



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**Análisis del proceso de toma de decisiones por parte de la autoridad
ambiental y las entidades territoriales frente a las contingencias de la
calidad del aire en el Valle de Aburrá 2016 - 2018**

**Autores
Laura Romero Ortiz
Duván Stiven Suárez Moreno**

**Universidad de Antioquia
Facultad Nacional de Salud Pública
Medellín, Colombia
2019**



Análisis del proceso de toma de decisiones por parte de la autoridad ambiental y las entidades territoriales frente a las contingencias de la calidad del aire en el Valle de Aburrá 2016 - 2018

**Laura Romero Ortiz
Duván Stiven Suárez Moreno**

Trabajo de grado para optar al título de Administradores en Salud con énfasis en Gestión Sanitaria y Ambiental

**Asesor:
Catherine Vieira Agudelo
Mg. en Estudios Humanísticos**

**Grupo de Investigación:
Salud y Ambiente**

**Universidad de Antioquia
Facultad Nacional de Salud Pública
“Héctor Abad Gómez”
Medellín, Colombia
2019**

Tabla de contenido

RESUMEN	5
INTRODUCCIÓN	6
1. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA	8
2. JUSTIFICACIÓN	12
3. OBJETIVOS	13
3.1 GENERAL	13
3.2 ESPECÍFICOS	13
4. MARCOS.....	14
4.1 Marco teórico	14
4.2 Marco territorial	31
4.3 Marco normativo	36
5. METODOLOGÍA.....	41
5.1 Tipo de estudio.....	41
5.2 Desarrollo de Objetivos	41
5.2.1 Objetivo 1	41
5.2.2 Objetivo 2	42
5.2.3 Objetivo 3	45
6. ASPECTOS ÉTICOS.....	47
7. RESULTADOS	49
7.1 Objetivo 1: Describir las contingencias ambientales con relación a la calidad del aire en el Valle de Aburrá entre los años 2016 y 2018.....	49
7.2 Objetivo 2: Reconocer el proceso de toma de decisiones con relación a las contingencias ambientales en materia de Calidad del Aire en el Valle de Aburra entre los años 2016 y 2018.....	67
7.3 Objetivo 3. Analizar la relación entre las contingencias ambientales y la toma de decisiones con relación a la calidad del aire en el Valle de Aburrá entre los años 2016 y 2018.....	79
8. DISCUSIÓN	95
9. CONCLUSIONES.....	103
REFERENCIAS.....	106

Lista de Tablas

Tabla 1. Variables Ambientales en el Valle de Aburrá - 2019	49
Tabla 2. Concentración de contaminantes en el Valle de Aburrá, según la Resolución 610 de 2010 - 2016.....	50
Tabla 3. Variables Ambientales en la Zona Norte del Valle de Aburrá - 2016.....	51
Tabla 4. Caracterización de concentración de contaminantes en la Zona Norte del Valle de Aburrá – 2016.....	51
Tabla 5. Variables Ambientales en la Zona Centro del Valle de Aburrá – 2016....	52
Tabla 6. Caracterización de concentración de contaminantes en la Zona Centro del Valle de Aburrá - 2016.....	52
Tabla 7. Variables Ambientales en la Zona Sur del Valle de Aburrá – 2016	53
Tabla 8. Caracterización de concentración de contaminantes en la Zona Sur del Valle de Aburrá – 2016.....	53
Tabla 9. Precipitación por zonas del Valle de Aburrá - 2017.....	57
Tabla 10. Caracterización de concentración de contaminantes en la Zona Norte del Valle de Aburrá – 2017.....	57
Tabla 11. Caracterización de concentración de contaminantes en la Zona Centro del Valle de Aburrá – 2017.....	58
Tabla 12. Caracterización de concentración de contaminantes en la Zona Sur del Valle de Aburrá – 2017.....	59
Tabla 13. Precipitación por Zonas del Valle de Aburrá – 2018.....	61
Tabla 14. Caracterización de concentración de contaminantes en la Zona Norte del Valle de Aburrá – 2018.....	61
Tabla 15. Caracterización de concentración de contaminantes en la Zona Centro del Valle de Aburrá – 2018.....	62
Tabla 16. Caracterización de concentración de contaminantes en la Zona Sur del Valle de Aburrá – 2018.....	63
Tabla 17. Análisis de decisiones en las contingencias de la calidad del aire en el Valle de Aburrá - 2016.....	80
Tabla 18. Análisis de decisiones en las contingencias de la calidad del aire en el Valle de Aburrá - 2017.....	87
Tabla 19. Análisis de decisiones en las contingencias de la calidad del aire en el Valle de Aburrá - 2018.....	89

RESUMEN

La toma de decisiones para enfrentar las contingencias de la calidad del aire en el Valle de Aburrá es compleja, donde están involucrados diversos actores claves con influencias políticas, y están permeadas por unos intereses tanto individuales como de grupos; por lo cual, el objetivo de este trabajo fue comprender el proceso de toma de decisiones por parte de la autoridad ambiental y las entidades territoriales frente a las crisis de la calidad del aire en el Valle de Aburrá entre los años 2016 y 2018. Este presenta un enfoque cualitativo de tipo retrospectivo y documental, donde se recolectó información de informes ambientales sobre el estado de la calidad del aire, actos administrativos de las decisiones implementadas, y como ejercicio complementario se realizaron algunas con entrevistas semiestructuradas a tomadores de decisiones. Se encontró que los procesos de toma de decisiones han evolucionado a la par del nivel de comprensión del problema de calidad del aire por parte de los tomadores de decisiones, donde antes se trabaja en la corrección y/o eliminación del problema y en el último año se evidencia un enfoque de prevención, la cual involucra a los alcaldes de los municipios miembros del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Es visible que los procesos decisorios quedan solo en el marco institucional y oficial, pero es necesario que el fenómeno de la calidad del aire proporcione discusiones que incluyan la participación y la perspectiva social para hacer énfasis en la importancia de la mirada de la salud ambiental.

Palabras clave: Contaminación del Aire; Toma de Decisiones; Política Pública; Salud Ambiental

INTRODUCCIÓN

La calidad del aire en los centros urbanos ha superado los niveles máximos permisibles, conllevando a una serie de impactos en salud, ambientales, económicos y en los grupos sociales y sus culturas. En Colombia, un estudio realizado por el Instituto Nacional de Salud (INS) en 2018, estimó que 15.681 personas mueren cada año por exposición a contaminantes atmosféricos, es decir, casi un 8% del total de la mortalidad anual del país fue atribuible a esta causa. La contaminación del aire explicó el 13,9% de las muertes por enfermedad isquémica del corazón y el 17,6% de las muertes por enfermedad pulmonar obstructiva crónica. En Medellín, una investigación realizada por la Contraloría General de la ciudad y la Universidad Nacional de Colombia en 2019 determinó que en la ciudad fallecieron 22.922 personas por Enfermedad Respiratoria Aguda (ERA) entre los años 2011 y 2016, enfermedad reconocida como un evento centinela asociado a la contaminación del aire.

Durante los últimos cinco años, se han presentado una serie de contingencias ambientales relacionadas con la calidad del aire en el Valle de Aburrá. Estas contingencias son situaciones eventuales o transitorias, las cuales son declaradas por las autoridades competentes y suceden cuando la concentración de contaminantes en la atmósfera alcance niveles dañinos a la salud de la población en general; generando cambios que desestabilizan la continuidad de actividades en el territorio.

Para enfrentar esto, la autoridad ambiental urbana del Valle de Aburrá ha desarrollado una serie de instrumentos y acciones para disminuir las concentraciones de los contaminantes y mejorar la calidad de vida de los habitantes, las cuales, han creado opiniones con respecto a la adopción e implementación de medidas como el pico y placa para la mitigación del episodio de contaminación del 2016, ocurrido a finales de marzo y principios de abril, donde unos municipios implementaron esta medida sin ningún debate sobre esta y otros analizaron y cuestionaron estas decisiones antes de ser llevadas a cabo en sus territorios y

finalmente no fueron implementadas en su totalidad según la directriz de la autoridad ambiental urbana

Dado que esta toma de decisiones ambientales tiende a modificar las relaciones sociales y los problemas, que son tenidos en cuenta en un contexto político y en un momento determinado, el presente trabajo tuvo como propósito comprender el proceso de toma de decisiones por parte de la autoridad ambiental y las entidades territoriales frente a las crisis de la calidad del aire en el Valle de Aburrá entre los años 2016 y 2018.

1. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

Para la Organización Mundial de la Salud (OMS), un aire limpio es un requisito en el desarrollo y bienestar de las poblaciones (1), sin embargo, en los últimos años la calidad del aire en los centros urbanos ha superado los niveles máximos permisibles establecidos por la organización, conllevando a una serie de impactos en salud, ambientales, económicos y en los grupos sociales y sus culturas. Según el portal web del Environmental Pollution Center, la calidad del aire se define como la presencia de químicos o compuestos tóxicos en el aire, a niveles que representan un riesgo para la salud (2). W. Strauss define la calidad del aire como el monitoreo y control por parte de los entes gubernamentales, de los niveles de sustancias dentro de la atmosfera; los cuales se consideran contaminantes si estas se encuentran por encima de los niveles permisibles establecidos por la OMS (3).

En 2005, la OMS estableció al material particulado PM_{10} y $PM_{2.5}$, ozono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre como contaminantes criterios, con sus respectivos niveles máximos permisibles. Estos contaminantes se eligieron debido a la cantidad de estudios epidemiológicos e investigaciones a nivel mundial que relacionan estos con efectos en salud de las poblaciones (4,5) y su presencia en el aire por actividades antropogénicas (6).

Los impactos de una calidad del aire por encima de los niveles permisibles son diversos. En cuanto a la salud produce enfermedades agudas o crónicas de tipo cardiovasculares, respiratorias y cerebrovasculares (7), aumentando los costos en la asistencia sanitaria (4,8). Ambientalmente, modifica la cadena trófica, se evidencia alteraciones y daños genéticos en las plantas, degradación del suelo y poca visibilidad del paisaje (6).

Respecto al ámbito social y económico, se reconoce una relación directa entre el nivel educativo, ingresos económicos y casos de mortalidad respiratoria debido a la exposición a los contaminantes (4), además estos tienen un efecto en el

deterioramiento de edificaciones generando una pérdida en el valor histórico, conllevando a un mayor gasto para el mantenimiento de estas (3).

En Colombia, un estudio realizado por el Instituto Nacional de Salud (INS) en 2018, estimó que 15.681 personas mueren cada año por exposición a contaminantes atmosféricos, es decir, casi un 8% del total de la mortalidad anual del país fue atribuible a esta causa. La contaminación del aire explicó el 13,9% de las muertes por enfermedad isquémica del corazón y el 17,6% de las muertes por enfermedad pulmonar obstructiva crónica (9). En Medellín, una investigación realizada por la Contraloría General de la ciudad y la Universidad Nacional de Colombia en 2019 determinó que en la ciudad fallecieron 22.922 personas por Enfermedad Respiratoria Aguda (ERA) entre los años 2011 y 2016, enfermedad reconocida como un evento centinela asociado a la contaminación del aire (10).

En el país, el ambiente sano es un derecho fundamental desde la constitución de 1991 y para garantizar este derecho se estableció una institucionalidad por parte del estado como el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR), entidades municipales y las Áreas Metropolitanas, la cuales, surgen cuando la población supera el 1'000.000 de habitantes y cumplen funciones de autoridad ambiental en la zona urbana (11). En la ciudad de Medellín en el año 1980 se creó el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA) la cual busca *“promover y liderar el impulso de estrategias de desarrollo eficaces y de procesos regionales sólidos a partir de la gobernanza, con la participación del sector privado, la universidad y los actores organizados, generando alianzas entre instituciones y organizaciones que promuevan el ordenamiento territorial equitativo”* (12).

En los últimos cinco años, se han presentado una serie de contingencias ambientales relacionadas con la calidad del aire en el Valle de Aburrá. Estas contingencias son situaciones eventuales o transitorias, las cuales son declarada por las autoridades competentes y suceden cuando la concentración de contaminantes en la atmósfera alcance niveles dañinos a la salud de la población

en general (13); generando cambios que desestabilizan la continuidad de actividades en el territorio. En el Valle de Aburrá se caracterizan por: las estaciones de monitoreo ambiental presentan un Índice de Calidad del Aire (ICA) entre naranja y rojo; una disminución de la visibilidad dentro del valle y que se presentan dos veces al año, entre los meses de febrero y abril y entre septiembre y octubre (14).

Sumado a esto, existen tres factores que contribuyen a la acumulación de contaminantes: i) las características topográficas que determinan a un valle angosto y semicerrado; ii) condiciones meteorológicas de estabilidad atmosférica y baja ventilación; iii) emisiones antropogénicas generadas por una región densamente poblada (15).

Para evitar esto, el AMVA ha desarrollado una serie de instrumentos y acciones para disminuir las concentraciones de los contaminantes y mejorar la calidad de vida de los habitantes (14). Estos se han venido perfeccionando en el ejercicio, como es el caso del ICA el cual ha cambiado durante los años debido que, para afrontar las crisis del año 2016 no se contaba con los valores referencia para la medición del $PM_{2.5}$ (15), y para los años siguientes con las actualizaciones del *Plan Operacional para enfrentar Episodios de Contaminación Atmosférica en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá* (POECA), estos valores fueron modificados en dos ocasiones.

La creación de estrategias y toma de decisiones para afrontar estas crisis cuenta con una serie de influencias políticas, las cuales están permeadas por unos intereses tanto individuales como de grupos, debido a que en estos procesos decisorios surgen diversos actores que son afectados de manera positiva o negativa por el surgimiento y desarrollo de la problemática, haciendo que estos tomen una posición frente a la misma; y debido a la afectación que tiene en el desarrollo de la sociedad no está exento de críticas.

Durante el año 2016, en el Valle de Aburrá se presentaron unos encuentros de opiniones con respecto a la adopción e implementación de medidas de pico y placa

para la mitigación del episodio de contaminación, ocurrido a finales de marzo y principios de abril de este año, en donde unos municipios implementaron esta medida sin ningún debate sobre esta y otros analizaron y cuestionaron estas decisiones antes de ser llevadas a cabo en sus territorios y finalmente no fueron implementadas en su totalidad según la directriz de la autoridad ambiental urbana (16)

Dado que esta toma de decisiones ambientales tiende a modificar las relaciones sociales y los problemas, que son tenidos en cuenta en un contexto político y en un momento determinado es que surge la pregunta de investigación: ¿Cómo ha sido el proceso de toma de decisiones por parte de la autoridad ambiental y las entidades territoriales frente a las contingencias de la calidad del aire en el Valle de Aburrá entre los años 2016 y 2018?

2. JUSTIFICACIÓN

Los motivos que llevaron a la realización de este trabajo de investigación fueron tres: inicialmente es el reconocimiento que da la Organización Mundial de la Salud (OMS), a la contaminación del aire y su relación directa con la afectación de la salud y calidad de vida de las poblaciones (1), por lo cual, se debe implementar acciones intersectoriales para enfrentar esta problemática (1).

El segundo motivo, fue el surgimiento de estrategias como el Plan Decenal de Salud Pública (PDSP) 2012-2021 y el establecimiento de la dimensión de Salud Ambiental, la cual, plantea la necesidad de gestiones intersectoriales para el control y seguimiento de factores de riesgo ambientales, entre los cuales se ha dado máxima prioridad a la calidad del aire (17), es por esto que es importante saber el cómo las autoridades ambientales y los entes territoriales articulan las decisiones que toman en materia de la calidad del aire con el cumplimiento de esta dimensión.

Por último, como profesionales en Administración en Salud con Énfasis en Gestión Sanitaria y Ambiental debemos de ser los precursores en el cuidado del medio ambiente y por consecuencia de salud de las personas. Realizar una investigación en este tema nos permitió relacionar los componentes administrativos y ambientales de nuestra profesión en un sentido más detallado, dado que se relacionó la toma de decisiones como un eje de la administración y la calidad del aire como problemática ambiental.

3. OBJETIVOS

3.1 GENERAL

- Comprender el proceso de toma de decisiones por parte de la autoridad ambiental y las entidades territoriales frente a las crisis de la calidad del aire en el Valle de Aburrá entre los años 2016 y 2018.

3.2 ESPECÍFICOS

1. Describir las contingencias ambientales con relación a la calidad del aire y variables meteorológicas en el Valle de Aburrá entre los años 2016 y 2018.
2. Reconocer el proceso de toma de decisiones con relación a las contingencias ambientales en materia de Calidad del Aire en el Valle de Aburra entre los años 2016 y 2018
3. Analizar la relación entre las contingencias ambientales y la toma de decisiones con relación a la calidad del aire en el Valle de Aburrá entre los años 2016 y 2018.

4. MARCOS

4.1 Marco teórico

Los procesos de toma de decisiones son ejercicios complejos debido que no tienden a ser un tema de reflexión y de estudio debidamente estructurado, esto por la poca comprensión en lo que respecta a la participación intersectorial y su integración en el proceso, además de que las posturas adoptadas suelen ser parcializadas por la perspectiva de los individuos, que son influenciados por las emociones y no por los hechos concretos. En temas como las problemáticas ambientales se suele creer que estas decisiones deben de ser del dominio de expertos usando métodos analíticos, dejando de un lado el interés público.

Las decisiones son el resultado de un sistema político, mediante el cual “los valores son autoritariamente distribuidos dentro de la sociedad”. La definición de toma de decisiones históricamente ha estado relacionado a ámbitos diplomáticos e instituciones políticas. Se refiere al acto de elegir entre alternativas posibles sobre las cuales existe una incertidumbre, lo que supone un proceso gradual que contiene elementos parciales y transacciones entre los intereses organizativos en competencia y las presiones burocráticas (18).

Toda cuestión o decisión política atraviesa por un “ciclo” que se extiende desde la problematización social hasta la solución de esta. Durante estos procesos los actores son afectados de manera positiva o negativa por la aparición de la problemática. Dentro de este proceso es posible identificar cuatro etapas:

- i). la identificación del problema
- ii). La formulación de la políticas y estrategias;
- iii). La implementación de las políticas y acciones y
- iv). La evolución de las políticas, estrategias y acciones.

Es importante tener en cuenta que transversalmente a este proceso aparecen los comportamientos de los individuos, los cuales tienden a modificar las relaciones sociales y el universo de la problemática (18). Según Moran existen tres tipos de perspectivas teóricas relacionadas a la toma de decisiones:

- I. La “concepción racionalista”, siendo la más replicada por el sector público, busca definir un problema, establecer una meta y analizar exhaustivamente las alternativas posibles para poder alcanzarla, para así escoger entre ellas a partir de las cualidades que presentan.
- II. El enfoque “incrementalista”, adapta la toma de decisiones a las capacidades limitadas de los decisores, es decir, en lugar de hacer una revisión exhaustiva de las alternativas, se centra en la redefinición constante del problema, por lo que no existe una sola decisión correcta del problema, sino que se deben de llevar ajustes permanentes entre los fines y medios y viceversa.
- III. La “exploración combinada”, señala que las decisiones racionales frecuentemente marcan el contexto de las incrementales, y a su vez las primeras suelen ser influenciadas por las segundas, con el fin de evitar una transformación violenta (18).

Asimismo, las decisiones ambientales suelen ser complejas y multifacéticas, debido a la interacción del hombre entre el ser y el pensar, en donde esta no solo se reduce a la complejidad del pensamiento, sino que también es la construcción del ser en vías del pensamiento complejo (19). Es por esto, que se configura diferentes prioridades u objetivos, pero que a la final cuentan con la misma necesidad o problemáticas a resolver.

Estas últimas son basadas en conocimientos desde la multidisciplinariedad donde se incorporan saberes desde las ciencias naturales, exactas, sociales, médicas, políticas y la ética; es por eso que los problemas ambientales tienen a ser resueltos por procesos de decisión grupal que pueden tener ciertas ventajas en un espacio individual, ya que posibilitan el planteamiento de perspectivas para la consideración en discusiones grupales, debido que los participantes, para no prolongar las

discusiones y por el posible desconocimiento de la problemática, pueden adoptar posiciones arraigadas o una perspectiva común muy prematura (20).

Los procesos de toma de decisiones ambientales son transversalizados por la incertidumbre, bien sea desde una perspectiva social o científica, en donde la historia del ser humano pareciera darse sin raíces en el medio «natural». La sociedad se organiza por mecanismos que nada tienen que ver con las leyes que regulan el proceso mismo de la vida. Esta es una trampa cultural, una abstracción que ha aislado al ser humano de las fuerzas inmediatas que lo generan y que hoy en día lo subsumen en una crisis civilizatoria sin precedentes (21). Además, los ecosistemas son mediados o intervenidos por sistemas creados por el hombre en donde la comprensión de los mismo es limitada, ya que en muchas ocasiones el ser humano no logra comprender las partes e interacciones que se forman y lo componen. El entendimiento del mundo natural se hace más complejo cuando se le agregan las influencias que tienen las actividades humanas sobre este o procesos de construcción social de figuras como la del Estado (forma de organización política moderna) y la comprensión de los juegos de poder (20).

El Estado, desde la teoría de Max Webber, es una organización que reclama para sí el monopolio de la fuerza legítima, por medio del establecimiento de figuras como las administraciones públicas, tribunales, armadas, la policía, entre otros; por el cual el Estado comienza a asumir unas funciones de defensa, gobernación, justicia y seguridad, lo que trae a colación conceptos como el poder, la dominación o la legitimidad, que no se profundizarán en este trabajo. No obstante, es importante señalar que una elite política o, una minoría consistente, como lo habla Norbert Lechner, logra el monopolio de la fuerza, coerción o coacción para hacer valer sus intereses y a través de diversos mecanismos de imposición logra legitimar esa fuerza (22). La perspectiva que brinda Webber no es teleológica, debido a que el Estado en sí mismo no tiende a un fin o cuenta con una finalidad, el “fin” es siempre contingente e histórico. Ahora bien, todos los estados se caracterizan por poder recurrir en última instancia a la ley y al cumplimiento coercitivo de esta como fin

último. Aunque no siempre es por estos medios. También se obedece por i) Miedo, es decir, por coacción ii) porque creemos en una legitimidad, iii) por inclusión, en donde creemos gozar de un bienestar que nos reconcilia con el sistema, y iv) por rutina, que llevan a que la ciudadanía interiorice comportamientos que les son funcionales, para el mantenimiento del statu quo (22).

