



**ANÁLISIS ESPACIAL DEL MATERIAL PARTICULADO EN
RELACIÓN CON LA PERCEPCIÓN DE LA CALIDAD DE VIDA EN
TRES LOCALIDADES DE BOGOTÁ - COLOMBIA**

Universidad El Bosque
Facultad de Ingeniería
Programa Ingeniería Ambiental
Bogotá, Colombia
2020

ANÁLISIS ESPACIAL DEL MATERIAL PARTICULADO EN RELACIÓN CON LA PERCEPCIÓN DE LA CALIDAD DE VIDA EN TRES LOCALIDADES DE BOGOTÁ - COLOMBIA

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:

Ingeniero Ambiental

Línea de Investigación:

Gestión para el desarrollo urbano y rural

Mejoramiento de la calidad de vida

Área: Salud Ambiental

Universidad El Bosque

Facultad de Ingeniería

Programa Ingeniería Ambiental

Bogotá, Colombia

2020

Acta de sustentación

Nota de Salvedad de Responsabilidad Institucional

La Universidad El Bosque, no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, solo velará por el rigor científico, metodológico y ético del mismo en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia.

Dedicatoria

Dedico la elaboración de este trabajo a Dios por toda la ayuda espiritual, el soporte y la convicción de un presente y futuro prósperos, a mis papás por su apoyo, amor incondicional y solidaridad en todo este proceso. Y finalmente a todas las personas, amigos, conocidos y familiares que de una u otra forma me ayudaron a crecer como persona y como profesional.

	Página
Tabla de contenido	5
1. Resumen y Abstract	6
2. Listado de tablas y figuras	7
3. Introducción	9
4. Planteamiento del problema	10
5. Justificación	11
6. Pregunta de investigación	11
7. Objetivos	11
7.1. Objetivo general.....	11
7.2. Objetivos específicos.....	11
8. Marcos de referencia	12
8.1. Estado del arte.....	12
8.2. Marco conceptual.....	29
8.3 Marco teórico.....	30
8.4. Marco normativo.....	31
8. 5. Marco geográfico.....	32
8.6. Marco institucional.....	38
9. Metodología	39
10. Plan de trabajo	40
10.1 Cronograma de actividades.....	40
10.2 Presupuesto.....	42
11. Resultados	42
11.1 Índices demográficos, de salud y contaminación en las localidades de Kennedy, Fontibón y Usaqué.....	42
11.2 Registro histórico de los contaminantes atmosféricos por material particulado.....	44

11.3 Contaminación por material particulado en las tres localidades para el mes de febrero de 2020, incluyendo el día sin carro y sin moto.....	48
11.4 Resultados de la encuesta sobre la percepción de calidad del aire en tres localidades de Bogotá (Fontibón, Kennedy y Usaquén).....	54
11.5 Categorías del riesgo asociado a la ubicación geo-espacial referente a la contaminación atmosférica.....	64
12. Discusión de resultados.....	66
13. Conclusiones.....	78
14. Referencias bibliográficas.....	79
15. Anexos.....	84

Resumen

La calidad del aire ha sido un tema relevante en el área de la salud de la población en Bogotá. Este estudio se enfocó hacia un análisis espacial del material particulado, PM₁₀ y PM_{2.5}, teniendo en cuenta la percepción de contaminación atmosférica de las localidades de Fontibón, Kennedy y Usaquén. Las emisiones son generadas por fuentes móviles (carros, vehículos pesados, motos) y fijas (chimeneas). Se encontró que la contaminación ha ido disminuyendo en los últimos años, siendo la localidad de Kennedy la más contaminada por PM₁₀ y PM_{2.5}. Este resultado concuerda con el menor estrato socio-económico de esta localidad, en comparación con la de Usaquén con concentraciones menores de este material y estratos socio-económicos más altos, sin obtener una correlación significativa entre dichos factores. La menor área de zonas verdes y árboles por habitante en Kennedy y las influencias de vientos contaminantes de municipios aledaños, perjudican tanto a la salud como a la calidad de vida, más que en Fontibón y Usaquén. Los registros de material particulado durante el mes de febrero de 2020 arrojaron una disminución de PM₁₀ y PM_{2.5} el 6 de febrero, día sin carro y sin moto, comparado con los días restantes del mes. Esta reducción de la contaminación en este día fue estadísticamente significativa para el PM₁₀. Debido al grave peligro para la salud y la vida, los sistemas preventivos aportan una medida apropiada referente a la disminución del riesgo en la población vulnerable a problemas respiratorios, por lo cual un registro diario de los contaminantes es un régimen adecuado, para que las autoridades puedan tomar alertas efectivas.

Palabras clave: Calidad del aire, contaminantes, enfermedades respiratorias, índices de calidad de vida, material particulado.

Abstract

Air quality has been a relevant issue in the area of population health in Bogotá. This study was focused on a spatial analysis of particulate matter, PM₁₀ and PM_{2.5}, taking into account the perception of air pollution in the localities of Fontibón, Kennedy and Usaquén. Emissions

are generated by mobile sources (cars, heavy vehicles, motorcycles) and fixed sources (chimneys). Pollution was found to have been decreasing in recent years, with Kennedy being the most polluted by PM₁₀ and PM_{2.5}. This result agrees with the lower socio-economic stratum of this locality, compared to Usaquén with lower concentrations of this material and higher socio-economic strata, without obtaining a significant correlation between these factors. The smaller portion of green areas and trees per inhabitant in Kennedy and the influences of polluting winds from neighboring municipalities, harm both health and quality of life, more than in Fontibón and Usaquén. The particulate matter records during the month of February 2020 showed a decrease in PM₁₀ and PM_{2.5} on February 6, the day without car and without motorcycle, compared to the remaining days of the month. This reduction in pollution on this day was statistically significant for PM₁₀. Due to the serious danger to health and life, preventive systems provide an appropriate measure regarding the reduction of risk in the population, vulnerable to respiratory problems, for which a daily record of pollutants is an adequate regime, so that the authorities can take effective alerts.

Keywords: air quality, pollutants, respiratory diseases, life quality indices, particulate matter.

2. Listado de tablas

Página

Tabla 1. <i>Estado del arte</i>	12
Tabla 2. <i>Marco normativo</i>	32
Tabla 3. <i>Marco institucional</i>	38
Tabla 4. <i>Matriz metodológica</i>	40
Tabla 5. <i>Cronograma de actividades</i>	41
Tabla 6. <i>Inversión del proyecto</i>	42
Tabla 7. <i>Algunos índices demográficos, de salud pública, contaminación por material particulado (PM) y parques en las localidades: Fontibón, Kennedy y Usaquén de Bogotá, para el año 2018</i>	43
Tabla 8. <i>Ingresos (para 2014) y desempleo (para 2017) en las localidades: Kennedy, Fontibón y Usaquén de Bogotá</i>	44
Tabla 9. <i>Comparación del promedio de concentraciones por material particulado (PM) de los días 5, 6 y 7 de febrero de 2020, siendo el 6 el día sin carro y sin moto</i>	50
Tabla 10. <i>Análisis estadístico de las concentraciones de PM_{2.5} (A) y PM₁₀ (B) para el mes de febrero de 2020 en las localidades de Kennedy, Fontibón y Usaquén</i>	51
Tabla 11. <i>Temperatura, velocidad del viento y precipitación el día 6 de febrero de 2020 en las tres localidades</i>	54
Tabla 12. <i>Análisis de correlación de Spearman entre el estrato socioeconómico y la percepción de la calidad del aire por los encuestados</i>	59
Tabla 13. <i>Concentraciones (µg/m³) para los niveles de prevención, alerta o emergencia</i>	64
Tabla 14. <i>Descripción general del índice de calidad del aire</i>	64

Tabla 15. <i>Puntos de corte del índice de calidad del aire respecto a los contaminantes criterio</i>	65
---	----

Listado de figuras	Página
<i>Figura 1.</i> Coeficiente de Gini para Bogotá y Colombia entre los años 2008 y 2018.....	31
<i>Figura 2.</i> Mapa de Bogotá.....	34
<i>Figura 3.</i> Localidad de Fontibón	35
<i>Figura 4.</i> Localidad de Kennedy.....	36
<i>Figura 5.</i> Localidad de Usaquén	37
<i>Figura 6.</i> Comportamiento del material particulado PM ₁₀ en Bogotá entre 1998 y 2019.....	44
<i>Figura 7.</i> Concentración promedio de material particulado PM ₁₀ (µg/m ³) por localidades en la ciudad de Bogotá, 2015 a 2018.....	45
<i>Figura 8.</i> Concentración de PM ₁₀ en la ciudad de Bogotá entre los años 2016 y 2018.....	46
<i>Figura 9.</i> Comportamiento del material particulado PM ₁₀ y PM _{2,5} en Bogotá entre 2014 y 2019.....	47
<i>Figura 10.</i> Comportamiento mensual del material particulado PM ₁₀ en Bogotá entre 2017 y 2019.....	48
<i>Figura 11.</i> Comportamiento del material particulado PM _{2,5} en las localidades de Fontibón (A), Kennedy (B) y Usaquén (C) en el mes de febrero de 2020, en el cual ocurrió el día sin carro y sin moto, el 6 del mes, incluyendo el promedio, la máxima y la mínima diarios.....	48
<i>Figura 12.</i> Comportamiento del material particulado PM ₁₀ en las localidades de Fontibón (A) y Kennedy (B) en el mes de febrero 2020, en el cual hubo el día sin carro el 6 del mes, incluyendo el promedio, máximo y mínimo diario.....	50
<i>Figura 13.</i> Comportamiento del material particulado PM _{2.5} en las localidades de Kennedy, Fontibón y Usaquén para el mes de febrero de 2020, comparando el día sin carro y sin moto, 6 de febrero, con el resto de los días del mes sin esta restricción. Promedios con una letra común no son significativamente diferentes, según la prueba de Mann-Whitney (P>0,05). Datos tomados de RMCAB (2020)	52
<i>Figura 14.</i> Comportamiento del material particulado PM ₁₀ en las localidades de Kennedy y Fontibón en el mes de febrero de 2020, comparando el día sin carro y sin moto, el 6 de febrero, con el resto de los días del mes (con carro). Promedios con una letra común no son significativamente diferentes, según la prueba de Mann-Whitney (P>0,05). Datos tomados de RMCAB (2020)	52
<i>Figura 15.</i> Comportamiento del material particulado PM _{2.5} en el total de las localidades Kennedy, Fontibón y Usaquén (izquierda) y el del material particulado PM ₁₀ de la sumatoria de las localidades de Kennedy y	

Fontibón (derecha), para el mes de febrero de 2020, comparando el día sin carro y sin moto, 6 de febrero, con el resto de los días del mes. Promedios con una letra común no son significativamente diferentes, según la prueba de Mann-Whitney ($P>0,05$). Datos tomados de RMCAB (2020).)	53
<i>Figura 16.</i> Género de los encuestados de las tres localidades de Bogotá.	54
<i>Figura 17.</i> Rangos de edad de los encuestados entre 20 y 69 años en las tres localidades.	55
<i>Figura 18.</i> Nivel de escolaridad de los encuestados en las tres localidades.	56
<i>Figura 19.</i> Estrato socioeconómico de los encuestados de las tres localidades.	56
<i>Figura 20.</i> Cercanía de las viviendas de los encuestados a sitios de contaminación.	57
<i>Figura 21.</i> Fuentes de contaminación en las tres localidades.	58
<i>Figura 22.</i> Percepción de la calidad de aire por los encuestados en las tres localidades en una escala del 1 al 10 (siendo 10 lo mejor y 1 lo peor), antes de iniciar la pandemia.	59
<i>Figura 23.</i> Enfermedades respiratorias en la familia del encuestado.	60
<i>Figura 24.</i> Importancia de tener aire limpio en su localidad y la ciudad.	61
<i>Figura 25.</i> Reducir el riesgo de padecer enfermedades respiratorias.	61
<i>Figura 26.</i> Caso de prescindir del uso del carro particular y del transporte urbano para utilizar medios de transporte no contaminantes, como la bicicleta o los vehículos eléctricos.	62
<i>Figura 27.</i> Tipos de medidas importantes de las autoridades competentes para mejorar la calidad del aire y por ende la calidad de vida.	63
<i>Figura 28.</i> Posible traslado de los encuestados debido a la contaminación en el lugar donde viven.	63

3. Introducción

La mayor parte de los problemas de calidad del aire son, actualmente resultado de las actividades industriales y de la polución generada por los medios de transporte, lo que deja ver que la contaminación atmosférica es consecuencia del uso de la energía. Dependiendo de su origen, los contaminantes se clasifican en antropogénicos, generados por la actividad humana, o naturales, que resultan gracias a procesos de la naturaleza, por ejemplo erupciones volcánicas o polen en suspensión. Puede definirse la contaminación atmosférica como la presencia de elementos contaminantes, los cuales alteran su composición y pueden afectar cualquier componente del ecosistema. Visto desde la perspectiva antropocéntrica, la contaminación atmosférica hace referencia a los contaminantes que afectan la salud humana (Strauss y Mainwaring, 2011).

Un aire no contaminado es una de las condiciones más importantes en la salud y bienestar del ser humano (Bogotá Cómovamos, 2019). Bogotá se ha visto afectada por la contaminación atmosférica desde hace algunas décadas, y hasta ahora la población le empieza a dar la debida importancia a esta problemática que aqueja principalmente a niños y ancianos (OMS, 2018; Matus y Oyarzún, 2019).

El detrimento de la calidad del aire en Bogotá que se relaciona directamente con afecciones para la salud, mayormente la respiratoria y cardiaca, aumenta la preocupación de las autoridades de salud pública y ambientales de la ciudad (Gaitán et al., 2007). En Colombia, más de un tercio de todas las problemáticas ambientales que afectan a la salud, suceden en la ciudad de Bogotá, esto se debe, especialmente, a los altos niveles de material particulado, lo cual se diferencia con las demás ciudades del país (Sánchez-Triana et al., 2007). La contaminación del aire trae también impactos económicos considerables, lo que acorta vidas, aumenta costos médicos y reduce la economía y su productividad a causa de la pérdida de días laborales (EEA, 2019).

Una de las medidas que ha tomado la secretaría distrital de ambiente respecto al tema fue la de implementar las alertas amarillas y naranjas en ciertas localidades de la ciudad, para así prevenir que la contaminación del aire se expanda (MADS, 2017). Además de implementar el día sin carro y sin moto, el primer jueves del mes de febrero, las autoridades con el fin de disminuir la contaminación atmosférica en la ciudad (Martínez, 2020) lo cual sucede con un impacto considerable debido los factores climáticos, ocurridos durante este mes del año.

Es importante tener en cuenta cómo está compuesto el aire: 78% nitrógeno (N); 20,94% oxígeno (O₂); 0,93% argón (Ar) y el porcentaje restante, lo componen cantidades pequeñas de helio (He), neón (Ne), kriptón (Kr), xenón (Xe), hidrógeno (H) y óxido nitroso (N₂O) (Strauss y Mainwaring, 2011). Uno de los principales agentes contaminantes presentes en el aire es el material particulado cuyo diámetro aerodinámico es inferior a 10 micrómetros, el cual se conoce comúnmente como PM₁₀ y PM_{2.5}, inferior a 2.5 micrómetros (Blanco-Becerra et al., 2015). Su comportamiento varía de forma irregular y temporal en la atmósfera, debido a las actividades humanas, condiciones atmosféricas inestables y fenómenos meteorológicos (OMS, 2018). Sobre el material particulado, el contaminante más significativo, se calcula que el sector industrial contribuye con un 60% de las emisiones, mientras que el 40% lo hacen las fuentes móviles (Bogotá Cómovamos, 2019).

El que haya una diferencia de temperatura entre las ciudades (cascos urbanos) y sus alrededores (suburbios y zonas rurales) tiene relación directa con los factores meteorológicos como circulación del aire, precipitaciones, horas de luz solar, entre otros (Strauss y Mainwaring, 2011). Por eso el clima de las ciudades se caracteriza por sus propias cualidades. Si los contaminantes permanecen sobre una ciudad durante un tiempo prolongado, ya sea por el resultado de una inversión térmica o como consecuencia de la meteorología local característica, puede producirse la condición atmosférica conocida como smog (Bastidas, 2020).

La población ciudadana se siente más afectada por la contaminación debido a su cercanía a las fuentes móviles (peatones, ciclistas, conductores) (Segura-Contreras y Franco, 2016; Bogotá Cómovamos, 2019). Además, dado el aumento por la preocupación en la sociedad respecto al ambiente (Medina y Páramo, 2014), una encuesta a los ciudadanos aporta resultados considerables en cuanto a cómo las personas perciben la calidad de aire en la ciudad.

4. Planteamiento del problema

Pregunta problema: ¿Cuál es la relación existente entre la percepción de la calidad de vida y la contaminación atmosférica, que tienen los habitantes de las localidades de Fontibón, Kennedy y Usaquén en la ciudad de Bogotá?

Preguntas directrices: ¿Cuál es la mayor fuente que genera contaminación a la atmósfera en Bogotá?

¿Qué datos posee la ciudad respecto a índices de calidad de vida y su relación con números de habitantes y calidad del aire?

¿Cuál de los dos tipos de material particulado es más nocivo para la salud humana?

¿Qué medidas está implementando actualmente la Alcaldía Mayor de Bogotá y la Secretaría Distrital de Ambiente con respecto a esta problemática?

¿Cuál es el alcance de la contaminación atmosférica respecto a los índices de calidad de vida?

¿Es posible afirmar que entre mejores condiciones de vida posea una población, menor será el nivel de los contaminantes presentes en el aire?

5. Justificación

La importancia que tiene esta investigación radica en que debido a la contaminación atmosférica que afecta a la ciudad de Bogotá, desde hace algunas décadas, es necesario tomar medidas para alertar y sensibilizar a los ciudadanos, ya que ellos pueden no verlo como una afectación importante. Con el paso de los años, las enfermedades respiratorias han aumentado significativamente por la acumulación de material particulado en la atmósfera. (Martínez et al., 2007b). La contaminación atmosférica ocasionada por el tráfico vehicular y la industria puede depender en gran medida de la localización asociada a los estratos socioeconómicos, por lo cual es importante comprobar esta hipótesis para las localidades en estudio: Fontibón, Kennedy y Usaquén, de la ciudad de Bogotá. Se aplicará el *método de modelado espacial*, y se buscará comprobar la relación que existe entre los índices de calidad de vida (como los niveles de pobreza) y la calidad del aire estudiada en dichas localidades.

6. Pregunta de investigación

¿Cómo los niveles de material particulado influyen en la calidad de vida de los habitantes de las localidades de Fontibón, Kennedy y Usaquén?

7. Objetivos

6.1 Objetivo General

Realizar un análisis espacial del material particulado con respecto a la percepción de contaminación atmosférica de las localidades de Fontibón, Kennedy y Usaquén en Bogotá, Colombia.

7.2 Objetivos Específicos

- ❖ Consolidar las relaciones espaciales que pudieran existir entre el material particulado y la percepción de contaminación atmosférica.
- ❖ Contrastar la diferencia que se encuentre entre el día sin carro y sin moto con el resto de los días de febrero de 2020, respecto a la concentración por material particulado.
- ❖ Categorizar el riesgo asociado a la ubicación geoespacial con respecto a la contaminación atmosférica.

8. Marcos de referencia

8.1 Estado del arte

En este apartado, se procedió a hacer una recopilación de la base de datos (artículos, libros, etc.), con respecto al tema del proyecto de investigación.

Tabla 1. Estado del arte.

