En el caso de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), $PM_{2,5}$ reporta una fracción atribuible de 17,5% con valores de 19,4% en Quindío, Risaralda, Bogotá, Córdoba y Santander, mientras que Ozono alcanza una fracción atribuible de 5,6%.

Para el IDEAM (2016), las concentraciones más altas de $PM_{2,5}$ fueron observadas en las estaciones del Valle de Aburrá, la ciudad de Bogotá, específicamente en su zona suroccidental y la Zona Minera del Departamento del Cesar (sector de Plan Bonito), presentándose en algunos años excedencias al correspondiente límite máximo

permisible; en cuanto al número de días que exceden el límite diario, las estaciones de estas jurisdicciones también se destacan por tener los valores más altos. Finalmente, en cuanto al análisis comparativo entre material particulado y casos de Infecciones Respiratorias Agudas (IRA) se evidenció para las zonas estudiadas la influencia de la contaminación en la afectación de la salud de la población.

Según lo arrojado por el SIATA, en sus mediciones constantes en el último lustro, el índice de calidad del aire en el municipio Sabaneta y en general en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá presenta un deterioro moderado, dado principalmente por los materiales particulados PM_{10} y $PM_{2,5}$, perjudicando a los grupos sensibles y fundamentalmente a las personas con afecciones respiratorias y cardiovasculares representando una pérdida de calidad de vida para ellos.

En este sentido deben tomarse medidas para lograr una buena calidad del aire y que todos los habitantes del municipio de Sabaneta gocen de una calidad de vida mayor.

V. CONCLUSIONES

El 100% de las personas entrevistadas en el municipio de Sabaneta perciben que en el último lustro la contaminación atmosférica en el municipio ha avanzado significativamente, la razón fundamental son los contaminantes criterio liberados en grandes cantidades por fuentes móviles (aproximadamente el 80%) y fuentes fijas (los municipios con mayor densidad industrial son Medellín, Itagüí y Sabaneta), que afectan básicamente la salud de los habitantes, el diagnóstico de la condición de calidad del aire en el municipio presentado por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá es contundente en describir la gravedad del problema y sus implicaciones, de acuerdo al Sistema de Alerta Temprana de Medellín y el Valle de Aburrá, los niveles en la estación de monitoreo del municipio de Sabaneta, según el Índice de la Calidad del Aire (ICA), se mantienen en amarillo (moderado), pasando a naranja (dañino / grupos sensibles) y rojo (dañino para la salud), principalmente en los meses de marzo y octubre donde se presenta la más crítica la situación de año.

Los centros urbanos como el municipio de Sabaneta enfrentan problemáticas de salud pública como consecuencia de la exposición de sus habitantes a contaminantes criterio, la dinámica de crecimiento poblacional, del parque automotor y la actividad industrial son percibidas por la población del municipio de Sabaneta como factores principales que influyen en el deterioro de la calidad del aire y por tanto en su salud y la de sus familiares. Los Índices de Calidad del Aire que se presentan en el territorio

alertan sobre la salud para las personas que se exponen largos periodos de tiempo (residentes) a estos contaminantes, El 100% de los actores relacionados con el gremio de la salud del municipio coinciden que la contaminación del aire en los últimos cinco años ha afectado sistemáticamente la población del municipio específicamente en su salud respiratoria, de acuerdo al departamento de estadísticas del Hospital Venancio Díaz Díaz, que establece que un 18% de las consultas en este centro hospitalario obedecen a enfermedades de tipo respiratorio cargadas al deterioro en la calidad del aire que respiran los habitantes del municipio.

Los lineamientos de control (como los planteados en acápite anteriores) son perentorios para minimizar la emisión de contaminantes criterio en el municipio de Sabaneta, estas directrices o lineamientos deben ser estudiados y priorizados por las entidades públicas, privadas y académicas, con el fin de afrontar los desafíos medio ambientales a los que se enfrenta actualmente el municipio de Sabaneta, asimismo, es importante resaltar que los municipios pertenecientes al área metropolitana del Valle de Aburra son avizorados como territorios modelo de iniciativas de procesos sostenibles.

De acuerdo la medición realizada, todos los grupos poblacionales sin distinción de estratificación socioeconómica o área laboral en la que se desempeña, perciben que la calidad del aire en el Municipio de Sabaneta ha sufrido cambios importantes ocasionados en su mayoría por aumentos de población, en las construcciones civiles o parque automotor; sin embargo el desconocimiento de los habitantes frente a los factores críticos que realmente afectan el ambiente es alto, y se percibe cierto nivel de

indiferencia social ante la falta de los instrumentos públicos que permitan mitigar los riesgos en la salud y la calidad de vida del Municipio.