Asimismo, Gramsci comprende el Estado como la suma del Estado, más el Estado ampliado. También plantea que el gobierno domina con un puño de hierro envuelto en un guante de seda, para explicar cómo la hegemonía está acorazada de coacción

Gramsci habla de dos maneras de la hegemonía sobre un grupo social, la primera plantea la parte coercitiva, en donde la ley y la coacción son la parte restringida del Estado, las cuales se encargan de ordenar a la sociedad civil de acuerdo al sistema político, social o económico que se esté inmerso. La segunda (la parte ideológica representada por la sociedad civil) es donde surgen una serie de características, actores y elementos transversalizados por el dominio ideológico de una clase sobre todas las otras, para así imponer sus metas, objetivos y valores; por medio de la acumulación de consensos entre instituciones que agrupan al colectivo y ayudan en la generación de identidades como la iglesia, sindicatos y los intelectuales (23).

Inspirado en Calas Offe en 1972, recogido luego por Nikos Poulantzas en 1979 y Joachim Hirsh a finales de la década y retomado por Bob Jessop en los años 80, surge la teoría estratégico-relacional (ERR) (uno de los conceptos más importantes de la teoría marxista) que propone descentrar el análisis sobre el aparato burocrático y más bien, centrar el estudio en las relaciones de poder que se dan dentro de este y plantea la existencia de un cuarto elemento para describir o comprender esta forma de organización política moderna: el Estado como relación social. Ver al Estado como relación social significa, en un contexto histórico actual (con un ímpetu fuerte del momento neoliberal,) entender el Estado desde la vertiente de la economía ortodoxa neoclásica, es decir, este como una empresa. Esta teoría EER permite entonces entender las estructuras concretas de cada sociedad

además del contexto ideológico y los actores para poder así analizar la interacción de todos estos.

La teoría estratégico-relacional permite una mirada diferente al enfoque clásico (el cual se centra en el conjunto institucional, instrumento de clase, o en el sujeto) ya que permite una capacidad lógica y voluntad para operar, donde se ponen en la mesa una serie de pulsos y co-relaciones de fuerzas donde El Estado es una condensación material de estas. Es decir, la historia se repite en las instituciones por medio de dependencia de la trayectoria; y finalmente son el resultado de un entramado de decisiones y relaciones de poder que se tejieron alrededor de las decisiones finales de las instituciones (24).

En este sentido el análisis del Estado se desplaza hacia el poder del mismo, donde se configura como un elemento o actor que es representativo, jerárquico y policontextual, donde no hay una teoría general que lo explique. Esto quiere decir que, el Estado se debe entender en cada lugar y en cada contexto histórico para poder entenderlo, donde una minoría consistente (élites políticas) les dicta a las mayorías metas de obligado cumplimiento.

Esa minoría, por tanto, logra imponerse y tiene la capacidad de hacerse consistente. El Estado como relación social supone que este tiene una inclinación para satisfacer más unas demandas que otras, lo que confirma que esta forma de organización política no es neutra y que hereda selectividades estratégicas. Jessop las divide en seis aspectos agrupados en: i) Formales, representación política, arquitectura institucional, intervención del Estado a través de métodos de intercambio y ii) Discursivos y estratégicos: creación de bases sociales, proyectos que pone en marcha el Estado y construyen estatalidad, visiones hegemónicas (24).

Dentro de las dinámicas sociales, se condensa la hegemonía como una relación entre las fuerzas políticas mediada por la materialidad institucional del sistema estatal. La dificultad de comprender al Estado como un elemento de la sociedad radica en las características de centralidad. Contrario a esto; como lo expone Bob

Jessop en su enfoque, el Estado es la “condensación material de un equilibrio siempre cambiante”, es decir que es una figura mutable en función de las actividades que este ejecuta, las escalas en las cuales opera, de las fuerzas políticas que lo rige, y sobre todo de las circunstancias en las cuales actúan; pero además supeditadas a los principios económicos, políticos, religiosos, militares, raciales, culturales, entre otros (24).

El Estado opera en la sociedad y la sociedad opera en él, dentro de esta relación se acompañan, toleran, reconocen y moldean; y es que el Estado sólo puede operar cuando es reconocido por una sociedad, ya que es conocedora de la coerción que ejerce el Estado, bien sea para beneficio de todos o unos pocos, o en la capacidad de influir en una toma de decisiones (24).

Dentro de estas cuestiones existen diversas formas cómo se ejerce el poder. En primera instancia se puede negar el asunto problematizado, también se puede afirmar que nada queda por hacer frente el problema, se puede olvidar la situación sin explicar las razones para no incorporarlo dentro de la agenda política y, por último, se puede desalentar a quienes pretenden plantear la situación (18).

El enfoque brindado por Jessop permite entender al poder no como un abstracto, sino más bien como una relación hacia alguien o algo; ya que la explicación de estas relaciones sociales suele estar supeditada a la existencia, o no, de aquel fenómeno complejo, debido a que se tiende a confundir el poder con las actividades o capacidades para cambiar una situación. En esta explicación aparece una dicotomía entre el poder como “explanandum”, es decir, como algo que hay que explicar; y el poder como “explanans” la explicación en sí misma del fenómeno, esto conlleva a un “razonamiento circular en el que los resultados del ejercicio del poder se explican mediante el ejercicio del poder en sí mismo”, es por esto que Jessop, para evitar estos problemas, plantea que no existe el poder en general, por lo que se enfoca en la determinación de los pesos y contrapesos de las diferentes maneras de ejercer el poder particular y las formas en cómo estos se conjugan con el fin de generar estructuras específicas de dominación (24).

Estos ejercicios de poder explicados por Jessop no implica un choque directo de voluntades, debido a que cuenta con unas condiciones de existencia sociales y materiales definidas, y además está delimitado por la existencia de otros factores sociales. Esta es la razón por la que la política es “el arte de lo posible”, donde el análisis de esos límites y restricciones es, por lógica, el estudio de las acciones de los actores involucrados en una relación de poder (24).

Son diversas las instituciones estatales involucrados en la fijación de una posición, las decisiones o predisposiciones de los diferentes niveles que podrán resultar inconsistentes o conflictivos entre sí (18). Estos conflictos son dados por varias razones, la coordinación interinstitucional es una de ellas, ya que ciertos agentes tienen la capacidad de influir dentro de los procesos decisorios o en las instancias de estos mismos con respecto a la posición del Estado a una cuestión social, o ambiental en este caso, es decir que el conflicto supone el enfrentamiento de las unidades que hacen parte de este y que pueden ser influenciadas por el bloque hegemónico que está al poder (18).

Si bien esa incertidumbre a la hora de la coordinación interinstitucional o el traspaso de funciones generalmente sigue siendo un factor "no considerado" en el proceso de toma de decisiones ambientales, ha habido algunos desarrollos recientes que integran el tratamiento del riesgo e incertidumbres en los procesos formales de legislación alrededor de la toma de decisiones (25).

El denominado principio de precaución nace en la búsqueda de herramientas analíticas que puedan ser transformadas en instrumentos políticos, legales y en planteamientos más efectivo, ante “la amenaza de daños (considerados suficientemente serios) al medio ambiente o a la salud humana. No es necesario esperar a alcanzar una certidumbre científica completa para tomar las debidas medidas protectoras, es decir, que no es necesario esperar, sino que es necesario actuar y tomar decisiones antes de contar con evidencia científica “incuestionable” (26).

Este principio plantea una nueva lógica con una serie de elementos constitutivos, que dado el caso de caer en el error, la principal ventaja de este reside en el hecho de que siempre se permitiría a las autoridades públicas equivocarse en favor de la seguridad, lo cual no es poca cosa cuando la magnitud del daño puede ser más que preocupante; además, este también apunta hacia la legitimidad con la que las autoridades o instituciones toman decisiones con respecto a cuestiones que afectan a toda una sociedad, como lo plantea Jean-Pierre Dupuy, el problema fundamental planteado por el principio de precaución no sería tanto el de la falta de conocimientos como el de la falta de credibilidad (de los expertos y los responsables públicos) ante el escenario de una posible catástrofe (26).

Ahora bien, este principio brinda a la sociedad civil un mecanismo por el cual pueden exigir la responsabilidad de los gobiernos y a las industrias por sus acciones, frente a problemáticas ambientales como la calidad del aire, que es una de las variables analíticas importantes de esta investigación, para así poder oír la voz de la sociedad en cuestiones que lo convocan y sobretodo poder “democratizar el conocimiento experto” (26)

El principio de precaución permite ir más allá de la mirada idealista de la gobernanza, la cual se define como una forma relacional ideal entre gobierno y gobernados, en que el buen comportamiento, la cortesía y la civilidad debe de imperar antes que el conflicto, las relaciones ásperas o las manifestaciones de violencia. Aguilar define a la gobernanza como " ...el proceso social de decidir los objetivos de la convivencia y las formas de coordinarse para realizarlos; se lleva a cabo en modo de interdependencia-asociación-coproducción/corresponsabilidad entre el gobierno y las organizaciones privadas y sociales" (27).

El principio que rige la lógica de la gobernanza es que los actores involucrados colaboran porque cuentan con un interés común, y es, así pues, que, desde esta perspectiva para lograr los objetivos se debe de elaborar conjuntamente programas de acción y disponer de los recursos humanos, el conocimiento y los materiales para su ejecución. Bajo tal principio, la participación, la transparencia y la rendición

de cuentas incidirán en la preservación de este tipo de interacción y en su eficacia (27).

Ahora bien, el enfoque de gobernanza ha sido de mucha ayuda para países anglosajones donde los marcos de la institucionalidad y las interacciones sociales cuenta con una clara estabilidad mediado por aparatos burocráticos consolidados. Pero en América Latina, específicamente en Colombia, estos conceptos deberían entenderse desde el contexto de sociedades que han sido fragmentadas por grandes desigualdades sociales que generan procesos de marginación y la pobreza de grandes porcentajes de la población. La discriminación, no reconocimiento y exclusión de amplios grupos poblacionales y el modo autoritario de gobernar y/o ejercer gobierno, esto sin mencionar la colonialidad del poder que se reproduce en las élites políticas desde la colonia hasta nuestros días ha hecho que la relación gobierno-sociedad haya sido atravesada por una gran cantidad de experiencias dramáticas, no siempre favorables para los diferentes grupos sociales (27).

La toma de decisiones ambientales vista desde de la gobernanza no satura la totalidad de su comprensión, ya que no permite plantear la cuestión en los términos más amplios, en pro de mejorar las políticas públicas tanto desde el punto de vista de la efectividad y la eficiencia como, de su nivel de calidad democrática; por tanto, un cambio de valores dando primacía a: el respeto (por los derechos de los ciudadanos, las generaciones futuras y el entorno natural) y la humildad, en lugar de la arrogancia que ha presidido habitualmente las relaciones de los humanos con el mundo natural y nuestras creencias en la posibilidad de una comprensión y control científico-tecnológico del mismo (26). No hay duda de que la adopción y ejecución de políticas públicas puedan implicar el desarrollo de procesos políticos y la aparición de fuentes de conflicto social (27).

Las políticas públicas (PP) es lo que el Estado hace o no hace para dar respuestas a una situación problemática o la satisfacción de una necesidad específica en la

población, las cuales recogen cuatro elementos fundamentales: la intervención del gobierno, percepción de los problemas y definición de objetivos y proceso.

André-Noel Roth define estas políticas como *“un conjunto conformado por uno o varios objetos colectivos considerados necesarios o deseables y por medios y acciones que son tratados, por lo menos parcialmente, por una institución u organización gubernamental con la finalidad de orientar el comportamiento de actores individuales o colectivos para modificar una situación percibida como insatisfactorio o problemática”*, es decir, estas aparecen como una estrategia de intervención estatal, en donde el Estado define las metas, los objetivos y los fines para poder resolver los problemas o necesidades presentes en la sociedad, esto por medio de procesos de descentralización, en pro de solucionar y mejorar el desarrollo en sus comunidades. Bob Jessop en su teoría estratégica-relacional, habla de cómo estas encuentran un primer filtro de oposición en el aparato burocrático, ya que estas son las que de cierta forma garantizan una protección de los intereses particulares para mantener un estado de elementos constante, es decir, son quienes aseguran y protegen las estructuras de poder (28).

Por la naturaleza compleja de estas, al momento de su diseño e implementación existe una correlación de fuerzas o poderes de los sectores que están inmersos y son afectados la formulación de estas. Este proceso es altamente complejo y conflictivo, debido a que las políticas públicas están inmersas no solo es un espacio jurídico o administrativo, si no que la discusión de estas se hace en medio de una arena política donde convergen, luchan y conciertan las fuerzas políticas (29). En las discusiones alrededor de estas suele aparecer protagonistas que se apropien de estas problemáticas, y surgen de la existencia de esas tensiones estructurales que generan la vulneración de unos intereses muy concretos, y que son visibles, sentidos y vividos (29),

Las variables del entorno, “reglas de juego” y los actores inmersos son aquellas fuerzas influenciadoras, las cuales permiten que este espacio se preste para el debate, la negociación, aprobación y ejecución de un sinfín de puntos de vistas y argumentos de diversos grupos, los cuales suman o restan sus intereses. Si bien el nivel de participación de los sectores influenciados parece ser alto, los debates y las discusiones dentro de las políticas son influenciadas por aquellas partes con más poder, lo que beneficia a unos ciertos grupos (30).

En cuestiones ambientales, problemáticas como la calidad del aire, toman un significativo renombre en la incorporación de la construcción de políticas públicas, esto debido a los impactos directos que tiene la exposición a un aire contaminado en la salud de las poblaciones, ya que un aire limpio es requisito fundamental para el desarrollo y bienestar de las comunidades; y la exposición a los contaminantes trae consigo una serie de complicaciones como lo son las enfermedades respiratorias y cardiovasculares, y además se traspone en ámbitos económicos, sociales y culturales, es por eso que es importante entender cómo ha sido la integración de esas luchas en las agendas como un tema de derecho fundamental a un ambiente sano.

Esta problemática se convierte en un tema de interés para la sociedad y los científicos a partir de los sucesos ocurridos en Bélgica en Meuse Valley en el año 1930, donde murieron más de 60 personas debido a la combinación de las emisiones industriales y a las condiciones climática del lugar; además de la muerte de 4000 personas en el año 1952 en Londres debido a la presencia de una gran nube de material particulado. Estos dos grandes sucesos fueron los detonantes para comenzar a tomar medidas radicales a nivel mundial en términos de la formulación de políticas enfocadas a las Calidad del Aire (31).

La forma en cómo los contaminantes son liberados en el aire se conoce como emisión y estas pueden ser de tipo natural y antropogénica. En esta primera se encuentra el polvo, los incendios forestales, el humo y gases sulfurosos debido a las explosiones volcánicas; por otro lado, los contaminantes generados por las

actividades humanas se presentan debido a la combustión, generación de energías, las emisiones de vehículos, los procesos de calentamiento y tueste, el ejercicio de las mineras y canteras, los procesos químicos, nucleares o atómicos (32).

De acuerdo a la forma en cómo se liberan los contaminantes, las fuentes de emisión se clasifican en: fuentes fijas, las cuales son generadas en un lugar determinados e inamovible, como es el caso de las industrias; y fuentes móviles, que son generadas durante el desplazamiento de las fuentes como es el caso de los carros, trenes o aviones (33). Estas fuentes de emisión son el resultado de un proceso de urbanización presente en las grandes ciudades, por lo que se estima que la contaminación del aire será para el 2050 la principal causa de muerte infantil a nivel mundial debido principalmente a la exposición por material particulado.

Estas fuentes emiten una serie de contaminantes los cuales fueron seleccionados en el 2008 por la OMS como contaminantes criterio, y son: el material particulado PM_{10} y $PM_{2.5}$, monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO_2), dióxido de nitrógeno (NO_x) y ozono (O_3) (34). En muchas de las regiones urbanizadas e industrializadas aparecen otros contaminantes como el humo, polvo, el smog de las fábricas, centrales eléctricas, automóviles y fundiciones, los cuales se presentan en forma de gases y partículas sólidas de tamaños muy pequeños (32).

Estos contaminantes tienen a permanecer en el aire cuando no hay un buen flujo de las corrientes, lo que dificulta la posibilidad de dispersarse, además la presencia de montañas restringe el transporte de estos fuera de las áreas de inmisión; cuando esto sucede la concentración de los contaminantes suele aumentar (32), es por esto que se crean instrumentos como el Índice de Calidad del Aire (ICA) para medir los niveles en los que estas sustancias se encuentran.

Este índice es un valor adimensional (que no tiene unidades físicas que lo definan) que se calcula partiendo de la información procedente de la normatividad vigente relacionada a los contaminantes del aire. Este índice es una herramienta que permite realizar informes de forma clara, directa y rápida respecto a la calidad del

aire que está respirando la población, además de garantizar el cumplimiento del derecho al acceso sobre la información ambiental que poseen los ciudadanos; es por esto que el objetivo del ICA es facilitar a la población el entendimiento de la información relacionada a la contaminación del aire (34).

Para cada uno de los contaminantes medidos es asignado un valor con respecto al nivel de concentración de la inmisión, el cual se mide en $\mu\text{g}/\text{m}^3$, además se le asocia otro valor (el cual se acompaña con un comentario acerca de la calidad del aire), que va de 0 siendo muy buena para la salud humana a 500 la cual se convierte en peligroso para el bienestar y salud de las poblaciones, esta valoración corresponde a los efectos observados de la calidad del aire existente en una zona; la cual también es acompañada por un color dependiendo del nivel en donde se encuentre la escala (rojo si la calidad es mala, verde si es buena, entre otros) (34). Es importante tener en cuenta que este índice gira en torno a los efectos en salud que se pueden sufrir en cuanto a hora o días de exposición a estos contaminantes.

Los impactos de una mala calidad del aire son diversos y dependen de la dimensión a la cual afecta. En un modelo reciente realizado por la Organización Mundial de la Salud, afirma que el 92% de la población mundial se encuentra habitando zonas en donde la calidad del aire supera los límites establecidos, además, se calculó que en el año 2015 entre 3.7 y 4.2 millones de personas murieron a causa de enfermedades relacionadas a la mala calidad del aire (35).

Dependiendo del tipo de contaminante los efectos en la salud humana varían, sumado a esto, los impactos están determinados por el nivel de exposición y la carga de tóxicos, además de la susceptibilidad del individuo y el tiempo de exposición. Por ejemplo, el PM_{10} es el responsable de la irritación y bloque de las vías bronquiales, lo que deja como resultado una amplia gama de enfermedades respiratoria. El $\text{PM}_{2.5}$ al ser partículas muy diminutas logran penetrar hasta las partes más profundas del sistema respiratorio lo que deja como resultados el aumento de los factores de coagulación de la sangre y el agravo de las enfermedades isquémicas del corazón. El monóxido de carbono se asocia a dolores de cabeza,

impedimento visual y reducción de la capacidad cognitiva. El dióxido de azufre se relaciona con problemas respiratorios como tos, mucosidades, bronquitis crónica y asma. El óxido de nitrógeno contribuye en la irritación de las vías respiratorias y en la reducción de la capacidad pulmonar y, por último, el ozono actúa como un irritante generando asma y neumonía (35).

En lo referente a los grupos sensibles, una exposición prolongada a los contaminantes puede ser altamente perjudicial, en el caso de las mujeres gestantes esta exposición está ligada a complicaciones y retraso en el crecimiento intrauterino, lo que se traduce en problemas de salud y desarrollo del niño. En adultos, las enfermedades que más se presentan son: las cardiovasculares como los derrames cerebrales y fallas cardíacas, además de cáncer de pulmón y diabetes tipo 2. A largo plazo estas afectaciones se ven reflejadas como bajas condiciones de salud, mayor ausencia académica, altos costos en el sistema de salud asociados a menor productividad, lo que afecta la entrada de ingresos y el aumento de pobreza y desigualdad (35).

Referente a los costos en salud, en el Reino Unido se realizó un estudio donde se utilizó un modelo dinámico de micro simulación para predecir los costos que conlleva para la salud futura los contaminantes como el $PM_{2.5}$ y NO_2 hasta el año 2035, en este se logró estimar que para este periodo de tiempo se tendría un gasto de £ 5,56 billones, lo que corresponde a 1.15 millones casos nuevos de enfermedad (8). En China, un estudio aplicó el Método de Mercado Directo, donde analizó los precios de bienes o servicios que se reducen directamente por la contaminación del aire y arrojó que debido a el costo del contaminante $PM_{2.5}$ fue de apropiadamente USD 176.9 mil millones en salud (8).

En el ambiente la forma en como esta exposición afecta a la fauna y flora es de manera cíclica, ya que estos contaminantes son absorbidos por las plantas en sus procesos de fotosíntesis y los animales en la necesidad de alimentarse consumen estas plantas con alta carga contaminantes, es decir que se evidencia una alteración de la cadena trófica, además de daños visibles, efectos crónicos acumulativos,

genéticos o cambios en la composición de la comunidad vegetal , como la presencia de puntos o manchas de color morado o negro en las hojas de las plantas causado por la presencia de ozono en los procesos de fotosíntesis, la US Environmental Protection Agency estima la pérdida de vegetación en 325 millones de dólares (3). Adicionalmente, causa una degradación a mediano y largo plazo del suelo, lo que conlleva una disminución progresiva de la vegetación en el territorio, la cual, es la encargada de realizar el proceso de disminución de contaminantes (3).

En Brasil se realizó una investigación donde se demostró que el contaminante PM10 tuvo menos efecto sobre la mortalidad respiratoria entre los adultos mayores en áreas con una mayor proporción de poblaciones de educación universitaria y familias de altos ingresos, y tuvo mayor efecto en áreas donde la proporción de la población pobre era alta (8).

Por otro lado, los contaminantes atmosféricos tienen un efecto de deterioramiento sobre los materiales como piedra, pinturas, vidrio teñido, materiales de fibras, entre otros. Esto se da gracias al efecto de “ensuciamiento por partículas” y el cual es más evidente en ciudades industrializadas en donde los edificios se van coloreando y tornando de un color negro. En el sentido de la pérdida del valor histórico, se han visto casos de erosión de las fachadas de los edificios de gran valor arquitectónico, como es el caso de la Acrópolis en Atenas la cual se ha desmoronado más en los últimos 50 años que durante los 2500 anteriores. Otras consecuencias evidenciadas por esta contaminación son el deterioro significativo de la ropa, cortinas, madera, la corrosión de metales y el ensuciamiento y ruptura de obras de pintura. En países como Estados Unidos se estimó que tan solo los oxidantes generan un daño de 100 a 125 millones de dólares anuales (2).

Al presentarse estos episodios de contaminación severa, aparece una situación de riesgo derivado de actividades humanas o fenómenos naturales, que pueden poner en peligro la integridad de uno o varios ecosistemas, y son conocidas como contingencias ambientales y es por esto por lo que se crean un conjunto de medidas por parte de las autoridades competentes. La teoría administrativa de contingencias

las define como la probabilidad de que ocurra o no un suceso, ya sea incierto o eventual pero que se confirma de su existencia a través de la experiencia o evidencia, no por la razón (36).