Nº	Año	Título	Autores	Tema de investigación	Contribución a la monografía	Marco al que se vincula el artículo
1	1997	Metodología de la investigación	Sampieri, R., Fernández, C., Baptista, P.	Se estudian las definiciones de los alcances en una investigación para determinar si ésta se clasifica como exploratoria, descriptiva, correlacional o explicativa.	El texto me permite comprender cuál es el alcance que le quiero dar a mi trabajo de investigación. Es categorizado como un trabajo de	Metodológico

					alcance descriptivo y correlacional. Métodos: deductivo y comparativo, y por último contribuye a asignarle a la investigación, un enfoque mixto (cuantitativo-cualitativo).	
2	2007	Análisis del estado de la calidad del aire en Bogotá	Gaitán, M., Cancino, J., Behrentz, E.	Trata sobre un análisis que se realizó a los registros que posee la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá.	Ayuda a fortalecer la introducción y a mostrar cómo se encuentran las distintas zonas de Bogotá respecto a la carga de contaminantes atmosféricos.	Teórico
3	2007	Environmental priorities and poverty reduction - A country environmental analysis for Colombia.	Sánchez-Triana, E., Ahmed, K., y Awe, Y. (Eds.)	El Banco Internacional para la Reconstrucción y el Desarrollo y el Banco Mundial publican un análisis de la Universidad Javeriana sobre las prioridades ambientales y la reducción de la pobreza en Colombia.	Ayuda en entender la relación entre ambiente y pobreza en el país, además del problema de las enfermedades de las personas expuestas a la contaminación.	Institucional, Normativo
4	2008	Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire – Manual de operación de sistemas de vigilancia de la calidad del aire	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Este manual presenta los lineamientos que se deben considerar para llevar a cabo el diseño y la operación de los sistemas de vigilancia de la calidad del aire en Colombia	Un documento muy importante ya que me aporta las normas, políticas y lineamientos que deben seguir las empresas para que se garantice la vigilancia de la calidad del aire en el país, a la hora de adelantar proyectos e intervenir ecosistemas.	Institucional, normativo, teórico, antecedentes

5	2008	La gestión ambiental urbana. El caso de la contaminación atmosférica en Bogotá	Moreno, M.	Habla sobre cómo estructurar un plan de gestión integral del aire en Bogotá para reducir los efectos negativos de la contaminación atmosférica sobre la salud de los bogotanos.	Ayuda a respaldar la teoría que apalanca la monografía y brinda un norte sobre cómo está el aspecto legal y normativo de Bogotá con respecto a la calidad del aire.	Normativo y teórico
6	2010	Política de prevención y control de la contaminación del aire	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT).	Esta política regula los contaminantes de la atmósfera que pueden afectar la salud humana y el bienestar de la población, fijando niveles adecuados para proteger la salud de la población y el bienestar humano.	Esta política ayuda a establecer los niveles adecuados permisibles de los contaminantes para que estos, no afecten la salud humana.	Marco institucional, normativo
7	2010	Resolución No. 610 del 24 de marzo de 2010 por la cual se modifica la Resolución 601 del 4 de abril de 2006.	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT).	Resolución que fija los valores permisibles de contaminación, y las medidas necesarias fijadas por las autoridades para mitigarlas.	Importante para consolidar el marco normativo que defendió los análisis de las encuestas.	Normativo, institucional
8	2010	Contaminación aérea y sus efectos en la salud	Oyarzún, M.	Informe crítico sobre los efectos de la contaminación extra e intradomiciliaria en la salud humana, con énfasis en la situación de los habitantes de ciudades con contaminación atmosférica alta.	Para la discusión de las respuestas de la encuesta sobre este tema.	Conceptual
9	2010	Climas urbanos y contaminación atmosférica en Santiago de Chile.	Romero, H., Irrázaval, F., Opazo, D., Salgado, M., y Smith, P.	Investigación sobre cómo influye el clima en la contaminación de la ciudad dentro de los diferentes estratos socioeconómicos.	Ayuda en entender la interrelación entre clima, contaminación y la parte social de las ciudades grandes	Teórico-conceptual

					que también se trata en el proyecto de grado	
10	2012	Contaminación atmosférica en centros urbanos. Desafío para lograr su sostenibilidad: Caso de estudio Bogotá	Franco, J.	Se estudian los diferentes escenarios para la contaminación atmosférica en Bogotá, incluyendo sus alcances e impactos.	Nos aportó ejemplos claros para la metodología, introducción y marco teórico conceptual	Teórico-conceptual
11	2012	Contaminación del aire y vulnerabilidad de individuos expuestos: un caso de estudio para centro de Medellín	Gaviria, C., Muñoz, J., González, G.	Se trata el tema de la exposición a la contaminación del aire como clave en la ocurrencia de problemas respiratorios, como una vulnerabilidad. Por otro lado, se presentan evidencias estadísticas de cómo la probabilidad de presentar un síntoma o enfermedad se relaciona con la exposición, la susceptibilidad y la respuesta social de individuos que han estado expuestos a la contaminación por el material particulado. También concluyen que los individuos expuestos a estas condiciones de contaminación pueden presentar afecciones no solo por la contaminación en sí, sino también por enfermedades preexistentes y otro tipo de vulnerabilidad.	Es un artículo muy bueno ya que me aporta la argumentación necesaria en cuanto a explicar por qué las diferentes condiciones de vida tienen una relación directa con la contaminación atmosférica y asimismo las afecciones al organismo de los habitantes.	Teórico, conceptual, institucional, normativo.
12	2012	Diagnóstico Nacional de Salud Ambiental	Ministerio de Ambiente		Aporta información sobre al aumento anual de las	Metodológico teórico-conceptual

					enfermedades respiratorias en Colombia.	
13	2012	Ajuste de curvas mediante métodos no paramétricos para estudiar el comportamiento de contaminación del aire por material particulado PM ₁₀	Reina, J., Olaya, J.	Se realiza el análisis del comportamiento del PM ₁₀ en el aire a lo largo de un día, teniendo en cuenta el día de la semana y los niveles de precipitación en el norte de Cali, Colombia.	Aporta información sobre las características del material particulado y la forma en la que éste puede ser medido	Conceptual y antecedentes
14	2013	Hoja metodológica del indicador Índice de Calidad del Aire - ICA (Versión 1,00).	Hernández, A.	Publicación del IDEAM que explica detalladamente como es la metodología del cálculo del Índice de Calidad del Aire y su aplicación para el sistema de alertas en las ciudades de Colombia.	Ayuda en entender los Índices de calidad del Aire y su importancia en alertar la población vulnerable que es parte del tercer objetivo del trabajo de grado.	Teórico
15	2013	Caracterización de la contaminación atmosférica en Colombia	Tyler, N., Acevedo, J., Bocarejo, J. P., Velásquez, J. M.	Brinda un marco teórico sobre la contaminación del aire, aclarando cuales son los contaminantes, sus orígenes e importancia para la salud y el medio ambiente. También menciona que el transporte es uno de los mayores contribuyentes a esta problemática	Ayuda a fortalecer el marco normativo con algunos decretos y resoluciones de la calidad del aire en Colombia	Normativo
16	2015	Influence of precipitation scavenging on the PM _{2.5} /PM ₁₀ ratio at the Kennedy locality of Bogotá, Colombia	Blanco-Becerra, L., Gáfaro-Rojas, A., y Rojas-Roa, N.	Investigación sobre el efecto de la lluvia en el barrido del PM _{2.5} y PM ₁₀ en la localidad de Kennedy, Bogotá, encontrando que la precipitación reduce las concentraciones de PM _{2.5} en un menor nivel que las de PM ₁₀ .	Esta información es importante para el trabajo de grado, ya que permite discutir el efecto del clima y su influencia sobre la contaminación del material particulado en Kennedy.	Teórico-Conceptual

17	2015	Influence of meteorology and source variation on airborne PM ₁₀ levels in a high relief tropical Andean city.	González-Duque, C., Cortés-Araujo, J., y Aristizábal-Zuluaga, B.	Durante dos años en la ciudad de Manizales, se calculó con datos registrados del PM ₁₀ , los factores meteorológicos y la interrelación entre estos factores. Se correlacionaron positivamente, la concentración del PM, la temperatura, y los valores negativos de humedad relativa y la precipitación.	Esta información es importante para el trabajo de grado, para discutir el efecto que tiene el clima y su influencia sobre la contaminación por material particulado de una ciudad andina.	Teórico-conceptual
18	2015	Justicia ambiental: Entre la utopía y la realidad social.	Ramírez, S., Galindo, M., y Contreras, C.	El artículo describe que el movimiento de la justicia ambiental surge para hacer valer la aplicación de disfrutar de un derecho a la salud y a un medio ambiente sano, para los ciudadanos, como una concepción de reivindicación social.	El concepto de justicia ambiental es importante para explicar la relación de las altas concentraciones de material particulado (PM), en Kennedy y Fontibón con su respectivo estrato.	Teórico-conceptual
19	2015	Analyzing the heat island magnitude and characteristics in one hundred Asian and Australian cities and regions.	Santamouris, M.	El artículo analiza el efecto de la formación de islas de calor en las ciudades comparando 100 ciudades y el origen de este fenómeno.	Debido a que hay un alto calor en la localidad de Kennedy, esta información sirve para explicar este fenómeno.	Teórico-conceptual, antecedentes
20	2016	Conciliación de inventarios top-down y bottom-up de emisiones de fuentes móviles en Bogotá, Colombia	Carmona, L. G., Rincón, M. A., Castillo, A. M., Galvis, B. R., Sáenz, H. E., Manrique, R.A., Pachón, J. E.	Se compararon emisiones de las diferentes categorías vehiculares, así como la distribución geográfica y temporal de las mismas, mediante la creación de un código de procesamiento en JAVA.	Los resultados muestran la estimación de emisiones para los contaminantes CO, CO ₂ , COV, NO _x , SO ₂ y PM en Bogotá.	Antecedentes

21	2016	Análisis del origen de PM ₁₀ y PM _{2.5} en Bogotá usando gráficos polares	García, P.A., Rojas, N. Y.	Se estudian las relaciones existentes entre el material particulado (PM10) aportado por los municipios de Cundinamarca vecinos por el occidente de Bogotá: Soacha, Funza, Mosquera y Madrid, y la recirculación que se presente debido tanto a las fuentes fijas como a las fuentes móviles que transitan desde y hacia Bogotá.	Me aporta información importante para la discusión de resultados, el marco conceptual y en la explicación de cómo es el comportamiento del material particulado en la atmósfera.	Conceptual, teórico y antecedentes
22	2016	Informe del estado de la calidad del aire en Colombia	IDEAM	Muestra cómo el deterioro de la calidad del aire ha sido una de las causas de mortalidad y morbilidad y con esto los efectos adversos a la salud que varían dependiendo del tipo de contaminante. Además, presenta el estado de la calidad del aire en Colombia entre 2011 y 2015 para cada uno de los contaminantes criterio.	Aporta información para el marco normativo, teórico y para la elaboración de la introducción. La información consultada tuvo por objeto respaldar la teoría que se presentó: "el nivel de contaminación es moderado, pero no quiere decir que esté bien".	Conceptual, institucional, normativo y teórico
23	2016	La pequeña gran mentira de la contaminación en Bogotá	Puentes, J. D. (redactor de El Tiempo)	Noticia de El Tiempo que habla de los niveles permisibles de material particulado en Bogotá, y sobre las afectaciones que trae para la salud.	De esta noticia se extrajo la idea central, la teoría que apalanca nuestro trabajo, según la cual el ingeniero Néstor Rojas reclama que: "Decir que el aire de Bogotá es bueno no corresponde a la realidad que vive la ciudad. Lo que sí corresponde a la	Teórico, institucional y normativo

					realidad es que el nivel de contaminación es moderado, pero no quiere decir que está bien”.	
24	2016	Exposición de peatones a la contaminación del aire en vías con alto tráfico vehicular	Segura-Contreras, J. F., Franco, J. F.	Estudiar la emisión del tráfico vehicular en tres avenidas muy recorridas de Bogotá que afecta los peatones.	Aporta información sobre como la contaminación del tráfico vehicular afecta los peatones de la ciudad.	Antecedentes, conceptual
25	2017	Encuesta multipropósito (EM) 2017	DANE	La EM ofrece obtener información estadística para hacer seguimiento a las variables de diseño y evaluación de políticas públicas sobre aspectos sociales, económicos y de entorno urbano de los hogares y habitantes de Bogotá, por localidad	Esta información se incluye en la parte de la caracterización de las tres localidades en la parte demográfica y social.	Institucional, teórico
26	2017	Los costos en la salud asociados a la degradación ambiental en Colombia ascienden a \$20,7 billones.	Departamento Nacional de Planeación (DNP)	El DNP informa que los costos a la salud asociados a la degradación ambiental en Colombia ascienden a \$20,7 billones de pesos, equivalentes al 2,6% del PIB del año 2015, relacionados con 13.718 muertes y cerca de 98 millones de síntomas y enfermedades. Dentro de estos costos, la contaminación del aire urbano aportó el 75%, con \$15,4 billones de pesos (1,93% del PIB de 2015) asociados a 10.527 muertes y 67,8 millones de síntomas y enfermedades.	Esta información es importante para la discusión de los resultados, que se relacionan con la contaminación en las tres localidades y en el marco nacional general.	Institucional, normativo, teórico

27	2017	Climatic variability and morbidity and mortality associated with particulate matter	Rodrigues, P., Pinheiro, S., Junger, W., Ignotti, E. y Hacon, S.	Un modelo el cual incluye la parte temporal, temperatura y humedad y el PM _{2.5} , se realizó un cálculo del aumento porcentual del riesgo relativo a muertes y hospitalizaciones por el aumento lineal de 10 µg /m ³ de PM _{2.5} , concluyendo que el PM _{2.5} se asocia con morbilidad y mortalidad por causas de origen cardiovascular, las enfermedades y sus efectos pueden verse potenciados por el calor y la baja humedad durante la estación seca.	Este estudio me aportó en la discusión sobre el riesgo de las enfermedades y muertes por el PM _{2.5} , especialmente en la discusión del objetivo 3 (categorías de riesgo).	Antecedentes, teórico-conceptual
28	2018 (a, b, c)	Monografía 2017. Localidad 1 – Usaquén. Monografía 2017. Localidad 8 – Kennedy. Monografía 2017. Localidad 9 – Fontibón.	Alcaldía Mayor de Bogotá, Secretaría de Planeación	Las monografías de las tres localidades informan en gran parte sobre la variable demográfica, centros de recreación y parques, y parámetros de contaminación.	Esta información sirve para la discusión de los resultados de las encuestas y de la parte demográfica de las tres localidades.	Institucional, normativo
29	2018	Política para el mejoramiento de la calidad del aire.	CONPES	El documento CONPES 3943 informa sobre todas las medidas que tomaron las autoridades y que deben tomar para mejora la calidad de aire.	Esta información es valiosa para incluir en la discusión de los resultados de la encuesta y sobre el objetivo de la categorización del riesgo.	Normativo, teórico, institucional
30	2018	Lung cancer and particulate pollution: A critical review of spatial and temporal analysis evidence	Nin, W., Mengersen, K., Kimlin, M., Maigeng, Z., Shilu, T., Liwen, F., Baohua, W., Wenbiao, H.	Trata sobre que el material particulado (PM) es reconocido como uno de los factores de riesgo clave en el cáncer de pulmón. Esto debido a que los estudios existentes	Me aporta información importante sobre cuál es la gravedad que tiene el material particulado en su efecto sobre	Conceptual, antecedentes

				sugieren una asociación positiva y significativa entre la exposición al PM _{2.5} (partículas inhalables con diámetros de 2.5 µm y menores) y el riesgo de una incidencia y mortalidad por cáncer de pulmón.	la salud y así poder diferenciar cuál de los dos tipos de material particulado afecta más al organismo PM ₁₀ ó PM _{2,5} .	
31	2018	Calidad del aire y salud	Organización Mundial de la salud (OMS)	Informar sobre los riesgos que representa la contaminación del aire para la salud, dando también ejemplos de políticas fructíferas para disminuirla.	Contribuye a la monografía datos muy importantes de los riesgos de salud para la población urbana por los diferentes contaminantes y un plan para su mejoría.	Conceptual y normativo
32	2019	Se mantiene la Alerta Naranja por contaminación del aire en el suroccidente, y se declara de manera preventiva la Alerta Amarilla en el resto de la ciudad.	Barreto, L	El artículo informa sobre las diferentes alertas y cuales medidas recomiendan las autoridades para que las personas tomen medidas para proteger su salud contra la contaminación.	El informe se incluyó en la discusión de los resultados, y en el objetivo de la categorización del riesgo asociado a la ubicación geoespacial de los habitantes.	Antecedentes, normativo y teórico-conceptual
33	2019	Informe de calidad de vida en Bogotá 2018.	Bogotá Cómovamos	El documento informa sobre la calidad de vida de la población en las tres localidades.	Estos datos son importantes para la parte de los resultados que trata la calidad de vida.	Normativo, institucional, teórico
34	2019	Boletín Técnico Pobreza Multidimensional en Colombia 2018	DANE	Valor asignado total de PM ₁₀ en Colombia.	Aporta al proyecto con respecto al valor máximo de PM ₁₀ en la localidad de Fontibón.	Metodológico institucional, normativo, teórico

35	2019	Air quality in Europe - 2019	European Environment Agency (EEA)	Este informe presenta una descripción y análisis actualizados de la calidad del aire en Europa del año 2000 al 2017. Se revisan las directrices establecidas por las dos Directivas de calidad del aire de la Unión Europea (UE) y en dirección hacia las directrices de calidad del aire de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Una frase importante encontrada en el informe: “La contaminación del aire que respiramos no es solo un problema medioambiental, sino también económico y social”.	Me ayudó a contrastar como Europa maneja la contaminación del aire con respecto al manejo que le damos en el país. Además, de brindarme la información necesaria en materia de leyes, políticas y directrices internacionales referente al aspecto de la protección ambiental.	Normativo
36	2019	Mejora la calidad del aire en Bogotá y se levantan las alertas naranja y amarilla.	Estupiñan, K	El artículo informa sobre la calidad del aire en marzo 2019 y las diferentes alertas y cuáles fueron las medidas recomendadas por las autoridades para que las personas tomen medidas para proteger su salud contra la contaminación.	El informe se debe incluir en la discusión de los resultados en el objetivo de la categorización del riesgo de la población.	Teórico, conceptual, institucional y normativo
37	2019	Informe Bogotá Región Calidad del aire	Fedesarrollo & PROBOGOTÁ	En este informe, en primer lugar, se hace una breve recopilación de la normativa vigente relevante para el análisis de la calidad del aire. En la segunda sección se describe la situación actual del estado del aire en Bogotá. La tercera sección resume los efectos de la calidad del aire sobre la	El documento me aporta información relevante en cuanto a términos, conceptos, normativas, tablas con datos estadísticos de la ciudad y la región y me aporta más argumentos para sustentar mi teoría.	Antecedentes y marcos: conceptual, teórico, institucional, normativo

				salud de los bogotanos. En la cuarta, se abordan los protocolos de emergencia establecidos a nivel internacional y nacional para enfrentar situaciones de alarma causadas por la alta contaminación del aire.		
38	2019	The nexus between air pollution, green infrastructure and human health.	Kumar, P., Druckman, A., Gallagher, J., Gatersleben, B., Allison, S., Eisenman, U.,...Morawska, L.	La infraestructura verde, como árboles y techos verdes, es fundamental respecto a los beneficios para la salud, socioeconómicos y ambientales. Se concluye que la ecologización urbana, puede generar beneficios para la salud potencialmente amplios como, la reducción de enfermedades crónicas, el riesgo de estrés y morbilidad psiquiátrica, y también puede ofrecer diversos servicios ecosistémicos.	Esta información es de suma importancia para relacionar las zonas verdes, con la polución y la salud de la población estudiada.	Teórico-conceptual
39	2019	Impact of Particulate Matter (PM _{2.5}) and children's hospitalizations for respiratory diseases. A case cross-over study	Matus, M., Oyarzún, M.	Se evalúa la influencia de la contaminación del aire, causada por material particulado en las hospitalizaciones de niños debido a enfermedades respiratorias en la Región Metropolitana de Chile. Un aumento de 10 µg/m ³ de PM _{2.5} con uno y dos días de retraso se asoció con un aumento de hospitalizaciones debido a problemas respiratorios.	La información es importante para explicar las enfermedades respiratorias de los niños en las localidades del estudio en la discusión.	Teórico-conceptual