El liderazgo político de los gobernantes es fundamental para implementar estrategias de a corto y largo plazo, en este contexto es fundamental lograr vincular a los ciudadanos en los procesos de planeación generando un proceso participativo en el entendimiento del problema, y en la formulación y aplicación de políticas públicas y privadas orientadas a su solución, mejorando las estrategias para lograr unas adecuadas condiciones ambientales y de salud, mejorando así la calidad de vida de los ciudadanos. A nivel empresarial es posible implementar estrategias y políticas internas de sostenibilidad ambiental tema que aún se queda en la academia y faltaría llevarlo a la práctica organizacional.

La contaminación del aire a nivel nacional y local representa un complejo panorama en relación la salud y el medio ambiente, esto implica un enorme desafío para los gobiernos, el estado y la sociedad en general, especialmente para un país como Colombia que posee en la actualidad según el Atlas de Justicia Ambiental, 129 casos de conflictos socioambientales, uno de los más altos a nivel mundial.

VI. RECOMENDACIONES

Los lineamientos de control sobre la emisión de contaminantes criterio, a incluir como política pública local, para mejorar la calidad del aire en el Municipio Sabaneta, están enfocados esencialmente en paliar los efectos de un crecimiento poblacional acelerado, la utilización del parque automotor en forma intensiva y de manera individual, dejando la utilización del transporte público y la pereza ciudadana de no caminar para las distancias cortas y medianas. Spiegel y Maystre (2000) argumentan:

El uso cada vez más generalizado e intensivo de materiales y energía ha originado una creciente presión en la calidad de los ecosistemas locales, regionales y mundiales. Antes de que se emprendiera un esfuerzo concertado para reducir el impacto de la contaminación, el control ambiental apenas existía y se orientaba principalmente al tratamiento de residuos para evitar daños locales, aunque siempre con una perspectiva a muy corto plazo. Sólo en aquellos casos excepcionales en los que se consideró que el daño era inadmisibles se tomaron medidas al respecto.

La contaminación desmedida a causa de la intervención humana son efectos que tiene una cualidad acumulativa, que debe ser revertida a la brevedad, sino lo efectos serán de una condición fatal para la humanidad, y para generaciones posteriores. A juicio de Spiegel y Maystre (2000) dos conceptos sirvieron de base para este control:

1. El concepto de capacidad de asimilación, que reconoce la existencia de un cierto nivel de emisiones al medio ambiente sin efectos apreciables en la salud humana y ambiental,

2. El concepto del principio de control, que supone que el daño ambiental puede evitarse controlando la forma, la duración y la velocidad de la emisión de contaminantes al medio ambiente. Como parte de la estrategia del control de la contaminación, los intentos de proteger el medio ambiente han consistido principalmente en aislar los contaminantes del medio ambiente y en utilizar depuradoras y filtros en las fuentes emisoras.

Así las tecnologías que permiten reducir y vigilar estos impactos por contaminación, deben estar asociados a una forma de penalización con dos claros objetivos:

1. Concienciar del daño al aire.
2. Reducir la incidencia de los focos contaminantes, toda vez que los usuarios les ocasione un perjuicio material directo.

Las medidas de control sobre la emisión de contaminantes criterio deben estar enfocadas sobre la eliminación y la prevención; acerca de la prevención, la cuales entendida por Spiegel y Maystre (2000), como: “[...]se centra directamente en la utilización de procesos, prácticas, materiales y fuentes de energía que eviten o reduzcan al mínimo la creación de contaminantes y residuos en la fuente, en lugar de tener que recurrir a otras medidas de control”. Existe, además un señalamiento que realiza el mencionado autor:

“ Debe insistirse desde el principio en que la contaminación del aire interior (especialmente en los países en vías de desarrollo) puede revestir una

importancia aún mayor que la contaminación del aire exterior, ya que los contaminantes atmosféricos alcanzan con frecuencia concentraciones mayores en espacios cerrados que al aire libre” .

Es de precisar que los focos de contaminación del aire pueden estar diseminadas no sólo a nivel Municipal, e incluso a nivel nacional, puede ser productos de malas prácticas y poca consideración del problema a nivel regional; indica Spiegel y Maystre (2000) sobre la contaminación atmosférica que “no respeta fronteras y las emisiones en una región pueden provocar efectos en otra situada a gran distancia. La gestión de la contaminación atmosférica exige, por tanto, un planteamiento multidisciplinario, así como los esfuerzos conjuntos de diferentes entidades” involucrando a instituciones de carácter público, organizaciones privadas a nivel de toda la ciudadanía para todas las edades.