El análisis de las contingencias, específicamente relacionadas con la calidad del aire debe comprender diversos factores: i) determinar el origen de los contaminantes criterios; ii) fenómenos climáticos que se presenten en el territorio y su periodicidad; iii) inventario de contaminantes criterios en el territorio; iv) tiempo de exposición y dosis absorbida de los contaminantes criterios a nivel de población en general y por grupos sensibles y v) impactos en la salud atribuible a la polución del aire (37).

La forma de enfrentar estas contingencias puede ir desde un aviso preliminar, hasta la ejecución de acciones de emergencia. Por ejemplo, se difunden recomendaciones como permanecer en interiores, o hacer suspensiones de actividades y servicios públicos; el tipo de medida aplicada depende directamente de qué tan crítica está la situación, en este caso, la calidad del aire (38).

Los tomadores de decisiones ambientales a menudo reciben cuatro 4 tipos de aportes técnicos: los resultados de los estudios de modelado y monitoreo, evaluación de riesgos, análisis de costo o costo-beneficio y preferencias de las partes interesadas; pero los procesos de decisión generalmente ofrecen una manera óptima para integrar o juzgar la importancia relativa de la información de cada fuente, eso sumado a que la información brinda viene de diferentes formas y fuentes.

El Área Metropolitana del Valle de Aburrá, es un ejemplo de esto, por medio del Protocolo del Plan Operacional para enfrentar Episodios Críticos de Contaminación Atmosférica -POECA-, se hace la declaratoria de episodios, con base en el monitoreo que esta entidad realiza con soporte técnico en el proyecto SIATA (Sistema de Alerta Temprana del Valle de Aburrá) el cual analiza la información y establece el nivel de riesgo de la contingencia así: “*un nivel de alerta naranja entre*

35,5 y 55,4, de alerta roja fase 1 entre 55,5 y 105,9, de alerta roja fase 2 entre 106 y 150,4, y de emergencia por encima de 150,5 microgramos por metro cúbico". Paso seguido se hace la recomendación, la cual pasa al grupo denominado GECA (Gestión de Episodios de Calidad del Aire) y posteriormente este a su vez hace el respectivo análisis interno . Para así después pasar esta información al Director del Área Metropolitana en donde se sugiere adoptar cierta medida; él comunica a los alcaldes del Valle de Aburrá, se analiza la situación y se toma finalmente la decisión con respecto a las contingencias en calidad del aire del Valle de Aburrá (14).

4.2 Marco territorial

Introducción

El Valle de Aburrá es una de las nueve subregiones del departamento de Antioquia, la cual está conformada por los municipios de: Barbosa, Girardota, Copacabana, Bello, Medellín, Envigado, Itagüí, Sabaneta, La Estrella y Caldas. El territorio comparte características ambientales, demográficas, culturales, económicas, sociales y tecnológicas, conllevando a que estos municipios se organizaran como un “nicho único ecosistémico” con el fin de fortalecer la conciencia sobre un desarrollo sostenible y mancomunado entre los 10 municipios (39).

Características generales

El Valle de Aburrá está ubicado en la Cordillera Central de los Andes. En 1826, el municipio núcleo del Valle de Aburrá, Medellín fue declarado capital del departamento de Antioquia, gracias a su ubicación geográfica, además de su cercanía a los ríos Cauca y Magdalena (40).

Características demográficas

Al año 2018, los habitantes del Valle de Aburrá han alcanzado los 3'821.797 de personas (58 % de la población de Antioquia) según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), de los cuales Medellín como municipio núcleo del Valle, contiene 2'508.452 de personas. Pero a principios del siglo XX estos no alcanzaban el millón de habitantes hasta el año 1973. En este lapso, aumentó de manera exponencial, debido a la consolidación de industrias en el territorio. Esta población provenía de las zonas rurales del departamento y del país buscando mejores oportunidades de empleo y una mejor calidad de vida (40).

Durante los años 80 y 2000, debido al conflicto interno del país y el narcotráfico hizo que un gran número de población rural se consolidará en la zona urbana del Valle de Aburrá. Este crecimiento poblacional aun continua en la actualidad, pero por distintas razones como la migración de población extranjera y la consolidación de

instituciones de educación superior. Todo esto ha llevado que la densidad poblacional sea de 6643 hab/km² (40).

Características ambientales

El Valle de Aburrá contiene una gran variedad de peculiaridades, los cuales hacen que se posicione como un territorio estratégico para el desarrollo de la región. Este es atravesado por el río Aburrá-Medellín, el cual nace al sur del valle, específicamente en el Alto de San Miguel ubicado en el Municipio de Caldas, el cual cuenta con 100 km de longitud, de los cuales 60 km están dentro de la jurisdicción de los municipios del Valle de Aburrá. Además, el territorio cuenta con secciones que alcanza los 10 km de ancho y rodeado de montañas cuyas alturas oscilan entre los 1300 y 2800 msnm (41).

Los vientos en el territorio alcanzan una velocidad entre 1.6 y 5.4 m/seg y de la totalidad de esto, el 23% provienen del norte. Con esta información se puede considerar que el territorio se asemeja más a un cañón que un valle. Gracias a estas características, el sector industrial se empezó a consolidar cerca al río y en las secciones donde el suelo estuviera más plano, principalmente en los municipios de Bello, Medellín, Envigado e Itagüí (42).

Características socioeconómico

Durante los siglos XIX y XX, el Valle de Aburrá se empezó a consolidarse como un centro dinámico de comercio, inicialmente exportando oro de la región, luego mercancía de las industrias del territorio. Pero actualmente ha disminuido la industrialización del valle, llevando a un cambio en su actividad económica encaminada a la prestación de servicios en diversos campos de la económica (Bancarios, servicios públicos domiciliarios, científico, entre otros) (43).

Toda la zona plana y céntrica del Valle se encuentra urbanizada, conllevando a que el perímetro urbano aumente hacia las laderas; al occidente con proyectos urbanizados legales, pero en la zona noroccidental se presenta un fenómeno en el cual la población migrante que llega al territorio se asienta de manera informal en

esta y generalmente es una zona de invasión marginal, haciendo que este sea la zona con más habitantes en el territorio (41).

Movilidad

El valle cuenta con una variedad de cualidades frente a su movilidad. El municipio de Medellín cuenta con 1.234.946 de vehículos al año 2014 con un aumento anual entre el 8 y el 10%. De esta cifra, el 51% del parque automotor son motocicletas, debido al crecimiento de la económica y ser un medio de transporte asequible para la población de estratos bajo y medio (44).

Además, el Valle de Aburrá cuenta con un sistema de movilidad denominado “Sistema Integrado de Transporte del Valle de Aburrá (SITVA)”, el cual es un sistema de transporte de gran capacidad que atraviesa el valle de sur a norte y de oriente a occidente. El SITVA es multimodal, debido a la complejidad topográfica del territorio y es conformado por Trenes, Buses de Transito Rápido (BTR), sistema de cable, tranvía, bicicletas y alimentadores (44).

Calidad del aire en el Valle de Aburrá

En los últimos años, la calidad del aire ha venido desmejorando debido al aumento de los niveles de contaminantes, principalmente entre las épocas de febrero-marzo y octubre de cada año; debido a que en estas épocas del año se presenta un fenómeno conocido como inversión térmica, el cual ocurre en la temporada de cambio de estaciones entre invierno y verano o viceversa, en el cual se presentan fenómenos de estabilidad atmosférica y baja ventilación, conllevando a la consolidación de los contaminantes en el territorio, disminuyendo la calidad de vida y afectando la cotidianidad en el Valle de Aburrá.(14)

Debido a esta problemática, en el territorio se empezó a realizar un monitoreo a la calidad del aire. Inicialmente era realizado por el Ministerio de Ambiente a finales del siglo XX con solo una estación en la ciudad. Ya en el 2010, con el apoyo de la Universidad Eafit y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, se creó el Sistema de Alerta Temprana del Valle de Aburrá (SIATA), el cual, es una red de monitoreo de

la calidad del aire en el territorio y actualmente tiene 19 estaciones de monitoreo, que realiza medición a los contaminantes material particulado PM₁₀ y PM_{2.5}, ozono, dióxido de nitrógeno, dióxido de azufre y oxido de carbono (45).

Contingencias ambientales relacionadas con la calidad del aire en el Valle de Aburrá

Gracias al SIATA, se ha podido evidenciar que, en los últimos años, una serie de contingencias ambientales relacionadas con la calidad del aire, la cual se declara cuando alguno de los contaminantes monitoreados supera los niveles máximos permisibles establecidos por la normatividad (15).

Estas contingencias ambientales, son declaradas por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA). En los últimos años, ha sido declarada la contingencia ambiental cuando el contaminante PM_{2.5} supera el nivel máximo permisible en mínimo 3 estaciones de monitoreo. Estas han llevado tanto a la autoridad ambiental como a las entidades territoriales superen dichas situaciones por medio de una serie de medidas.

Por parte de la autoridad ambiental, además de declarar la contingencia ambiental, establece medidas que, de carácter metropolitano como restricción de movilidad a los vehículos particulares en el territorio, de emisiones por parte de las industrias, comunicación sobre la contingencia a los ciudadanos, limitar las actividades deportivas al aire libre, elaboración de campañas sobre las consecuencias en salud producidas por el aumento de los contaminantes (15).

Cuestionamientos frente a las decisiones tomadas para enfrentar las contingencias ambientales relacionadas con la calidad del aire

Pero diversos sectores del Valle de Aburrá como la academia, empresarios, medios de comunicación y hasta los propios ciudadanos han puesto en duda las decisiones que se han planteado para la enfrentar las contingencias relacionadas con la calidad del aire. Cada sector plantea sus argumentos frente a estos; la academia plantea que las decisiones implementadas por el AMVA poseen un enfoque más correctivo

que preventivo lo que está ocasionando que cada año, las contingencias ambientales sea más prolongadas y su índice de calidad de aire aumente (46).

El sector empresarial plantea que las medidas establecidas, afectan tanto a su producción como a su talento humano argumentando que disminuye la productividad, aumentando costos conllevando a tener pérdidas. Los medios de comunicación a lo largo de las crisis cambian de postura, es decir, apoyan o no las decisiones implementadas, que, en algunos casos, son las mismas, conduciendo a la población en una discordancia sobre si las decisiones son eficientes y efectivas (47).

Además, gran parte de la población que labora cuenta con un medio de transporte particular, critica las decisiones planteadas, con el argumento que ellos están pagando impuestos sobre dicho bien y no usarlo, lleva a un aumento en los costos y tiempo al movilizarse hacia sus destinos (48).

4.3 Marco normativo

Internacional	
Conferencia de Estocolmo del año 1972	Realizada por la Organización de las Naciones Unidas. Fue la primera gran conferencia organizada en cuestiones medioambientales y marco el punto de inicio en el desarrollo de la política ambiental internacional (49).
Protocolo de Montreal del año 1987	Diseñado para la protección de la capa de ozono, por medio de la reducción de la producción y el consumo de sustancias que ayudan al deterioro de esta (50).
Declaración de Rio del año 1992	También conocida como cumbre de la tierra y busca promover el desarrollo sostenible (51).
Protocolo de Kioto del año 1997	Tiene como objetivo reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero, los cuales son precursores del calentamiento global (52).
Rio+20 del año 2012	En participación de los líderes mundiales, participantes del sector privado y las ONG, el cual establecieron diversas maneras de contribuir a la reducción de la pobreza, fomentar la equidad social y garantizar la protección del medio ambiente (53).
UNEA 1 Resolución 7 en Calidad del Aire del 2014	Fortalecimiento del rol del programa de las Naciones Unidad para el Medio Ambiente en promover la calidad del aire.(54)
Acuerdo de Paris del año 2015	Establece las medidas para la reducción de los gases de efecto invernadero, a través de la mitigación, adaptación y resiliencia de los ecosistemas a efectos del calentamiento global (55).

Objetivos de Desarrollo Sostenible del año 2015	En el desarrollo del objetivo 11 para las Ciudades y Comunidades Sostenibles, se establece que <i>“No es posible lograr un desarrollo sostenible sin transformar radicalmente la forma en que construimos y administramos los espacios urbanos”</i> (56).
Resolución WHA69.27. OMS del año 2016	Hoja de ruta para reforzar la respuesta mundial a los efectos adversos de la contaminación del aire en la salud (57).

Regional

Plan de acción de la 3ar cumbre de Estados Americanos (Quebec-2001)	<p>-En uno de los mandatos de este plan de acción se busca promover la adopción, implementación y puesta en marcha de leyes, normas, estándares y políticas nacionales para establecer altos niveles de protección ambiental; con especial énfasis al mejoramiento de la calidad del aire, acceso a los servicios de agua potable y sanitarios, fortaleciendo las capacidades nacionales y regionales para el manejo integral de recursos de agua y desechos</p> <p>-Promover una mejor gestión ambiental a escala municipal, mediante el intercambio de información entre las comunidades locales, el desarrollo de tecnología ambientalmente sana y la promoción de alianzas para facilitar, cuando sea apropiado, la transferencia de tecnología, desarrollo de capacidades, incluyendo el fortalecimiento de instituciones y servicios locales, y el apoyo a iniciativas como la Iniciativa de Aire Limpio del Banco Mundial y los programas del BID en esta área (58).</p>
Plan Estratégico de la OPS 2014-2019	RIM 3.5.2: países habilitados para elaborar y aplicar normas, criterios y pautas con respecto a los riesgos medioambientales para la salud y los beneficios de una buena calidad del aire y la seguridad química (59).

**Declaración de
Cartagena del año
2016 (Foro de
Ministros de
Ambiente de
América Latina)**

Hacia la plena implementación del plan de acción regional sobre contaminación atmosférica pretende hacer un llamado al Fondo Verde para el Clima, el Fondo Mundial para Medio Ambiente, el Fondo Especial de Cambio Climático y otras instituciones financieras pertinentes a fin de dar prioridad a las medidas de acción rápida que apoyan de forma simultánea la reducción de la contaminación atmosférica y el alcance de los beneficios a corto plazo para la adaptación al y mitigación del cambio climático (60).

Nacional

**Constitución
Política de
Colombia de 1991**

En sus artículos 79 y 80, se establece el derecho colectivo a un ambiente sano y el deber que tiene el Estado en proteger la diversidad e integridad del ambiente, plantificar el manejo y el aprovechamiento de los recursos (61).

**Decreto-Ley 2811
de 1974**

Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Renovables y Protección del Medio Ambiente y donde se establece que la contaminación del aire es un factor que deteriora el ambiente (62).

Ley 9 de 1979

Por la cual se reglamenta la protección del medio ambiente y se establecen las normas, responsabilidades y prohibiciones con respecto a las emisiones atmosféricas. Además se establece que en coherencia al principio de rigor subsidiario son las Corporaciones Ambientales Regionales (CAR) encargadas de establecer las normas y medidas para regular el uso, aprovechamiento o afectación de los recursos renovables, son las encargadas de elaborar e implementar los planes de contingencia para hacer frente a eventuales episodios de contaminación y contar con la participación de las autoridades ambiental, autoridades de tránsito, transporte, salud y el sector empresarial (63).

Ley 99 de 1993	A través de esta norma se crea el Ministerio de Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental -SINA- y se dictan otras disposiciones.(64)
Decreto 979 de 2006	Del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial el cual establece que las autoridades ambientales son las encargadas de declarar los niveles de Prevención, Alerta y emergencia ante la ocurrencia de incrementación de los niveles de concentración de contaminación atmosférica (65)
Acuerdo Conpes 3550 del año 2008	Se establecen los lineamientos para la formulación de la política integral de salud ambiental, con énfasis en los componentes de calidad de aire, agua y seguridad química (66)
Política de Prevención y Control de la Contaminación del Aire-PPCCA del año 2010	Adoptada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible se busca <i>“impulsar la gestión de la calidad del aire en el corto, mediano y largo plazo, con el fin de alcanzar los niveles de calidad de aire adecuado para proteger la salud y bienestar humano, en el marco del desarrollo sostenible”</i> (67).
Plan Decenal de Salud Pública del año 2012-2021	Realizado en el año 2011 y específicamente en su Dimensión de Salud Ambiental se establece la promoción de la calidad de vida y salud de la población, materializando el derecho a un ambiente sano. Además, establece que la Calidad del Aire es una de las prioridades en salud pública ya que afecta a grupos poblaciones específicos como los menores de edad (17).
Ley 1523 del 2012	Define la gestión del riesgo en desastres en Colombia como un proceso social orientado a la formulación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas, estrategias, planes, programas, regulación,

instrumentos, medidas y acciones permanentes para el conocimiento y la reducción del riesgo (68).

Resolución 2254 del 2017

El Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible establece los rangos de concentración y los tiempos de exposición bajo los cuales se deben declarar por parte de las autoridades ambientales (69).

Local

Resolución 2381 del 2015, del Área Metropolitana del Valle de Aburra

En su artículo 29 se establece la implementación de un Protocolo para El Plan Operacional de Episodios Críticos con el cual se definen los mecanismos de coordinación interinstitucional e intersectorial requeridos para la gestión de episodios de contingencia ambiental (70).

Acuerdo Metropolitano 16 del 2017

Se adopta el Plan Integral de Gestión de la Calidad del Aire en el Valle de Aburra 2017-2030 -PIGECA-, este como un plan estratégico para la disminución a corto, mediano y largo plazo de la contaminación atmosférica (45).

Acuerdo Metropolitano 04 de 2018

Se adopta el Protocolo del Plan Operacional para Enfrentar Episodios de Contaminación Atmosférica en la Jurisdicción del Área Metropolitana del Valle de Aburrá (14).

5. METODOLOGÍA

5.1 Tipo de estudio

El actual estudio presentó un enfoque cualitativo teórico, prevalentemente hermenéutico, de tipo retrospectivo y documental, ya que se buscó comprender el proceso de toma de decisiones con relación a las contingencias de la calidad del aire en el Valle de Aburrá.

5.2 Desarrollo de Objetivos

5.2.1 Objetivo 1

Describir las contingencias ambientales con relación a la calidad del aire en el Valle de Aburrá entre los años 2016 y 2018.

- Búsqueda y selección de Información

Primero, se realizó una búsqueda de informes consolidados que describieran las contingencias ambientales relacionadas con la calidad del aire entre los años 2016 y 2018, a través de los informes técnicos del Área Metropolitana del Valle de Aburrá y Sistema de alertas temprana del Valle de Aburrá, los cuales describen la calidad del aire, sus contaminantes, el índice de calidad del aire y datos meteorológicos, estos se obtuvieron a través de informes publicados por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).

Además, se buscaron informes de investigación que fueran de uso público, ejecutadas por instituciones de educación superior acreditadas en el territorio como la Universidad Nacional de Colombia, Universidad Pontificia Bolivariana, Universidad de Antioquia y demás instituciones.

- Criterios de selección

Se selecciono la información que: a.) describiera al detalle las contingencias ambientales durante los años 2016 y 2018; b.) describiera la concentración de los contaminantes PM₁₀, PM_{2,5}, O₃, NO₂ y NO_x; c.) Mencionara los Índices de Calidad del Aire en el tiempo de estudio; d.) Describiera las condiciones meteorológicas en

el territorio como velocidad del viento, dirección del viento, precipitación, temperatura, humedad, presión barométrica y fenómenos inusuales que se hayan presentado como el transporte de arenas del Sahara en las contingencias atmosféricas.

- Plan de Análisis de la Información

La información recolectada fue sistematizada por medio del programa Microsoft Office Excel, en donde se identificaron los periodos críticos con relación a la calidad del aire y sus características ambientales y meteorológicas, para así realizar una descripción en prosa de manera sintetizada, que permitió visualizar las contingencias ambientales en estos años.

5.2.2 Objetivo 2

Reconocer el proceso de toma de decisiones con relación a las contingencias ambientales en materia de Calidad del Aire en el Valle de Aburra entre los años 2016 y 2018.

- Búsqueda y selección de la información

Después de haber identificado los periodos críticos de la calidad del aire, se hizo una selección a conveniencia y partiendo de la distribución estratégica del territorio, se seleccionó un municipio de la zona norte, uno del centro y otro sur del Valle de Aburrá, estos en representación de las entidades territoriales entendidas como las administraciones municipales, además de la autoridad ambiental urbana de la región. No se habló de nombres propios de municipios y de la autoridad ambiental con el fin de reducir el riesgo político y la confidencialidad de la información. Después de esto, se realizó una búsqueda de actos administrativos emitidos las administraciones municipales; los cuales fueron publicados en sus respectivas gacetas. Esta misma búsqueda se realizó en el área de gestión documental de la autoridad ambiental urbana del territorio.

Inicialmente se revisó si los actos administrativos se encontraron de manera virtual, y de no estarlos, se realizó un desplazamiento hacia las administraciones

municipales y la autoridad ambiental para solicitar dichos documentos. Se tuvo en cuenta los documentos oficiales que describieran las decisiones tomadas.

Al momento de revisar los documentos oficiales, se identificó los criterios establecidos en la matriz de análisis de acto administrativo ([Anexo 1](#)) relacionados con el proceso de toma de decisiones. Como ejercicio complementario, se realizó una serie de entrevistas a personas involucradas en este proceso e identificadas previamente por medio de los actos administrativos. Su participación fue de manera anónima y voluntaria y el tratamiento de la información suministrada fue guiado a partir de la Ley Estatutaria 1581 de 2012 (Habeas Data).

- Criterios de selección

Se tuvo en cuenta la información que: a.) fueran actos administrativos emitidos por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá tanto por el director de la entidad como por la Junta Metropolitana; b.) actos administrativos emitidos por las administraciones municipales (Decretos, resoluciones y acuerdos)

Plan de Análisis de la Información

Con los documentos oficiales que cumplieran los criterios de selección, se utilizó una matriz de análisis de actos administrativos anteriormente mencionada (Anexo 1). La información aquí obtenida se sistematizó en el programa Excel de Microsoft Office para así poder crear filtros y estructurar una base de datos que ayudo a la sintetización de la información, y así identificar la decisión tomada. La información fue resguardada en los computadores de los investigadores y adicionalmente en un disco duro extraíble, la cual, al momento de terminar la investigación, los investigadores guardarán la información durante diez (10) años, los primeros cinco (5) de manera física y electrónica y los cinco (5) años siguientes solo de manera electrónica. Adicionalmente, esta investigación no señalo a ningún municipio ni autoridad ambiental ni funcionarios de estas instituciones.