40	2019	Cálculo de un indicador de calidad de vida básico para Bogotá por secciones censales mediante análisis factorial	Mayorga, J. M., García, D. M., Barrera R. A.	Se calcula y espacializa un indicador de calidad de vida básico por secciones censales para la ciudad de Bogotá, según la información existente del censo del año 2005.	Nos ayudó a conocer cómo se aplica un índice de calidad de vida en diferentes sectores de Bogotá. Se utilizaron mapas con los cuales pudimos observar qué zonas de la ciudad son las más pobladas, el tipo de vivienda que poseen los habitantes y la cobertura de servicios públicos	Conceptual y teórico
41	2017	Resolución No. 2254 de 01 de noviembre de 2017 por la cual se adopta la norma de calidad de aire ambiente y se dictan otras disposiciones.	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS).	La Resolución informa sobre la norma completa de 2017 que regula la calidad de aire y es la parte fundamental para las autoridades y la población para prever el riesgo sobre la salud.	Esta última norma vigente de Colombia sobre la calidad de aire es bases para la discusión de los resultados.	Normativo, institucional, antecedentes, teórico, conceptual, metodológico
42	2018	Lung cancer and particulate pollution: A critical review of spatial and temporal analysis evidence.	Wang, N., Mengersen, K., Kimlin, M., Zhou, M., Tong, S., Fang, L., Wang, B., Hu, W.	Los estudios existentes sugirieron una asociación positiva significativa entre la exposición a PM _{2.5} y el riesgo de incidencia y mortalidad por cáncer de pulmón. Los estudios revelaron una gran carga de cáncer de pulmón, asociada con la exposición a PM _{2.5} en todo el mundo, especialmente en países de ingresos bajos y medianos.	Estos resultados son de suma importancia para el tercer objetivo cuyo propósito es relacionar las concentraciones del PM _{2.5} con el riesgo para la salud, especialmente del cáncer de pulmón, de la población.	Antecedentes, teórico.
43	2019	Concentración de material particulado, PM ₁₀ ,	Observatorio Ambiental de Bogotá. Alcaldía Mayor de	El Observatorio informa sobre la concentración media mensual del PM ₁₀ ,	Esta información de las concentraciones del PM ₁₀ , hace parte	Normativo, institucional, antecedentes, teórico,

		promedio mensual.	Bogotá y Secretaría Distrital de Ambiente (SDA).	en las localidades de Bogotá.	de los resultados del estudio de estas tres localidades.	
44	2020 (a, b, c)	<p>Material particulado inferior a 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, promedio anual 1998-2019.</p> <p>Concentraciones de PM_{10} material particulado inferior a 10 micras (μ) promedio anual en el aire ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) por debajo de la norma (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) PACA 2016 – 2020.</p> <p>Concentración de $\text{PM}_{2.5}$ material particulado inferior a 2.5 micrómetros en el aire ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) por debajo de la norma (25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) PACA 2016 – 2020.</p>	Observatorio Ambiental de Bogotá. Alcaldía Mayor de Bogotá DC y Secretaría de Ambiente	<p>Se informa sobre los registros de la concentración del material particulado PM_{10} y $\text{PM}_{2.5}$, particularmente del PM_{10} durante los años 1998 a 2019, y este mismo material en forma mensual durante los años 2016 a 2019.</p> <p>Igualmente se registran las concentraciones del $\text{PM}_{2.5}$ en forma mensual de los años 2016 a 2019.</p>	Es parte importante de los registros de la contaminación histórica con material particulado en las tres localidades que se incluyen en los Resultados.	Institucional, antecedentes, teórico, conceptual, metodológico
45	2019	Environmental pollution and geo-ecological risk assessment of the Qhorveh mining area in western Iran	Saedpanah, S., Amanollahi, J.	El artículo trata el tema del riesgo geo-ecológico en un área minera del occidente de Irán en la cual se realiza un estudio o evaluación de impacto ambiental y se categorizan los riesgos como subíndices cuyo orden de arriba hacia abajo	Me ayuda a argumentar el tercer objetivo referente a la categorización del riesgo, asociado a la ubicación geoespacial con respecto a la	Conceptual, antecedentes y teórico

				es, lo mejor, bueno, medio, malo y lo peor.	contaminación atmosférica	
46	2019	Principales fuentes de contaminación en Bogotá son los vehículos diésel, según estudio	Serrano, C.	Este documento informa sobre las fuentes importantes de contaminación en Bogotá que son los vehículos diésel.	La información sirve para aclarar la gravedad de la contaminación por los motores diésel y para la discusión de los resultados y mayor contaminación en Kennedy y Fontibón.	Normativo, conceptual, metodológico
47	2019	Particulate air pollution and birth weight: A systematic literature review.	Tsoli, S., Ploubidis, G. B., Kalantz, O. I.	Se analizan los distintos tipos de contaminantes aéreos existentes y su efecto en las mujeres embarazadas, también luego de tener el parto y muchos de estos bebés presentan bajo peso al nacer.	Esto me aporta información necesaria para los marcos conceptual y teórico en cuanto al peligro que representa el material particulado principalmente en mujeres embarazadas, bebés y niños menores de 12 años.	Conceptual y teórico
48	2019	Densificación y estratificación social en Bogotá: distribución sesgada de la inversión privada.	Yunda, J.G.	En Colombia se implementó un sistema denominado “estratificación socioeconómica”, basado en las características físicas de las viviendas y su entorno inmediato, cuyo objetivo fue facilitar la ejecución de subsidios cruzados para el pago de servicios públicos. Sin embargo, ha sido asimilado por parte de la población como indicador de ingreso y reconocimiento social.	El documento me ha aportado información para realizar un análisis sobre cómo es el comportamiento de la estratificación en Bogotá, y cuál ha sido el comportamiento de este modelo desde que se creó hasta nuestros días. Él estudió demostró que el modelo actual que se aplica	Antecedentes y marco teórico

					en la ciudad es un urbanismo	
49	2019	Autoimmunity Reviews 18	Zhao, C., Xu, Z., Wu, G., Mao, Y., Liu, L., Wu, Q.,... Pan, H.-F.	Se enuncian evidencias que sugieren que la contaminación del aire está implicada en el desarrollo de enfermedades autoinmunes como el lupus, la artritis reumatoide (RA), la esclerosis múltiple y la diabetes tipo 1.	Contribuye al marco conceptual y a la explicación de las afecciones que causa el material particulado en el cuerpo humano.	Conceptual
50	2020	Decreto 045 del 05 de febrero de 2020 por el cual se establecen medidas para la circulación de vehículos automotores y motocicletas en la ciudad de Bogotá el primer jueves del mes de febrero de todos los años	Alcaldía Mayor de Bogotá.	El Decreto informa sobre la prohibición de la circulación de vehículos automotores y motocicletas en la ciudad de Bogotá, el primer jueves del mes de febrero de todos los años en el horario comprendido, entre las 5:00 a.m., y las 9:00 pm con sus respectivas excepciones.	Esta información es importante para la discusión de los resultados sobre la contaminación el 6 de febrero, el día sin carro y sin moto, en las 3 localidades.	Normativo, institucional, metodológica
51	2020	Ambient air pollution and depression: A systematic review with meta-analysis up to 2019	Fan, S., Heinrich, J., Bloom, M., Zhao, T., Shi, T., Feng, W.,... Dong, H	Este artículo de revisión informa que la contaminación del aire se ha convertido en un importante problema ambiental mundial. Según el reciente informe Global Burden of Diseases, la contaminación del aire ha sido responsable de 4,90 millones de muertes. Más recientemente, los efectos peligrosos de la contaminación del aire sobre la salud mental, como la depresión, han generado interés de investigar.	La información sobre el efecto de la contaminación atmosférica es importante para alertar en el trabajo de grado sobre el peligro de esta y también como la depresión de los afectados está aumentando en la población.	

52	2020	Air pollution and its effects on the immune system. Free Radical Biology and Medicine 151, 56-68	Glencross, D., Hoa, T., Camiña, N., Hawrylowicz, C., y Pfeffer, P	Un sistema inmunológico que funciona bien es vital para tener un cuerpo sano. Respuestas inmunes inadecuadas y excesivas subyacen a diferentes grupos de patologías autoinmunes. Sin embargo, es de anotar que la contaminación del aire también afecta al sistema inmunológico en general, por ejemplo, para la gestación del neonato y afectaciones al tracto gastrointestinal.	Esta revisión es importante para la discusión de los resultados sobre las enfermedades causadas por la contaminación en las ciudades.	Teórico-conceptual
53	2020	Redescubre Bogotá a través de nuestros mapas.	Ideca	Los datos abiertos de Ideca son las bases para varias capas utilizadas para la creación del mapa que presenta los contaminantes atmosféricos en Bogotá.	Estos datos abiertos fueron utilizados con ayuda del software QGIS que permitieron diagramar un mapa con las concentraciones por material particulado PM ₁₀ respecto a las localidades del área metropolitana de Bogotá.	Metodológico conceptual, teórico
54	2020	The pollution conveyed by urban runoff: A review of sources.	Müller, A., Österlund, H., Marsalek, J., y Viklander, M.	El artículo de revisión describe, entre otros, la importancia de las zonas verdes, como son los parques, los cuales son de vital importancia para la salud de la población.	El documento aporta a la discusión de resultados, comparado con las diferencias en las diferentes zonas verdes de las tres localidades.	Teórico-conceptual
55	2020	Política pública de movilidad urbana baja en emisiones.	Quiñones, L.M.	El documento informa cuáles son las actividades de las autoridades competentes y su función la política pública, frente a	Esta información es importante para discutir las estrategias de las autoridades	Institucional, teórico-conceptual,

				la movilidad vehicular en Bogotá utilizando vehículos eléctricos con el fin de disminuir la contaminación en la ciudad.	respecto a disminuir la polución en la ciudad, y a la renovación del parque automotor.	
56	2020	Mapas interactivos	Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá (RMCAB). Secretaría de Ambiente. Alcaldía Mayor de Bogotá	La RMCAB provee los mapas interactivos de los contaminantes del aire y la temperatura, humedad relativa y precipitación.	Estos datos sirvieron como insumo importante para la medición del material particulado, durante el mes de febrero de 2020, y el análisis del clima durante este tiempo en las tres localidades.	Antecedentes, teórico-conceptual
57	2020	Análisis espacial de las concentraciones de PM _{2.5} en Bogotá según los valores de las guías de la calidad del aire de la Organización Mundial de la Salud para enfermedades cardiopulmonares, 2014-2015.	Rodríguez-Camargo, L., Sierra-Parada, R., y Blanco-Becerra, L.	El estudio estimó las superficies de concentración de partículas en suspensión de menos de 2,5 µm en Bogotá entre los años 2014 y 2015, clasificándolas según las guías de calidad del aire de la OMS para enfermedades cardiopulmonares. La localidad de Kennedy presentó las mayores concentraciones de PM _{2.5} en todas las franjas horarias. Los valores registrados en esta zona y clasificados según las guías diarias y anuales de calidad del aire evidenciaron que la localidad presentaría un incremento del 1,2 % en la mortalidad cardiopulmonar, en el	Esta información es muy importante ya que me permitió relacionar los datos del PM _{2.5} , arrojados por las encuestas, que sirvieron de insumo para el trabajo de grado en la localidad de Kennedy, con la salud y las enfermedades de la población que habita esta zona.	Antecedentes, institucional teórico-conceptual y normativo.

				corto plazo y del 9 % en el largo.		
58	2021	On the linkage between urban heat island and urban pollution island: Three-decade literature review towards a conceptual framework.	Ulpiani, G.	Según la literatura revisada, las condiciones sinópticas caracterizadas por alta temperatura, baja humedad relativa, baja velocidad del viento y ausencia de nubes son propicias para el desarrollo de las islas de calor urbanas y episodios severos de contaminación al mismo tiempo. Se deben plantar árboles y otra vegetación, integrando extensos parques en la textura urbana para estimular las brisas locales y proporcionar una mayor capacidad calorífica volumétrica, además considerar la jardinería vertical y los jardines en la azotea.	Este trabajo es de suma importancia para discutir el tema de las altas temperaturas en la localidad de Kennedy formando islas de calor allá y recomendar la instalación de parques u otras zonas verdes.	Antecedentes, teórico-conceptual

7.2 Marco conceptual

Definiciones

Material particulado:

El material particulado (MP) es un conjunto de partículas sólidas y líquidas emitidas directamente al aire, tales como el hollín de diésel, polvo de vías, el polvo de la agricultura y las partículas resultantes de procesos productivos (Arciniegas, 2011). El material particulado además posee una amplia gama de propiedades morfológicas, químicas, físicas y termodinámicas ((EPA, 2004). Respecto al PM10, material particulado de diámetro aerodinámico inferior a 10 micrómetros, su comportamiento varía de forma irregular y temporal en la atmósfera, debido a las actividades humanas, condiciones atmosféricas inestables y fenómenos meteorológicos.

Índice de pobreza: El índice de pobreza, también denominado como índice de pobreza humano o indicador de pobreza es un parámetro estadístico desarrollado y utilizado por la ONU (Organización de las Naciones Unidas), con la misión de medir el nivel de vida que

prevalece en los países, es decir, en este caso particular nos permite conocer a partir de una cifra cuantos ciudadanos viven en condiciones de pobreza (Ucha, 2014).

Calidad del aire: La calidad del aire es un sistema cíclico influenciado por tres factores, las emisiones de contaminantes, el clima y la administración pública. La finalidad o el objetivo de la calidad del aire es lograr que el aire que respiran los ciudadanos sea bueno y limpio, por ello los ciudadanos deben saber cuál es el aire que respiran, y por ende la información acerca de qué tan limpio o contaminado está el aire debe estar disponible para cualquier persona que lo solicite (Hernández, s.f.).

Modelado espacial: El modelado espacial o cartográfico comprende el análisis con sistemas de información geográfica (SIG) de datos espaciales con ayuda de operaciones booleanas, usadas frecuentemente para identificar áreas con características únicas de combinación en mapas con entidades georreferenciadas (por ejemplo, la aptitud de la tierra para la producción de cultivos agrícolas). Las operaciones en el modelo (SIG) se pueden hacer por separado o estrechamente asociadas con un software que los vincule de modo que los datos pasen del modelo a los SIG o viceversa (Ramírez, 2007).

Efectos adversos de los contaminantes aéreos sobre el sistema respiratorio

Material particulado “respirable” (PM₁₀) y fino (PM_{2,5}):

Efecto a corto plazo: Aumento de morbilidad respiratoria; Disminución en la función pulmonar; Interferencia en mecanismos de defensa pulmonar: fagocitosis y depuración mucociliar; Síndrome bronquial obstructivo (Oyarzún, 2010).

Efecto a largo plazo: Menor desarrollo de la estructura y función del sistema respiratorio; Mayor riesgo de cáncer en la edad adulta. (Oyarzún, 2010)

Efectos no respiratorios de los contaminantes atmosféricos

Cardiovascular

Material particulado: Disminución de la variabilidad en la frecuencia cardíaca ante el estrés.

Unidad materno-fetal

PM_{2,5}: Bajo peso de nacimiento y baja talla al nacer (Oyarzún, 2010).

Enfermedad respiratoria aguda (ERA): Las Enfermedades Respiratorias Agudas hacen parte de un conjunto de afecciones, dentro de las cuales se encuentra la Infección Respiratoria Aguda. Los síntomas que originan las enfermedades respiratorias son: fiebre, tos, flema o moco, dolor o enrojecimiento de la garganta, ronquera y dolor de oído (DSEN, 2018).

¿Cómo se contagian las Enfermedades Respiratorias Agudas, ERA?

Una de las formas es por vía respiratoria, a través del aire o por medio de la tos o del estornudo (Grupo salud pública DGSM, 2015).

INFECCIÓN RESPIRATORIA AGUDA:

Del documento Protocolo de vigilancia en Salud Pública - Infección Respiratoria Aguda IRA, publicado por el Instituto Nacional de Salud (2016)

La Infección Respiratoria Aguda se encuentra dentro de un grupo de enfermedades que afectan el sistema respiratorio alto y bajo, cuya evolución es menor a 15 días, esta se puede

manifestar desde un resfriado común hasta una complicación más severa como la neumonía e incluso puede llegar a provocar la muerte (Vega (2014), citado por INS, 2016).

La infección respiratoria aguda se ubica entre las 10 principales causas de muerte para la población general y dentro de las tres primeras para los niños menores de cinco años (Álvarez (2008), citado por INS, 2016).

Respecto a los objetivos o funciones del Instituto Nacional de Salud (INS) con base en infecciones respiratorias agudas, se pueden encontrar: la determinación y caracterización de la frecuencia de la Infección Respiratoria Aguda a través del monitoreo y del seguimiento de las estrategias de vigilancia establecidas, además, identificar con tiempo los cambios poco comunes en el comportamiento de dicha infección, lo cual permita orientar las medidas de intervención, mitigación y control (INS, 2016).

Se seleccionó el coeficiente Gini ya que este mide hasta qué punto la distribución de los ingresos entre los individuos y hogares, dentro de una economía, se aleja de ser una distribución perfectamente equitativa (al acercarse a 0 representa una desigualdad absoluta, mientras que cuando se aproxima a 100 se denota como una igualdad perfecta).



Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE (2018). Gran Encuesta Integrada de Hogares.

Figura 1. Coeficiente de Gini para Bogotá y Colombia entre los años 2008 y 2018.

Para la definición de los indicadores de calidad de vida, se utilizaron los estratos socioeconómicos y los ingresos per cápita de las tres localidades de estudio, publicado por Bogotá Cómo vamos (2019), además se obtuvo de acuerdo con los resultados de mi encuesta donde se incluyó esta variable.

7.3. Marco teórico

El proyecto de investigación se ha basado en las siguientes dos teorías:

1. “Me parece irresponsable que la Secretaría Distrital de Ambiente afirme que Bogotá tiene un aire bueno. **Lo que sí corresponde a la realidad es que el nivel de contaminación es moderado, pero no quiere decir que está bien**”

→ *Opinión del ingeniero Néstor Rojas (2016) del grupo de investigación de calidad del aire de la Universidad Nacional de Colombia – sede Bogotá*

2. “Los sectores de bajos recursos son los que generan mayor contaminación, mientras que los de estratos altos no generan tanta”

→ *Opinión del profesor Alfonso Avellaneda (2020). Universidad El Bosque - sede Usaquén, Bogotá.*

7.4. Marco normativo

En esta sección, es importante resaltar los actos normativos más sobresalientes y relacionados con el desarrollo de la investigación, siendo de utilidad para soportar el desarrollo y planteamiento de cada aspecto a mejorar en relación con la calidad del aire y el índice de pobreza en la localidad de Fontibón, Kennedy y Usaquén.

Tabla 2. *Marco normativo.*

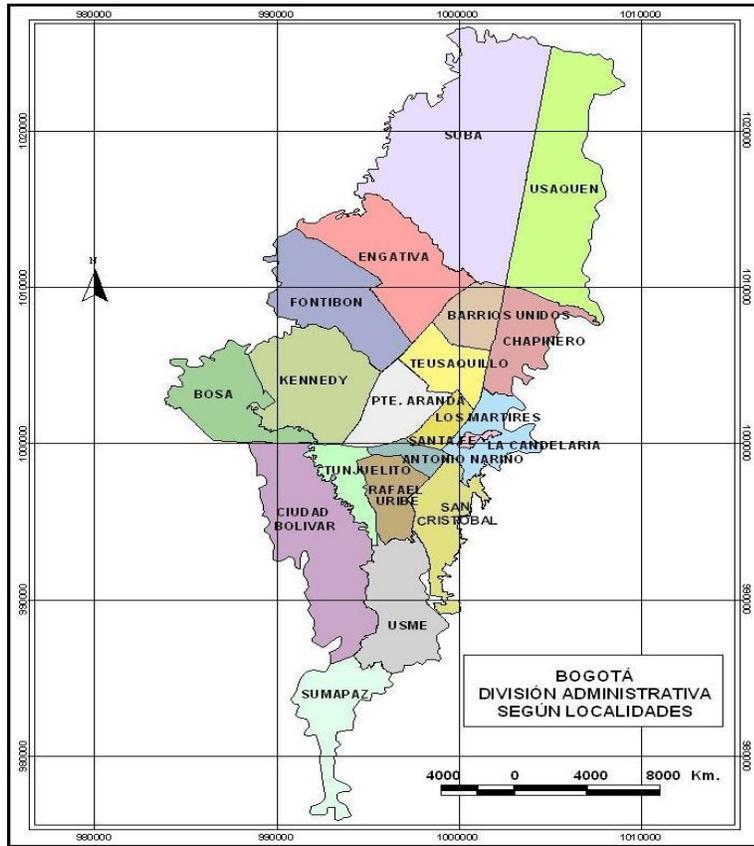
NORMATIVIDAD	EXPEDIDO POR	DESCRIPCIÓN
Resolución 2254 de 2017	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por la cual se adopta la norma de calidad del aire ambiente y se dictan otras disposiciones. La presente resolución establece la norma de calidad del aire o nivel de inmisión y adopta disposiciones para la gestión del recurso aire en el territorio nacional, con el objeto de garantizar un ambiente sano y minimizar el riesgo sobre la salud humana que pueda ser causado por la exposición a los contaminantes en la atmósfera.
Ley 99 de 1993 - Ley General Ambiental de Colombia	Congreso de Colombia	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 otras disposiciones.
Constitución Política Colombiana (1991)	Congreso de Colombia	Ley máxima y suprema de un país; se especifican los principales derechos y deberes de sus participantes, y define la estructura y organización del Estado. Art. 79: Derecho a un ambiente sano.

- Decretos que contienen información concerniente a la legislación en materia de calidad del aire: Decreto 948 de 1995, Decreto 2107 de 1995, Decreto 1697 de 1997, Decreto 1552 de 2000, Decreto 2662 de 2000, Decreto 979 de 2006. Resolución 601 de 2006, Resolución 627 de 2006, Resolución 909 de 2008, Resolución 910 de 2008, Resolución 610 de 2010, Resolución 650 de 2010, Resolución 2154 de 2010.
- Política de prevención y control de la contaminación del aire:
Esta normativa presenta un diagnóstico entendible y claro de la situación nacional en materia de contaminación ambiental, se realiza el planteamiento de la política nacional en materia de prevención y control de la contaminación haciendo énfasis en los objetivos, plan de acción y mecanismos de seguimiento y financiación (MADS, 2010).
- CONPES 3943: Política en la cual se proponen acciones para disminuir las concentraciones de contaminantes en el aire por medio de, la renovación y modernización del parque automotor, reducir del contenido de azufre en los combustibles, la implementación de mejores técnicas y prácticas en la industria, optimizar la gestión de la información, impulsar el desarrollo de la investigación, el ordenamiento del territorio, y la gestión del riesgo por contaminación del aire (Ministerio de Transporte, 2018).