Las medidas de control a ser aplicadas a nivel industrial, pueden ser asumidas según indica Spiegel y Maystre (2000):

1. Sustitución de materiales. Ejemplos: sustitución de disolventes altamente tóxicos, utilizados en ciertos procesos industriales, por otros menos nocivos; utilización de combustibles con menor contenido en azufre (p. ej., carbones lavados) cuya combustión desprende menos compuestos azufrados, etc.

2. Modificación o cambio de procesos o equipos industriales. Ejemplos: en la industria siderúrgica, sustitución del mineral sin procesar por mineral peletizado (para reducir la cantidad de polvo generado durante la manipulación del metal); sustitución de sistemas abiertos por sistemas cerrados; sustitución de sistemas de calefacción con combustible por sistemas de vapor, agua caliente o eléctricos; utilización de

catalizadores en los tubos de escape (procesos de combustión), y otros. La modificación de los procesos o de la distribución en planta también puede facilitar y/o mejorar las condiciones para la dispersión o condensación de contaminantes.

3. Limpieza y almacenamiento adecuados. Ejemplos: estricta higiene en el procesamiento de alimentos animales y vegetales; eliminación del almacenamiento al aire libre de productos químicos (p. ej., montones de azufre) o de materiales pulverulentos (arenas); en caso de que esto no sea posible, rociar estos montones con agua para que no se dispersen (si es posible) o cubrirlos con lonas, plásticos o agentes humidificantes para evitar que las partículas pasen a la atmósfera.

4. Correcta evacuación de los residuos. Ejemplos: evitar el simple amontonamiento de los residuos químicos (como los residuos de los reactores de polimerización), así como el vertido de residuos (sólidos o líquidos) a los cursos de agua. Esta última práctica no sólo contamina el agua, sino que también puede crear una fuente secundaria de contaminación atmosférica, como es el caso de los vertidos sulfurosos de las papeleras, que desprenden olores y gases muy molestos.

5. Mantenimiento. Ejemplo: una conservación y una puesta a punto esmerada de los motores de combustión interna reduce la contaminación por monóxido de carbono e hidrocarburos.

6. Prácticas de trabajo. Ejemplo: cuando se fumiga con plaguicidas, tienen que tenerse en cuenta las condiciones meteorológicas y, en especial, la dirección de los vientos dominantes

Las medidas dirigidas a nivel industrial deben de ir acompañadas por incentivos fiscales como disminuciones de impuestos al disminuir las emisiones de

contaminantes; subsidios a la mejora de plantas industriales para no deteriorar el empuje industrial por cambios onerosos de equipos y por distribución en plantas industriales; localización de las zonas industriales con respecto a los centros poblados, favoreciendo la dotación de servicios y recursos de acceso en los conurbanos para el establecimiento industrial.

En relación a las medidas dirigidas al parque automotor, Spiegel y Maystre (2000) sugiere:

1. Utilizar medios de transporte más eficientes; esta es una idea a inculcar de forma insistente a la ciudadanía explicando beneficios y ventajas a los propietarios de vehículos comerciales y privados.

2. Aumentar el número medio de pasajeros por vehículo; promovida en razón de ser una medida económica y solidaria con la meta de mejorar el aire que se respira.

3. Distribuir las sobrecargas de tráfico en horas punta, para lo cual se requiere planificación municipal.

4. Reducir la demanda de desplazamiento, al promover la movilización por esfuerzo humano a través del uso de bicicletas y las caminatas, enfatizando en la ciudadanía las ventajas para la salud no solo al mejorar el aire sino en la promoción de la actividad física, como pilar de un estilo de vida saludable.

REFERENCIAS

Libros y tesis

Abrutzky, R.; Torres, F. A.; Ossorio, M. F. y Ferrero, F. (2017). Impacto de la contaminación atmosférica y el clima en las consultas a un departamento de emergencias pediátrico en la ciudad de Buenos Aires. Revista de la Facultad de Ciencias Médicas, vol. 74, núm. 4 (2017).

Ángel – Maya, A. (2013). El reto de la vida. ecosistema y cultura. Una introducción al medio ambiente. Segunda edición. Serie construyendo futuro N° 4. Ecofondo. Bogotá. Colombia

Alfaro, M. del R. (1998). Contaminación del aire: emisiones vehiculares, situación actual y alternativas. EUNED.

Anuario estadístico Sabaneta. Sabaneta con sentido social. Capítulo dos. Medio ambiente. (2012 - 2015)

Arias, F. (2006). El Proyecto de la Investigación. Guía para su Elaboración. Caracas, Episteme, tercera edición.

Balestrini, M. (2001). Como se Elabora el Proyecto de Investigación. Caracas. Editorial Consultores Asociados (BL).