Instrumento complementario: Entrevistas semiestructurada

Este instrumento complementario se hizo con el fin de no solo quedar con la información obtenida desde los actos administrativos, si no para poder brindar una mirada más amplia hacia el proceso de toma de decisiones, ya que estos documentos no brindan la información detallada sobre este.

- Población

La población de interés para esta investigación fue por conveniencia, principalmente personas involucradas en el proceso de toma de decisiones, identificadas previamente por medio de los actos administrativos y que hicieran parte de las administraciones municipales y de la autoridad ambiental urbana. Se tuvo en cuenta a las personas del nivel técnico y/o político de la autoridad ambiental y las administraciones municipales. Es importante aclarar que esto se hizo bajo el anonimato de los participantes. Solo se realizó una entrevista por municipio y una por la entidad, para un total de 4 entrevistas.

- Criterios de inclusión y exclusión de la entrevista

Se tuvo en cuenta a las personas que: a.) hayan participado en el proceso de toma de decisiones de manera activa entre los años 2016 y 2018; b.) estar trabajando para dicha entidad mínimo 3 años antes de la entrevista; c.) que hicieran parte del área política de la administración municipal.

- Plan de recolección de datos en la entrevista

El proceso para realizar las entrevistas a las personas involucradas en el proceso de toma de decisiones fue: i) contactarlas vía e-mail solicitando un espacio según la disponibilidad del participante para exponer el proyecto de manera concisa; si no era posible contactar a la persona por este medio, se realizó por medio telefónico y en última instancia se realizó un desplazamiento hasta la entidad para poder tener un contacto con la persona de interés para el estudio; ii) si la persona estuviera interesada en participar, se le informó que se le realizará una entrevista de manera anónima, la cual, fue grabada para efectos de transcripción; iii) antes de empezar la

entrevista, se le proporciono un consentimiento informado, el cual, el entrevistado debió leer atentamente y firmar si está de acuerdo con lo planteado; iv) se le informo que mientras transcurre la entrevista, este podría suspenderla en cualquier momento y no estaba en la obligación de responder todas las preguntas, , además, la participación en este estudio implicó un riesgo mínimo, debido al desplazamiento de la persona al lugar de la entrevista y alguna pregunta pudo resultar incómoda para el participante conllevando a situaciones como llanto, rabia, entre otros. El beneficio de participar en esta investigación directamente fue una bonificación en especie (refrigerio) y conocer de primera mano los resultados de este. Las personas encargadas de aplicar la entrevista fueron los investigadores del proyecto.

- Plan de Análisis de la información

Para el análisis de las entrevistas, primero se hizo unas transcripciones de estas, y después se realizó una categorización, la cual permitió identificar más a profundidad el proceso de toma de decisiones, con el fin de estudiar la relación entre la autoridad ambientales y las entidades territoriales, en aspectos organizativos, estructurales, de relación de grupos y procesos, para así de tener una mirada reflexiva sobre el problema (41). La información obtenida se analizó por medio de la consolidación de estas en el programa Excel de Microsoft Office en forma de matriz, la cual permitió la síntesis de la información.

5.2.3 Objetivo 3

Analizar la relación entre las contingencias ambientales y la toma de decisiones con relación a la calidad del aire en el Valle de Aburrá entre los años 2016 y 2018

- Análisis de la información

El análisis de la información se hizo por medio de la consolidación de los datos arrojados en los dos objetivos anteriores y se realizó de la siguiente manera: i) se hizo una matriz por medio del programa Excel de Microsoft Office con las siguientes categorías: a) datos ambientales que se presentaron durante los episodios críticos entre los meses de febrero-marzo y octubre-noviembre, relacionados con la calidad

del aire, la situaciones meteorológica y las características ambientales específicas de cada episodio; b) Decisiones tomadas para enfrentar la contingencia ambiental por parte de la autoridad ambiental y los municipios seleccionados del Valle de Aburrá durante las fechas en que se identificaron los episodios críticos; c) acciones identificadas por medio de las entrevistas y actos administrativos involucrados en este proceso. Por último, las conclusiones, partieron de la extracción de los significados arrojados por la matriz, por medio de la triangulación de los datos ambientales y de toma de decisiones, para así comprender el proceso de toma de decisiones por parte de la autoridad ambiental y las entidades territoriales.

6. ASPECTOS ÉTICOS

La investigación se rigió por los principios éticos de la resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia, la cual clasifica las investigaciones según su nivel de riesgo. Además, este estudio contó con el aval del Comité de Ética de la Investigación de la Facultad Nacional de Salud Pública de la Universidad de Antioquia en la sesión 219 del 27 de septiembre de 2019. Este organismo categorizó el riesgo de la investigación en mínimo debido al riesgo político que existe, por lo cual, los resultados no tendrán ningún tipo de señalamiento, ni nombre propio. Además, el uso de la herramienta complementaria de la entrevista ([Anexo 2](#)) permitió el contacto directo con el participante, lo cual pudo generar algún tipo de alteración en estos. En caso de que pase una situación de este tipo se contactara con la línea amiga del Ministerio de Salud para el departamento de Antioquia (4444448). La información recolectada solo fue usada con medios investigativos, por lo cual, no se busca dar un señalamiento frente a ninguna entidad ni funcionario de estas.

Teniendo en cuenta los principios de la investigación del reporte Belmont, el cual incluye el respeto por las personas, la beneficencia y no maleficencia, y la justicia, se aplicaron en esta investigación de la siguiente manera: Para cumplir con el respeto por las personas, se les explico a los participantes los derechos y deberes que tendrían por estar en este proyecto, además se realizó un consentimiento informado ([Anexo 3](#)) de la mano con una asesoría personalizada sobre lo que se buscaba con el estudio y la importancia de su participación en este, el cual no tuvo el espacio de firma de un testigo para disminuir el riesgo del entrevistado por participar en esta investigación. Para el cumplimiento del principio de justicia se realizó un trato igual, justo y equitativo a todos los participantes de la investigación.

Para el principio de beneficencia, los resultados obtenidos en la investigación serán compartidos con los participantes por medio de una invitación a la sustentación final de la investigación, además de un beneficio en especie (refrigerio). Adicionalmente,

se espera que esta investigación sea divulgada como artículo científico y ponencia en eventos investigativos.

En el cuidado de la no maleficencia, si alguna persona se sintiera incómoda con alguna pregunta de la entrevista, tuvo la oportunidad de informar al entrevistador que fue uno de los dos investigadores e informar su situación y la razón por la cual se encontraba inconforme.

Si en alguna circunstancia, un participante se sintiera incómodo durante su participación en el estudio se podría retirar sin ningún problema. La información obtenida fue confidencial y solamente fue usada para efectos de la investigación. La información recolectada fue anonimizada y fue custodiada por los investigadores en sus respectivos equipos de cómputo y adicionalmente en un disco duro extraíble, la cual, al momento de terminar la investigación, los investigadores guardarán la información durante diez (10) años, los primeros cinco (5) de manera física y electrónica y los cinco (5) años siguientes solo de manera electrónica.

7. RESULTADOS

7.1 Objetivo 1: Describir las contingencias ambientales con relación a la calidad del aire en el Valle de Aburrá entre los años 2016 y 2018.

La información fue recolectada al leer los informes sobre calidad del aire disponibles en el sitio web del Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA) correspondiente a los años objeto de estudio y los informes finales de investigaciones desarrolladas en el territorio entre ellos “*Cuantificación física y económica del impacto de la contaminación atmosférica en salud de la población de la ciudad de Medellín*”, realizado por la Universidad Nacional de Colombia, en convenio con la Contraloría General de Medellín y “*Contaminación atmosférica y sus efectos sobre la salud de los habitantes del Valle de Aburrá*” ejecutado por la Facultad Nacional de Salud Pública (FNSP) de la Universidad de Antioquia y financiado por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA), los cuales aportaron en la construcción de los resultados de este objetivo. Adicionalmente se consultaron las infografías publicadas por el Sistema de Alerta Temprana de Valle de Aburrá, en su página oficial de Facebook (SIATA) las cuales reportan semanalmente los índices de la calidad del aire (ICA) del territorio.

- **2016**

El Valle de Aburrá para este año contaba con 26 estaciones de monitoreo de la calidad del aire (automáticas y manuales). Durante este año, se presentó una primera temporada de lluvias atípica, ocasionada por las condiciones de El Niño que se encontraba en el Pacífico en ese momento. La mayor radiación se registró en la zona norte del territorio (71).

Tabla 1. Variables Ambientales en el Valle de Aburrá - 2019

Variables ambientales para el año 2016		
Variable	Valor	unidad
Humedad Relativa	60-80	%
Temperatura	23	°C
Radiación	100-400	W/m ²

Con respecto a precipitaciones, el Valle de Aburrá se caracteriza por tener un ciclo bimodal de precipitación en el año, con una primera temporada de lluvia en el trimestre de marzo a mayo (MAM) y una segunda de septiembre a noviembre (SON), de acuerdo con el desplazamiento de la Zona de Convergencia Intertropical sobre Colombia (71). Durante este año, en el primer trimestre se presentaron condiciones de El Niño en el Pacífico Tropical, lo que generó condiciones atípicas para la llegada de la primera temporada de lluvias al Valle de Aburrá (71).

La concentración de contaminantes, en términos generales, durante el año fue la siguiente:

Tabla 2. Concentración de contaminantes en el Valle de Aburrá, según la Resolución 610 de 2010 - 2016

Concentración de contaminantes en el Valle de Aburrá, según la Resolución 610 de 2010 - 2016			
Contaminante	Condición de Calidad del aire	Rango porcentual	Número de días
PM2.5	Dañina para la salud (Rojo)	9,56%	35
PM10	Buenas (Verde)	76%	277
O3	Buenas (Verde)	97%	354
NO2	Buenas (Verde)	93%	339
SO2	Buenas (Verde)	97%	354
CO	Buenas (Verde)	97%	354

Es importante resaltar que para este año en el territorio se comenzó con la implementación de la Resolución metropolitana 2381 de 2015, donde se establece los límites máximos permisibles de los contaminantes, donde se incluye al PM_{2.5} como el contaminante crítico para el Valle de Aburrá y se evidencia una restricción más alta con respecto a la norma nacional (71). Esta resolución se basó en los valores permisibles de concentraciones y del Índice de Calidad del Aire (ICA) emitidos por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US-EPA) en su actualización para el año 2012.

Calidad del aire y variables meteorológicas por zonas del Valle de Aburrá

ZONA NORTE

Las variables meteorológicas y ambientales encontradas en los informes y recolectadas para este año fueron las siguientes:

Tabla 3. Variables Ambientales en la Zona Norte del Valle de Aburrá - 2016

Variables ambientales Zona Norte del Valle de Aburrá - 2016		
Variable	Valor	unidad
Humedad Relativa	40-57	%
Temperatura	27-28	°C
Radiación	600-800	W/m ²
Velocidad de vientos	0,5 - 2	m/s

En cuanto a los contaminantes que afectan la calidad del aire para esta zona:

Tabla 4. Caracterización de concentración de contaminantes en la Zona Norte del Valle de Aburrá – 2016

Caracterización de concentración de contaminantes Zona Norte del Valle de Aburrá - 2016						
Contaminante	Valores máximos	Día(s) de Máximo Valor	Horas pico de máximas concentraciones	Mes(es) con mayor nivel de concentraciones	Índice de Calidad del Aire	Interpretación ICA
PM _{2,5}	99,25 µg/m ³	10-mar	9:00 a. m.	Marzo	Rojo (55 % del mes de marzo)	Daño para la Salud
	50 µg/m ³	6-oct				
PM ₁₀	136,73 µg/m ³	10-mar	8:00:00 a. m.; 8:00 p.m.	Marzo	Amarillo (80-95% del mes)	Moderado
	101,1 µg/m ³	15-mar				
O ₃	65,56 µg/m ³	1-ene	10:00:00 a. m.; 4:00 p.m.	Marzo	Verde (Anual)	Bueno (Anual)
	60,65 µg/m ³	13-mar				
	58,43 µg/m ³	15-mar				
NO _x	45,23 µg/m ³	30-mar	Horas Mañana - Horas Tarde	Marzo, octubre y Noviembre	Sin datos	Sin datos
	44,23 µg/m ³	21-sep				
SO ₂	39,72 µg/m ³	17-jun	7:00 am-9:00 am; 3:00 pm-6:00 pm	Sin Variación significativas	Verde (Anual)	Bueno (Anual)
CO	1037,07 µg/m ³	31-mar	Horas Mañana - Horas Tarde	Marzo, Julio y Septiembre	Sin datos	Sin datos

ZONA CENTRO

Las variables meteorológicas y ambientales encontradas en los informes y recolectadas para este año fueron las siguientes:

Tabla 5. Variables Ambientales en la Zona Centro del Valle de Aburrá – 2016

Variables ambientales Zona Centro del Valle de Aburrá - 2016		
Variable	Valor	unidad
Humedad Relativa	39-51	%
Temperatura	23-29	°C
Radiación	580-800	W/m ₂
Velocidad de vientos	0,9 - 2,9	m/s

En cuanto a los contaminantes que afectan la calidad del aire para esta zona:

Tabla 6. Caracterización de concentración de contaminantes en la Zona Centro del Valle de Aburrá - 2016

Caracterización de concentración de contaminantes Zona Centro del Valle de Aburrá - 2016						
Contaminante	Valores máximos	Día(s) de Máximo Valor	Horas pico de máximas concentraciones	Mes(es) con mayor nivel de concentraciones	Índice de Calidad del Aire	Interpretación ICA
PM _{2,5}	103,25 y 113 µg/m ³	9-mar	8:000 am-11:00 am	Marzo	Rojo (entre 47 y 85 % del mes de marzo)	Dañino para la Salud
	90,58 µg/m ³	14-mar				
	94,30 µg/m ³	28-mar				
PM ₁₀	151,22 µg/m ³	9-mar	7:00 am-8:00 am; 6:00 pm	Sin datos	Sin datos	Sin datos
	161,54 µg/m ³	10-mar				
	118,64 µg/m ³	11-mar				
	205,40 µg/m ³	12-mar				
O ₃	46,91 µg/m ³	13-mar	10:00:00 a. m; 3:00 p.m.	Marzo; Julio- Agosto	Verde (Anual)	Bueno (Anual)
	71,14 µg/m ³	15-mar				
	71,15 µg/m ³	25-mar				
	56,31 µg/m ³	27-mar				
	79,72 µg/m ³	29-mar				
NO _x	85,17 µg/m ³	4-mar	Horas Mañana - Horas Tarde	Octubre	Amarillo (21% del mes)	Moderado
	66,83 µg/m ³	9-mar				
	86,92 µg/m ³	21-sep				
	109,76 µg/m ³	19-oct				
SO ₂ *	SIN DATOS CONSOLIDADOS					
CO	3280,46 µg/m ³	5-ago	Horas Mañana - 04:00pm-09:00 p.m.	Marzo, junio- Agosto	Sin datos	Sin datos
	3603,25 µg/m ³	5-dic				

* Solo se realizó medición del SO₂ en la zona norte del Valle de Aburrá

ZONA SUR

Las variables meteorológicas y ambientales encontradas en los informes y recolectadas para este año fueron las siguientes:

Tabla 7. Variables Ambientales en la Zona Sur del Valle de Aburrá – 2016

Variables ambientales Zona Sur del Valle de Aburrá - 2016		
Variable	Valor	unidad
Humedad Relativa	40-59	%
Temperatura	24-28	°C
Radiación	410-700	W/m ²
Velocidad de vientos	1,9	m/s

En cuanto a los contaminantes que afectan la calidad del aire para esta zona:

Tabla 8. Caracterización de concentración de contaminantes en la Zona Sur del Valle de Aburrá – 2016

Caracterización de concentración de contaminantes Zona Sur del Valle de Aburrá - 2016						
Contaminante	Valores máximos	Día(s) de Máximo Valor	Horas pico de máximas concentraciones	Mes(es) con mayor nivel de concentraciones	Índice de Calidad del Aire	Interpretación ICA
PM _{2,5}	118,42 µg/m ³	9-mar	6:000 am-11:00 am	Marzo	Rojo (entre 45 y 80 % del mes de marzo)	Dañino para la Salud
	92,88 µg/m ³	10-mar				
	86,88 µg/m ³	13-mar				
	93,96 µg/m ³	29-mar				
PM ₁₀	145,52 µg/m ³	9-mar	7:00 am-9:00 am; 5:00pm-9:00pm	Marzo	Amarillo (80-100% del mes)	Moderado
	146,08 µg/m ³	13-mar				
	135,29 µg/m ³	12-mar				
O ₃	75,86 µg/m ³	29-mar	10:00:00 a.m.; 4:00 p.m.	Marzo; Junio-Octubre	Verde (Anual)	Bueno (Anual)
	84,84 µg/m ³	28-ago				
NO _x	67,84 µg/m ³	3-dic	Horas Mañana - Horas Tarde	Marzo	Sin datos	Sin datos
SO ₂ *	SIN DATOS CONSOLIDADOS					
CO	1670,56 µg/m ³	22-ene	Horas Mañana - 04:00pm-09:00 p.m.	Mayo - Agosto	Sin datos	Sin datos
	3603,25 µg/m ³	5-dic				

* Solo se realizó medición del SO₂ en la zona norte del Valle de Aburrá

Contingencias evidenciadas en el territorio durante el año 2016

El Valle de Aburrá, debido a su compleja configuración topográfica, experimenta condiciones permanentes de estabilidad atmosférica, situación crítica para el estado de la calidad del aire, debido a que la convección junto con el lavado por precipitación son los únicos mecanismos de remoción de contaminantes para la atmósfera en el valle. Las condiciones meteorológicas características de la región se consideran como los detonantes de la contingencia ambiental por calidad del aire, que experimentó la región en el mes de marzo y parte del mes de abril de 2016 (71).

El mes de marzo se reconoce típicamente por ser la transición entre la temporada seca y la primera temporada de lluvias del año. La capa límite atmosférica (CLA) se convirtió en un indicador de la posibilidad que tienen los contaminantes de ascender hasta superar el tope de las montañas y ser barridos por los vientos alisios (vientos a mayor escala en dirección oriente-occidente) (71). Al ser la variable integradora de todos estos fenómenos, se utiliza la altura de la CLA para realizar un análisis de la evolución de la contingencia por etapas, que se especifican a continuación:

- 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 (71)

Específicamente entre el 9 y el 16 de marzo de este año, en la zona norte del Valle de Aburrá se presentó una contingencia específica en uno de los municipios, la cual se caracterizó por el aumento de las concentraciones del $PM_{2.5}$. Durante este lapso el promedio diario de este contaminante fue de $88,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ con un máximo de $99,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (72)

Como lo demuestra el informe realizado por la Facultad Nacional de Salud Pública con el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, en su anexo 6, antes del episodio se presentó una semana con bajos niveles de precipitación, seguido de siete días con una precipitación mayor a la de las presentadas en las contingencias, esto sumado a las características topográficas y meteorológicas de lugar; adicionalmente las emisiones del sector industrial y el tránsito de vehículos pesados por una vía departamental contribuye a la concentración de este contaminante en esta zona. Lo que responde a lo planteado por los teóricos en donde se relaciona la concentración de contaminante y niveles bajo de precipitación, humedad relativa, con la característica específica del aumento de las temperaturas (73).

En la zona centro de la región, se evidenciaron dos episodios de $PM_{2.5}$ y uno de PM_{10} , este último entre el 9 y 14 de marzo, además uno de los episodios de $PM_{2.5}$ sucedió de manera simultánea entre el 8 y el 14, y el último ocurrió del 27 al 30 del mismo mes. Durante el único episodio de PM_{10} , las concentraciones diarias registraron niveles máximos de $196,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y un promedio de $175,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, los cuales fueron significativamente altos con respecto a la semana previa ($108,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y posterior al episodio ($99,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$), y al promedio registrado en el año ($71,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) (73).

El primer episodio de PM_{2.5} se caracterizó por ser el extenso y el más grave, debido a las altas concentraciones alcanzadas por este contaminante con un nivel 123,5 µg/m³, con un promedio diario de 101,8 µg/m³. En el segundo episodio, el nivel más alto que se alcanzó durante estos 5 días fue de 94 µg/m³, con un promedio diario de 85,7 µg/m³. El promedio anual para este contaminante fue de 40 µg/m³ (73)

En la zona sur del Valle, además de los altos niveles del material particulado, también se registraron niveles muy por encima de la norma Colombia con respecto al ozono troposférico O₃, con un promedio anual de 85 µg/m³ (71).

- **2017**

Durante este año en el Valle de Aburrá la Red de Monitoreo de Calidad del Aire (REDMCA) contó con un total de 43 puntos de monitoreo dotados de equipos automáticos y manuales (74).

Las variables ambientales como la radiación solar, temperatura y la humedad relativa están estrechamente relacionadas en la identificación del ciclo diario. Para ser más específicos, la temperatura depende esencialmente de la radiación solar, por esto se observó un pico de ambas variables cerca del mediodía. La variación de la humedad relativa se puede asociar directamente a temperatura del aire, dado que, a mayor temperatura, mayor evaporación. Además, se evidencio que para las diferentes estaciones que median la temperatura está incrementó, mientras que, la humedad disminuyó, presentando su mínimo cerca del mediodía. Las diferencias en el máximo de la radiación solar entre los distintos puntos de monitoreo se debieron principalmente a factores como la nubosidad (74).

Los meses con porcentajes más bajos de humedad relativa fueron julio y febrero, mientras que en los trimestres de marzo, abril y mayo (MAM) y septiembre, octubre y noviembre (SON), presentaron los mayores porcentajes mensuales (74).