7.5. Marco Geográfico

El desarrollo del proyecto será en las localidades de Fontibón, Kennedy y Usaquén, se encuentra ubicada al Suroeste de la ciudad de Bogotá D.C. A continuación (figura 1), se observa el mapa de Bogotá D.C. con sus respectivas localidades.

Macro



Fuente: Alcaldía local de Ciudad Bolívar (2016)

Figura 2. Mapa de Bogotá.

Micro

En las Figuras 3, 4 y 5 se encuentran las áreas de estudio.

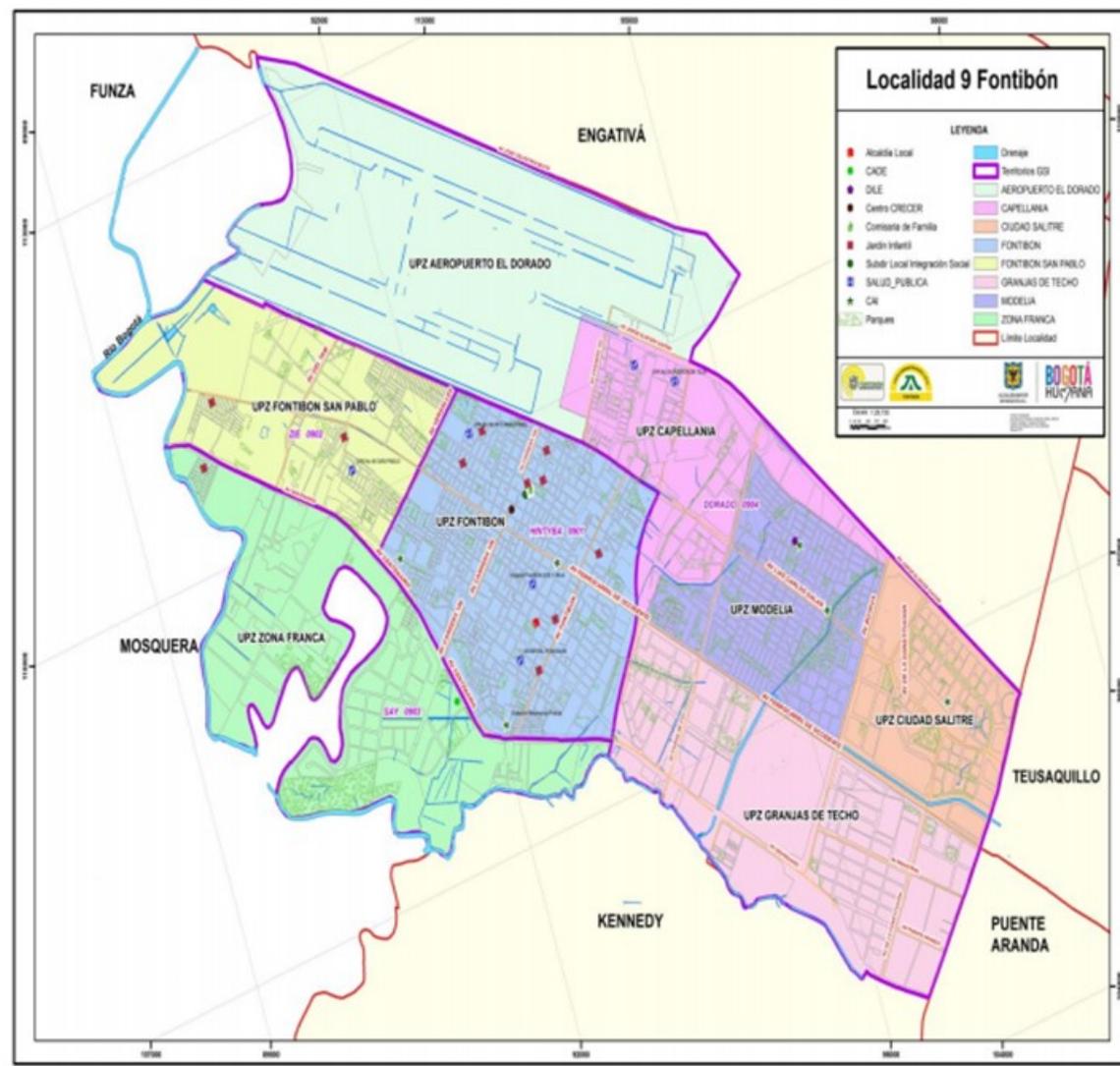


Figura 3. Localidad de Fontibón.

**ESTRATIFICACIÓN SOCIOECONÓMICA URBANA
LOCALIDAD No. 8 - KENNEDY
DECRETO 551 DEL 12 DE SEPTIEMBRE DE 2019**

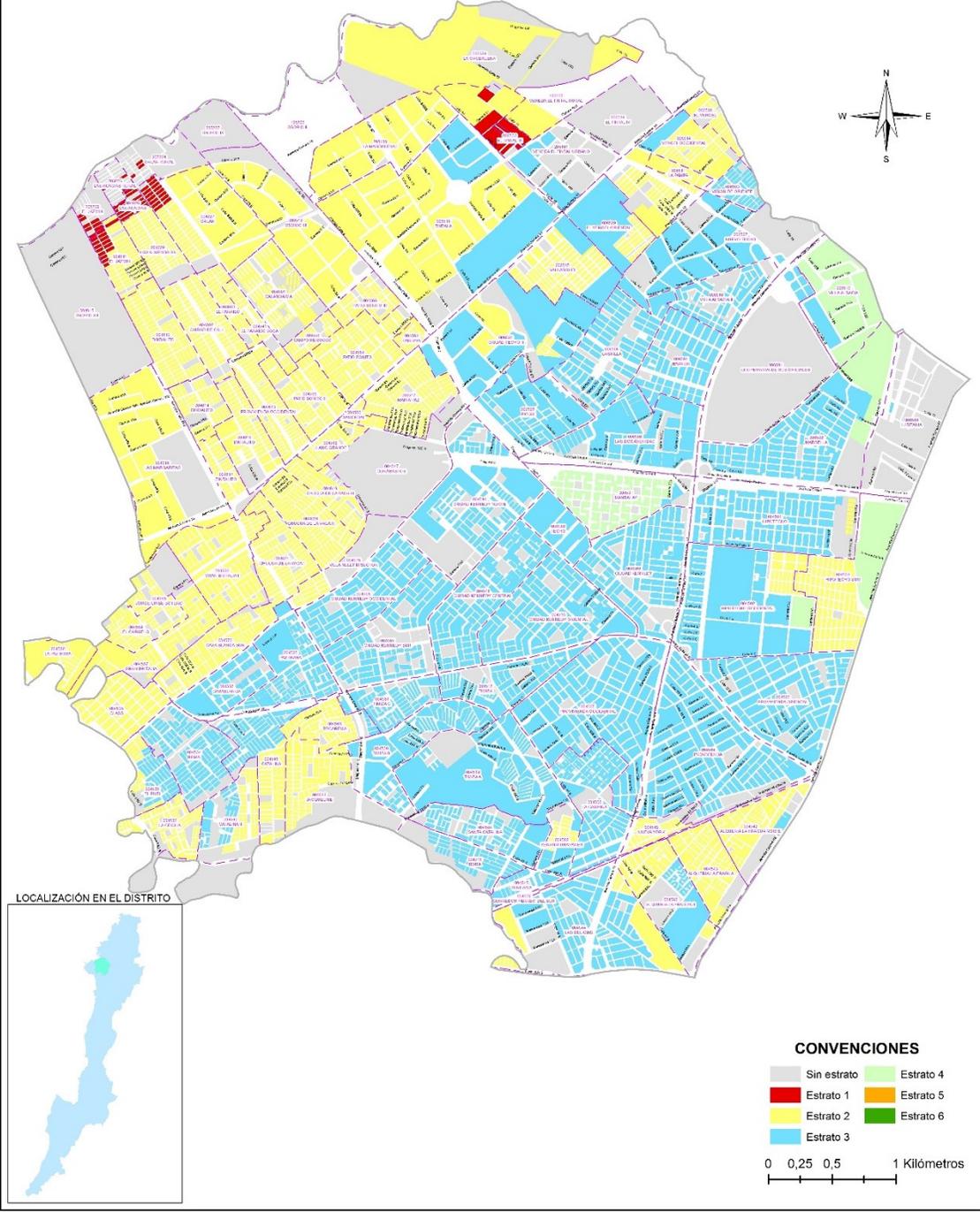


Figura 4. Localidad de Kennedy.

**ESTRATIFICACIÓN SOCIOECONÓMICA URBANA
LOCALIDAD No. 1 -USAQUÉN
DECRETO 551 DEL 12 DE SEPTIEMBRE DE 2019**

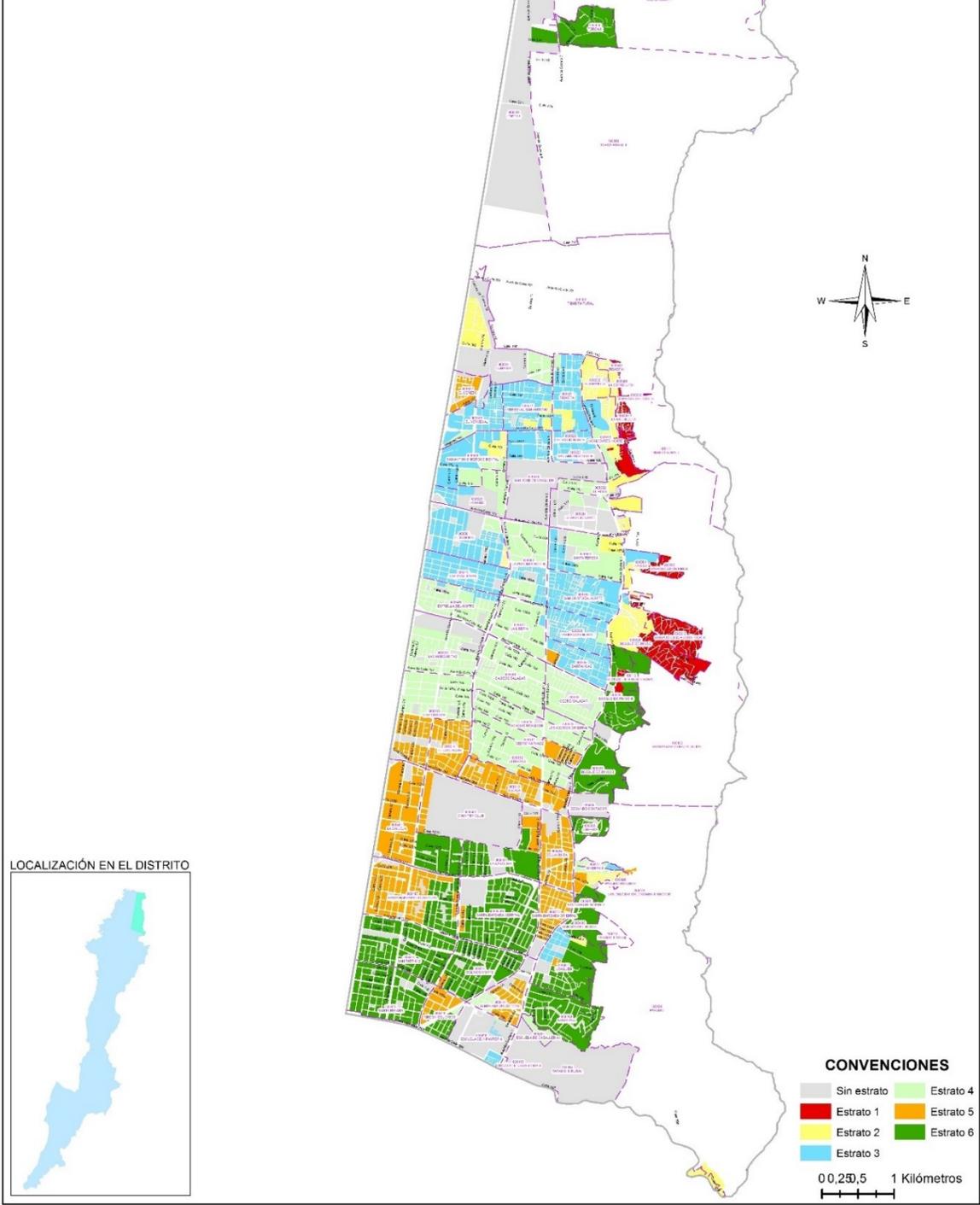


Figura 5. Localidad de Usaquén.

7.6. Marco Institucional

A continuación, se presentan las entidades involucradas en el desarrollo del proyecto de investigación (tabla 3).

Tabla 3. Marco institucional.

AUTORIDAD	LOGO	DESCRIPCIÓN
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible		<p>El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible es el rector de la gestión del ambiente y de los recursos naturales renovables, encargado de orientar y regular el ordenamiento ambiental del territorio y de definir las políticas y regulaciones a las que se sujetarán la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y del ambiente de la nación, a fin de asegurar el desarrollo sostenible, sin perjuicio de las funciones asignadas a otros sectores.</p>
Secretaría Distrital de Ambiente		<p>Es la Autoridad que promueve, orienta y regula la sostenibilidad ambiental de Bogotá; controlando los factores de deterioro ambiental y promoviendo buenas prácticas ambientales, como garantía presente y futura del bienestar y calidad de vida de la población urbana y rural, y como requisito indispensable para la recuperación, conservación y uso de bienes y servicios ecosistémicos y valores de biodiversidad; enfocado a la adaptación al cambio climático, a través de la vinculación, participación y educación de los habitantes del Distrito Capital; respaldado en un personal competente, que garantiza el mejoramiento continuo de la entidad, bajo criterios de legalidad, celeridad, oportunidad y transparencia.</p>

<p>Departamento Administrativo Nacional de Estadística</p>		<p>Es el encargado de planear, implementar y evaluar procesos rigurosos de producción y comunicación de información estadística a nivel nacional, que cumplan con estándares internacionales y se valgan de la innovación y la tecnología, que soporten la comprensión y solución de las problemáticas sociales, económicas y ambientales del país, sirvan de base para la toma de decisiones públicas y privadas y contribuyan a la consolidación de un Estado Social de Derecho equitativo, productivo y legal.</p>
<p>Departamento Nacional de Planeación</p>		<p>Es una entidad eminentemente técnica que impulsa la implantación de una visión estratégica del país en los campos social, económico y ambiental, a través del diseño, la orientación y evaluación de las políticas públicas colombianas, el manejo y asignación de la inversión pública y la concreción de las mismas en planes, programas y proyectos del Gobierno.</p>

- Logo Mintransporte. Fuente: Movicentro (2017)
- Logo Secretaría de Movilidad. Fuente: Secretaría de Movilidad (2017)
- Logo Departamento Nacional de Planeación. Fuente: Presidencia de la República (2019)

9. Metodología

Se realizó una búsqueda de fuentes bibliográficas por medio de bases de datos en internet, incluyendo Science Direct, Scopus, Scielo y Google Académico.

En las tres localidades de estudio, Fontibón, Kennedy y Usaquén se llevó a cabo una encuesta sobre la percepción de calidad del aire. Participaron un total de 189 personas, de las cuales 64 fueron de Fontibón, 65 de Kennedy y 60 de Usaquén. El grupo poblacional lo componen estudiantes, profesionales y habitantes de dichas localidades. El 95% de las encuestas fue realizado de manera virtual y el 5% restante de forma presencial, debido a las restricciones por la pandemia del Covid-19. Fueron 12 preguntas de opción múltiple, usando el programa Google Forms.

El proyecto de investigación se basa en dos alcances, los cuales son:

- Descriptivo: son investigaciones que tienen como propósito describir o caracterizar un fenómeno o situación de interés científico. Tal es el caso de trabajos orientados a caracterizar la situación de tipo social y/o económico de una población, un grupo de individuos o empresas, una región o una ciudad.
- Correlacional: El propósito de este tipo de investigaciones va más allá de la descripción del comportamiento de variables; implica indagar sobre la “covariación” existente entre las variables involucradas en la pregunta central de investigación (Sampieri, 1997).

Por otro lado, el trabajo investigativo contiene dos enfoques: cualitativo y cuantitativo, porque se realiza un análisis de datos. Por ejemplo, es cualitativo porque al analizar la información alfanumérica de la base de datos de entidades, se necesita de una revisión bibliográfica considerable. Y cuantitativo, porque se procederá a manejar datos de todo tipo.

Tabla 4. *Matriz metodológica.*

Objetivo General					
Realizar un análisis espacial del material particulado (PM ₁₀) con base en la percepción de contaminación atmosférica en las localidades de Fontibón, Kennedy y Usaquén en Bogotá, Colombia.					
Objetivos Específicos	Enfoque	Alcance	Método	Técnica	Instrumento
1. Consolidar las relaciones espaciales que pudieran existir entre el material particulado y la percepción de contaminación atmosférica.	Cualitativo	Correlacional	Comparativo	Revisión bibliográfica, Encuestas virtuales en las tres localidades	Base de datos, artículos, trabajos de grado, documentos de entidades gubernamentales, software SPSS, software QGIS.
2. Contrastar la diferencia que se encuentre entre el día sin carro y sin moto con el resto de los días de febrero de 2020, respecto a la concentración por material particulado.	Cuantitativo	Descriptivo	Comparativo	Variables (material particulado)	Base de datos, Análisis de varianza, software...
3. Categorizar el riesgo asociado a la ubicación geo-espacial con respecto a la contaminación atmosférica.	Mixto	Correlacional	Deductivo	Ubicación geoespacial	Software R Studio

Explicación de los métodos investigativos que seleccioné

Deductivo: El tema se aborda desde el concepto general de la contaminación del aire y desde ahí, se desglosa cada uno de los subtemas necesarios: percepción de la población ante esta problemática, tipo de contaminantes atmosféricos con sus respectivas características físicas y químicas, medidas legales que ha tomado la ciudad de Bogotá al respecto, etc. (Sampieri, 1997).

Comparativo: debido a que con este método se podrán proponer soluciones a problemas futuros que tengan que enfrentar la ciudad con esta problemática ambiental (Sampieri, 1997).

Aplicación de la estadística

Con referencia a la estadística empleada, para la comparación del material particulado ($PM_{2.5}$ y PM_{10}), entre el día sin carro y sin moto con los días con carro en el mes de febrero 2020 en las tres localidades, se realizó el test no paramétrico de Mann-Whitney, utilizando este test porque no se cumplieron los supuestos de normalidad (Kolmogorov-Smirnov) y homogeneidad de varianzas (Test de Levene).

Con los datos obtenidos en las encuestas se realizó un análisis descriptivo a partir de distribución de frecuencias y los resultados se presentaron mediante la frecuencia relativa. Para las respuestas cuantitativas de la percepción de la calidad del aire y del estrato socio-económico se calculó el promedio y se hizo un análisis de correlación de Spearman, debido a que no se cumplió el supuesto de normalidad de (Kolmogorov-Smirnov). Los análisis se llevaron a cabo con el software SPSS. V19.

10. Plan de trabajo

Desde el día 11 de septiembre, se realizó una encuesta a manera virtual a personas que viven en las localidades de Fontibón, Kennedy y Usaquén. La mayoría de estas encuestas fueron respondidas, virtualmente y algunas de forma presencial.

10.1 Cronograma de actividades

Tabla 5. *Cronograma de actividades.*

Actividad	Semanas								
	1-4	5-8	9-12	13-16	17-20	21-24	25-28	29-32	33-36
Propuesta del proyecto	X	X	X						
Búsqueda y recolección de información y literatura	X	X	X	X	X	X	X	X	
Entrevistas en la zona					X	x	x		
Interpretación y sistematización de los datos recogidos de las encuestas y analizar con base en lo observado para la zona de estudio.					X	X	X	X	
Escritura del proyecto							X	X	X
Elaboración del estado del arte						x	x		
Elaboración de los marcos de referencia						x	x	x	
Elaboración de la metodología						x	x		
Organizar la información						x	x	x	x
Análisis y conclusiones						x	x	x	
Redacción del documento final									x
Ajustes finales									x
Entrega del documento final									x
Sustentación final									x

10.2 Presupuesto

Tabla 6. *Inversión del proyecto.*

Compra de artículos en bases de datos internacionales	\$300.000
Materiales (USB, papel, etc.)	\$200.000
Investigador / horas/ trabajo/ día	\$ 11.088.000 (462 horas x \$24.000 COP)

Banco Finandina, 2020

Fuente: Autor

11. Resultados

11.1 Índices demográficos, de salud y contaminación en las localidades de Kennedy, Fontibón y Usaquén

Como muestra la tabla 7, las tres localidades se distinguen casi en todos los ítems demográficos, de salud y contaminación por material particulado (PM). En muchos casos la localidad de Fontibón presenta un nivel intermedio entre Kennedy y Usaquén. La localidad de Kennedy, que cuenta con 960.797 habitantes, es 92% más poblada que Usaquén y 181% más que Fontibón. Ésta tiene el mayor número de hogares, personas por hogar y número de viviendas, seguido por Usaquén, sin embargo, el número de personas por hogar es mayor en Fontibón (con 2,9) que en Usaquén (con 2,7).