Ballester, F. (2005). Contaminación atmosférica, cambio climático y salud. Revista Especial de Salud Pública, Vol.79, Nro. 2 Madrid mar./abr. 2005.

Bedoya, J. y Martínez, E. (2008). Calidad del aire en el Valle de Aburrá Antioquia - Colombia. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Salud Pública, Universidad De Antioquia. (2008)

Bedoya, J. y Martínez, E. (2009). Calidad del aire en el Valle de Aburrá, Antioquia, Colombia. Revista DYNA, Volumen 76, 2009. Universidad Nacional de Colombia.

Cordero Velarde, E. J.; Cornejo Pinto, A. J.; Cruz Fuentes, D. y Mamani Chambi, J. V. (2017). Efectos de la contaminación atmosférica en la salud de la población del Distrito N°3 Vinto – Oruro. Bolivia. Revista Acta Nova, Vol.8 no.3 Cochabamba mar. 2018.

Cuartas, D. E. y Méndez, F. (2016). Cambio climático y salud: retos para Colombia. Revista Salud UIS de la Universidad Industrial de Santander. Vol. 48 Núm. 4.

Del Rio, O. (2011). El proceso de investigación: Etapas y planificación de la investigación, en Vilches, L. (coord.) La investigación en comunicación. Métodos y técnicas en la era digital, Barcelona, Ed. Gedisa, pp. 67-93

Diestra, N. (2017). La contaminación ambiental y su influencia en la salud de la población del Distrito de Trujillo- La Libertad. Revista Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Trujillo, Vol. 13, Núm. 3 (2017).

Franco, J. (2012). Contaminación atmosférica en centros urbanos. Desafío para lograr su sostenibilidad: caso de estudio Bogotá Rev. esc.adm.neg no.72. Bogotá. (2012)

Granada Aguirrel, L. F.; Pérez Vergarall, I.; Valencia Rodríguez, M.; Rojas Alvarado, R. y Herrera Orozco, I. (2014). Sistema para el manejo de la calidad del aire en la ciudad de Cali, Colombia. Revista de Ingeniería Industrial, Vol.35 no.1, La Habana ene.-abr. 2014.

Hernández Sampieri, R.; Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P (2007).

Metodología de la Investigación. Editorial Mc Graw Hill.

Instituto Nacional de Salud, Observatorio Nacional de Salud, Carga de Enfermedad Ambiental; Décimo Informe Técnico Especial Bogotá, D.C., Colombia 2018.

Martínez López, E. y Díaz Valencia, P. A. (2013). Respirar aire contaminado es tan nocivo como fumar cigarrillo. Facultad Nacional de Salud Pública. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.

Nussbaum, M. C. y Sen, Amartya Kumar (2002). La Calidad de Vida. Fondo de Cultura Económica. México D.F. México.

Organización Meteorológica Mundial (OMM) y Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático. Impreso en Cambio Climático: Las evaluaciones del IPCC de 1990 y 1992. Canadá (1992).

Plan de acción para la implementación del POECA (Plan Operacional para enfrentar Episodios de Contaminación Atmosférica en el Área Metropolitana del Vallé de Aburrá) en el Área Metropolitana Del Valle de Aburrá. Colombia. (2019)

Reynaldo Argüelles, L. A. y Reynaldo Argüelles, C. L. (2018). Costo de enfermedades respiratorias agudizadas por contaminación ambiental. Revista Retos, Vol.12 no.1 Camagüey ene.-jun. 2018.

Romero, M.; Olite, F. y Álvarez, Mireya (2006). La contaminación del aire: su

repercusión como problema de salud. Revista Cubana de Higiene y Epidemiología. Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología. Revista Cubana Hig Epidemiol v.44 núm. 2. Ciudad de la Habana (2006).

Sanca Tinta, Miler Daen. Tipos de investigación científica. Revista de Actualización Clínica (2011), vol.12, p.621-624

Sen, Amartya Kumar (1999). La economía del bienestar Estudios Económicos. 14(1):3 - 32. México. (1999).

Sen, Amartya Kumar (1992). Sobre conceptos y medidas de pobreza Comercio Exterior, vol. 42, núm. 4, México, abril de 1992, pp. 310-322

Sierra Urrego, M. M. (2017). Método de estimación de emisiones de gases “calidad del aire” por procesos de combustión como variables de integración a la cuenta de emisiones al aire para Colombia. Trabajo de grado Magister de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. Manizales, Caldas, Colombia. Universidad de Manizales.

Soldevila Bacardit, N.; Vinyoles Bargalló, E.; Agudo Ugena, J. y Camps Vila, L. (2018). Contaminación atmosférica, riesgo cardiovascular e hipertensión arterial. Revista Hipertensión y Riesgo Vascular, Available online 24 April 2018.