Los registros de temperatura alcanzaron los mayores registros en el mes de julio y otro máximo de menor magnitud durante el mes de febrero (74)

Los valores de precipitación anual por zonas fueron los siguientes:

Tabla 9. Precipitación por zonas del Valle de Aburrá - 2017

Precipitación por zonas del Valle de Aburrá para el año 2017		
Zona	Rango	Porcentaje de días del año sin precipitación
Norte	1493,5 - 2450,5 mm	170
Centro	1800,3 - 2032 mm	140
Sur	2150,5 - 2181,3	167

Calidad del aire por zonas del Valle de Aburrá

ZONA NORTE

Tabla 10. Caracterización de concentración de contaminantes en la Zona Norte del Valle de Aburrá – 2017

Caracterización de concentración de contaminantes Zona Norte del Valle de Aburrá - 2017						
Contaminante	Valores máximos	Día(s) de Máximo Valor	Horas pico de máximas concentraciones	Mes(es) con mayor nivel de concentraciones	Índice de Calidad del Aire	Interpretación ICA
PM _{2,5}	51,9 µg/m ³	Sin Dato	6:00 a.m. - 10:00 a.m.; 07:00 p.m. - 11:00 p.m.	Sin dato	Amarillo (90% días del año)	Moderado
					Verde (8,6% días del año)	Bueno
PM ₁₀ *	78,2 µg/m ³ - 79,1 µg/m ³	Sin Dato	Horas Mañana	Sin dato	Verde (92 y 94,4% de los días del año)	Bueno
O ₃	78,3 µg/m ³ - 109 µg/m ³	Sin Dato	12:00 m	Sin dato	Verde (100% de los días del año)	Bueno
NO _x	129,1 - 140,6 µg/m ³	Sin Dato	6:00 a.m. - 10:00 a.m.; 07:00 p.m. - 11:00 p.m.	Sin dato	Verde (100 % de los días del año)	Bueno
SO ₂	41,7 µg/m ³	Sin Dato	9:00 am; 4:00 pm	Sin dato	Verde (100 % de los días del año)	Bueno
CO	2269,8 µg/m ³ (Horaria)	Sin Dato	Sin comportamiento claro	Sin comportamiento claro	Verde (100 % de los días del año)	Bueno
	1921,9 µg/m ³ (octohoraria)					

*El patrón de ciclo diurno de la concentración no es tan marcado como para el PM_{2,5}, sin embargo, se observó para todas las estaciones el pico máximo de concentración en las primeras horas de la mañana. Estas concentraciones pueden verse modificadas por procesos meteorológicos de alcance global, por ejemplo, el transporte de arenas desde el Sahara

ZONA CENTRO

Tabla 11. Caracterización de concentración de contaminantes en la Zona Centro del Valle de Aburrá – 2017

Caracterización de concentración de contaminantes Zona Centro del Valle de Aburrá - 2017						
Contaminante	Valores máximos	Día(s) de Máximo Valor	Horas picos de máximas concentraciones	Mes(es) con mayor nivel de concentraciones	Índice de Calidad del Aire	Interpretación ICA
PM _{2,5}	65,8 µg/m ³ - 71,3 µg/m ³	Sin dato	8:000 a.m.- 10:00 a.m.; 7:00 p.m. - 11:00 p.m.	Sin datos	Amarillo (entre 81,9 y 94,4 % de los días del año)	Moderado
					Rojo (1,1% y 17,5% de los días del año)	Dañino a la salud de grupos sensibles
PM ₁₀ *	79,1 µg/m ³ - 90,5 µg/m ³	Sin dato	Primeras horas de la mañana	Sin datos	Verde (Norte 93,2%; Centro 50,3%; Sur: 73,8%)	Bueno
O ₃	88,33 µg/m ³ - 134,4 µg/m ³	Sin dato	12:00 m	Sin datos	Verde (100 % de los días del año)	Bueno
NO _x	126,8 µg/m ³ - 142,1 µg/m ³	Sin dato	6:000 a.m.- 10:00 a.m.; 7:00 p.m. - 11:00 p.m.	Sin datos	Verde (99,3 y 99,9 % de los días del año)	Bueno
SO ₂	SIN DATOS CONSOLIDADOS					
CO	6971,1 µg/m ³ (Horaria)	Sin dato	Sin comportamiento claro	Similar al año pasado	Verde (100 % de los días del año)	Bueno
	4535,7 µg/m ³ (octohoraria)					

*El patrón de ciclo diurno de la concentración no es tan marcado como para el PM_{2,5}, sin embargo, se observó para todas las estaciones el pico máximo de concentración en las primeras horas de la mañana. Estas concentraciones pueden verse modificadas por procesos meteorológicos de alcance global, por ejemplo, el transporte de arenas desde el Sahara

ZONA SUR

Tabla 12. Caracterización de concentración de contaminantes en la Zona Sur del Valle de Aburrá – 2017

Caracterización de concentración de contaminantes Zona Sur del Valle de Aburrá - 2017						
Contaminante	Valores máximos	Día(s) de Máximo Valor	Horas pico de máximas concentraciones	Mes(es) con mayor nivel de concentraciones	Índice de Calidad del Aire	Interpretación ICA
PM2,5	64,9 µg/m ³ - 82,6 µg/m ³	Sin dato	6:000 a.m.-10:00 a.m.; 7:00 p.m - 11:00 p.m	Sin datos	Naranja (59,3% de los días del año)	Dañino a la salud de grupos sensibles
					Rojo (5,9% de los días del año)	Dañino a la salud
PM10	94 µg/m ³ - 94,2 µg/m ³	Sin dato	Primeras horas de la mañana	Sin datos	Verde (entre un 79,8 y 91,3% de los días del año)	Bueno
O3	137 µg/m ³ - 139,6 µg/m ³	Sin dato	12:00 m	Sin datos	Verde (entre un 99,2 y 99,9% de los días del año)	Bueno
NOX	113,9 µg/m ³ - 142 µg/m ³	Sin dato	6:000 a.m.-10:00 a.m.; 7:00 p.m - 11:00 p.m	Sin datos	Verde (entre un 99,3 y 91,4% de los días del año)	Bueno
SO2	SIN DATOS CONSOLIDADOS					
CO	4687,7 µg/m ³ (Horaria)	Sin dato	Sin comportamiento claro	Similar al año pasado	Verde (100% de los días del año)	Bueno
	2119,8 µg/m ³ (octohoraria)					

*El patrón de ciclo diurno de la concentración no es tan marcado como para el PM2,5, sin embargo, se observó para todas las estaciones el pico máximo de concentración en las primeras horas de la mañana. Estas concentraciones pueden verse modificadas por procesos meteorológicos de alcance global, por ejemplo, el transporte de arenas desde el Sahara

Contingencias evidenciadas en el territorio durante el año 2017

Si bien, parece ser que durante el año 2017 no se declararon episodios de contingencia ambiental, con la información obtenida a partir de la descarga de las infografías del reporte del ICA en medición de PM2.5 publicadas por el SIATA en su página oficial de Facebook para este año, se encontró lo siguiente:

Para el mes de marzo solo se contaba con seis estaciones de representación poblacional y dos de tráfico. Durante la tercera semana de este mes, específicamente entre los días 17 al 22, se presentaron estaciones en color naranjado y rojo, en donde este último día se presentó como el más crítico debió a

que todas las estaciones con un ICA entre 51 y 83 (a excepción de una de representación poblacional que estaba en naranjado) se encontraban en rojo, de igual manera durante el día 18 de este mes se presentaron dispersamente dos estaciones en rojo con valores de ICA entre 57 y 61 y el resto en naranja (valores entre 49 y 55). Las características de esta semana fluctuaron entre los niveles naranja y rojo. Para el resto del mes las condiciones de las estaciones se mantenían en niveles moderado. (información más detallada de concentraciones). Durante el mes de octubre de este año ya se contaban con 14 estaciones de representación poblacional y dos de tráfico (74).

- **2018**

Para este año, la Red de Monitoreo de Calidad del Aire del Valle de Aburrá (REDMCA), estuvo constituida por 45 estaciones distribuidas en los 10 municipios de la subregión (75).

Para los datos ambientales la precipitación presentó los mayores acumulados mensuales en el mes de abril-mayo y entre octubre-noviembre. En el caso de la Humedad Relativa, los meses con máximos datos se presentaron en mayo y noviembre. Los registros de temperatura alcanzaron los mayores registros en los meses de febrero y agosto. Vale aclarar que los meses de mayor temperatura corresponden a los que presentan los menores porcentajes de humedad relativa (75).

La radiación solar, temperatura y la humedad relativa están estrechamente relacionados al momento de identificar del ciclo diurno. La temperatura depende esencialmente de la radiación solar, es por esto que se observó un pico de ambas variables cerca al mediodía (75).

La variación de la humedad relativa se puede asociar a la temperatura del aire, dado que, a mayor temperatura, mayor evaporación. Se evidenció que para las diferentes estaciones a medida que la temperatura incrementa, la humedad se disminuyó, presentando su mínimo cerca del mediodía. Las diferencias en el máximo de la radiación solar entre los distintos puntos de monitoreo se debieron principalmente a factores como la nubosidad (75).

Los valores de precipitación anual por zonas fueron los siguientes:

Tabla 13. Precipitación por Zonas del Valle de Aburrá – 2018

Precipitación por zonas del Valle de Aburrá para el año 2018		
Zona	Rango	Días del año sin precipitación
Norte	534,1 - 1064,9 mm	46 - 121
Centro	497,2 - 1566 mm	61 - 314
Sur	807,1 - 2527,5 mm	139

Calidad del aire por zonas del Valle de Aburrá

ZONA NORTE

Tabla 14. Caracterización de concentración de contaminantes en la Zona Norte del Valle de Aburrá – 2018

Caracterización de concentración de contaminantes Zona Norte del Valle de Aburrá - 2018						
Contaminante	Valores máximos	Día(s) de Máximo Valor	Horas picos de máximas concentraciones	Mes(es) con mayor nivel de concentraciones	Índice de Calidad del Aire	Interpretación ICA
PM _{2,5}	40,9 µg/m ³ - 64,6 µg/m ³	Sin Dato	6:00 a.m. - 10:00 a.m.; 07:00 p.m. - 11:00 p.m.	Febrero, Marzo y abril	Verde (65,3% días del año)	Bueno
PM ₁₀ *	86,2 µg/m ³ - 90,5 µg/m ³	Sin Dato	Horas Mañana - 7:00 p.m.	Sin dato	Verde (72 y 92,7% de los días del año)	Bueno
O ₃ **	97,6 µg/m ³ -101,4 µg/m ³	Sin Dato	12:00 m	Febrero y Agosto	Verde (100% de los días del año)	Bueno
NO _x	89,6 - 100 µg/m ³	Sin Dato	6:00 a.m. - 10:00 a.m.; 07:00 p.m. - 11:00 p.m.	Sin dato	Verde (100 % de los días del año)	Bueno
SO ₂	Sin datos	83 Días	9:00 am; 4:00pm	Sin dato	Verde (97,8 % de los días del año)	Bueno
CO***	NO SE REGISTRARON DATOS					

*Al igual que el PM_{2,5}, el pico máximo de concentración se evidencia en las primeras horas de la mañana, y un pico de menos concentración alrededor de las 07:00 pm, donde el pico de la mañana es más pronunciado en consecuencia a la estabilidad atmosférica remanente de la noche; mientras que a las 19:00, se cuenta con una atmósfera remanente inestable

**El comportamiento del ciclo diurno del O₃ presentó un ciclo unimodal a lo largo del día, presentando su pico máximo cerca del mediodía debido por el ciclo diurno de la radiación solar

*** Según el Informe de Calidad del Aire de este año, para esta zona durante este año no se recolectaron el total de muestras requeridas, por lo tanto, no se plasmó información del CO en este.

ZONA CENTRO

Tabla 15. Caracterización de concentración de contaminantes en la Zona Centro del Valle de Aburrá – 2018

Caracterización de concentración de contaminantes Zona Centro del Valle de Aburrá - 2018						
Contaminante	Valores máximos	Día(s) de Máximo Valor	Horas picos de máximas concentraciones	Mes(es) con mayor nivel de concentraciones	Índice de Calidad del Aire	Interpretación ICA
PM _{2,5}	40,1 µg/m ³ - 68,6 µg/m ³	Sin dato	6:00 a.m.-10:00 a.m.; 7:00 p.m. - 11:00 p.m.	Sin datos	Amarillo (entre 81,9 y 94,4 % de los días del año)	Moderado
					Rojo (1,1% y 17,5% de los días del año)	Dañino a la salud
PM ₁₀	79,1 µg/m ³ - 90,5 µg/m ³	Sin dato	Primeras horas de la mañana	Sin datos	Verde (Norte 93,2%; Centro 50,3%; Sur: 73,8%)	Bueno
PM ₁ (hasta 1 de abril)	53,9 µg/m ³	Sin dato	7:00 am; 7:00p.m	Febrero, Marzo	No se tiene ICA debido a la legislación Colombiana	
O ₃	89,2 µg/m ³ - 124,3 µg/m ³	Sin dato	12:00 m	Febrero y Agosto	Verde (100 % de los días del año)	Bueno
NO _x	81,6 µg/m ³ - 167,7 µg/m ³	Sin dato	6:000 a.m.- 10:00 a.m.; 7:00 p.m. - 11:00 p.m.	Sin datos	Verde (entre un 94,8 y 100% de los días del año)	Bueno
SO ₂ *	SIN DATOS CONSOLIDADOS					
CO	4687,7 µg/m ³ (Horaria)	Sin dato	05:00 a.m. - 10:00 a.m.; 03:30 p.m.-10:00 p.m.	Similar al año pasado	Verde (100% de los días del año)	Bueno
	2119,8 µg/m ³ (octohoraria)					

*Solo se realizó medición del SO₂ en la zona norte del Valle de Aburrá

ZONA SUR

Tabla 16. Caracterización de concentración de contaminantes en la Zona Sur del Valle de Aburrá – 2018

Caracterización de concentración de contaminantes Zona Centro del Valle de Aburrá - 2018						
Contaminante	Valores máximos	Día(s) de Máximo Valor	Horas picos de máximas concentraciones	Mes(es) con mayor nivel de concentraciones	Índice de Calidad del Aire	Interpretación ICA
PM _{2,5}	40,1 µg/m ³ - 68,6 µg/m ³	Sin dato	6:00 a.m.-10:00 a.m.; 7:00 p.m - 11:00 p.m	Sin datos	Amarillo (entre 81,9 y 94,4 % de los días del año)	Moderado
					Rojo (1,1% y 17,5% de los días del año)	Dañino a la salud
PM ₁₀	79,1 µg/m ³ - 90,5 µg/m ³	Sin dato	Primeras horas de la mañana	Sin datos	Verde (Norte 93,2%; Centro 50,3%; Sur: 73,8%)	Bueno
PM ₁ (hasta 1 de abril)	53,9 µg/m ³	Sin dato	7:00 am; 7:00p.m	Febrero, Marzo	No se tiene ICA debido a la legislación Colombiana	
O ₃	89,2 µg/m ³ - 124,3 µg/m ³	Sin dato	12:00 m	Febrero y Agosto	Verde (100 % de los días del año)	Bueno
NO _x	81,6 µg/m ³ - 167,7 µg/m ³	Sin dato	6:000 a.m.- 10:00 a.m.; 7:00 p.m - 11:00 p.m	Sin datos	Verde (entre un 94,8 y 100% de los días del año)	Bueno
SO ₂ *	SIN DATOS CONSOLIDADOS					
CO	4687,7 µg/m ³ (Horaria)	Sin dato	05:00 a.m. - 10:00 a.m.;	Similar al año pasado	Verde (100% de los días del año)	Bueno
	2119,8 µg/m ³ (octohoraria)		03:30 p.m-10:00 p.m			

*Solo se realizó medición del SO₂ en la zona norte del Valle de Aburrá

Contingencias evidenciadas en el territorio durante el año 2018

En el Valle de Aburrá, el contaminante criterio PM_{2,5} mostró un comportamiento anual muy marcado con la presencia de dos ciclos máximos de concentraciones, el primero y más pronunciado en el mes de marzo y otro en el mes de octubre. Esto como consecuencia de la transición a las temporadas de lluvia que tradicionalmente se observan sobre la región, con picos máximos de lluvia en abril y noviembre. Por

lo tanto, se establecieron dos episodios críticos en este año, uno entre febrero, marzo y abril y otro en el mes de octubre.

En el primer episodio, el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, estableció el 23 de febrero el estado de prevención de calidad del aire en la subregión, debido al registro de dos días continuos con el Índice de Calidad del Aire Naranja (dañino para la salud de grupos sensibles), en diferentes estaciones de la red. Adicionalmente, las precipitaciones durante el mes de marzo fueron inferiores comparadas con marzo de 2017 y al promedio de mes, lo que generó un lavado poco efectivo de aerosoles atmosféricos, y, por consiguiente, poca reducción en las concentraciones de material particulado (75).

Adicionalmente, el mes de marzo se caracterizó por la presencia continua de nubes de baja altura que impidieron el ingreso efectivo de radiación solar a la superficie, por lo cual, la atmósfera a lo largo del mes alcanzó de forma parcial la inestabilidad cerca de las 11 de la mañana. Por lo tanto, solo algunas estaciones presentaron promedios inferiores de $PM_{2,5}$ durante este mes en comparación al año anterior (75).

Ya para el día 06 de marzo y debido a estos fenómenos meteorológicos, 13 de las 19 estaciones registraron ICA rojo (Dañino para la salud), por lo tanto, las medidas fueron elevadas a nivel de alerta, incrementándose las restricciones tanto para la industria como de movilidad. Luego de implementar estas medidas, las concentraciones disminuyeron entre 20 y 30 microgramos por metro cúbico desde el día 06 hasta el día 08 del respectivo mes (75).

Debido a la reducción del tráfico vehicular y a las emisiones industriales, característicos de la semana santa entre el 25 de marzo y el 1 de abril, las medidas restrictivas de nivel de prevención fueron levantadas, sin embargo, las concentraciones de $PM_{2,5}$ permanecieron bajo los umbrales de ICA amarillo y verde. Al terminar la semana santa, el estado de prevención fue retomado el 02 de abril y

finalizó completamente el 06 de abril, dando fin al episodio crítico de calidad del aire (75).

El segundo episodio crítico de contaminación se presentó el mes de octubre, donde se declaró el estado de prevención desde el primero hasta el 27 de octubre, debido a la incidencia del evento del Niño, las concentraciones de $PM_{2.5}$ en comparación con el mes de octubre de 2017 fueron inferiores (75).

Este mes de octubre se caracterizó por presentar condiciones moderadas y buenas de calidad del aire. La semana entre el 8 y 14, las condiciones fueron menos favorables para la dispersión de contaminantes desde el punto de vista meteorológico, debido a la predominancia de la estabilidad atmosférica a lo largo de varios días (75).

Durante la noche del 10 y la madrugada del 11 se presentó un evento de precipitación de larga duración, que comenzó cerca de las 7:00 pm y finalizó alrededor de las 08:00 am. Dicho evento logró disminuir de manera efectiva la concentración de partículas en la atmósfera. Los días posteriores a esto se mantuvieron bajas concentraciones como resultado de la disminución en las emisiones vehiculares durante el fin de semana festivo del 15 de octubre. Con la consolidación de la temporada de lluvia las concentraciones de $PM_{2.5}$ permaneció por debajo del umbral de ICA Naranja, favorecido en parte por la precipitación nocturna (75).

Por último, se evidenció que se retrasó una hora el pico masivo de concentración de $PM_{2.5}$ durante el mes de octubre, donde concentración durante el 2018 es inferior al 2017, sin embargo, también se observó que el valor máximo pasó de ser a las 8:00 am durante el 2017 a las 9:00 am durante el 2018. La explicación para esto se encuentra en la medida de pico y placa ambiental para camiones y volquetas con

modelo inferior o igual al 2009, estos vehículos comenzaron su recorrido luego de las 8:30 am, momento en el cual finaliza la medida de pico y placa (75).

Desde el punto de vista de los Índices de Calidad de Aire (ICA), las condiciones de calidad del aire fueron igualmente mejores para el año 2018 en comparación del 2017, con un total de 59 ICA verde, 41 Naranjas y 4 rojos para octubre del 2017 y 158 ICA verde, 4 Naranjas y 0 rojos con corte al 25 de octubre del 2018.

7.2 Objetivo 2: Reconocer el proceso de toma de decisiones con relación a las contingencias ambientales en materia de Calidad del Aire en el Valle de Aburra entre los años 2016 y 2018

- **2016**

Decisiones de la Autoridad Ambiental

Con la revisión de los actos administrativos expedidos por la autoridad ambiental durante este año, se logra evidenciar que la primera contingencia se gestionó con las pautas establecidas en el Acuerdo Metropolitano 08 de 2011 (Plan de Descontaminación del Aire), donde no se logan identificar medidas específicas para la gestión y control de episodios de contaminación atmosférica.

Es hasta la Resolución Metropolitana 2381 de 2015 que se configura un primer punto de partida para la identificación de actores involucrados, sus funciones, canales de comunicación, además del procedimiento en el actuar por parte de la comunidad antes un episodio atmosférico; pero esto de manera muy general. Por otro lado, los niveles máximos permisibles son dados y establecidos por la Resolución 610 del 2010 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

El primer acto administrativo expedido por la autoridad fue el 18 de marzo de 2016, por medio de la Resolución Metropolitana 379 ([anexo 4](#)), donde se declara el nivel de contingencia atmosférica en el ámbito territorial de la zona urbana de los diez municipios del Área Metropolitana, donde se toman las decisiones de:

- Publicación diaria de la evolución del ICA en la página Web de la autoridad ambiental, sus redes sociales y medios de comunicación
- Implementar operativos de control de quemas abiertas.
- Operativos permanentes de seguimiento a las emisiones vehiculares

- Recomendaciones a todos los sectores económicos para la implementación de los Planes Empresariales de Movilidad Sostenible.
- Recomendaciones a los habitantes del área metropolitana para la realización de actividad física después de las 10:00 am y en las horas finales de la tarde.
- Dar funciones a las Autoridades Territoriales para propender por la disminución de circulación de vehículos particulares y motos; por medio de la estimulación de transporte público colectivo y masivo.

Además, se estableció la sesión permanente de los Consejos Metropolitanos de Movilidad y de Gestión del Riesgo para el monitoreo diario del ICA; donde se estableció que dado el caso de llegar al 30 de marzo y que las condiciones reflejadas por el Índice de Calidad del Aire no mejoraran se iniciaría con la medida restrictiva de pico y placa en todo el territorio del Área Metropolitana en los mismos términos establecidos por el Municipio de Medellín; y en caso de que esta medida no fuera suficiente se tomaría la decisión de la restricción vehicular durante las 24 horas del día en todos los municipios del valle. Por último, se hace un compromiso en la elaboración de propuestas y acciones de mediano y largo plazo frente al problema de contaminación del aire por parte de los consejos anteriormente mencionados.

Posteriormente, se expide la Resolución Metropolitana 0421 del 29 de marzo de este año ([anexo 5](#)), por la cual se mantiene el nivel de contingencia en el territorio, en respuesta al cumplimiento del anterior acto mencionado. En donde a pesar de haber realizado las medidas establecidas anteriormente no se logró una disminución significativa de los niveles de contaminantes en la atmósfera del Valle, a lo cual se tomaron estas nuevas decisiones:

- Mantener el nivel de contingencia en jurisdicción de los diez 10 municipios del Área Metropolitana

-Implementación de medidas en el sector salud, transporte e industrial, como agregados a las medidas establecidas en el anterior decreto.