En la localidad de Kennedy, la mortalidad por IRA (Infección respiratoria aguda) en niños, menores de 5 años, solamente presenta la mitad que los nacidos en Usaquén y un tercio de la de los de Fontibón (tabla 7).

La cobertura arbórea de Usaquén, que tiene 120 ha, tiene el doble de la de Fontibón, ofreciendo 4,3 m² por habitante, comparado con solamente los 2,4 m² en Kennedy y 2,9 m² en Fontibón (tabla 7). Por otro lado, la localidad de Kennedy supera en oferta el número de parques y escenarios deportivos, es decir, 550 (tiene más que el doble de los de Fontibón [271]), y 15% más que los de Usaquén, siendo este es un reflejo del mayor número de habitantes que tiene esta primera localidad.

En la localidad de Kennedy, no solamente la contaminación acústica es mayor, con 68,2% superando la norma, que la de las otras dos localidades. También la contaminación aérea por PM₁₀, en esta localidad, con un 50 µg/m³ supera en 20% la de Fontibón (40 µg/m³) y en 22% la de Usaquén (39 µg/m³).

Para el caso del PM_{2,5}, la situación es todavía peor ya que para la localidad de Kennedy, teniendo 24,3 µg/m³, casi duplica la de Usaquén (con 12,7 µg/m³).

Considerando la calidad de vida, respecto a los ingresos (tabla 8), los habitantes de Kennedy y Fontibón tienen menos ingresos, únicamente \$730.392 (menor al SMMLV) y \$1.238.465, respectivamente, comparada con el \$1.948.544 de la localidad de Usaquén. En la misma

proporción pero inversa está la tasa de desempleo, sobre todo para Kennedy con 7,78%, comparado con los 6,31% de Usaquén.

Tabla 7. Algunos índices demográficos, de salud pública, contaminación por material particulado (PM) y parques en las localidades: Fontibón, Kennedy y Usaquén de Bogotá, para el año 2018.

Ítem	Fontibón		Kennedy		Usaquén	
Área (km ²)	3.328,1		3.859		6.520,1 ¹	
Manzanas	1.613		4.935		2.330	
Habitantes	342.125		960.797		499.829	
Número de hogares	119.375		322.898		188.416	
Número de personas/hogar	2,9		3,0		2,7	
Número de viviendas ²	114.533		301.20		183.507	
Mortalidad por IRA <5 años ³	0,3		0,1		0,2	
Personas vinculadas al Sisben, nivel 1, 2	1	2	1	2	1	2
	56.583	16.519	270.073	75.663	65.391	15.909
Concentración PM ₁₀ (µg/m ³)	40		50		39	
Concentración PM _{2.5} (µg/m ³)	/4		24,3		12,7	
Contaminación acústica ⁵	64,7		68,2		56,3	
Estado malla vial (%)	Regular	Malo	Regular	Malo	Regular	Malo
	29	20	24	22	39	25
Topografía	plana		plana			
Cobertura arbórea (ha)	60		80		120	
Parques y escenarios deportivos (No.)	271		550		465	
Área parques/habitante (m ²)	2,9		2,4		4,3	

Fuente: Bogotá Cómovamos (2019).

¹ De esta área 2.865,4 ha son área rural

² Apartamentos, casas y habitaciones

³ Razón por 1.000 NV (nacidos vivos)

⁴ No hay datos en este informe

⁵ Porcentajes que superan la norma

Tabla 8. Ingresos (para 2014) y desempleo (para 2017) en las localidades: Kennedy, Fontibón y Usaquén de Bogotá.

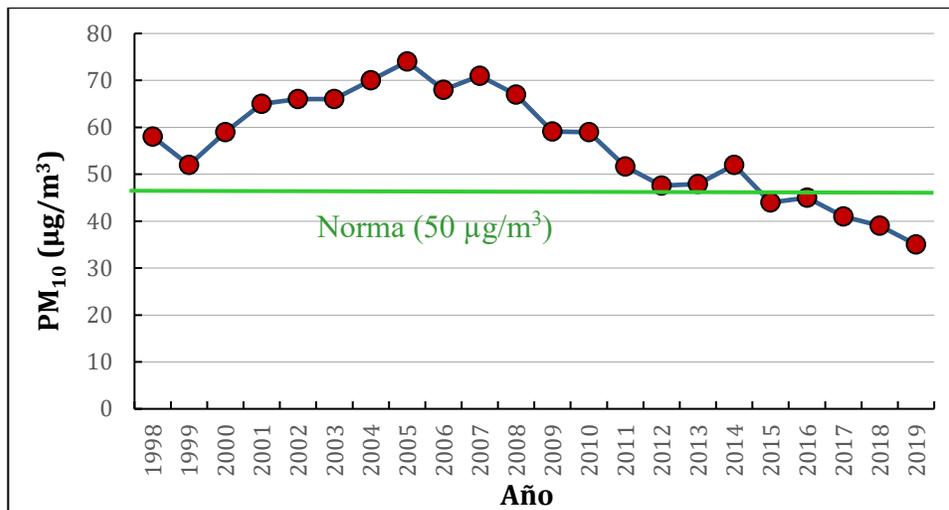
Ítem	Fontibón	Kennedy	Usaquén
Ingreso/cápita (\$)	1.238.465	730.392	1.948.544
Tasa de desempleo (%)	7,11	7,78	6,31

Fuente: Ideca, 2020

11.2 Registro histórico de los contaminantes atmosféricos por material particulado

Comportamiento del material particulado

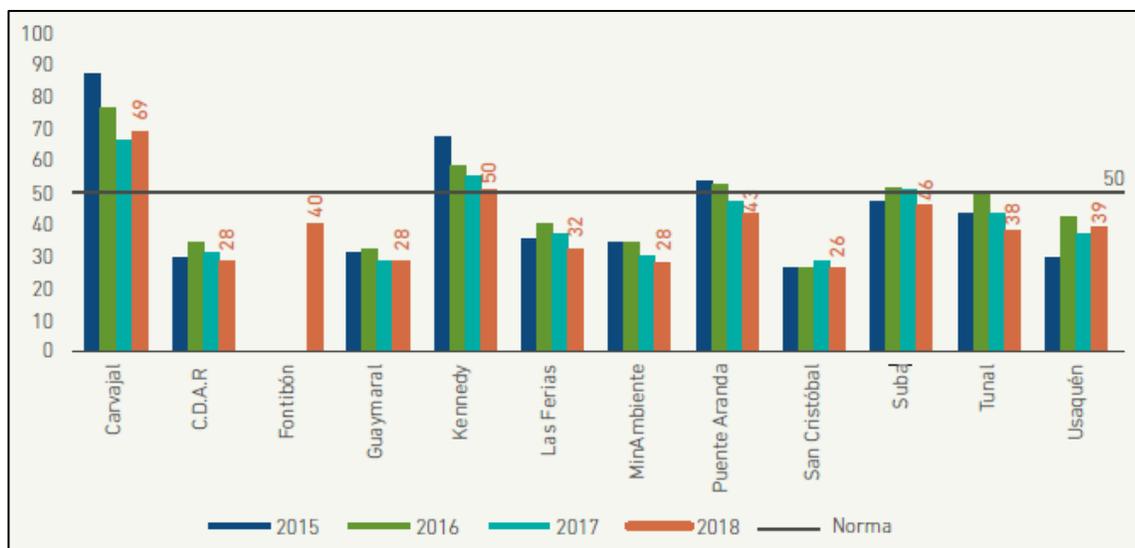
Como se puede ver en la figura 6, las mediciones en las estaciones de la red de monitoreo de calidad de aire (RMCAB) en Bogotá iniciaron en el año 1998 con un valor de $58 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mientras la contaminación más alta se registró en el año 2005 con $74 \mu\text{g}/\text{m}^3$ que, después, en general, decreció constantemente hasta un valor de $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en el año 2019. Comparado con la norma vigente para Colombia, entre 1998 y 2011, la contaminación por PM_{10} siempre estuvo por encima de la norma. De igual manera en el año 2014, y en los años 2012 y 2013 y a su vez para 2015 y hasta el 2019, la contaminación por este material particulado estuvo cumpliendo con la norma debido a que bajó constantemente a lo largo de los últimos 5 años.



Fuente: Observatorio Ambiental de Bogotá (2020a).

Figura 6. Comportamiento del material particulado PM_{10} en Bogotá entre 1998 y 2019.

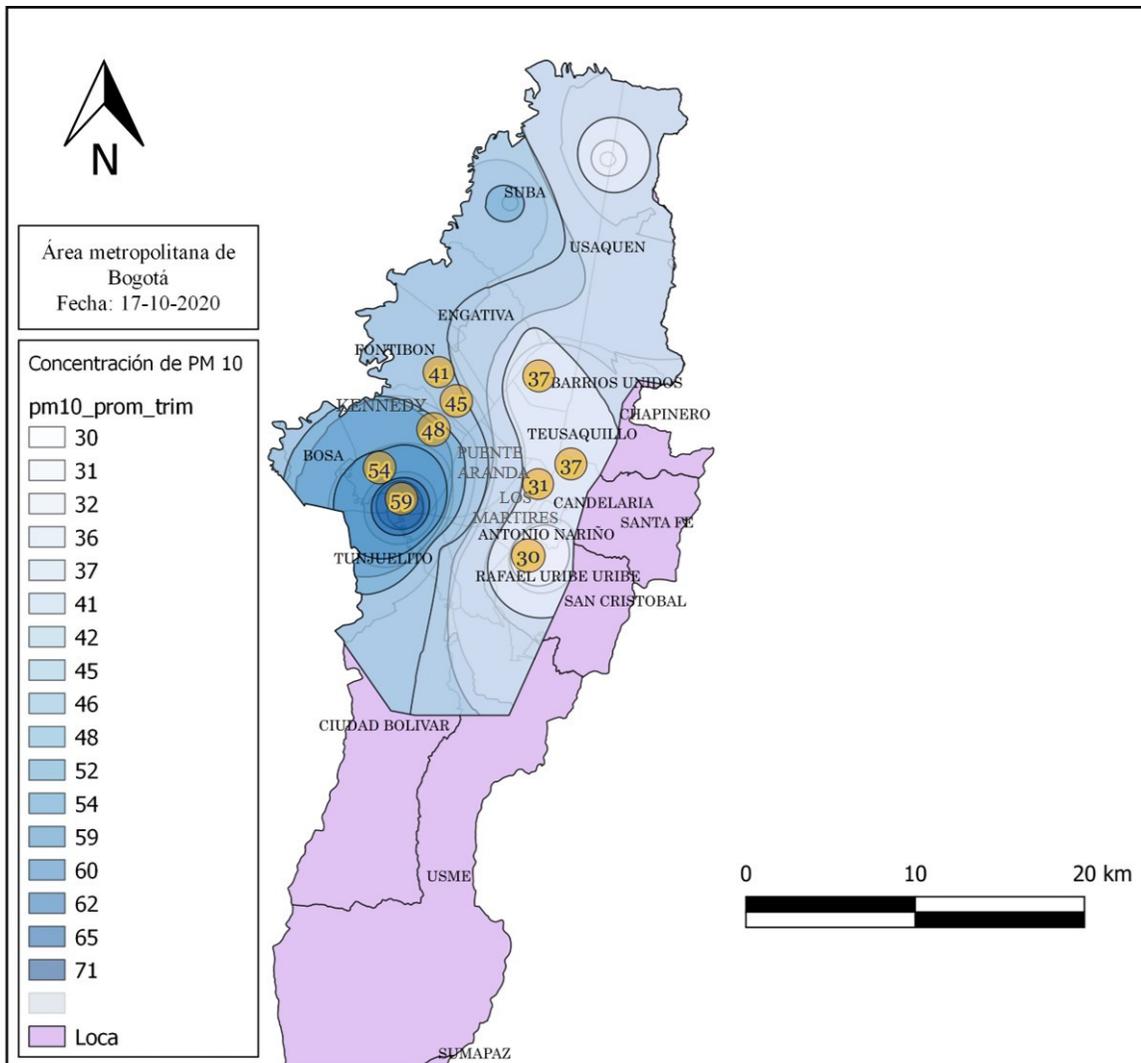
La figura 7 muestra que la concentración de material particulado (PM_{10}) en las dos localidades del estudio, Fontibón y Usaquén, no excede los límites legislativos. Por otro lado, Kennedy los sobrepasó entre los años 2015 y 2017, igualmente, la estación de Carvajal durante esos 4 años, y Puente Aranda entre el 2015 y 2016 no cumplieron con la norma vigente.



Fuente: Veeduría distrital (Bogotá Cómovamos (2019)).

Figura 7. Concentración promedio de material particulado PM₁₀ (µg/m³) por localidades en la ciudad de Bogotá, 2015 a 2018.

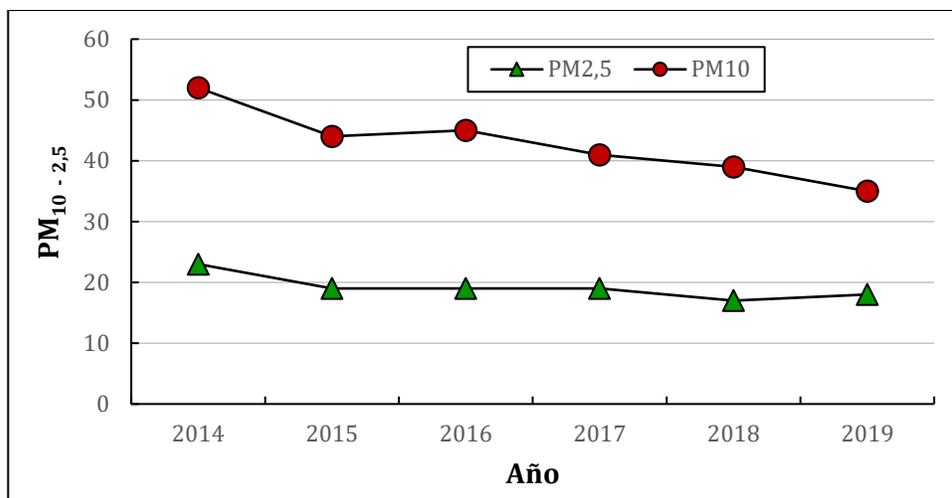
La figura 8 muestra la distribución de las 20 localidades del área metropolitana de Bogotá con sus respectivos puntos de muestreo del PM₁₀. La imagen muestra que en la localidad de Kennedy (el tono azul más oscuro) el del nivel de PM₁₀, es el mayor que se registró en el periodo 2016 a 2018. Como muestran los puntos de muestreo la localidad de Rafael Uribe Uribe tiene un nivel de 30 µg/m³ siendo el menor dato registrado. Además se puede observar, que para la localidad de Usaquén se registró una tonalidad blanquecina lo que indica que la contaminación allá es muy poca y existe como dato más actual el de 33 µg/m³ del año 2015.



Fuente: Elaboración propia, según Datos Abiertos Bogotá
 Figura 8. Concentración de PM₁₀ en la ciudad de Bogotá entre los años 2016 y 2018.

Comparando el comportamiento del PM₁₀ y _{2,5} durante los últimos 6 años de los que se tienen registro (del 2014 al 2019) para la ciudad de Bogotá, se puede ver que la contaminación por dichas partículas, en general, disminuyó considerablemente y estuvo por debajo de la norma vigente. Solamente, como muestra la figura anterior, en el año 2014, la concentración de PM₁₀ superó la norma de 50 µg/m³ (figura 13).

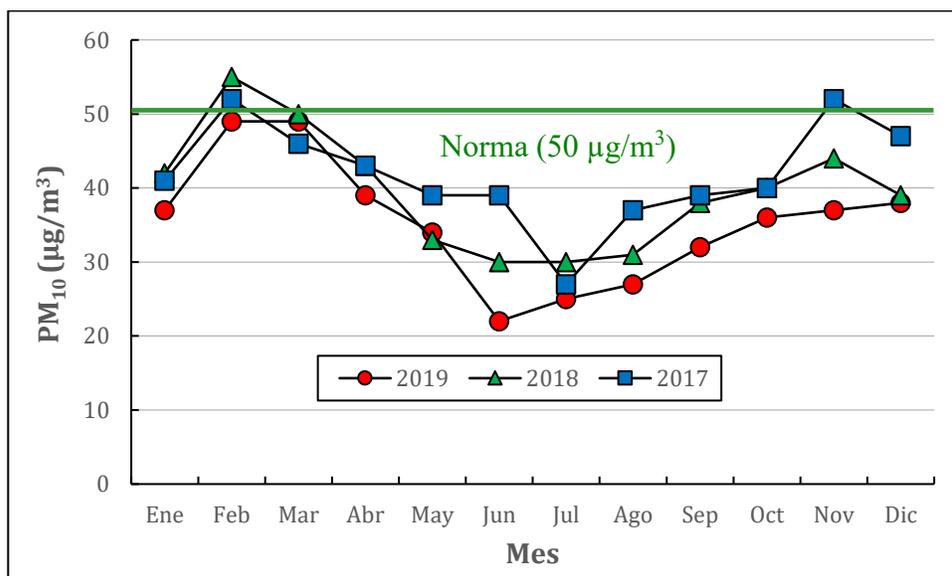
También, como presenta la (figura 9). En el transcurso de las curvas, el nivel de PM₁₀ disminuyó todavía más en este tiempo (de 52 a 35 µg/m³) que el de PM_{2,5} (de 23 a 18 µg/m³), el cual aumentó de 2018 a 2019 por 1 µg/m³. Sin embargo, se debe tener en cuenta, que la concentración del PM_{2,5} siempre estuvo por debajo de la norma de 25 µg/m³.



Fuente: Observatorio Ambiental de Bogotá (2020b, 2020c).

Figura 9. Comportamiento del material particulado PM₁₀ y PM_{2,5} en Bogotá entre 2014 y 2019.

Como se ve en la figura 10, el comportamiento mensual del material particulado PM₁₀ en Bogotá entre el 2017 y 2019 disminuyó entre dichos años. El transcurso de las curvas muestra un desarrollo dependiendo de los meses del año, con picos de contaminación durante el mes de febrero y su estado más bajo, de junio a julio, además de un aumento constante hasta el mes de noviembre de 2017, lo mismo sucedió en el 2018 y en diciembre del 2019. También es de anotar que en febrero del 2017 y del 2018, la contaminación por esta partícula superó la norma de 50 µg/m³, igualmente como lo fue en noviembre de 2017.

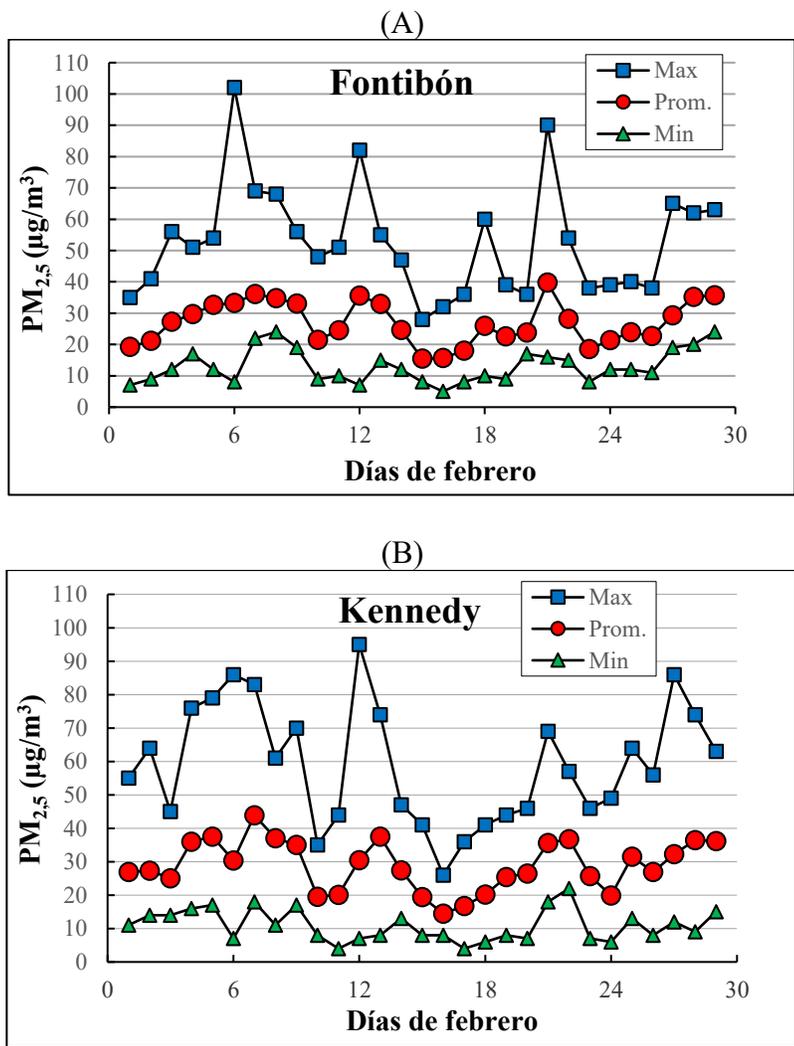


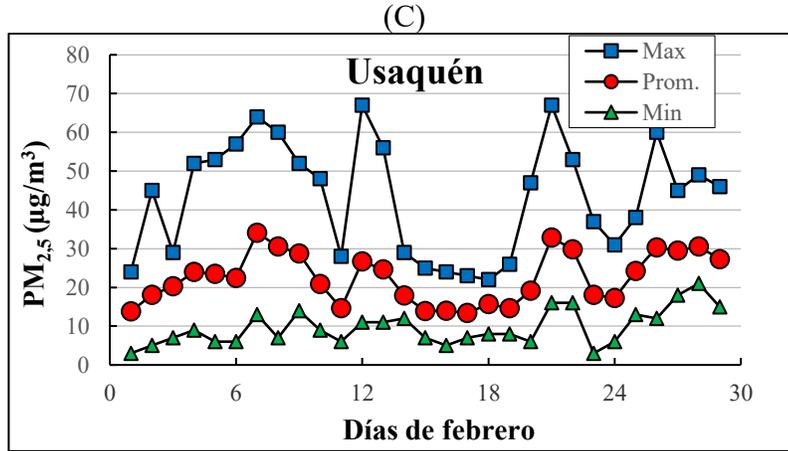
Fuente: Observatorio Ambiental de Bogotá (2019).