Supo, J. (2012). Seminarios de Investigación Científica. Metodología de la Investigación Para las Ciencias de la Salud. Editorial: CreateSpace Independent Publishing Platform. (2012)

Toro, M. y Quiceno, D. (2015). Estimación de la demanda energética y de las emisiones vehiculares en el Valle de Aburrá durante el periodo 2000-2010, usando el modelo LEAP. Rev. DYNA, Vol. 82, Núm. 189 (2015) UPB. Medellín.Colombia

Universidad Nacional de Colombia (2015). Aunar esfuerzos para operar la red de monitoreo de calidad del aire, meteorología y ruido, en el Valle de Aburrá. Facultad de Minas Departamento de Geociencias y Medio Ambiente.Informe Municipio de Sabaneta. Informe acumulado enero-junio de 2015.

Universidad Nacional de Colombia (2016). Aunar esfuerzos para operar la red de monitoreo de calidad del aire, meteorología y ruido, en el Valle de Aburrá.. Facultad de Minas Departamento de Geociencias y Medio Ambiente. Informe Municipio de Sabaneta. Informe acumulado enero-mayo de 2016.

Leyes, Decretos y Resoluciones

Colombia. Constitución Política de Colombia de 1991. Asamblea Nacional Constituyente.

Colombia. Resolución Nro. 601, 04 de abril de 2006. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Colombia. Resolución Nro. 610 de 24 de marzo de 2010. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Colombia. Resolución 2254 del 01 de noviembre de 2017 por la cual se adopta la norma de calidad del aire ambiente y se dictan otras disposiciones. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la República de Colombia.

Colombia. Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES) 3344, 14 de marzo de 2005. Lineamientos para la formulación de la política de prevención y control de la contaminación del aire.

Naciones Unidas. Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. Actualización año 2005. Organización Mundial de la Salud.

Material en línea

Alcaldía de Sabaneta (2018). Acerca del Municipio. [Consulta realizada el 29 de julio de 2018] Disponible en:
http://www.sabaneta.gov.co/Sitio_Institucional/Paginas/informaciondelmunicipio.aspx

Alianza Interinstitucional Medellín Cómo Vamos (2018). Encuesta de Percepción Ciudadana Medellín Cómo Vamos 2018. [Consulta realizada el 27 de diciembre de 2018] Disponible en: <https://www.medellincomovamos.org/quienes-somos/>

Boff,L (1996). Ecología. Grito de la Tierra, Grito de los Pobres. [Consulta realizada el 27 de diciembre de 2018] Disponible en: <https://casamdp.files.wordpress.com/2013/08/boff-cap-i.pdf>

Bousoño, M.; González, P.; Pedregal, J. y Bobes, J. (1993). Calidad de vida relacionada con la salud. Revista Psiquiatría, Vol. V, N^a. 6. [Consulta realizada el 27 de diciembre de 2018] Disponible en: https://www.unioviedo.es/psiquiatria/wp-content/uploads/2017/03/1993_Bousono_Calidad.pdf

Calidad del Aire en el Valle de Aburrá (s.f.). ¿Es la contaminación atmosférica una problemática mundial? [Consulta realizada el 27 de diciembre de 2018] Disponible en: <http://www.calidaddelaire.co/problematika-mundial.php>

Calidad del Aire en el Valle de Aburrá (s.f.). ¿Qué es el Índice de Calidad del Aire (ICA)? [Consulta realizada el 27 de diciembre de 2018] Disponible en: <http://www.calidaddelaire.co/que-es-ica.php>

Cifuentes, J. (2017). Calidad del aire en Colombia: cuando la salud se pone en riesgo.

[Consulta realizada el 29 de julio de 2018] Disponible en:

<https://www.las2orillas.co/calidad-del-aire-colombia-cuando-la-salud-se-pone-riesgo/>

Departamento Nacional de Planeación (2018). Calidad del aire, una prioridad de política pública en Colombia. [Consulta realizada el 19 de diciembre de 2018]

Disponible en:

https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Presentaci%C3%B3n%20Calidad%20del%20Aire%2015_02_2018.pdf

ECODES (s.f.) Impactos sobre la salud de la contaminación atmosférica. [Consulta realizada el 29 de julio de 2018] Disponible en: <http://ecodes.org/salud-calidad-aire/201302176117/Impactos-sobre-la-salud-de-la-contaminacion-atmosferica>

Esfera Viva (2018). ¿Por qué se afecta la calidad del aire en el Valle de Aburrá?