-Continuar con las sesiones permanentes de los Consejos Metropolitanos de Movilidad y Gestión del Riesgo

-Revisar y ajustar: El Pacto por la Calidad del Aire, Plan de Descontaminación del Aire y el Protocolo del Plan Operacional para Enfrentar Episodios Críticos de Descontaminación.

Finalmente, el episodio de contaminación se levantó por medio de la Resolución Metropolitana 572 del 18 de abril del 2016, debido a los resultados arrojados por las estaciones de monitoreo. Cabe aclarar que este acto administrativo no fue sistematizado, ya que solo fue posible la identificación de este en la mención realizada en los Decretos Municipales.

Adicionalmente, el 28 de noviembre de este año donde se aprueba y se adopta el Acuerdo Metropolitano 015, un nuevo Protocolo del Plan Operacional para Enfrentar Episodios Críticos de Contaminación Atmosférica (POECA) en la jurisdicción del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, el cual se presenta como parte del Plan de Descontaminación del Aire que comprende un conjunto de medidas tendientes a reducir los niveles de contaminación en el corto plazo, orientadas a prevenir la exposición de la población a altos índices de contaminación atmosférica y por el cual se establece que la declaratoria de episodios crítico se hará por medio de constatación, es decir, por medio de los registros de la red de monitoreo o pronóstico, el cual responde a modelos estadísticos para la estimación de la información ambiental. En este se establecen los componentes de:

- Monitoreo de las variables meteorológicas y de calidad del aire
- Herramientas de pronóstico de calidad del aire y meteorología
- Gestión de Episodios críticos (plan de comunicaciones)

-Control de medidas ([Anexo 6.](#))

Decisiones del municipio de la zona norte

El 15 de marzo en una sesión del Consejo Metropolitano de Gestión del Riesgo, donde participaron los alcaldes y delegados de los municipios del Valle de Aburrá, se dio informe de la situación de contaminación atmosférica sufrida en el territorio, por esto y en concordancia a los establecido en el Pacto por el Mejoramiento de la Calidad del Aire del Valle de Aburrá del 2007, el Plan de Descontaminación del Aire del 2011, la Resolución 610 de 2010, la Resolución Metropolitana 2381 de 2015 y la Resolución Metropolitana 379 del 18 de marzo del 2016, se tomaron las siguientes medidas para el municipio ([anexo 7](#)):

- Reconocer el episodio de contingencia atmosférica
- Acatar las medidas dispuestas en la Resolución Metropolitana 379
- Implementar medidas específicas en el municipio (día sin carro y moto, suspensión de actividades al aire libre hasta la finalización de la contingencia, incrementar los controles sobre las quemas de residuos)
- Citar reunión con las industrias presentes en el municipio que sean precursores de la producción del PM2.5 en sus procesos productivos
- Notificar por parte de la comunidad ante los centros de salud la presencia mareos, dolores de cabeza, dificultad respiratoria.
- Incentivar a la comunidad en la función de veedurías ciudadanas

Adicionalmente, el 1 de abril se expide un Decreto donde se adicionan nuevas medidas para afrontar la contingencia, por medio de la reglamentación el pico y placa en el municipio ([anexo 8](#)).

Por último, el 3 de mayo se expidió un decreto para la jurisdicción del territorio, en donde se reduce a tres días en el año la medida del día sin carro y moto establecidos en el decreto del 18 de marzo, esto como respuesta a la finalización y “clausura” del episodio de contaminación por parte de la Autoridad Ambiental ([anexo 9](#)).

Decisiones del municipio de la zona centro

El 31 de marzo se expide un Decreto por medio del cual se adoptan medidas de protección ambiental, fundamentado en las condiciones meteorológicas y de calidad del aire del territorio reportadas por la red de monitoreo, en la Ley 769 del 2002 donde se faculta al alcalde del municipio para tomar medidas en aspectos de movilidad, y se toman las siguientes decisiones ([anexo 10](#)) :

- Aplicar el día sin carro y sin moto del sábado 2 de abril, hasta las 6 de la tarde del domingo 3 de abril.
- Restringir el uso de vehículos oficiales
- Restringir la circulación de volquetas en el municipio en la semana entre el 4 y 8 de abril.
- Especificar vías exentas de la medida
- Suspensión de las actividades físicas y recreativas en los colegios, municipio en general y para grupos sensibles como adultos mayores

Decisiones del municipio de la zona sur

El 30 de marzo el municipio expidió un decreto por medio del cual se declara un episodio crítico de contaminación del aire y se adoptan algunas medidas en el territorio, fundamentadas en la Constitución Política de Colombia, el CONPES 3344 de 2005 donde se identifica la problemática de la calidad del aire como el asunto ambiental de mayor preocupación para los colombianos; adicionalmente se basa en el Plan de Descontaminación del Aire del territorio, datos ambientales y de calidad

del aire de la red de monitoreo, estudios realizados en el Valle de Aburrá y la Resolución Metropolitana 2381 de 2015. En el Consejo Metropolitano de Gestión de Riesgo debido a la contingencia ambiental se encontraba en sesión permanente desde el 15 de marzo, los alcaldes son informados de la situación atípica del territorio, por lo que el alcalde del municipio en uso de sus funciones decretó [\(anexo 11\)](#):

- Sensibilizar a la comunidad para reducir los niveles de contaminación atmosférica
- Recomendar a las instituciones educativas del municipio no realizar actividades al aire libre entre las 6:00 a.m. y 10:00 a.m.
- Incentivar el uso de transporte público.
- Aumentar el control de emisiones en vehículos
- Implementar temporalmente la medida de pico y placa, partiendo de los parámetros establecidos por el municipio de Medellín, en zonas específicas.
- Mantener las medidas hasta que se levanten las alertas de situación crítica ambiental.

- **2017**

Decisiones de la Autoridad Ambiental

Como lo reflejó la recolección de datos meteorológicos y ambientales realizados en el objetivo 1, no hubo declaratoria de episodio por parte de la Autoridad Ambiental, sin embargo esta tomó decisiones en materia de gestión de los episodios por medio de la aplicación del Acuerdo Metropolitano 15 (POECA) y la adopción del Plan Integral de Gestión de la Calidad del Aire en el Valle de Aburrá (PIGECA), el cual buscaba la disminución a corto, mediano y largo plazo de la contaminación atmosférica en el territorio entre 2017 y 2030, por medio de unos eje temáticos transversales y estructurales con sus respectivas medidas [\(anexo 12\)](#); adicionalmente se plantea las metas de concentración y reducción de contaminantes por sector económico y categoría vehicular; por medio de la clasificación de la cuenca

del Valle como área fuente de contaminación por material particulado menor a 2.5 micras.

Cabe aclarar que con la implementación del PIGECA se deroga el Acuerdo Metropolitano 08 de 2011 (Plan de Descontaminación del Aire)

Decisiones del municipio de la zona norte

El 7 de febrero se expide un Decreto el cual implementa la medida del día sin carro y sin moto con el fin de reducir los índices de contaminación ambiental en el municipio durante cinco días al año, adicionalmente se buscaba hacer una asociación con la Autoridad Ambiental para realizar un control estricto de la emisión de gases vehiculares, incentivando la denuncia por parte de la comunidad frente a las emisiones de gases de los vehículos automotor [\(anexo 13\)](#).

La segunda decisión tomada por este municipio fue realizada el 23 de marzo, donde se implementa la medida de pico y placa ambiental con seis dígitos entre el 23 y 25 de marzo [\(anexo 14\)](#). La decisión se fundamentó en los decretos municipales expedidos para el mejoramiento de la calidad del aire en las contingencias del año anterior. Cabe aclarar que en este decreto se menciona que el día 22 de marzo la Junta Metropolitana acordó de forma unánime adoptar medidas para mejorar la calidad del aire del valle, en vista de que la declaración de alerta naranja (la cual no se tiene Resolución Metropolitana por parte de la Autoridad Ambiental) no fue suficiente para la mitigación de partículas menores a 2.5 micras, y que las condiciones meteorológicas tampoco sirvieron para la reducción de los niveles de contaminantes.

Decisiones del municipio de la zona centro

Para el 22 de marzo se expidió un Decreto el cual adoptó una medida provisional de pico y placa para enfrentar un episodio de contaminación atmosférica, fundamentada en el Acuerdo Metropolitano 15 de 2016, donde se aprobó y adoptó el Plan Operacional para Enfrentar Episodios Críticos de Contaminación Atmosférica en el Valle de Aburrá, y se tomó la decisión de adoptar medidas de pico y placa a partir del jueves 23 de marzo hasta el sábado 25; adicionalmente se restringió la circulación de volquetas y vehículos de carga en el perímetro urbano ([anexo 15](#)).

Dado que las condiciones ambientales no mejoraron para el territorio, el sábado 25 se decidió prorrogar la medida de pico y placa hasta el viernes 31 de marzo ([anexo 16](#)). No obstante, el 28 de marzo se expide un decreto que deroga las decisiones tomadas el fin de semana anterior, debido a que la red de monitoreo reportó condiciones moderadas en el Índice de la Calidad del Aire ([anexo 17](#)).

Decisiones del municipio de la zona sur

El 22 de marzo se expidió un decreto por el cual se adopta determinaciones temporales con la ocasión de la contingencia atmosférica que se presenta en el Valle de Aburrá ([anexo 18](#)), fundamentada en los Decretos Municipales que establecen la medida de pico y placa para el primer semestre del año 2017, el Acuerdo Metropolitano 15 de 2016 donde se aprobó y adoptó el Plan Operacional para Enfrentar Episodios Críticos de Contaminación Atmosférica en el Valle de Aburrá y en los reportes de información meteorológica brindados por la red de monitoreo. Por esto se toma las decisiones de: restringir la movilidad vehicular entre el 27 y 31 de marzo y hasta que se mantengan las condiciones de alerta, restringiendo la circulación de volquetas y camiones ([anexo 19](#)).

- 2018

Decisiones de la Autoridad Ambiental

El 22 de febrero del presente año la Autoridad Ambiental expidió el Acuerdo 04 por el cual se deroga el Acuerdo Metropolitana 15 de 2016 y se adopta el nuevo Protocolo del Plan Operacional para Enfrentar Episodios de Contaminación Atmosférica en la jurisdicción del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, y se establecen unas nuevas pautas para la declaratoria de episodios de contaminación atmosférica los cuales responden a la Resolución 2254 del 1 de noviembre 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, adicionalmente en coordinación con el Acuerdo Metropolitano 16 del 2017 (PIGECA).

En este POECA actualizado, se pasa del reconocimiento de los episodios por medio de alertas como estaba determinado en el Acuerdo 15 de 2016, al establecimiento de niveles de concentración de contaminantes, donde se indica las decisiones que deben de tomar la autoridad ambiental y los entes territoriales en función de la “Gestión de Episodios de Contaminación Atmosférica” ([anexo 20](#)).

En el Acuerdo Metropolitano 04 de 2018 se establece que para la definición de un Periodo de Gestión de Calidad del Aire se parte de un seguimiento al ICA y al pronóstico de la calidad del aire, información que es brindada por el Sistema de Alerta Temprana del Valle de Aburrá (SIATA), esta información técnica es evaluada por el Grupo de Gestión de Episodios de Contaminación Atmosférica (GECA) en donde se establecen recomendaciones para el Director de la Autoridad Ambiental y se evalúa la posibilidad de efectuar una primera Resolución Metropolitana para la Gestión de Episodios en donde se establecen niveles de prevención, alerta o emergencia y se fundamenta por constatación o pronósticos; esta primera se hace solo si después de 48 horas seguidas el dato sigue presentando valores en un mismo rango en más del 75% del tiempo; por otro lado la declaratoria por pronósticos se hace cuando el

modelo de pronóstico indique condiciones de prevención alerta o emergencia teniendo en cuenta la representatividad especial del estado excepcional.

Teniendo esta información se emite una segunda Resolución Metropolitana en donde se debe de especificar el nivel correspondiente del Índice de Calidad del Aire para el Territorio, posteriormente esta información es enviada de forma oficial al GECA para el despliegue de las medidas del protocolo para cada municipio del territorio y así poder hacer un seguimiento a la evolución del periodo declarado para verificar los niveles correspondientes.

Como medida adicional, el primero de febrero de 2018 se firma el Pacto por la Calidad del Aire donde distintas entidades públicas, privadas, académicas y ciudadanas se comprometieron en ejecutar acciones medibles que ayuden al mejoramiento de la calidad del aire en la región.

En concordancia con lo establecido en el POECA el periodo de gestión de episodios para el primer semestre del año 2018 se declara por medio de las Resoluciones Metropolitanas 384 y 385 entre el 23 de febrero y el 7 de abril. Estos actos administrativos no fueron encontrados en la gaceta de la autoridad, por lo que no fue posible realizar el análisis correspondiente.

El 6 de marzo en medio del periodo de Gestión de Episodios anteriormente declarado se emitió la Resolución Metropolitana 475 por la cual determina el nivel de alerta para el control de la contaminación atmosférica en la jurisdicción del Área Metropolitana del Valle de Aburrá ([anexo 21](#)). Una de las decisiones tomadas fue que, inmediatamente después se publicará la resolución se decretaría durante mínimo tres días seguidos un nivel de alerta, hasta que se considere necesario de acuerdo con los informes técnicos del SIATA y el GECA, adicionalmente se estableció la responsabilidad para cada municipio en hacer seguimiento permanente a la información de la calidad del aire e implementar el plan de acción del POECA en sus territorios.

El 9 de marzo se expide una nueva Resolución Metropolitana, la 0533, por la cual se declara el nivel de prevención para el control de la contaminación atmosférica en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá y donde se tomó la decisión de dar por finalizado el nivel de alertar declarado mediante la Resolución Metropolitana 475 de este mismo año, y adicionalmente, se dictaminó la continuación del nivel de prevención declarado mediante la Resolución Metropolitana 385 de 2018 ([anexo 22](#)).

Para el segundo semestre, se expide la Resolución 2486 del 26 de septiembre, por la cual se declara el periodo de Gestión de Episodios entre el 1 y el 27 de octubre ([anexo 23](#)), donde se dictamina que los Consejos Metropolitanos de Movilidad, Ambiental y Gestión de Riesgo deberán hacer seguimiento permanente al Índice de Calidad del Aire y se recogen funciones ya establecidas en la Gestión de Episodios del semestre pasado. Al día siguiente, se expidió la Resolución 2489 por la cual se declara el nivel de prevención para el control de contaminación atmosférica en la Jurisdicción del Área Metropolitana del Valle de Aburrá ([anexo 24](#)).

Decisiones de la zona norte

No se encontró información correspondiente a la toma de decisiones con respecto al periodo de gestión de episodios o de declaratoria de niveles de concentración de contaminantes durante este año en jurisdicción del municipio de la zona norte escogido para la investigación.

Decisiones de la zona centro

El día 23 de febrero se expide el un decreto el cual estableció una medida provisional de pico y placa para la atención del Episodio de Contaminación Atmosférica, el cual se aplicó a partir de la publicación del acto y tuvo vigencia durante la presencia del episodio ([anexo 25](#)).

El 6 de marzo y debido a que el episodio de contaminación alcanzó un nivel de alerta III (rojo) se tomó la decisión de una medida provisional de pico y placa durante tres días consecutivos pasando de cuatro a seis dígitos para la restricción vehicular, además de la ampliación del rango horario. El 9 de marzo y debido a la finalización de la vigencia del decreto expedido el 6 de marzo, se toman nuevas medidas de pico y placa y se baja el episodio a un nivel II de prevención para el municipio ([anexo 26](#)).

En el segundo semestre del año, específicamente el primero de octubre se expide un decreto el cual establece una medida provisional de pico y placa para la prevención de un episodio de contaminación atmosférica en el municipio, la vigencia de este duró mientras existiera la declaratoria por parte de la autoridad ambiental ([anexo 27](#)).

Decisiones de la zona sur

El día 23 de febrero, se expidió en el municipio un decreto el cual adopta determinaciones temporales con ocasión de la contingencia atmosférica que se presenta en la región. En este, se decretó el nivel II de alerta y prevención dada la situación crítica por contaminación, además, la medida de pico y placa para vehículos particulares, motos, transporte de carga y volquetas se mantuvo con la misma rotación de dígitos y franjas horarias con respecto al municipio de Medellín. En este acto se aclara que, el incumplimiento de las decisiones anteriormente mencionadas traerá sanciones como multas económicas y la inmovilización del vehículo ([anexo 28](#)).

El 7 de marzo, se expide un decreto el cual establece medidas provisionales adicionales de pico y placa para la atención de episodio de contaminación atmosférica en el municipio por nivel de alerta (Nivel III), donde se restringe la circulación vehicular a partir del jueves 8 de marzo y hasta la autoridad ambiental definan el levantamiento de la “Alerta Roja de la contingencia ambiental”.

Ya para el segundo semestre de 2018, específicamente el 28 de septiembre, se estableció el decreto que implementa medidas provisionales adicionales de pico y placa para la atención del episodio de contaminación atmosférica en el nivel II donde se especifica la restricción de pico y placa para vehículos particulares, motos, transporte de carga y volquetas, con la misma rotación de dígitos y franjas horarias del municipio de Medellín, entre el 1 y 27 de octubre o hasta que dure el Nivel II de prevención declarado por la autoridad ambiental urbana. Además, se implementaron las siguientes estrategias ([anexo 29](#)) :

- Secretaria de Educación: Recomendar a los establecimientos educativos reducir el esfuerzo prolongado al aire libre.
- Secretario de Seguridad Social y Familia: Incrementar las campañas masivas de educación por parte de la autoridad en salud; Considerar las acciones adelantadas en el Eje Temático del PIGECA en su línea 1.
- Secretaría de Planeación: Reforzar los operativos de vigilancia de posibles quemas e incendios.
- Secretaría de Tránsito y Transporte: Implementará el Plan de Acción para la Gestión de Episodios de Contaminación Atmosférica, según el artículo 30 del Acuerdo Metropolitano 04 de 2018.

Adicionalmente, se especificó que el incumplimiento de las sanciones de movilidad traerá sanciones como multas y la inmovilización del vehículo.

7.3 Objetivo 3. Analizar la relación entre las contingencias ambientales y la toma de decisiones con relación a la calidad del aire en el Valle de Aburrá entre los años 2016 y 2018.

Tabla 17. Análisis de decisiones en las contingencias de la calidad del aire en el Valle de Aburrá - 2016

Caracterización técnica de las contingencias / episodios			Decisiones y acciones establecidas para enfrentar las contingencias															
Año	Contingencias y/o episodios	Fechas de contingencia	Autoridad Ambiental Urbana			Municipio de la Zona Norte					Municipio de la Zona Centro				Municipio de la Zona Sur			
			Decisión	Fecha	Sector Aplicable	Contaminantes	Máximos Niveles de concentraciones (µg/m ³)	Decisión	Fecha	Sector Aplicable	Contaminantes	Máximos Niveles de concentraciones (µg/m ³)	Decisión	Fecha	Sector Aplicable	Decisión	Fecha	Sector Aplicable
2016	Primer Semestre	Del 5-mar al 17-abril	Declaración de nivel de contingencia	18-mar y se renueva el 29-mar	Ambiental	PM _{2,5}	99,3	Reconocer la declaración de episodio de contingencia atmosférica	15-mar	Ambiental	PM 10	196,4	Aplicación del día sin carro y sin moto	31-mar	Movilidad	Sensibilizar a la comunidad para reducir los niveles de contaminación atmosférica	30-mar	Social
			Publicación diaria de la evolución del ICA en la página web, redes sociales y medio de comunicación	18-mar y se renueva el 29-mar	Ambiental			Acatar las medidas dispuestas por la Autoridad Ambiental Urbana	15-mar	Ambiental	PM 2,5	123,5	Restringir el uso de vehículos oficiales	31-mar	Movilidad	Recomendar a las instituciones educativas del municipio no realizar actividades al aire libre entre las 6:00 a.m. y 10:00 a.m.	30-mar	Educación

Para este año, se pudo evidenciar que las decisiones se tomaron durante la presencia del fenómeno de contingencia ambiental, donde la autoridad ambiental hizo recomendaciones para la realización de operativos para el control de las quemas a cielo abierto y seguimiento continuo a las emisiones vehiculares, sin dejar de un lado el reconocimiento de la contingencia por medio de la declaratoria.

Desde los distintos sectores que hacen parte del territorio se tomaron decisiones como: recomendar a los sectores económicos la implementación de los Planes de Movilidad Sostenible. En salud, se aconsejó que las actividades físicas por parte de los habitantes del Área Metropolitana se realizaran después de las 10:00 am y en las horas finales de la tarde. En lo que respecta a la movilidad, se dieron funciones a las entidades territoriales para el establecimiento de medidas enfocadas en la disminución de circulación de vehículos particulares y motos.

Desde la Gestión misma de la autoridad para afrontar las contingencias se toma la decisión de decretar sesión permanente de los Consejos Metropolitanos de Movilidad y de Gestión del Riesgo, y realizar ajustes en el Pacto por la Calidad del Aire, en los Acuerdos Metropolitanos que reglamentan el Plan de Descontaminación del Aire y el Protocolo del Plan Operacional para Enfrentar Episodios Críticos de Contaminación.

El municipio de la Zona Norte se evidenció que las recomendaciones por parte de la autoridad ambiental fueron recogidas e implementadas para el contexto específico del territorio, las decisiones fueron: i) la declaración del episodio de contingencia atmosférica; ii) en movilidad se tomó la decisión de implementar el día sin carro y sin moto para el municipio en varios días del año e instauración de la medida de pico y placa; iii) en salud se implementó la medida de suspensión de actividades al aire libre y la notificación de molestias que pudieran relacionarse al estado del ambiente; iv) para la industria se citó a las empresas precursoras del

contaminante $PM_{2.5}$, y v) se toma la decisión de generar el espacio para que la sociedad genere veedurías ciudadanas.

En la Zona Centro, el municipio representativo tomo decisiones en materia de movilidad y salud: i) Se implementó el día sin carro y sin moto y se restringió el uso de vehículos oficiales y volquetas, además de la especificación de vías exentas de las medidas y ii) se suspendieron las actividades físicas y recreativas en los colegios, programas y proyectos deportivos del municipio donde participen grupos sensibles.