Figura 10. Comportamiento mensual del material particulado PM₁₀ en Bogotá entre 2017 y 2019.

11.3 Contaminación por material particulado en las tres localidades para el mes de febrero de 2020, incluyendo el día sin carro y sin moto

Las figuras 11A-C muestran las concentraciones de PM_{2.5} y PM₁₀ durante los 29 días del mes de febrero de 2020, presentando de nuevo los mayores niveles en las localidades de Kennedy y Fontibón. Además, las concentraciones de PM_{2.5} sobrepasaron durante tres días en Kennedy (figura 11B) y un día en Fontibón (figura 11A), la norma máxima de 37 µg/m³ en 24 horas.

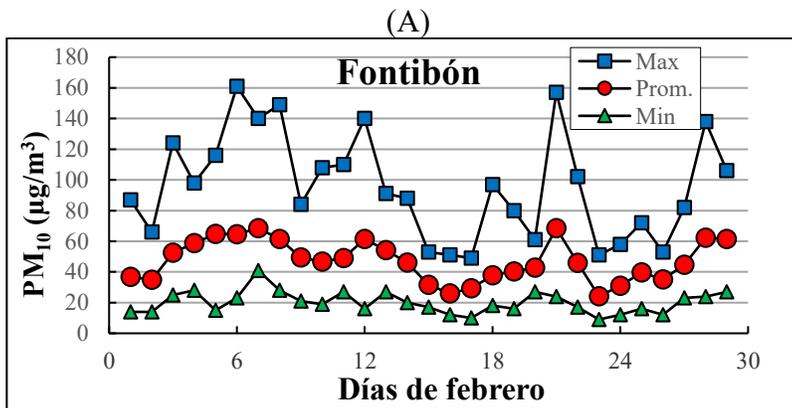




Fuente: RMCAB (2020).

Figura 11. Comportamiento del material particulado PM_{2,5} en las localidades de Fontibón (A), Kennedy (B) y Usaquén (C) en el mes de febrero de 2020, en el cual ocurrió el día sin carro y sin moto, el 6 del mes, incluyendo el promedio, la máxima y la mínima diarios.

Las figuras 12A y B muestran las concentraciones del PM₁₀ durante el mes de febrero de 2020 e indican que en la localidad de Kennedy dicha concentración rebasó la máxima en 24 horas (75 µg/m³), es decir el día anterior (con 35,38 g/m³) y posterior (con 90.83 µg/m³) del día sin carro y sin moto (6 de febrero).



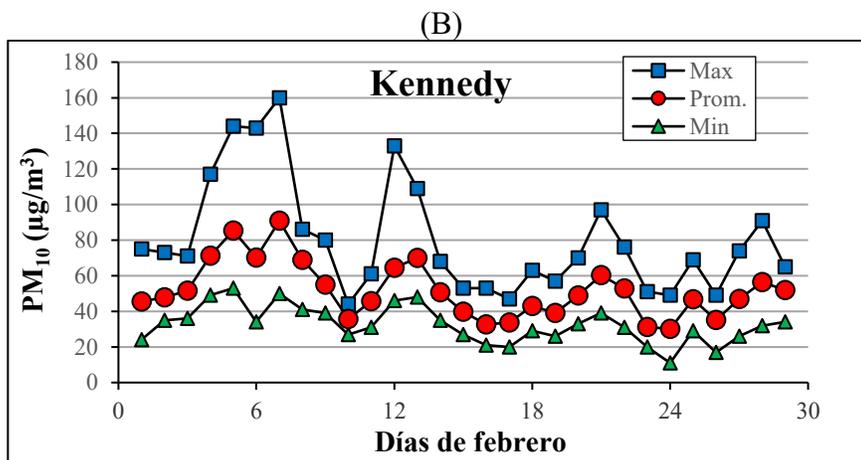


Figura 12. Comportamiento del material particulado PM_{10} en las localidades de Fontibón y Kennedy en el mes de febrero 2020, en el cual hubo el día sin carro el 6 del mes, incluyendo el promedio, máximo y mínimo diarios.

La tabla 9 compara las concentraciones del $PM_{2.5}$ y PM_{10} en los días antes, durante y después al día sin carro y sin moto para febrero de 2020. No existieron datos de la estación de Usaquéen para el PM_{10} . Se observa que en los días 5 y 7 de febrero, el nivel máximo permisible, de $37.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$, durante las 24 horas, sobrepasó el de la localidad de Kennedy, lo mismo sucedió para el nivel de PM_{10} , superando los $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ permitidos por día.

Tabla 9. Comparación del promedio de concentraciones por material particulado (PM) de los días 5, 6 y 7 de febrero de 2020, siendo el 6 el día sin carro y sin moto.

PM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Localidad	Días de febrero			Promedio 3 días	Promedio mes
		5	6	7		
2,5	Fontibón	32,6	33,2	36,1	34,0	27,0
	Kennedy	37,5	30,3	43,9	37,2	28,9
	Usaquén	23,5	22,4	34,1	26,7	22,4
	Promedio	31,2	28,6	38,0	32,6	26,1
10	Fontibón	64,8	64,5	68,6	66,0	47,2
	Kennedy	85,4	70,3	90,8	82,2	51,8
	Promedio	75,1	67,4	79,7	74,1	49,5

Fuente: RMCAB (2020).

Las tablas 10A-B presentan los promedios de las concentraciones para los dos materiales particulados durante los 29 días del mes de febrero de 2020, en las que se pueden observar: el mayor nivel en la localidad de Kennedy, y un error estándar relativamente bajo, principalmente para el $PM_{2.5}$, y una diferencia significativa (con una confianza del 95% ($P < 0,05$)), entre las localidades de Kennedy y Fontibón, comparadas con la de Usaquéen, la cual presentó los valores más bajos. De igual manera, ni para el $PM_{2.5}$, ni para el PM_{10} hubo una diferencia estadística entre las localidades de Fontibón y Kennedy. No existieron datos de la estación de Usaquéen para el PM_{10} .

Tabla 10. Análisis estadístico de las concentraciones de PM_{10} y $PM_{2.5}$ para el mes de febrero de 2020 en las localidades de Kennedy, Fontibón y Usaquén. Datos tomados de: RMCAB (2020).

A) Contaminante $PM_{2.5}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Localidad	Promedio de 29 días	Error estándar
Fontibón	26,96 A	1,28
Kennedy	28,90 A	1,28
Usaquén	22,44 B	1,22
Promedio	26,10	1,26

Promedios con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de Tukey ($P>0,05$).

B) Contaminante PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Localidad	Promedio de 29 días	Error estándar
Fontibón	47,21 A	2,49
Kennedy	51,80 A	2,92
Promedio	49,50	2,70

Promedios con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de T-Student ($P>0,05$).

La figura 13 muestra el comportamiento del material particulado $PM_{2.5}$ en las localidades de Kennedy, Fontibón y Usaquén, relacionando el día sin carro y sin moto, el 6 de febrero de 2020, con el resto de los días del mes con carro. En ninguna de las localidades se presenta, en comparación con el resto del mes, una diferencia estadísticamente significativa entre el día sin carro y sin moto.

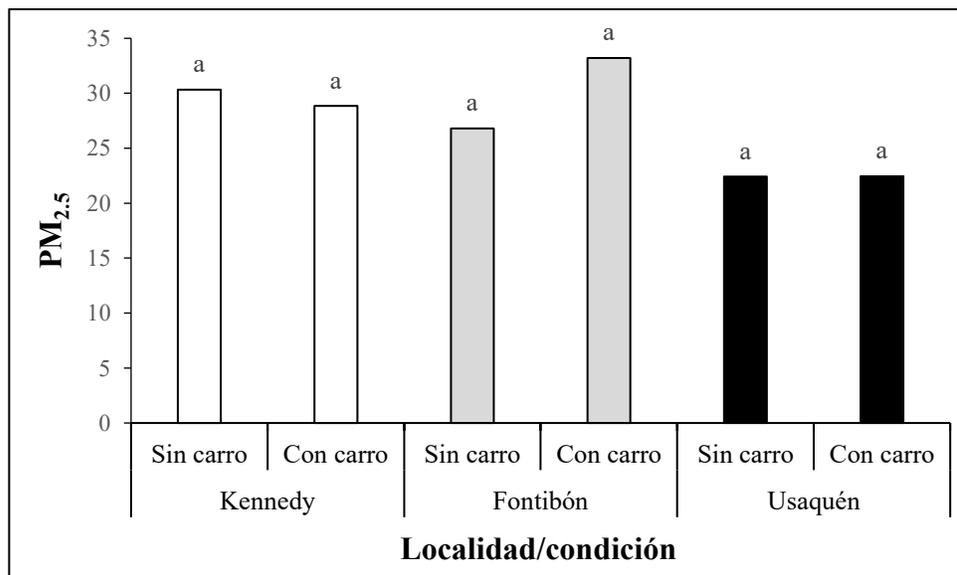


Figura 13. Comportamiento del material particulado $PM_{2.5}$ en las localidades de Kennedy, Fontibón y Usaquén para el mes de febrero de 2020, comparando el día sin carro y sin moto, 6 de febrero, con el resto de los días del mes sin esta restricción. Promedios con una letra

común no son significativamente diferentes, según la prueba de Mann-Whitney ($P > 0,05$). Datos tomados de RMCAB (2020).

La figura 14 muestra claramente que para el PM_{10} se presenta una diferencia estadísticamente significativa entre el día sin carro y sin moto, comparado con el resto del mes. Es decir, en el día sin carro y sin moto se presentó una contaminación de este material particulado significativamente inferior. No existieron datos de la estación de Usaquén para el PM_{10} .

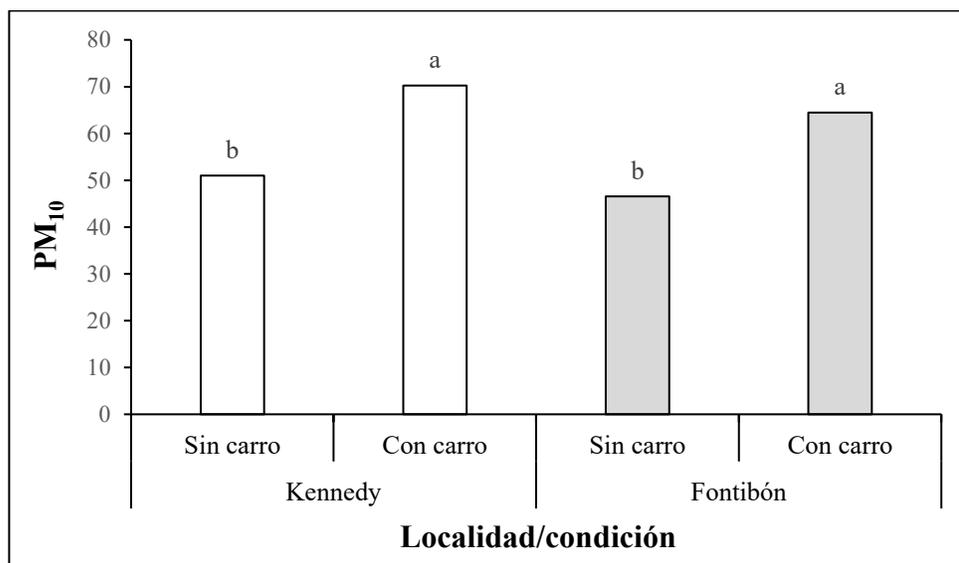


Figura 14. Comportamiento del material particulado PM_{10} en las localidades de Kennedy y Fontibón en el mes de febrero de 2020, comparando el día sin carro y sin moto, el 6 de febrero, con el resto de los días del mes (con carro). Promedios con una letra común no son significativamente diferentes, según la prueba de Mann-Whitney ($P > 0,05$). Datos tomados de RMCAB (2020).

El mismo resultado se confirmó en la figura 15, como en las dos figuras anteriores, es decir del total de los registros para el $PM_{2.5}$ en las localidades de Kennedy, Fontibón y Usaquén no se presentó una diferencia significativa entre el día sin carro y sin moto, en comparación con el resto del mes, mientras que para el PM_{10} , sumando los registros de las localidades de Kennedy y Fontibón, en el día sin carro y moto disminuyó significativamente esta contaminación. No existieron datos de la estación de Usaquén para el PM_{10} .

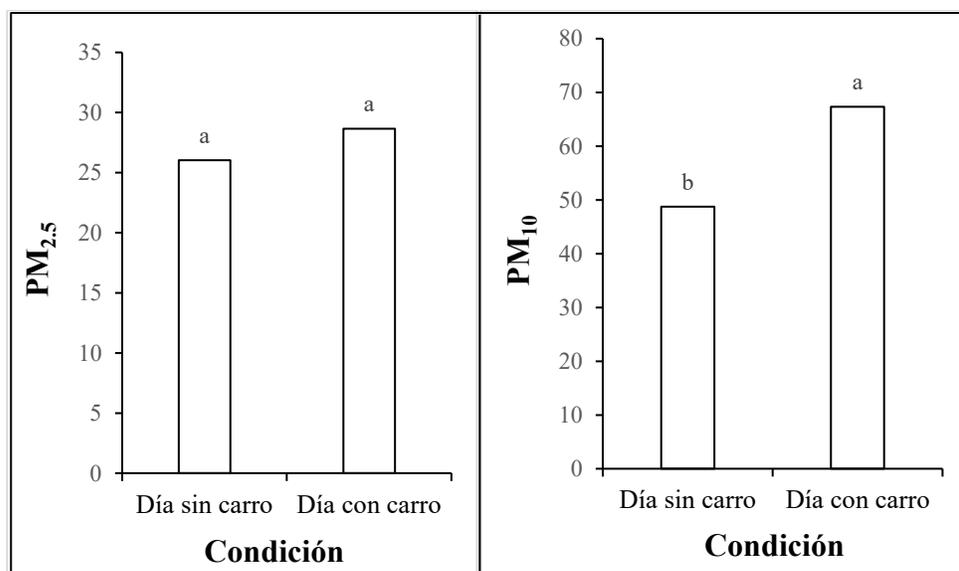


Figura 15. Comportamiento del material particulado PM_{2.5} en el total de las localidades Kennedy, Fontibón y Usaquén (izquierda) y el del material particulado PM₁₀ de la sumatoria de las localidades de Kennedy y Fontibón (derecha), para el mes de febrero de 2020, comparando el día sin carro y sin moto, 6 de febrero, con el resto de los días del mes. Promedios con una letra común no son significativamente diferentes, según la prueba de Mann-Whitney ($P > 0,05$). Datos tomados de RMCAB (2020).

Las condiciones climáticas relacionadas con la temperatura, velocidad del viento y la lluvia en las tres localidades ilustradas en la tabla 11 permiten observar la temperatura promedio, la máxima y la mínima más bajas en Usaquén, por otro lado, las de Kennedy fueron las más altas. También Usaquén se diferenció por tener la menor velocidad del viento y la más alta se presentó en Fontibón, por último, en este día sin carro y sin moto no hubo precipitación.

Tabla 11. Temperatura, velocidad del viento y precipitación el día 6 de febrero de 2020 en las tres localidades.

Localidad	Temperatura (°C)			Velocidad viento (m/s)	Precipitación (mm)
	Prom.	Max.	Mín.		
Fontibón	14,8	23	6	3,71	0
Kennedy	17,0	28	7	2,42	0
Usaquén	13,4	22	5	1,38	0
Promedio	15,1	24,3	6	2,50	0

Fuente: RMCAB (2020).

11.4 Resultados de la encuesta sobre la percepción de calidad del aire en tres localidades de Bogotá (Fontibón, Kennedy y Usaquén)

En las tres localidades participaron un total de 189 personas, de las cuales 64 son de Fontibón, 65 de Kennedy y 60 de Usaquén. Los encuestados fueron estudiantes, profesionales y conocidos que habitan en tales localidades. El 95% de las encuestas se realizaron de manera virtual y un 5% de forma presencial, debido a las restricciones por la pandemia del Covid-19. Fueron 12 preguntas de opción múltiple, algunas de única y otras de múltiple respuesta, usando el programa Google Forms, el cual se encuentra en el Anexo.

Género de los encuestados

Como muestra la figura 16, existe una ligera dominancia por las mujeres, es decir 51,9%, comparado con 48,1% hombres. En Fontibón dominaron los hombres con 53,1%, mientras en Usaquén y Kennedy (55 y 53,8%, respectivamente) lo hicieron las mujeres.

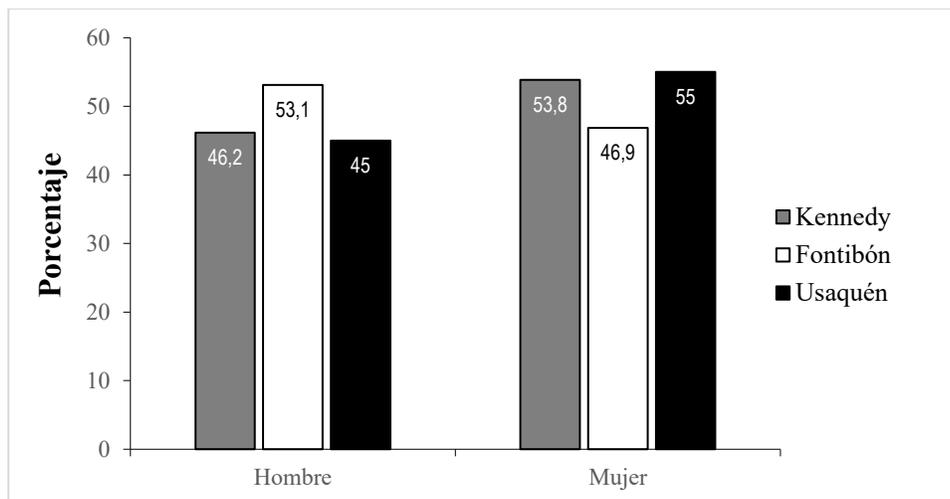


Figura 16. Género de los encuestados de las tres localidades de Bogotá.

Rango de edad de los encuestados

En los rangos entre 20 y 69 años casi la mitad de los encuestados está en la edad entre los 20 y los 29 años, especialmente en Kennedy y Usaquén (figura 17). El segundo grupo de edad más grande fue el de Kennedy con 32,3%, personas entre 30 y 39 años, mientras los siguientes grupos fueron los encuestados de Usaquén entre 50 y 59, y entre 60 y 69 años; con el 21,7% y 18,3%, respectivamente. Por todo esto se puede afirmar que las personas de mayor edad se encontraron en Usaquén y las de menor en Kennedy.

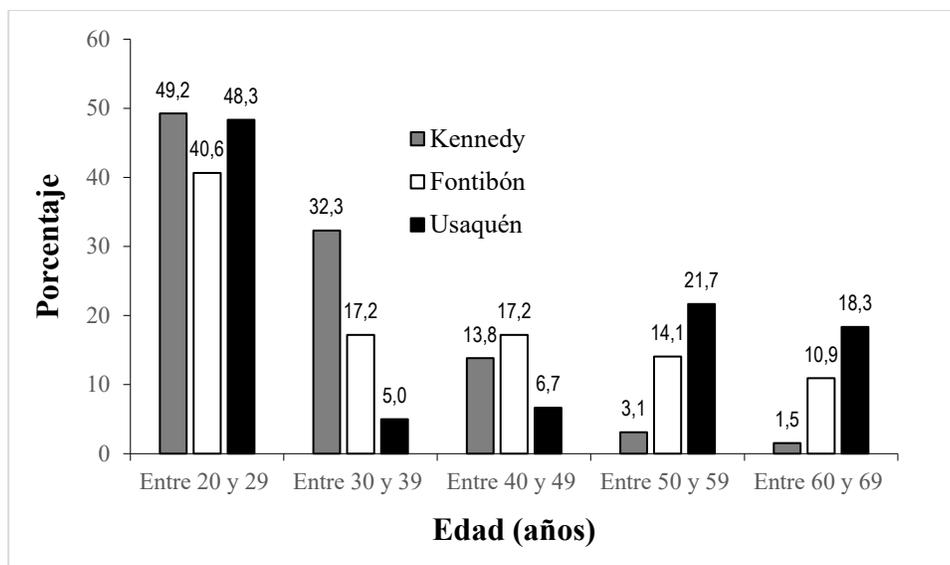


Figura 17. Rangos de edad de los encuestados entre 20 y 69 años en las tres localidades.