[Consulta realizada el 27 de enero de 2019] Disponible en: <http://esferaviva.com/se-afecta-la-calidad-del-aire-valle-aburra/>

Gallardo Ponce, I. (2016). La calidad del aire, un problema de salud global. [Consulta realizada el 29 de julio de 2018] Disponible en:

<https://www.diariomedico.com/profesion/la-calidad-del-aire-un-problema-de-salud-global.html>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2016). Informe del Estado de la Calidad del Aire en Colombia 2011-2015 Bogotá, D.C. [Consulta realizada el 29 de julio de 2018] Disponible en:

http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023637/Informe_del_Estado_de_la_Calidad_del_Aire_en_Colombia_2011-2015_vfinal.pdf

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2012). Estado de la Calidad del Aire en Colombia 2007-2010 Bogotá, D. C., 2012. Publicación aprobada por el Comité de Comunicaciones y Publicaciones del IDEAM. [Consulta realizada el 29 de julio de 2018] Disponible en:

<http://www.ideam.gov.co/documents/51310/68521396/5.+Informe+del+estado+de+la+calidad+del+aire+2007-2010.pdf/52d841b0-afd0-4b8e-83e5-444c3d17ed29?version=1.0>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2016). Informe del Estado de la Calidad del Aire en Colombia 2011 – 2015. [Consulta realizada el 29 de julio de 2018] Disponible en:

http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023637/Informe_del_Estado_de_la_Calidad_del_Aire_en_Colombia_2011-2015_vfinal.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la República de Colombia (2017).

Sector ambiente presenta informe de la calidad del aire y nueva norma con estándares más estrictos. [Consulta realizada el 19 de diciembre de 2018] Disponible

en: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias-minambiente/3419-sector-ambiente-presenta-informe-de-la-calidad-del-aire-y-nueva-norma-con-estandares-mas-estrictos>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la República de Colombia (2013).

Nodos Regionales de Cambio Climático. Articulando acciones e intereses frente al cambio climático. [Consulta realizada el 19 de diciembre de 2018] Disponible en: http://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/nodos_territoriales/250314_guia_nodos_reg_cambio_clima_v_1113.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la República de Colombia (s.f.).

Contaminación Atmosférica. [Consulta realizada el 29 de julio de 2018] Disponible en: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/1801-plantilla-asuntos-ambientales-y-sectorial-y-urbana-2#>

Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia. (2015). Abecé de aire y salud.

[Consulta realizada el 29 de julio de 2018] Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SA/abc-aire.pdf>

Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social de España. (s.f.). Calidad del Aire.

[Consulta realizada el 29 de julio de 2018] Disponible en:

<https://www.msssi.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/medioAmbiente/calidadAire.htm>

Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social de España. (2013). Principales efectos sobre la salud de la contaminación atmosférica. [Consulta realizada el 29 de julio de 2018] Disponible en:

<http://www.msssi.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/medioAmbiente/efectossaludcontaminacionatmos.htm>

Monsalve, P. A. (2018). Medellín: vuelve y juega la contaminación del aire. [Consulta realizada el 19 de diciembre de 2018] Disponible en:

<https://www.semana.com/nacion/articulo/medellin-vuelve-y-juega-la-contaminacion-del-aire/558225>

Naciones Unidas. (1992). Convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático. [Consulta realizada el 19 de diciembre de 2018] Disponible en:

<https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>

National Geographic (2010). ¿Qué es el calentamiento global? [Consulta realizada el 29 de julio de 2018] Disponible en: <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/que-es-el-calentamiento-global>

Organización Mundial de la Salud (2018). Calidad del aire y salud. [Consulta realizada el 29 de julio de 2018] Disponible en: [http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)

Organización Mundial de la Salud (2018). La OMS publica estimaciones nacionales sobre la exposición a la contaminación del aire y sus repercusiones para la salud. [Consulta realizada el 29 de septiembre de 2018] Disponible en: <http://www.who.int/es/news-room/27-09-2016-who-releases-country-estimates-on-air-pollution-exposure-and-health-impact>

Ortiz Jiménez, J. D. y Álvarez, V.A. (2018) ¿Está desbordado Sabaneta por su acelerada expansión urbana? [Consulta realizada el 19 de diciembre de 2018] Disponible en: <http://www.elcolombiano.com/antioquia/crecimiento-urbano-y-ocupacion-territorial-en-sabaneta-KB9157581>

Planelles, M. (2016). 2015 fue el año más cálido desde que arrancaron los registros en 1880. [Consulta realizada el 29 de julio de 2018] Disponible en: https://elpais.com/internacional/2016/01/20/actualidad/1453307538_631471.html

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2016). Objetivos de Desarrollo Sostenible. [Consulta realizada el 29 de julio de 2018] Disponible en: <http://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>

Robles Espinoza, A. I.; Rubio Jurado, B.; De la Rosa Galván, E. V. y Nava Zavala, A. H. (2016). Generalidades y conceptos de calidad de vida en relación con los cuidados

de salud. [Consulta realizada el 19 de diciembre de 2018] Disponible en:

<http://www.medigraphic.com/pdfs/residente/rr-2016/rr163d.pdf>

Shumake Guillemot, J.; Jalkanen, L. y Adhair Rohani, H. (2014). Calidad del aire y salud humana, prioridad para una acción conjunta. Boletín de la OMM 63 (2) – 2014.