Para el municipio de la Zona Sur del Valle de Aburrá, se tomaron medidas en sectores como; i) desde lo social, se estableció sensibilizar a la comunidad para disminuir los niveles de contaminación; ii) a las instituciones educativas se les recomendó no realizar actividades al aire libre entre las 06:00 am y 10:00 am; iii) en movilidad se implantó la medida temporal de pico y placa y se incentivó el uso de transporte público; y iv) desde lo ambiental se incrementó el control de emisiones en vehículos y se mantuvo las medidas hasta que se levantara la “alerta crítica ambiental”

2017

Tabla 18. Análisis de decisiones en las contingencias de la calidad del aire en el Valle de Aburrá - 2017

Caracterización técnica de las contingencias / episodios			Decisiones y acciones establecidas para enfrentar las contingencias											
Año	Contingencias y/o episodios	Fechas de contingencia	Autoridad Ambiental Urbana			Municipio de la Zona Norte			Municipio de la Zona Centro			Municipio de la Zona Sur		
			Decisión	Fecha	Sector Aplicable	Decisión	Fecha	Sector Aplicable	Decisión	Fecha	Sector Aplicable	Decisión	Fecha	Sector Aplicable
2017	No se declararon contingencias		Adopción del Plan Integral de Gestión de la Calidad del Aire en el Valle de Aburrá (PIGECA)	6-dic	Interdisciplinario	implementa la medida del día sin carro y sin moto	7-feb	Movilidad	medida provisional de pico y placa	22-mar	Movilidad	Restricción de movilidad vehicular	27-mar	Movilidad
			Derogación del Acuerdo Metropolitano 08 de 2011 (Plan de Descontaminación del Aire)		Interdisciplinario	Asociación con la Autoridad Ambiental para realizar un control estricto de la emisión de gases vehiculares	7-feb	Ambiental	restringió la circulación de volquetas y vehículos de carga en el perímetro urbano	22-mar	Movilidad	restringió la circulación de volquetas y vehículos de carga en el perímetro urbano	27-mar	Movilidad
						Implementa la medida de pico y placa ambiental con seis dígitos	23-mar	Movilidad	Prolongación de medida de Pico y Placa	25-mar	Movilidad			
						Continuación de medidas implementadas en el 2016	23-mar	Interdisciplinario	Derogación de medida de pico y placa	28-mar	Movilidad			

En este año, desde la Autoridad Ambiental no se logró evidenciar actos administrativos que dieran muestra de declaratoria de episodios de contaminación, pero se tomaron dos decisiones claves, las cuales fueron: la derogación del Acuerdo Metropolitano 08 de 2011 (Plan de Descontaminación del Aire) y para final de año se dio la adopción del Plan Integral de la Gestión de la Calidad del Aire en el Valle de Aburrá.

En el municipio de la Zona Norte, al principio del año se toma la decisión de implementar la medida del día sin carro y sin moto en varios días durante el transcurso de este, además de implementar la medida de pico y placa ambiental para seis dígitos. En la parte ambiental se realizó una asociación con la autoridad ambiental para controlar la emisión de gases vehiculares. Por el hecho de no contar con un Acuerdo Metropolitano que dé cuenta de la declaratoria de episodios de contaminación y que establezca unas funciones específicas para los entes territoriales, el municipio decide adoptar las medidas implementadas para el control de las contingencias del año 2016.

En la Zona Centro del Valle de Aburrá, el municipio de estudio solo tomó decisiones enfocadas a la movilidad del territorio en cuestión, donde se estableció la medida de pico y placa ambiental y la restricción de circulación de volquetas y vehículos de carga en el perímetro urbano.

Para el municipio de la Zona Sur del Valle se logra evidenciar una tendencia similar en la toma de decisiones con respecto al municipio de la zona centro, donde solo se estableció medida de pico y placa ambiental y se restringió la circulación de ciertos vehículos.

2018

Tabla 19. Análisis de decisiones en las contingencias de la calidad del aire en el Valle de Aburrá - 2018

Caracterización técnica de las contingencias / episodios			Decisiones y acciones establecidas para enfrentar las contingencias											
Año	Contingencias y/o episodios	Fechas de contingencia	Autoridad Ambiental Urbana			Municipio de la Zona Norte			Municipio de la Zona Centro			Municipio de la Zona Sur		
			Decisión	Fecha	Sector Aplicable	Decisión	Fecha	Sector Aplicable	Decisión	Fecha	Sector Aplicable	Decisión	Fecha	Sector Aplicable
2018	Primer semestre	23 de febrero al 6 de abril	Actualización del Protocolo del Plan Operacional para Enfrentar Episodios Críticos de Contaminación	22-feb	Interdisciplinario	No se encontró información			medidas provisionales de pico y placa para la atención del Episodio de Contaminación Atmosférica	23-feb	Movilidad	Decretar el nivel II de alerta y prevención	23*feb	Ambiental
			Nuevas pautas para la declaratoria de episodios de contaminación atmosférica	22-feb	Interdisciplinario				Medidas provisionales de pico y placa para la atención del Episodio de Contaminación Atmosférica durante 3 días consecutivos pasando de cuatro a seis dígitos y ampliación del rango horario	6-mar	Movilidad	la medida de pico y placa para vehículos particulares, motos, transporte de carga y volquetas se mantuvo con la misma rotación de dígitos y franjas horarias con respecto al municipio de Medellín	23*feb	Movilidad
			Pacto por la calidad del aire: ejecución de medidas interdisciplinarias que ayuden del mejoramiento de la calidad del aire en la región	1-feb	Interdisciplinario				Se toman nuevas medidas de pico y placa y se baja el episodio a un nivel II de prevención para el municipio	9-mar	Movilidad	Sanciones a medidas de pico y placa	23*feb	Movilidad

		Declaratoria de periodo de gestión de episodios de contaminación atmosférica	23-feb	Interdisciplinario		medidas provisionales de pico y placa para la atención del Episodio de Contaminación Atmosférica	1-oct	Movilidad	Medidas provisionales adicionales de pico y placa	7-mar	Movilidad
		Determina el nivel de alerta para el control de la contaminación atmosférica en la jurisdicción del Área Metropolitana del Valle de Aburrá	6-mar	Ambiental					medidas provisionales de pico y placa para la atención del Episodio de Contaminación Atmosférica	28-sep	Movilidad
		Establecimiento de la responsabilidad para cada municipio en hacer seguimiento permanente a la información de la calidad del aire	6-mar	Gestión					la medida de pico y placa para vehículos particulares, motos, transporte de carga y volquetas se mantuvo con la misma rotación de dígitos y franjas horarias con respecto al municipio de Medellín	28-sep	Movilidad
		Determina el nivel de prevención para el control de la contaminación atmosférica en la jurisdicción del Área Metropolitana	9-mar	Ambiental					Sanciones a medidas de pico y placa	28-sep	movilidad

		del Valle de Aburrá									
		Finalización del nivel de alerta anteriormente declarado	9-mar	Ambiental				Recomendar a los establecimientos educativos reducir el esfuerzo prolongado al aire libre	28-sep	Educación	
		Declaratoria de periodo de gestión de episodios de contaminación atmosférica	26-sep	Interdisciplinario				Incrementar las campañas masivas de educación por parte de la autoridad en salud; Considerar las acciones adelantadas en el Eje Temático del PIGECA en su línea	28-sep	Salud	
Segundo Semestre	1 al 27 de octubre	Determina el nivel de prevención para el control de la contaminación atmosférica en la jurisdicción del Área Metropolitana del Valle de Aburrá	27-sep	Ambiental				Reforzar los operativos de vigilancia de posibles quemas e incendios.	28-sep	Ambiental	
								Implementará el Plan de Acción para la Gestión de Episodios de Contaminación Atmosférica, según el	28-sep	Interdisciplinario	

									artículo 30 del Acuerdo Metropolitano 04 de 2018		
--	--	--	--	--	--	--	--	--	---	--	--

Para este año, por parte de la Autoridad Ambiental se efectuó un nuevo Pacto por la Calidad del Aire además de actualizar el Protocolo para Enfrentar Episodios Críticos de Contaminación (POECA) donde se estableció nuevas pautas para la declaratoria de episodios de contaminación atmosférica.

En este año se pasó de trabajar sobre la presencia de la contingencia a dar un paso más allá por medio de la declaración de un periodo de “Gestión de Episodios” donde las decisiones que se tomaron para el primer semestre del año fueron: establecer el nivel de alertar para el periodo de contaminación atmosférica, se estableció responsabilidades para cada municipio que conforma el Área Metropolitana; y debido al mejoramiento de las condiciones atmosféricas y de concentración de contaminantes se baja de nivel de alerta a prevención.

Para el segundo semestre del año 2018, se hace nuevamente un declaratoria de “Gestión de Episodios” donde se determina el nivel de prevención.

En la Zona Norte del Valle de Aburrá, en el municipio seleccionado no se logran identificar actos administrativos que den cuenta de las decisiones tomadas para la Gestión el Episodios declarados por la autoridad ambiental para los dos semestres del año.

Las decisiones tomadas en el municipio de la Zona Centro fueron en materia de movilidad, donde se establece medidas provisionales de pico y placa para la atención de episodio de contaminación atmosférica durante los dos semestres.

En la Zona Sur, para la Gestión de los Episodios de contaminación se tomaron decisiones interdisciplinarias, las cuales fueron: decretar el nivel II de alerta y prevención y reforzar los operativos de vigilancias de posibles quemas e incendios desde lo ambiental. En materia de movilidad se implementaron medidas de pico y placa para vehículos particulares, motos, volquetas y vehículos de cargas con el

establecimiento de sus respectivas sanciones. Se recomendó a los establecimientos educativos reducir el esfuerzo prolongado al aire libre; en salud se incrementaron las campañas masivas de educación por parte de la Secretaría de Salud. Y, por último, se tomó la decisión de implementar el Plan de Acción del municipio para la Gestión de Episodios de Contaminación atmosférica.

8. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este proyecto muestran que la toma de decisiones realizada en el territorio del Área Metropolitana del Valle de Aburrá durante los periodos de contingencia ambiental entre los años 2016 y 2018, han respondieron a un enfoque incrementalista, el cual se centra en la redefinición constante del problema, por lo que no existe una sola decisión correcta, sino que se deben llevar ajustes constantes entre los fines-medios en medio de un proceso de aproximaciones sucesivas hacia los objetivos deseados, que van cambiando a la luz de nuevas consideraciones. De esta manera se han tomado decisiones que no corresponden a lo que plantea Alberto Morán, quien asegura que la concepción racionalista es la más usada en el sector público.

Esto se ve reflejado en los mecanismos que la autoridad ambiental ha venido utilizando desde el año 2016 en el corto, mediano y largo plazo. En la contingencia ambiental del primer semestre esta se operó bajo las medidas establecidas en el Plan de Descontaminación del Aire del 2010 con mecanismos establecidos en un horizonte de tiempo amplio. Solo fue hasta finales del 2016 que aparece el primer Plan Operacional para Enfrentar Episodios de Contaminación Atmosférica (POECA), donde se establecieron medidas de gestión que dependía dependiendo de los niveles de contaminación, en donde las medidas para enfrentarlo eran diferentes para cada sector, dando así “bases” para enfrentar los meses críticos del siguiente año, que, consecuentemente, no evidencio declaratoria de episodios de contaminación durante el transcurso del 2017. Este plan se configura como la única política pública en el territorio para el manejo de las contingencias ambientales a corto plazo.

No obstante, en el municipio de la Zona Norte, se evidenció que antes de la implementación oficial del primer POECA, se tomaron decisiones similares a las planteadas por el instrumento metropolitano antes de ser expedido.

Con la renovación del POECA a inicios del año 2018, la autoridad ambiental abordó la problemática de la calidad del aire desde el enfoque de gestión, es decir, con la aparición de la figura de Gestión de Episodios de Contaminación se prevé la aparición del incremento inusitado de los contaminantes por medio de la implementación de medidas de prevención y de control de emisiones los meses previos al cambio meteorológico y climático que sufre el valle durante los meses de marzo-abril y octubre, donde las decisiones son tomadas antes de una posible contingencia. La construcción del POECA da cuenta al fin contingente e histórico del Estado del que habla Webber, en donde se recurre en última instancia a la ley y al cumplimiento coercitivo de esta como fin último, en este caso, la no ocurrencia de episodios de contaminación del aire.

Como se mención en el marco teórico, el miedo, la rutina y la legitimidad son medios de obediencia que son visibles de igual manera en la forma de gobernar el Valle de Aburrá: Miedo por la posible ocurrencia e identificación del fenómeno, rutina debido a que el POECA establece las medidas base para gestionar los episodios, ya esta es manos de cada administración municipal agregar o implementar solo las medidas iniciales. Además, se cree que la Autoridad Ambiental cuenta con legitimidad para establecerlas medidas por el simple hecho de ser legal en su actuar, pero en realidad no hay debate sobre las decisiones tomadas e implícitamente se acata es al poder como autoridad ambiental, en donde no se pone en discusión la legitimidad del actuar de la autoridad y sus decisiones.

Adicionalmente, la historia se repite en las instituciones por medio de dependencia de la trayectoria, como lo expresa Jakimowicz (76) todo aquello que se dio en el pasado y que ahora repercute en el presente, es producto de una dependencia de trayectoria propiciada por las decisiones que se tomaron anteriormente, por lo que

dichos comportamientos recurrentes deben ser tomados como un modelo patrón de comportamiento futuro de decisión, en donde estas son el resultado de un entramado fuerzas y relaciones de poder que se tejieron alrededor de las decisiones finales de las instituciones. Lo anterior se evidencia en el territorio cuando no se cuestionan las medidas implementadas por parte de la Autoridad, donde en los “actos administrativos es posible ver como los alcaldes en cabeza de los entes territoriales” llevan estas decisiones a su contexto, sin un cuestionamiento y discusión.

Ahora bien, el Estado en su actuar se configura como una figura mutable en función a las actividades que ejecuta y en las escalas en las cuales opera, esto se ve reflejado en el territorio del Valle de Aburrá en las actualizaciones que sufre el POECA durante los años de estudio, donde en un comienzo las decisiones tomadas por la Autoridad Ambiental se daban como recomendaciones, para después configurarse como decisiones de obligatorio cumplimiento inmediato en la versión del 2018.

Es allí donde las decisiones tomadas para la calidad del aire del Valle, si bien en el discurso que se da, dicen ser consensuadas, en realidad son verticales, ya que son basadas solo en los informes brindados por la Autoridad Ambiental y el juicio del municipio con mayor población, esto conjugando estructuras específicas de dominación, como lo establece Bob Jessop en su teoría del poder, las cuales determinan los pesos y contrapesos de las diferentes maneras de ejercer el poder particular (24).

Estas estructuras están dadas además por la cantidad de instituciones inmersas en la solución de la problemática como la Autoridad Ambiental, Entidades Territoriales, Concejos Municipales, entre otros, involucrados en la fijación de una posición, las decisiones que se dan desde los diferentes niveles podrán resultar inconsistentes o conflictivos entre sí.

Es inevitable que estas formas de dominación no supongan un conflicto entre las instituciones inmersas en el proceso de toma de decisiones, donde aquellas que cuentan con una mayor jerarquía y posición influyen al resto, en donde se muestra como un discurso de “coordinación interinstitucional”, pero al fin y al cabo solo se da una comunicación de la decisión tomada, que propicia la pérdida de la democracia en los procesos decisorios porque simplemente se informa, mas no se pone en cuestión y deliberación la decisión tomada que finalmente es adoptada en los territorios específicos. Esto evidenciado en la configuración de un Consejo Metropolitano, donde convergen todos los secretarios de medio ambiente de los municipios del valle, en donde se da un espacio informativo mas no deliberativo y que finalmente no toma ninguna decisión con respecto a las contingencias¹, ya que la única decisión “legítima” es la reflejada por medio de un acuerdo metropolitano expedido por la autoridad ambiental.

Lo anterior, distorsionando un supuesto discurso de gobernanza metropolitana, donde la supuesta inclusión que se da es solo para el sector oficial en cabeza de los alcaldes de los municipios del área, los cuales no cuentan con una formación suficiente frente a la comprensión de los fenómenos socioambientales, y de los técnicos expertos en el tema de datos ambientales, adscritos a la Autoridad Ambiental.

Los fallos de la gobernanza permiten plantear cuestiones en términos amplios, por ejemplo, mejorar las políticas públicas tanto no solo desde el punto de vista de la efectividad y la eficiencia fundamentalmente calidad democrática que permita primar valores como el respeto por los derechos de los ciudadanos, las generaciones futuras y el entorno natural para cumplir lo que mandata la Constitución (26). La adopción y ejecución de políticas públicas puedan implicar el desarrollo de procesos políticos y la aparición de fuentes de conflicto social (27). El Plan Integral de Gestión para la Calidad del Aire (PIGECA) y EL Plan Operacional

¹ Entrevista con Persona de la Administración del Municipio de la Zona Norte, 29 de octubre de 2019

para enfrentar Episodios de Calidad del Aire (POECA) es lo más cercano a una política pública de calidad del aire en el territorio, ya que responde a una problemática que afecta a la mayoría de los habitantes, además son legalmente establecidos por actos administrativos de alto peso jurídico en el territorio (Acuerdos Metropolitanos). Estas políticas públicas, desde la teoría, son el espacio propicio para la realización de ejercicios de concertación para su aprobación, ejecución y evaluación.

Ahora bien, la forma en como estas se han , responde a la identificación del fenómeno, es decir, desde años posteriores a la contingencia por calidad del aire del 2016 se contaba con planes emitidos por la Autoridad Ambiental con el fin de trabajar por la calidad del aire, pero que no fueron lo suficientemente explícitos en los mecanismos y medidas que debían de tomar las administraciones municipales y los actores dentro del territorio para prevenir la aparición de una posible de la contingencia ,que se fueron acumulando circunstancias para que en marzo de 2016 se hiciera visible la contaminación atmosférica. Esto sumado a la transición que pasa el territorio (durante los meses de febrero-marzo y octubre) de temporada seca a humedad, las condiciones topográficas y el incremento del parque automotor, deja como resultado una mayor concentración de contaminantes debido a las emisiones realizadas en este periodo de tiempo.

Por otro lado las decisiones en materia ambiental deberían de ser dadas desde la multidisciplinariedad incorporando saberes desde las ciencias naturales, exactas, sociales, médicas, políticas y la ética; en el caso de las contingencias en calidad del aire que presenta en el Valle de Aburrá esto solo queda a consideración de la experticia teórica de las ciencias naturales² de los datos brindados por el Sistema de Alertas Tempranas del Valle de Aburra y el Grupo de Gestión de Episodios de Calidad del Aire, los cuales son recogidos por el Director de la Autoridad y puestos sobre la mesa en la Junta metropolitana donde confluyen los 10 alcaldes del

² Entrevista con Persona de la Administración del Municipio de la Zona Sur, 26 de septiembre de 2019

territorio. Esto para decir que, si bien la decisión no se impone, solo se basa en los datos que evidencian el comportamiento de los índices de calidad del aire en un periodo de tiempo.

El hecho de que el fenómeno de la calidad el aire del territorio sea comprendido solo desde las ciencias naturales, deja de lado cuestiones referentes a derechos humanos (en este caso el derecho fundamental a la vida y al ambiente sano), que finalmente son contestadas en términos de eficiencia, y que la justicia frente a estos derechos sea dada por la formulación técnica del problema (77). Además, se deja de considerar otros factores, que demuestra en últimas que estas decisiones se toman por fuera de la complejidad.

Esa parcialización de las perspectivas hace que la toma de decisiones como tal, no incluya la participación de todos los actores, por lo complicado que se volvería tomar la decisión, ya que estas se toman pensando en “salvaguardar la salud de la población y las condiciones ambientales del territorio” (como lo muestra el discurso brindado por la Autoridad Ambiental). Contrario a esto, las personas que cuentan con los conocimientos y que pueden nutrir las discusiones alrededor de las decisiones son aquellas que en últimas no son tomadas en cuenta en los procesos deliberativos (los cuales se realizan solo entre los alcaldes y el director de la autoridad ambiental) y son los funcionarios de las secretarías municipales.

Por ejemplo, en el municipio de la zona norte; las decisiones en el contexto específico del territorio no están dadas solo desde una secretaria, las secretarías de Medio Ambiente, Salud, Tránsito, Educación y Comunicaciones pueden llegar a estar directamente involucradas en el en la toma de decisiones del fenómeno ambiental, en donde cumplen con unas funciones específicas para la mitigación y el control de las contingencias ambientales en el municipio ³.

³ Entrevista con Persona de la Administración del Municipio de la Zona Norte, 29 de octubre de 2019

Adicionalmente a esto, es imperativo entender los procesos de toma de decisiones sólo desde una perspectiva institucional, ya que estas fueron mediadas por una serie de negociaciones con grupos gremiales (económicos cabe aclarar), donde se ponían sobre la mesa intereses específicos como en el caso de movilidad, ya que el hecho de dejar de circular un carro durante ciertos días al año debería reflejarse en la reducción de los impuestos, haciendo que prime el derecho individual sobre los derechos colectivos ⁴Ahora bien, las decisiones por parte de los municipios son selectivas, esto debido a que la autoridad ambiental da un “derrotero” con las medidas base que se deben de cumplir por parte de las administraciones, en donde ellos deciden arbitrariamente cuales se aplica para la instauración de una ruta de trabajo en su contexto de territorio⁵.

Es necesario que las decisiones en materia de calidad del aire vayan en concordancia con salvaguardar la salud y el ambiente sano de las poblaciones, además que todos los sectores que están inmersos en el fenómeno se apropien de la problemática y se dispongan de espacios (fuera del gubernamental) que permitan la discusión, no se quede en el discurso institucional que excluye las universidades, las asociaciones y las veedurías ciudadanas, ya que, si bien dice haber una visión global, estas discusiones sólo son regidas por principios económicos de eficacia, eficiencia y productividad dejando de un lado las voces de las comunidades, las personas y los grupos afectados directamente por decisiones que al fin y al cabo buscan beneficios económicos, vendidos y mostrados a la población como salud pública, cuando en realidad estas decisiones no trascienden más de un plano mercantilista,

Por otro lado, el hecho de que aún no se haya desarrollado un metodología sistemática para combinar los aportes cuantitativos y cualitativos de los estudios científicos, de riesgo, costo y beneficio, así como las opiniones y valores de las

⁴ Entrevista con Persona de la Administración del Municipio de la Zona Sur, 26 de septiembre de 2019

⁵ Entrevista con Persona de la Administración del Municipio de la Zona Norte, 29 de octubre de 2019

partes interesadas para clasificar las alternativas del proyecto para la toma de decisiones ambientales, deja como resultado la incapacidad por parte de los tomadores de decisiones para identificar las posibles alternativas y sobre todo para hacer uso eficiente de la información disponible y necesaria para elegir entre las alternativas de proyecto identificadas (20). ¿Qué tanta fuerza tiene los gremios en la instauración de una perspectiva para la toma de la decisión final? ¿A qué intereses están respondiendo? ¿Qué tan preparados están los tomadores de decisiones para la comprensión del fenómeno desde la salud pública?