Nivel de escolaridad de los encuestados

El nivel de escolaridad no muestra tanta diferencia como se ha visto para los estratos (figura 18), ya que la mayoría de los encuestados en las tres localidades tuvo el nivel de profesional o técnico, especialmente los de Kennedy (53,8%), mientras que los de posgrado fueron sobre todo de Fontibón (40,8%). Los encuestados que cuentan con nivel de secundaria, tuvieron un porcentaje entre 21,5% y 26,7%, mientras tanto hubo una persona encuestada de Kennedy con primaria solamente (1,5%).

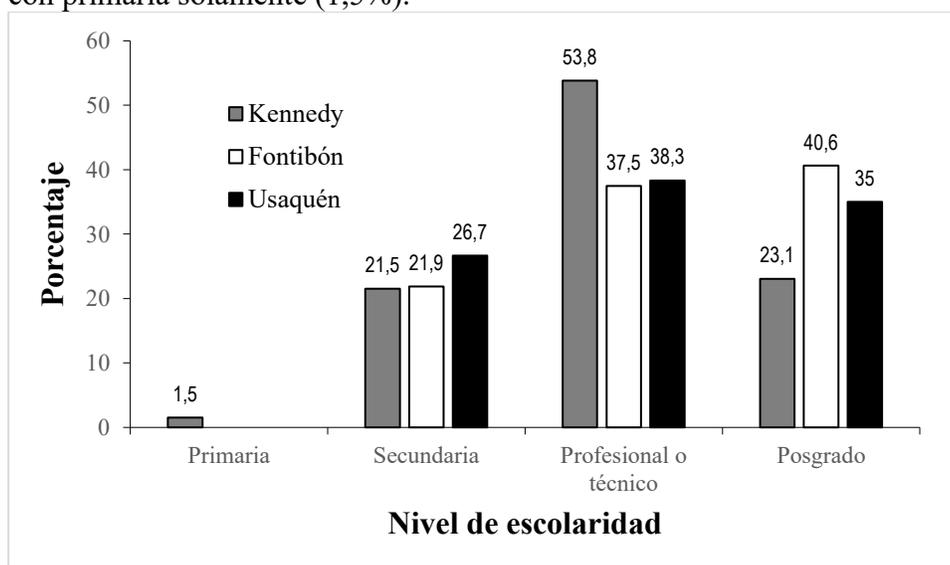


Figura 18. Nivel de escolaridad de los encuestados en las tres localidades.

Estrato socioeconómico de los encuestados

Las tres localidades se distinguieron por una distribución de los estratos socioeconómicos particularmente, es decir que 98,4% de los encuestados en Kennedy viven en manzanas con estratos 2 y 3, 33,8% y 64,8%, respectivamente (figura 19). En comparación, fueron los

estratos 3 y 4, donde viven la mayoría las personas entrevistadas de Fontibón, con 37,5% y 57,8%, respectivamente. Cabe anotar que los de Usaquén, viven, principalmente, en los estratos 3 a 6 (o más), con, 11,7%, 48,3%, 26,7% y 10%, respectivamente.

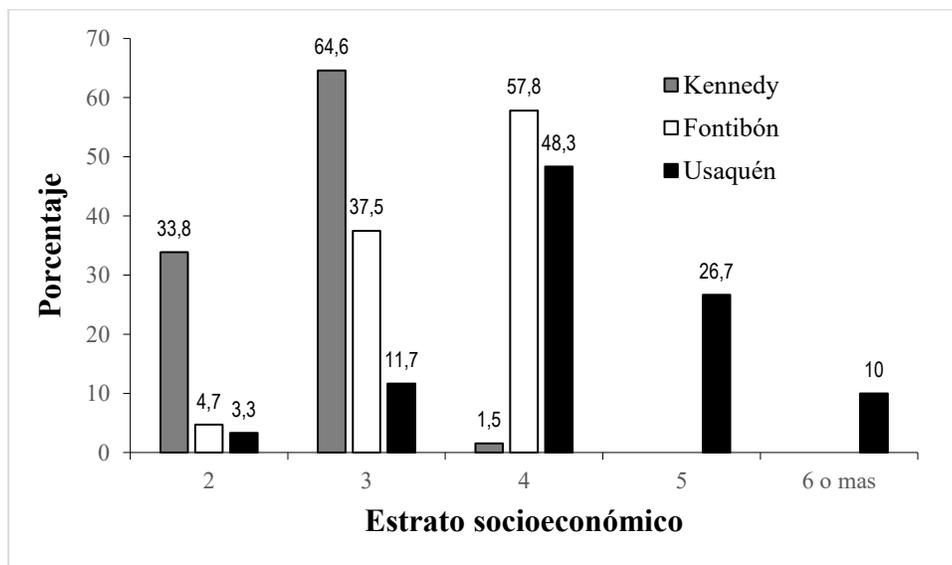


Figura 19. Estrato socioeconómico de los encuestados de las tres localidades.

Cercanía de las viviendas de los encuestados a sitios de contaminación

En esta pregunta de la encuesta en la cual las personas tenían la opción de contestar hasta máximo dos opciones de respuesta, la figura 20 muestra una diferenciación entre las localidades, es decir, sobre todo, los encuestados en Fontibón y un poco menos los de Kennedy, viven cerca de avenidas con tráfico pesado, 29,7% y 29,2%, respectiva y solamente 11,7% de Usaquén. Particularmente, en las tres localidades, donde existen estas avenidas, las personas viven también cerca de parques con zonas verdes y esta respuesta tiene la mayor participación de todas las opciones posibles, es decir entre 28,3% y 32,8% para las tres localidades. Solamente en las dos localidades más industrializadas, Fontibón y Kennedy, las personas contestaron que viven en la cercanía de industrias contaminantes y avenidas con tráfico pesado, es decir 17,2% y 9,2%, respectivamente. Usaquén se presentó como la localidad, en donde vive la mayoría de los encuestados cerca a zonas verdes (33,3%), y esta ventaja presentó solamente el 6,3% y 6,2% para los encuestados en Fontibón y Kennedy, respectivamente. Igualmente, el porcentaje más alto de los encuestados que contestaron que no hay ninguna fuente de contaminación importante en su cercanía, fueron las de Usaquén (16,7%) y solamente 4,7% y 7,7% de Fontibón y Kennedy, respectivamente. Es curioso notar que las tres localidades, Usaquén, Fontibón y Kennedy, contestaron de manera muy similar, con un porcentaje de 1,7, 1,6 y 1,5, respectivamente, el tener a una industria contaminante cerca del lugar donde vive. Solamente el 3,1% de Kennedy y Fontibón, y todavía menos para Usaquén (con un 1,7%), contestaron que se encuentran cerca de sus viviendas, botaderos (basureros) a cielo abierto y avenidas con tráfico pesado, Por último, cabe resaltar que hubo muy pocos encuestados (el 3,1%) para Kennedy, quienes mencionan que viven muy cerca de un botadero y avenida con tráfico pesado.

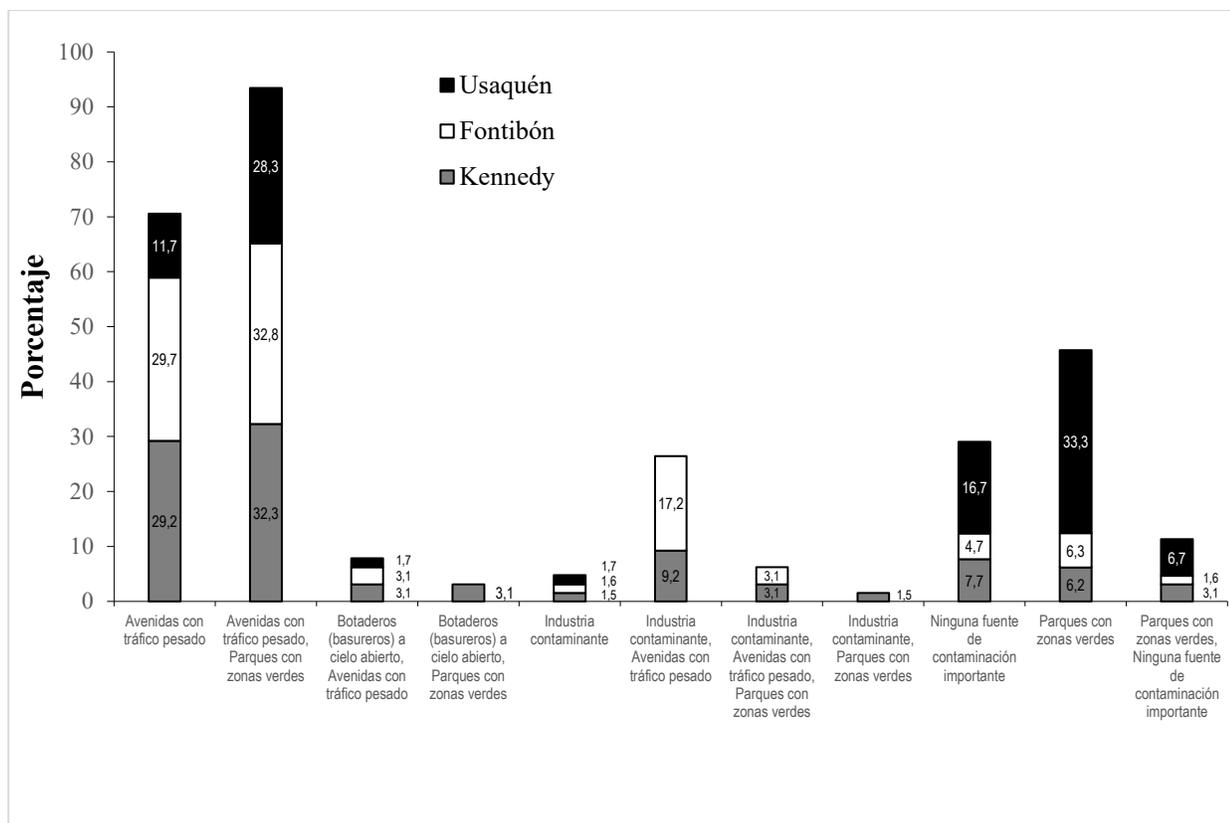


Figura 20. Cercanía de las viviendas de los encuestados a sitios de contaminación.

Fuentes de contaminación en las tres localidades

Los encuestados de las tres localidades contestaron de forma muy similar, entre 67,2 y 72,3%, que, según su percepción, la fuente más contaminante es la del parque automotor, mientras que en segundo está la industria, sobre todo para los habitantes de Fontibón (21,9%) y en menor medida para Kennedy (con 15,4%) y Usaquén (con 15%). En tercer lugar, se puede ver que el manejo inadecuado de los residuos sólidos es importante para los encuestados con un 13,3% en Usaquén, y 10,8% y 7,8% en Kennedy y Fontibón, respectivamente. En cuanto a los incendios forestales, contribuyen solamente el 3,1% de los de Fontibón y 1,5% de los encuestados en Kennedy, lo perciben como una fuente de contaminación, mientras tanto para los habitantes de Usaquén no es atribuido este evento como una fuente de contaminación considerable (figura 21).

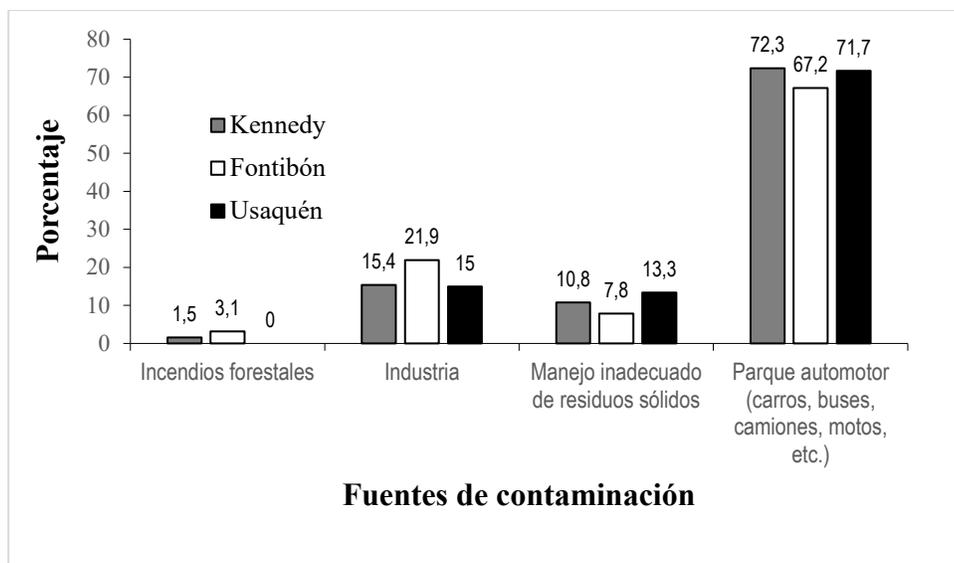


Figura 21. Fuentes de contaminación en las tres localidades.

Percepción de la calidad del aire en las tres localidades

En un rango entre 1 y 10 (siendo 10 lo mejor y 1 lo peor) el mayor porcentaje de encuestados en Fontibón y Kennedy perciben que la calidad del aire merece una valoración de 5, con 21,9 y 20%, respectivamente, mientras que la mayoría de encuestados en Usaquén la califican con un 7 (figura 22). Pero también es de tener en cuenta que 7,8% y 1,5% de las personas en Fontibón y Kennedy respectivamente, calificaron la calidad del aire simplemente con un 1, y apenas 1,7% de los encuestados en Usaquén asignaron un 2. En un promedio general, los encuestados de Kennedy perciben la calidad del aire en su localidad con un 5,1 y, sorprendentemente, los de Fontibón con solo un 4,7, viviendo en estratos más altos, mientras que los de Usaquén la calificaron con un 6,4. Es de resaltar que el 8,3% de los encuestados en Usaquén calificó la calidad el aire con un 9, el 1,7% con un 10 y ninguno le asignó un 1. En Fontibón y Kennedy el panorama es distinto con un 7,8 y 1,5%, respectivamente. Curioso es que un 3,1% de Kennedy la percibe con un 10/10.

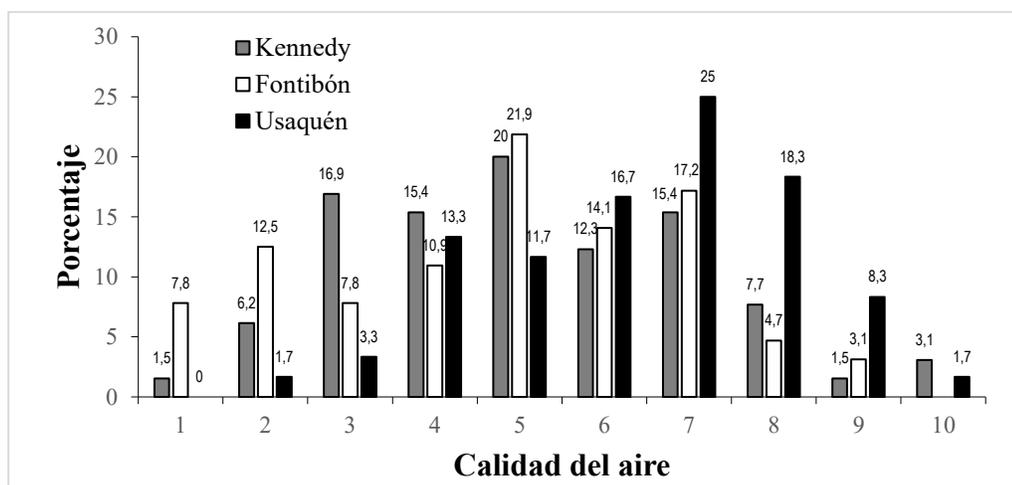


Figura 22. Percepción de la calidad de aire por los encuestados en las tres localidades en una escala del 1 al 10 (siendo 10 lo mejor y 1 lo peor), antes de iniciar la pandemia.

Aplicando el análisis de correlación entre el estrato socioeconómico de los encuestados y su percepción de la calidad del aire (tabla 12), se encontró que a nivel de cada localidad no hubo significancia, pero con el total de las tres localidades, sí se dio lugar a una significancia, es decir, en el momento en que aumenta el nivel del estrato, se incrementa también la percepción de la calidad del aire.

Tabla 12. *Análisis de correlación de Spearman entre el estrato socioeconómico y la percepción de la calidad del aire por los encuestados.*

Localidad	Calidad del aire			Estrato	Calidad del aire
Kennedy	0,102 ns	Estrato	Coefficiente de correlación	1,000	0,161
Estrato			Significancia (bilateral)		0,027
Fontibón			N	189	189
Fontibón	(-)0,126 ns	Calidad del aire	Coefficiente de correlación	0,161	1,000
Usaquén	(-)0,054 ns		Significancia bilateral	0,027	
Estrato			N	189	189

*La correlación es significativa al nivel de (P<0,05 (bilateral));

*no hay correlación si (P>0,05)

Enfermedades respiratorias en la familia del encuestado

La figura 23 muestra claramente que la mayoría de los encuestados y su familia en Usaquén y Fontibón no sufren de enfermedades respiratorias, cuyos porcentajes de respuesta son de 55 y 45,3%, respectivamente, mientras que en la localidad de Kennedy un 40%, presenta el doble que en las otras dos localidades.

La segunda enfermedad respiratoria que más ocurre, el asma, se presenta en las tres localidades, con valores entre 16,7 y 23,4% y especialmente en Fontibón, mientras el EPOC, la IRA y la pulmonía se presentan en porcentajes bajos en Kennedy (7,7, 3,1 y 4,6%) que, de todas maneras, es mayor que en las otras dos localidades. Sin embargo, se puede ver que la ERA excede los 3% de los encuestados en Usaquén y Fontibón.

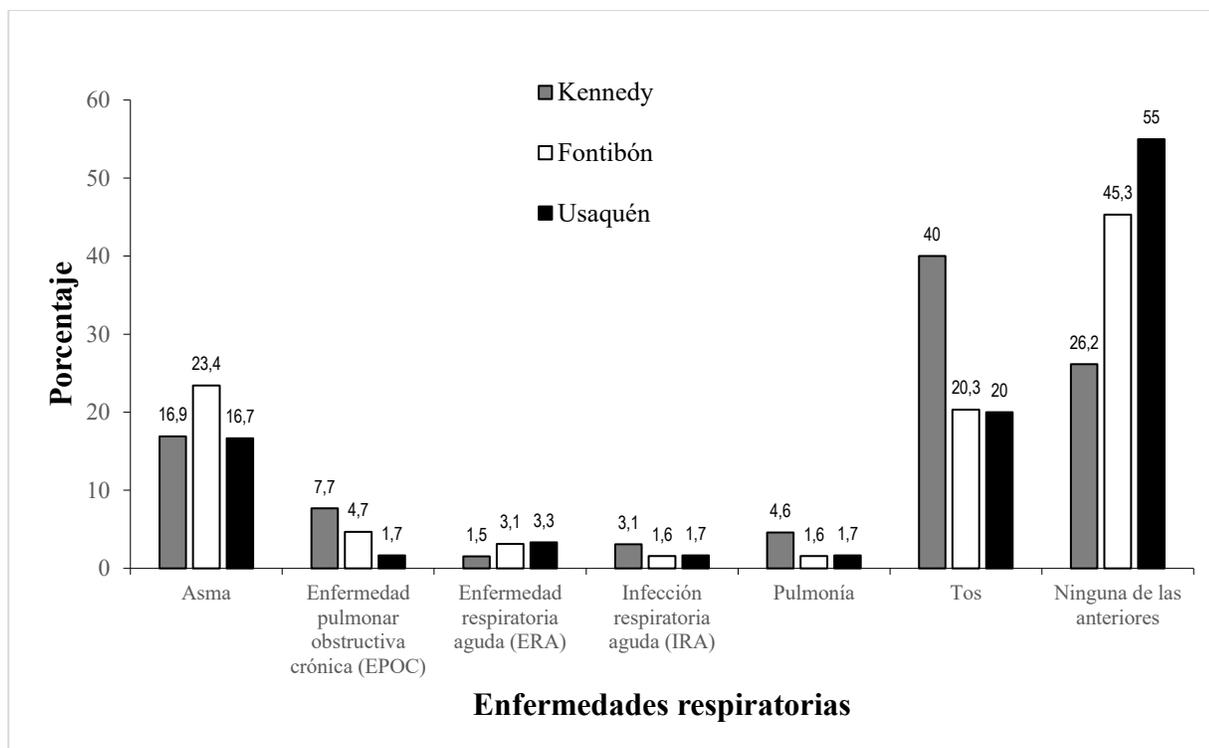


Figura 23. Enfermedades respiratorias en la familia del encuestado.