[Consulta realizada el 29 de septiembre de 2018] Disponible en:

https://repositorio.aemet.es/bitstream/20.500.11765/3841/1/BolOMM%2063_2-4.pdf

Schwartzmann, L. (2003). Calidad de vida relacionada con la salud: Aspectos conceptuales. Ciencia y enfermería. versión On-line ISSN 0717-9553 Cienc. enferm. v.9 n.2 Concepción dic. 2003.

[Consulta realizada el 20 de enero de 2020] Disponible en:

<http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95532003000200002>

Spiegel, J. y Maystre, L. Y. (2000). Control de la contaminación ambiental. [Consulta realizada el 27 de enero de 2019] Disponible en:

<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/Enciclopedia OIT/tomo2/55.pdf>

Troposfera (2014). ¿Qué es la calidad del aire? [Consulta realizada el 29 de julio de 2018] Disponible en: <http://espana.calidaddelaire.es/calidad-aire>

Universidad Nacional de Colombia (2013). Aunar esfuerzos para operar la red de monitoreo de calidad del aire, meteorología y ruido, en el Valle de Aburrá. Informe final Resultado del monitoreo de partículas, gases y meteorología junio de 2012 – abril de 2013. [Consulta realizada el 19 de diciembre de 2018] Disponible en: https://minas.medellin.unal.edu.co/convenios/redaire/images/informes/unal/Informe_Final_CA243_AMVA.pdf

Urzúa M., A. y Caqueo Urizar, A. (2012). Calidad de vida: Una revisión teórica del concepto. Revista Terapia Psicológica, Vol. 30, N° 1. [Consulta realizada el 19 de diciembre de 2018] Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/terpsicol/v30n1/art06.pdf>

WWF Colombia (s.f.) Clima y energía: Cambio climático y energías renovables. [Consulta realizada el 29 de julio de 2018] Disponible en: http://www.wwf.org.co/que_hacemos/wwf_al_clima/#Ancla1

ANEXOS

Glosario de términos

Según Resolución Nro.610 del 24 de marzo de 2010

Aire: Fluido que forma la atmósfera de la Tierra, constituido por una mezcla gaseosa cuya composición normal es de por lo menos 20% de oxígeno, 77% de nitrógeno y proporciones variables de gases inertes y vapor de agua en relación volumétrica.

Área - Fuente: Es una determinada zona o región, urbana, suburbana o rural, que por albergar múltiples fuentes fijas de emisión, es considerada como un área especialmente generadora de sustancias contaminantes del aire.

Atmósfera: Es la capa gaseosa que rodea a la Tierra.

CO (Monóxido de carbono): Gas inflamable, incoloro e insípido que se produce por la combustión de combustibles fósiles.

Concentración de una Sustancia en el Aire: Es la relación que existe entre el peso o el volumen de una sustancia y la unidad de volumen de aire en la cual está contenida.

Condiciones de Referencia: Son los valores de temperatura y presión con base en los cuales se fijan las normas de calidad del aire y de las emisiones, que

respectivamente equivalen a 25 °C y 760 mm Hg (1 atmósfera de presión).

Contaminación Atmosférica: Es el fenómeno de acumulación o de concentración de contaminantes en el aire.

Contaminantes: Fenómenos físicos o sustancias, o elementos en estado sólido, líquido o gaseoso, causantes de efectos adversos en el medio ambiente, los recursos naturales renovables y la salud humana que, solos o en combinación, o como productos de reacción, se emiten al aire como resultado de actividades humanas, de causas naturales, o de una combinación de éstas.

Emisión: Descarga de una sustancia o elemento al aire, en estado sólido, líquido o gaseoso, o en alguna combinación de estos, provenientes de una fuente fija o móvil.

Episodio o Evento: Es la ocurrencia o acaecimiento de un estado tal de concentración de contaminantes en el aire que, dados sus valores y tiempo de duración o exposición, impone la declaratoria por la autoridad ambiental competente, de alguno de los niveles de contaminación, distinto del normal.