9. CONCLUSIONES

Los procesos de toma de decisiones son ejercicios complejos debido que no tienden a ser un tema de reflexión y de estudio adecuadamente estructurado, esto por la poca comprensión respecto a la coordinación interinstitucional y la inclusión de las partes interesadas en los procesos de liberatorios, además de intereses propios de actores o grupos inmersos en el mismo. Donde se da una negación sistemática de la participación, aun sabiendo que es un mandato constitucional establecido en el artículo 2 de la Constitución Política de Colombia.

Si bien desde lo teórico se establece que el enfoque racionalista es el más utilizado en la toma de decisiones del sector público, con esta investigación se puede concluir que frente a problemáticas ambientales (debido a las características naturales y de intervención humana con la que estos cuentan), es más fácil abordar estos fenómenos desde un enfoque incrementalista, el cual se enfoca en la redefinición constante del problema

En los procesos deliberatorios de toma de decisiones de interés público la población no es incluida en la participación de estos temas. En ese sentido, aunque pareciera que la apuesta de la Autoridad Ambiental y las Administraciones Municipales es la democracia participativa, lo que se afianza en el territorio del Valle de Aburrá es la democracia representativa. Lo anterior entendiendo que la participación es indispensable a todo proceso democrático, puesto que mejora la eficiencia y la eficacia de toda acción de gobierno, permite construir consensos entre las diferentes partes, facilita el diálogo y la coordinación de acciones, cualifica el rendimiento institucional, lo que permite darle respuesta a las necesidades sociales y puede orientar la política pública, así como transformar las relaciones entre el gobierno local y la ciudadanía. En Colombia, la participación ha experimentado momentos de intensidad, pero también de apatía o de baja intervención ciudadana. Esto se debe esencialmente a la voluntad, o no, de los gobiernos de crear oportunidades para su ejercicio real, puesto que requiere, de manera fundamental, ser incentivada por el

Estado, en cada uno de sus órdenes, ya sea nacional, departamental o local. Asunto que hace explícito la Carta Política en el artículo 103, donde se dice que el Estado debe facilitarla y promoverla, a través de los mecanismos de participación.

Por su parte, la participación ciudadana se contrapone a dicha visión del ejercicio democrático y considera que el sistema representativo deja muchos vacíos, sobretodo al albor del siglo XXI, donde se reconoce la diferencia, la pluralidad humana, y se rechazan las formas únicas, homogeneizadoras, y universales. Esta comprensión se edifica, con base en la diversidad geográfica, étnica y social, y el reclamo por amplias franjas de la población, así como de los movimientos sociales, para consolidar nuevas formas de organización social y de relacionamiento con el Estado.

Las decisiones identificadas en las contingencias de calidad del aire en el Valle de Aburra entre los años de 2016 y 2018, si bien dicen ser consensuadas, estas solo se basaron en los informes brindados por el Sistema de Alerta Temprana del Valle de Aburra y el Grupo de Gestión de Episodios de Calidad del Aire, y finalmente es en el espacio de la Junta Metropolitana donde se informa y establecen cuáles son las medidas para afrontar los episodios. Ahora bien, para poder llegar a esas decisiones finales hubo de por medio una serie de diálogos que buscaron la puesta en común, pero solo desde la perspectiva económica y de movilidad, que de cierta forma direccionaron la discusión y moldean la decisión final, que finalmente se ve reflejado en la tendencia hacia las medias de pico y placa en el valle.

Por otro lado, las medidas implementadas por parte de la Autoridad Ambiental y las Administraciones Municipales frente a las contingencias respondieron al manejo, control y mitigación de los efectos y de las emisiones a la atmosfera para disminuir los contaminantes en los episodios, pero no se vio reflejado un ejercicio de rigor frente a una política pública a largo plazo que incluyera las partes interesadas y que dé pie al dialogo de todos los sectores (no solo el económico) para el fortalecimiento en la comprensión del fenómeno y la prevención de la aparición de posibles episodios.

Estos ejercicios de rigor en cara a una Políticas Públicas de calidad del aire a largo plazo y en pro de vincular la participación ciudadana podrían ser dados por la creación de comités, consejos o la constitución de una veeduría ciudadana, que desde lo institucional sean reconocidas y permitan dar pie a la concertación, como por ejemplo crean un espacio en donde se permita la vinculación de las voces de los motociclistas y conductores de carros particulares que hacen parte de las fuentes móviles (las que más contribuyen al aumento de contaminantes), en donde se evidencien y expresen las necesidades de estos actores.

Por último, es visible que los procesos decisorios efectuados en el territorio del Valle de Aburrá quedan solo en el marco institucional y oficial, pero es necesario que el fenómeno de la calidad del aire proporcione discusiones que incluyan la participación y la perspectiva social para hacer énfasis en la importancia de la mirada de la salud ambiental, ya que las dinámicas políticas influyen y modifican los contextos de las poblaciones, permeando el desarrollo y la calidad de vida de las comunidades, ya que estas dinámicas son las que determinan el desarrollo, el despliegue de un bienestar y su concreción.

REFERENCIAS

1. World Health Organization. Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre [Internet]. Ginebra; 2006. Available from: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69478/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf;jsessionid=DE087F7C71949364E432AC430C8E2BDF?sequence=1
2. Environmental Pollution Centers. What Is Air Pollution ? [Internet]. 2017. p. 1–6. Available from: <https://www.environmentalpollutioncenters.org/air/>
3. Strauss W, Mainwaring S. Contaminación. Editorial. Mexico D.F; 2001. 177 p.
4. Liu W, Xu Z, Yang T. Health Effects of Air Pollution in China. *Int J Environ Res Public Heal*. 2018;15(1471):1–15.
5. Marco A De, Proietti C, Anav A, Ciancarella L, Elia ID, Fares S, et al. Impacts of air pollution on human and ecosystem health , and implications for the National Emission Ceilings Directive : Insights from Italy. *Environ Int*. 2019;125(January):320–33.
6. Agencia de la Organización de las Naciones Unidad para los Refugiados. ¿ Conoces las causas de la contaminación del aire ? [Internet]. 2017. p. 1–10. Available from: <https://eacnur.org/blog/conoces-las-causas-la-contaminacion-del-aire/>
7. Zuk M, Tzintzun Cervantes MG, Rojas L. Tercer almanaque de datos y tendencias de la calidad del aire en nueve ciudades mexicanas [Internet]. 1st ed. Instituto Nacional de Ecología, editor. México, D.F.; 2007. 19–24 p. Available from: <https://sinaica.inecc.gob.mx/archivo/informes/3erAlmanaque.pdf>

8. Bai R, Lam JCK, Li VOK. A review on health cost accounting of air pollution in China. *Environ Int* [Internet]. 2018;120(August):279–94. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.08.001>
9. Mouthón L. Contaminación del aire causa 16 mil muertes en el país. *El Heraldo* [Internet]. 2019;1–5. Available from: <https://www.elheraldo.co/economia/contaminacion-del-aire-causa-16-mil-muertes-en-el-pais-597875>
10. Contraloría General de Medellín Centro de Investigación Estudios y Análisis CIEA. Cuantificación Física del Impacto de la Contaminación Atmosférica en Medellín 2017. Sello Edit. Medellín; 2018. 233 p.
11. Ministerio del Interior. Ley 1625 de 2013. Por la cual se deroga la ley orgánica 128 de 1994 y se expide el régimen para las áreas metropolitanas. Colombia; 2013 p. 1–20.
12. Areá Metropolitana del Valle de Aburrá. ¿Quiénes somos? [Internet]. 2019. p. 2–3. Available from: <https://www.metropol.gov.co/area/Paginas/somos/quienes-somos.aspx>
13. Gobierno de México. Programa para Contingencias Ambientales Atmosféricas en el Distrito Federal de México [Internet]. México D.F; 1999. Available from: <https://www.metropol.gov.co/area/Paginas/somos/quienes-somos.aspx>
14. Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Acuerdo Metropolitano N°04 de 2018. Por el cual se deroga el Acuerdo Metropolitano N°15 de 2016 y se adopta el nuevo Protocolo del Plan Operacional para Enfrentar Episodios de Contaminación Atmosférica en la jurisdicción del Área Metropolitana del Valle d. 04 Colombia; 2018 p. 1–20.
15. Areá Metropolitana del Valle de Aburrá. ACUERDO METROPOLITANO N° 15 “Por el cual se aprueba y se adopta el Protocolo del Plan Operacional

para Enfrentar Episodios Críticos de Contaminación Atmosférica en la jurisdicción del Área Metropolitana del Valle de Aburrá.” 15 Colombia; 2016 p. 1–23.

16. OSPINA ZAPATA G. Medellín está respirando humo. El Colombiano [Internet]. 2016 Mar 27;1–11. Available from: <http://www.elcolombiano.com/antioquia/por-contaminacion-medellin-pierde-su-horizonte-YF3799634>
17. Ministerio de Salud y Protección Social. Dimensión Salud Ambiental. In 2017. p. 14. Available from: <https://www.minsalud.gov.co/plandecenal/Documents/dimensiones/dimension-saludambiental.pdf>
18. Morán AE. Toma de decisiones ambientales locales: Apuntes para un marco conceptual y metodológico. In: VII SEMINARIO NACIONAL DE LA RED DE CENTROS ACADÉMICOS PARA EL ESTUDIO DE GOBIERNOS LOCALES [Internet]. Buenos aires; 2005. p. 1–20. Available from: [http://municipios.unq.edu.ar/modules/mislibros/archivos/Ponencia Mor%EA1n_Bianchi.pdf](http://municipios.unq.edu.ar/modules/mislibros/archivos/Ponencia_Mor%EA1n_Bianchi.pdf)
19. Leff E. Pensar la complejidad ambiental. In: La complejidad ambiental. 2000. p. 7–53.
20. Kiker GA, Bridges TS, Varghese A, Seager PTP, Linkov I. Application of multicriteria decision analysis in environmental decision making. *Integr Environ Assess Manag*. 2005;1(2):95–108.
21. Maya AÁ. Hacia una Sociedad Ambiental [Internet]. Bogotá D.C; 2015. Available from: http://augustoangelmaya.org/images/obra/hacia_una_sociedad_ambiental.pdf
22. Lechner N. Poder y orden. La estrategia de la minoría consistente Poder y

- orden. La estrategia de la minoría consistente. *Rev Mex Sociol.* 2013;40(4):1201.
23. Albarez Gómez N. Hegemonía en Gramsci - The concept of hegemony in Gramsci. *Estud Soc Contemp.* 2016;15:150–60.
 24. Jessop B. El Estado: Pasado, Presente, Futuro. Vol. 53. 2016. 1689–1699 p.
 25. Harding R. Uncertainty, risk and the precautionary principle. In: *Environmental Decision-making the roles of scientists, engineers and the public.* 1998. p. 163–91.
 26. Escalante JM de C. PRINCIPIO DE PRECAUCIÓN Y MEDIO AMBIENTE. *Rev Esp Salud Publica.* 2005;79(1):133–44.
 27. Olivo Pérez MÁ, Alaníz Hernández C, Reyes García L. CRÍTICA A LOS CONCEPTOS DE GOBERNABILIDAD Y GOBERNANZA. (Spanish). *Rev Mex Investig Educ [Internet].* 2011;16:775–99. Available from: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=67401383&site=ehost-live&scope=cite%5Cnhttp://www.sinab.unal.edu.co:2106/ContentServer.asp?T=P&P=AN&K=67401383&S=R&D=a9h&EbscoContent=dGJyMMTo50Sep rA4wtvhOLCmr0mep65Ss6e4SrWWxWXS&ContentCustomer>
 28. Roth Deubel A-N. Políticas Públicas, Formulación, Implementación y Evaluación. Sexta. Bogotá D.C; 2009. 1–115 p.
 29. Seoane J. Movimientos sociales y conflictos en América Latina [Internet]. Buenos aires; 2003. 1–138 p. Available from: <http://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/se/20100724062248/mov.pdf>
 30. Moreno M. Negociando las políticas públicas: notas sobre los conflictos y tensiones en el proceso de formación de las políticas públicas [Internet]. 2003. p. 1–9. Available from: <https://www.fundacionhenrydunant.org/images/stories/biblioteca/Politicass->

Publicas/Negociando las políticas públicas_ conflictos y tensiones en el proceso de formación de las políticas públicas.pdf

31. University College London, Universidad de los Andes. Marco Teórico de contaminación atmosférica en Colombia [Internet]. Bogotá D.C; 2013. Available from: <https://prosperityfund.uniandes.edu.co/site/wp-content/uploads/Caracterización-de-la-contaminación-atmosférica-en-Colombia1.pdf>
32. Conserve Energy Future. What is Air Quality? [Internet]. 2019. p. 1–5. Available from: <https://www.conserve-energy-future.com/what-is-air-quality.php>
33. Sistema de Información Ambiental de Colombia, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Emisiones del aire [Internet]. 2018. p. 1. Available from: <http://www.siac.gov.co/emisionesaire>
34. AirNow, Environmental Protection Agency (EPA). Fundamentos del índice de la calidad del aire (AQI) [Internet]. 2016. p. 1–2. Available from: https://airnow.gov/index.cfm?action=aqibasics.aqi_sp
35. Fernando Duque JT. Sobre los efectos de la Contaminación Atmosférica en la Salud (Basado en el texto Clean the air for children, UNICEF, 2016). Universidad EAFIT [Internet]. 2017;13. Available from: <http://www.eafit.edu.co/minisitios/calidad-aire/Documents/contaminacion-efectos-salud.pdf>
36. Al-Mawali H, Sharif A Al, Rumman GA, Kerzan F. Environmental Strategy, Environmental Management Accounting and Organizational Performance: Evidence from The United Arab Emirates Market. *J Environ Account Manag*. 2018;6(2):105–14.
37. Lladó-Verdejo AA, Marengo-Juárez JM, Borbolla-Sala ME. Contingencia ambiental por contaminación atmosférica y su asociación con síntomas y

- signos respiratorios y oculares. SALUD EN TABASCO. 2000;6(1):299–301.
38. Fundar Centro de análisis e investigación. Información ambiental en México: entre la transparencia y la opacidad. 2019. p. 1–9.
 39. Area Metropolitana del Valle de Aburrá. Historia Area Metropolitana del Valle de Aburrá [Internet]. 2019. p. 1–5. Available from: <https://www.metropol.gov.co/area/Paginas/somos/Historia.aspx>
 40. Hermelin M. Valle de aburrá: ¿Quo Vadis? Gestión y Ambient. 2007;10(2):7–16.
 41. Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Procedimientos técnicos y metodológicos de los estudios para intervenciones en zonas de ladera en el Valle de Aburrá. El Día LTD. Medellín; 2012.
 42. INSTITUTO DE HIDROLOGIA METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM). Régimen anual de viento : Medellín [Internet]. 2019. p. 1. Available from: <http://bart.ideam.gov.co/cliciu/rosas/viento.htm>
 43. Sierra Márquez D. Una historia social y ambiental de la contaminación atmosférica en la ciudad de Medellín durante los años setenta. Universidad de Antioquia; 2014.
 44. Area Metropolitana del Valle de Aburrá. El Metropolitano del Valle de Aburrá. 2018 Sep;1–32.
 45. Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Plan Integral de Gestión de la Calidad del aire para el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (PIGECA 2017 - 2030). Medellín: Área Metropolitana del Valle de Aburrá; 2017.
 46. EFE. Siete de las 19 estaciones que miden la calidad del aire en Medellín están en rojo. El Espectador. 2019 Mar 16;19–22.
 47. El Tiempo. Piden medidas de fondo para mejorar calidad de aire en Medellín. El Tiempo. 2019 Mar;1–6.

48. Bedoya J, Martínez E. Calidad del aire en el Valle de Aburrá. *Dyna*. 2008 Mar 27;7–15.
49. Organización de las Naciones Unidas. Declaración De Estocolmo Sobre El Medio Ambiente Humano [Internet]. Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano Suecia; 1972 p. 4. Available from: <http://www.ordenjuridico.gob.mx/TratInt/Derechos Humanos/INST 05.pdf>
50. Unidas N. Manual del Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la Capa de Ozono. Canada; 2009 p. 1–220.
51. DCPDS-ONU. Declaracion De Rio Sobre El Medio Ambiente Y El Des Arrollo Nota Editorial [Internet]. 1992 p. 7. Available from: http://portal.uned.es/pls/portal/docs/PAGE/UNED_MAIN/LAUNIVERSIDAD/D EPARTAMENTOS/0614/ASIGNAT/MEDIOAMBIENTE/TEMA 1/ DECLARACIÓN DE RÍO 1992.PDF
52. Organización de las Naciones Unidas. Protocolo de Kioto [Internet]. 1997 p. 1–16. Available from: https://previa.uclm.es/area/ing_rural/Instalaciones/Protecciones.pdf
53. Ki-moon B. ¿Qué es «Río+20»? [Internet]. Organización de las Naciones Unidas. 2019. p. 20–1. Available from: <https://www.un.org/es/sustainablefuture/about.shtml>
54. Organización de las Naciones Unidas. UNEA 1 Resolución 7 en Calidad del Aire del 2014 [Internet]. Vol. 3, IOSR Journal of Economics and Finance. 2016. Available from: https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/MT_Globalization_Report_2018.pdf[http://eprints.lse.ac.uk/43447/1/India_globalisation%2C_society and inequalities%28Isero%29.pdf](http://eprints.lse.ac.uk/43447/1/India_globalisation%2C_society_and_inequalities%28Isero%29.pdf)<https://www.quora.com/What-is-the>
55. Organización de las Naciones Unidas. Aprobación del Acuerdo de París

[Internet]. Climate Change 2013 - The Physical Science Basis. 2015.

Available from:

<http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/spa/l09s.pdf>
http://www.bdigital.unal.edu.co/50074/%0Ahttps://www.cambridge.org/core/product/identifier/CBO9781107415324A009/type/book_part

56. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Objetivo 11: Ciudades y comunidades sostenibles | PNUD [Internet]. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. 2019. p. 1. Available from:
<https://www.sdgfund.org/es/objetivo-11-ciudades-y-comunidades-sostenibles%0Ahttp://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/goal-11-sustainable-cities-and-communities.html>
57. Organización Mundial de la Salud. Resolución WHA69.27. OMS del año 2016. New York; 2016.
58. Organización de los Estados Americanos. Plan de Acción de la Tercera Cumbre de Estados Americanos Quebec 2001 [Internet]. 2001. Available from:
http://www.oas.org/xxxivga/spanish/reference_docs/cumbreamericasquebec_planaccion.pdf
59. Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud. Plan Estratégico de la OPS 2014-2019: En pro de la salud: Desarrollo sostenible y equidad [Internet]. New York; 2015. Available from:
<https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2015/Plano-Estrat-2014-2019-ExecESP-2.pdf>
60. XX Reunión del Foro de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe. Declaración de Cartagena XX Reunión del Foro de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe [Internet]. 2016. Available from: https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/MT_Globaliz

ation_Report_2018.pdf%0Ahttp://eprints.lse.ac.uk/43447/1/India_globalisatio
n%2C society and
inequalities%28lsero%29.pdf%0Ahttps://www.quora.com/What-is-the

61. Congreso de la República. Constitución Política de Colombia. Colombia; 1991.
62. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Decreto-Ley 2811 de 1974: Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. Colombia; 1974 p. 64.
63. Congreso de la República de Colombia. Ley 9 de 1979 “Por el cual se dictan Medidas Sanitarias.” Colombia; 1979 p. 1–82.
64. Congreso de la República de Colombia. Ley 99 de 1993 "Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan. 99 Colombia; 1993 p. 1–12.
65. Ministerio de Ambiente. Decreto 979 de 2006: “Por el cual se modifican los artículos 7,10, 93, 94 y 108 del Decreto 948 de 1995” [Internet]. Diario oficial de la República de Colombia, Bogotá D.C Colombia; 2006. Available from: http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/decretos/03-dec_0979_2006.pdf
66. Ambiente M De, Comercio M De. Documento Conpes 3550. Colombia; 2008 p. 54.
67. Sostenible M de A y D. Política de Prevención y Control de la Contaminación del Aire [Internet]. Dirección de Desarrollo Sectorial Sostenible. Bogotá D.C; 2010. Available from: http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Políticas_de_la_Dirección/Política_de_Prevención_y_Control_de_la_

Contaminación_del_Aire.pdf

68. Congreso de la República de Colombia. Ley 1523 de 2012: “Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones”. Colombia; 2012 p. 1–18.
69. Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. Colombia. Resolución 2254 de 2017: “Por la cual se adopta la norma de calidad del aire ambiente y se dictan otras disposiciones” [Internet]. 01 Nov 2017 Colombia; 2017 p. 11. Available from:
<http://www.ideam.gov.co/documents/51310/527391/2.+Resolución+2254+de+2017+--+Niveles+Calidad+del+Aire..pdf/c22a285e-058e-42b6-aa88-2745fafad39f>
70. Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Resolución Metropolitana 2381 de 2015 [Internet]. Colombia; 2015 p. 12. Available from:
https://www.medellin.gov.co/normograma/docs/pdf/r_amva_2381_2015.pdf
71. Sistema de Alertas Temprana del Valle de Aburrá - SIATA. Informe Anual Calidad del Aire 2016. Medellín; 2017.
72. Area Metropolitana del Valle de Aburrá. CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA Y SUS EFECTOS SOBRE LA SALUD DE LOS HABITANTES DEL VALLE DE ABURRÁ. Área Metro. Área Metropolitana del Valle de Aburrá, editor. Medellín; 2018.
73. Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Anexo 6. Asociación entre la Exposición de Corto Plazo a PM10, PM2,5 y O3 y eventos centinela de salud en el Valle de Aburrá 2008-2015 [Internet]. Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Medellín; 2018. Available from:
<https://www.metropol.gov.co/>
74. Universidad EAFIT. Informe Anual 2017 Calidad del Aire Valle de Aburrá -

CCT511 del 2017 [Internet]. Vol. 7, Informe Anual 2017 Calidad del Aire. Medellín; 2017. Available from:
<http://dx.doi.org/10.1016/bs.ampbs.2017.04.001><http://dx.doi.org/10.1016/j.arabjc.2013.08.010><http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2013.01.075><http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0308555101><http://www.treemediation.com/technical/phytoremed>

75. Vélazquez MP, Roldán N, Jaramillo S. Informe Anual de Calidad del Aire 2018. Contrato CCT 504 de 2019. Medellín; 2019.
76. Jakimowicz A. Path dependence in neoclassical economic growth theory. *Acta Phys Pol A*. 2015;127(3):A86–94.
77. Monedero JC. Los nuevos disfraces del Leviatán : el Estado en la era de la hegemonía neoliberal [Internet]. Akal E, editor. Madrid; 2018. 344 p. Available from: https://www.akal.com/libro/los-nuevos-disfraces-del-leviatan_35292/