Fuente de Emisión: Actividad, proceso u operación, realizado por los seres humanos, o con su intervención, susceptible de emitir contaminantes al aire.

Fuente Fija: Fuente de emisión situada en un lugar determinado e inamovible, aun cuando la descarga de contaminantes se produzca en forma dispersa.

Fuente Móvil: Es la fuente de emisión que, por razón de su uso o propósito, es susceptible de desplazarse, como los automotores o vehículos de transporte a motor de cualquier naturaleza.

Inmisión: Transferencia de contaminantes de la atmósfera a un “receptor”. Se entiende por inmisión a la acción opuesta a la emisión. Aire inmiscible es el aire respirable a nivel de la troposfera.

Media Móvil: Se calcula del mismo modo que el promedio aritmético para una cantidad n de datos y se va recalculando a medida que se agregan nuevos datos, partiendo del último dato agregado y manteniendo siempre el número de datos correspondiente a la cantidad definida.

NO₂ (Dióxido de Nitrógeno): Gas de color pardo rojizo fuertemente tóxico cuya presencia en el aire de los centros urbanos se debe a la oxidación del nitrógeno atmosférico que se utiliza en los procesos de combustión en los vehículos y fábricas.

Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión: Es el nivel de concentración legalmente permisible de sustancias o fenómenos contaminantes presentes en el

aire, establecido por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, con el fin de preservar la buena calidad del medio ambiente, los recursos naturales renovables y la salud humana.

Nivel Normal (Nivel I): Es aquel en que la concentración de contaminantes en el aire y su tiempo de exposición o duración son tales, que no producen efectos nocivos, directos ni indirectos, en el medio ambiente o la salud humana.

Nivel de Prevención (Nivel II): Es aquel que se presenta cuando las concentraciones de los contaminantes en el aire y su tiempo de exposición o duración, causan efectos adversos y manifiestos, aunque leves, en la salud humana o en el medio ambiente tales como irritación de las mucosas, alergias, enfermedades leves de las vías respiratorias o efectos dañinos en las plantas, disminución de la visibilidad u otros efectos nocivos evidentes.

Nivel de Alerta (III): Es aquel que se presenta cuando la concentración de contaminantes en el aire y su duración o tiempo de exposición, puede causar alteraciones manifiestas en el medio ambiente o la salud humana y en especial alteraciones de algunas funciones fisiológicas vitales, enfermedades crónicas en organismos vivos y reducción de la expectativa de vida en la población expuesta.

Nivel de Emergencia (IV): Es aquel que se presenta cuando la concentración de contaminantes en el aire y su tiempo de exposición o duración, puede causar

enfermedades agudas o graves u ocasionar la muerte de organismos vivos, y en especial de los seres humanos.

O3 (Ozono): Gas azul pálido que, en las capas bajas de la atmósfera, se origina como consecuencia de las reacciones entre los óxidos de nitrógeno y los hidrocarburos (gases compuestos de carbono e hidrógeno principalmente) en presencia de la luz solar.

PST (Partículas Suspendidas Totales): Material particulado que incluye tanto a la fracción inhalable como a las mayores de 10 micras, que no se sedimentan en periodos cortos, sino que permanecen suspendidas en el aire debido a su tamaño y densidad.

PM₁₀ (Material Particulado Menor a 10 Micras): Material particulado con un diámetro aerodinámico menor o igual a 10 micrómetros nominales.

PM_{2.5} (Material Particulado Menor a 2,5 Micras): Material particulado con un diámetro aerodinámico menor o igual a 2,5 micrómetros nominales.

Promedio Aritmético: Es la sumatoria de todos los datos a promediar, dividido por el número total de datos.

Promedio Geométrico: Es la raíz enésima del producto de todos los datos a promediar. Para su cálculo se debe utilizar la siguiente ecuación:

$$G = \sqrt[n]{X1 * X2 * X3Xn}$$

Donde:

G: Promedio Geométrico

X1 * X2 * X3*.....*Xn: Datos a promediar

Sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire: Conjunto de equipos de medición de calidad del aire instalados sistemáticamente para verificar el cumplimiento de uno o varios de los objetivos de vigilancia de calidad del aire previstos en el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire.

SO₂ (Dióxido de Azufre): Gas incoloro, no inflamable que posee un fuerte olor en altas concentraciones.

Sustancias Peligrosas: Son aquellas que aisladas o en combinación con otras, por sus características infecciosas, tóxicas, explosivas, corrosivas, inflamables, volátiles, combustibles, radiactivas o reactivas, pueden causar daño a la salud humana, a los recursos naturales renovables o al ambiente.

Tiempo de Exposición: Es el lapso de duración de un episodio o evento de contaminación.