Consideraciones sobre la importancia de las diferentes situaciones relacionadas con la contaminación

En una escala del 1 a 5, la gran mayoría de los encuestados optó por un 5 respecto a cuán importante consideran el tener un aire limpio en su localidad y en la ciudad, sobre todo los que habitan en Kennedy (92,3%). Como valor 4, la mayor consideración la dan los de Usaquén (11,7%), dado que allí, las personas no sufren tanto por la contaminación aérea (figura 24), y solamente algunas pocas personas de Usaquén y Fontibón optaron por un nivel 3 de importancia, lo cual da a entender que este tema es medianamente importante para ellos y su localidad.

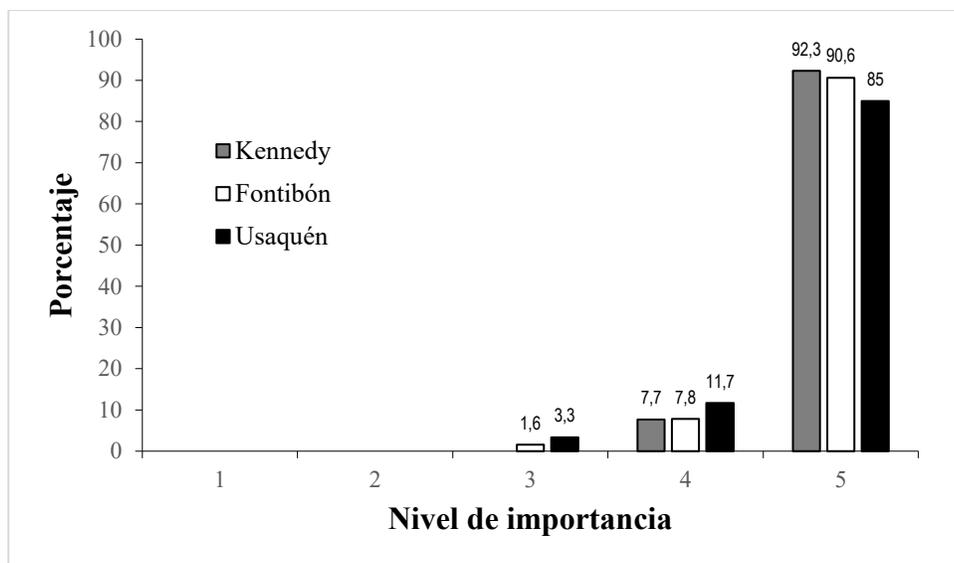


Figura 24. Importancia de tener aire limpio en su localidad y la ciudad.

La reducción del riesgo de llegar a padecer enfermedades respiratorias fue considerada con un promedio del 85% de los encuestados, especialmente los de Fontibón (89,1%) (figura 25) como lo más importante a tener en cuenta (puntuación 5); mientras esta proporción se redujo gradualmente para el rango 4, 3 y 2. La localidad de Usaquén que no presentó tantos casos mencionados de enfermedad respiratoria (figura 26), respondió en esta situación con un 4 el 11,7% y con 3, el 6,7%. Estas puntuaciones son más altas que las de Fontibón y Kennedy, que poseyeron valores menores.

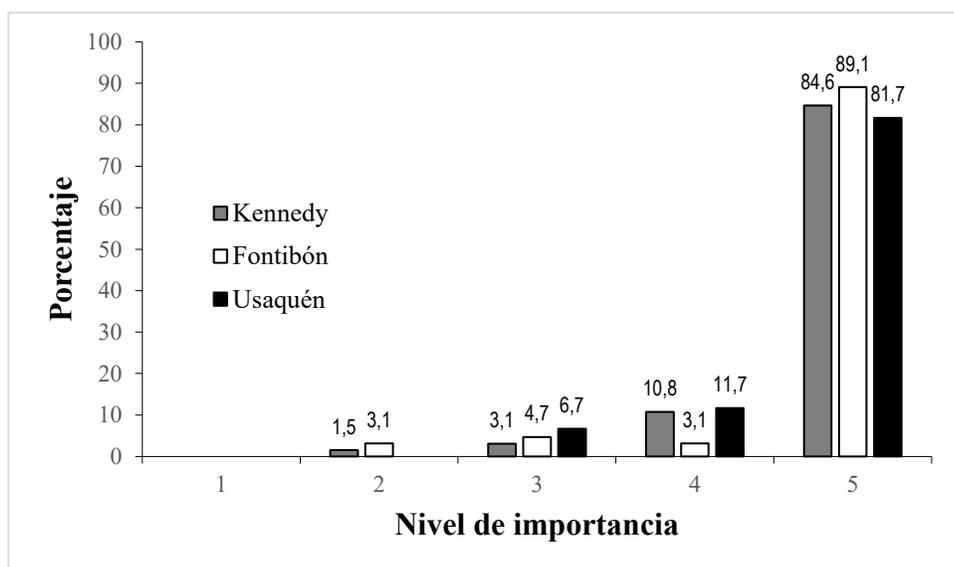


Figura 25. Reducir el riesgo de padecer enfermedades respiratorias.

El caso de prescindir del uso del carro particular y del transporte urbano para utilizar medios de transporte no contaminantes, como la bicicleta o los vehículos eléctricos, fue considerado en promedio por el 40% de los encuestados como lo más importante (calificación 5), especialmente para la localidad de Kennedy con 47,7% (figura 26), pero

esta propuesta fue mucho menos aceptada por los de Fontibón (32,8%). Interesantemente, el promedio de la calificación 3 de esta propuesta fue mayor que el de la 4, mientras que, por otro lado, Fontibón optó en mayor grado por las calificaciones 3 y 2 de esta situación, 28,1 y 14,1%, respectivamente. Se puede notar que incluso hubo algunos pocos encuestados que le asignaron a esta propuesta un 1, (no querer usar medios de transporte alternativos), observándose calificaciones entre 1,7 y 3,1%.

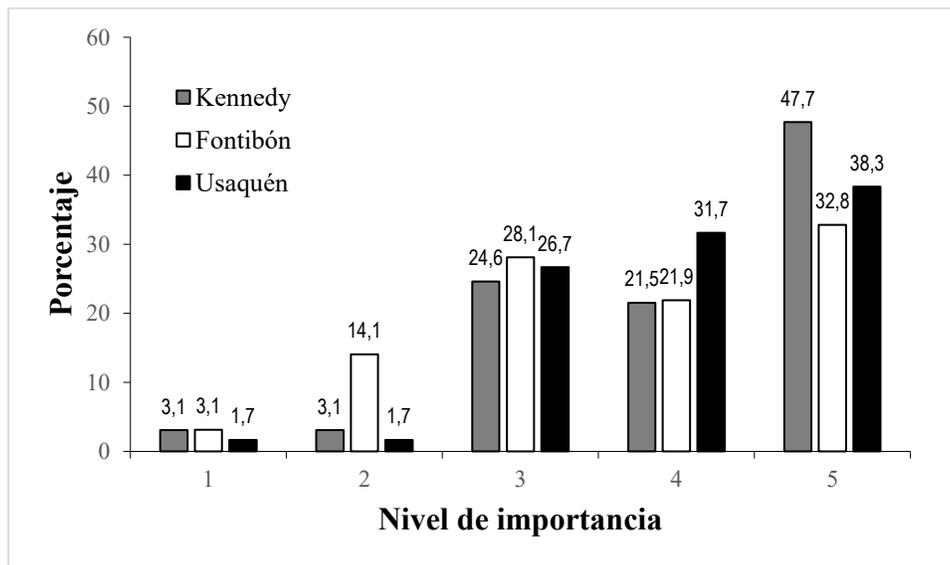


Figura 26. Caso de prescindir del uso del carro particular y del transporte urbano para utilizar medios de transporte no contaminantes, como la bicicleta o los vehículos eléctricos

Las medidas más importantes de las autoridades competentes para mejorar la calidad del aire y las condiciones de vida

Dentro de las 4 medidas propuestas, la mayoría de los encuestados de las tres localidades votan por “Reemplazar y chatarrizar los buses que sean obsoletos y que no cumplan con los niveles reglamentarios de emisión de gases contaminantes”, especialmente para los de Fontibón con un 50% (figura 27), y mucho menos, es decir un 35,4% responde la población de Kennedy, para esta alternativa. Sin embargo, en reemplazo de esto, esta localidad lidera las respuestas donde se consideran como más importantes las opciones de “Cerrar las empresas y/o industrias que no cumplan con los límites exigidos por la normatividad ambiental vigente” e “Incentivar el uso de la bicicleta y de otros medios alternativos de transporte”, con un 29,2 y 24,6%, respectivamente. Por el contrario, los encuestados de Kennedy no consideran la medida de “Realizar un control en la fuente de donde se expulsan los gases contaminantes, por ejemplo, en las chimeneas de las fábricas”, con un 10,8%, como algo tan importante como si lo es para Usaquén (23,3%) y Fontibón (21,9%).

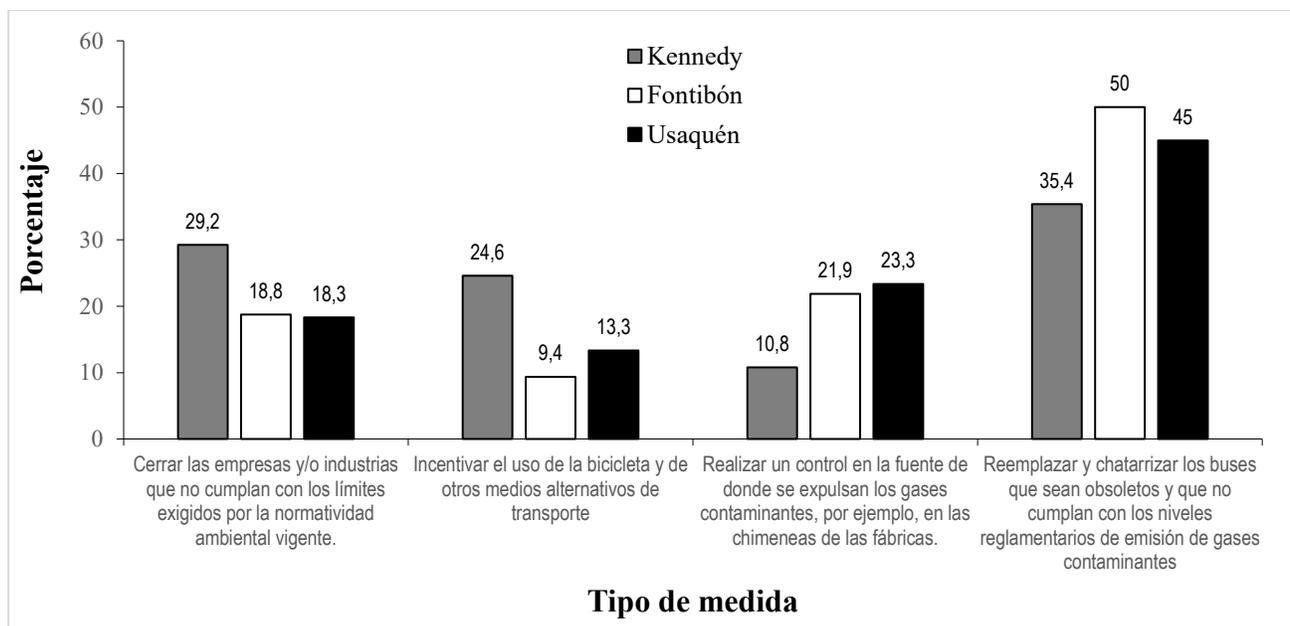


Figura 27. Tipos de medidas importantes a ser tomadas por las autoridades competentes para mejorar la calidad del aire y por ende la calidad de vida.

Supuesto traslado de los encuestados debido a la contaminación en el lugar donde viven

Si los encuestados pudieran trasladarse dada la contaminación en su localidad, la mayoría de los de Kennedy (56,9%) y de Fontibón (46,9%) lo harían a un municipio fuera de la ciudad, mientras los habitantes de Usaquén (con 53,3%), prefieren quedarse donde viven actualmente (figura 28). Solamente un poco más que el 26% de los ciudadanos de Kennedy y Fontibón deciden quedarse donde están viviendo actualmente, mientras algunos pocos de Usaquén (6,7%), pero muchos más de Fontibón (26,6%) y de Kennedy (16,9%), desean poder trasladarse a otra localidad de la ciudad.

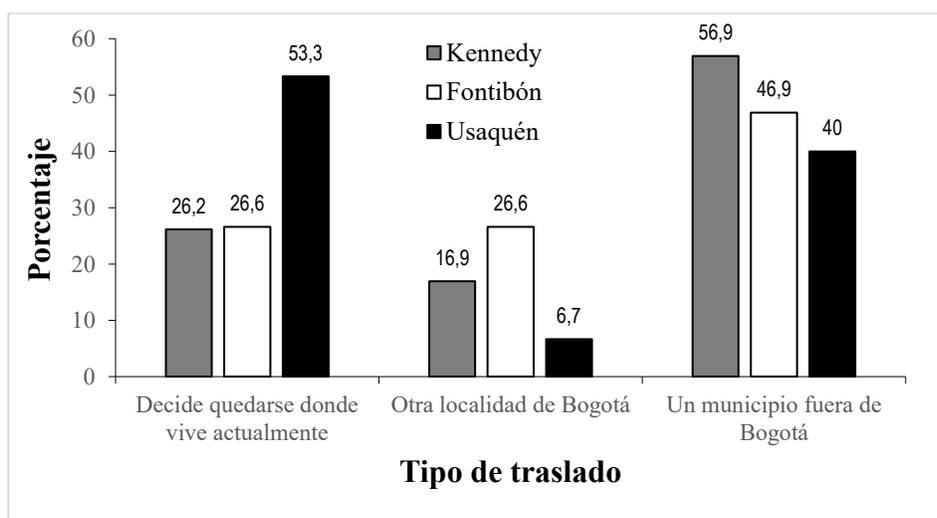


Figura 28. Posible traslado de los encuestados debido a la contaminación en el lugar donde viven.

11.5 Categorías del riesgo asociado a la ubicación geo-espacial referente a la contaminación atmosférica

La tabla 13 indica las concentraciones de los contaminantes, medidas para los diferentes tiempos de exposición, que definen los estados de *Prevención*, *Alerta* y *Emergencia*, publicadas en la Resolución 2254 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible del 01 de noviembre de 2017.

Tabla 13. *Concentraciones ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para los niveles de prevención, alerta o emergencia.*

Contaminante	Tiempo de exposición	Prevención	Alerta	Emergencia
PM ₁₀	24 horas	155 – 254	255 – 354	≥ 355
PM _{2.5}	24 horas	38 – 55	56 – 150	≥ 151
O ₃	8 horas	139 – 167	168 – 207	≥ 208
SO ₂	1 hora	198 – 468	487 – 797	≥ 798
NO ₂	1 hora	190 – 677	678 – 1221	≥ 1222
CO	8 horas	10820 – 14254	14255 – 17688	≥ 17689

Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2017).

La tabla 14 muestra los índices de calidad del aire (ICA) que definen el color y el estado de la calidad del aire con sus posibles efectos en la salud, publicada en la Resolución 2254 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible del 01 de noviembre de 2017.

Tabla 14. *Descripción general del índice de calidad del aire (ICA).*

Rango ICA	Color	Estado de calidad del aire	Efectos
0 – 50	Verde	Buena	La contaminación atmosférica supone un riesgo bajo para la salud
51 – 100	Amarillo	Aceptable	Posibles síntomas respiratorios en grupos poblacionales sensibles
101 – 150	Naranja	Dañina a la salud de grupos sensibles	Los grupos poblacionales sensibles pueden presentar efectos sobre la salud. 1) Ozono troposférico: Las personas con enfermedades pulmonares, niños, adultos mayores y las que constantemente realizan actividad física al aire libre, deben reducir su exposición a los contaminantes del aire. 2) Material particulado: Las personas con enfermedad cardíaca o pulmonar, los adultos mayores y los niños se consideran sensibles y por lo tanto en mayor riesgo.
151 – 200	Rojo	Dañina para la salud	Todos los individuos pueden comenzar a experimentar efectos sobre la salud. Los grupos

			sensibles pueden experimentar efectos más graves para la salud.
201 – 300	Púrpura	Muy dañina para la salud	Estado de alerta que significa que todos pueden experimentar efectos más graves para la salud.
301 – 500	Marrón	Peligroso	Advertencia sanitaria. Toda la población puede presentar efectos adversos graves en la salud humana y están propensos a verse afectados por graves efectos sobre la salud.

Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2017).

La tabla 15 muestra los índices de calidad del aire con sus diferentes rangos del ICA que definen el color y la categoría y los puntos de corte del ICA para PM, CO, SO₂, NO₂ y O₃, según los diferentes tiempos de exposición. Además presenta el cálculo del ICA con su respectiva fórmula, publicada en la Resolución 2254 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible del 01 de noviembre de 2017.

Tabla 15. Puntos de corte del índice de calidad del aire respecto a los contaminantes criterio.

Índice de calidad del aire			Puntos de corte del ICA						
ICA	Color	Categoría	PM ₁₀ µg/m ³ 24 horas	PM _{2.5} µg/m ³ 24 horas	CO µg/m ³ 8 horas	SO ₂ µg/m ³ 1 hora	NO ₂ µg/m ³ 1 hora	O ₃ µg/m ³ 8 horas	O ₃ ⁽¹⁾ µg/m ³ 8 horas
0-50	Verde	Buena	0-54	0-12	0-5094	0-93	0-100	0-106
51-100	Amarillo	Aceptable	55-154	13-37	5095-10819	94-197	101-189	107-138
101-150	Naranja	Dañina a la salud de grupos sensibles	155-254	38-55	10820-14254	189-486	190-677	139-167	245-323
151-200	Rojo	Dañina a la salud	255-354	56-150	14255-17688	487-797	678-1221	168-207	324-401
201-300	Púrpura	Muy dañina a la salud	355-424	151-250	17689-34862	798-1583	1222-2349	208-393	402-794
301-500	Marrón	Peligrosa	425-604	251-500	34863-57703	1584-2629	2350-3853	394 ⁽²⁾	795-1185

Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2017).

- (1) En general, se requiere que en todas las zonas de monitoreo se reporte el ICA de ozono de 8 horas. Sin embargo, hay un pequeño número de áreas donde el ICA basado en valores de ozono de 1 hora sería más precautorio. En estos casos, además de calcular el valor del índice de ozono de 8 horas, se debe calcular ICA de ozono de 1 hora y reportar el más alto de los 2.
- (2) El ICA de ozono de 8 horas no será calculado para concentraciones superiores de 394 µg/m³. Para valores superiores se realiza únicamente el cálculo del ICA de ozono para 1 hora.

Cálculo del ICA

$$ICA_p = \frac{I_{alto} - I_{bajo}}{PC_{alto} - PC_{bajo}} \times (C_p - PC_{bajo}) + I_{bajo}$$

En donde:

ICA_p = Índice de calidad del aire para el contaminante p

C_p = Concentración medida para el contaminante p

PC_{alto} = Punto de corte mayor o igual a C_p

PC_{bajo} = Punto de corte menor o igual a C_p

I_{alto} = Valor del ICA correspondiente al PC_{alto}

I_{bajo} = Valor del ICA correspondiente al PC_{bajo}

Discusión de resultados

Comparación demográfica, de salud y de calidad de vida para las tres localidades

Con referencia a los índices demográficos, de salud y contaminación que reporta el informe de Bogotá Cómo vamos (2019), las tres localidades de estudio, Fontibón, Kennedy y Usaquén difieren mucho, no solamente por el número de habitantes, hogares y viviendas que es lo más alto en Kennedy y lo más bajo en Fontibón. Además, un punto que afecta la calidad de vida es el de los ingresos, ya que los habitantes en la localidad de Usaquén cuentan con \$1.948.544 pesos per cápita, mientras los de Kennedy llegan solamente al 37,5% y los de Fontibón al 63,6% de este valor; contrario es el porcentaje de desempleo con un 7,78% en Kennedy y menor (con un 6,31%) en Usaquén (Ideca, 2020). Sin embargo, se ha encontrado la situación contraria, es decir que la contaminación atmosférica no siempre correlaciona positivamente con bajos ingresos y más desempleo, porque cuando la actividad industrial baja, emitiendo menos polución, puede igualmente aumentar la tasa de desempleo y disminuir los ingresos, como fue el caso ocurrido en Cataluña (España) (Rovira *et al.*, 2019).

Consideramos que las áreas verdes de la ciudad son importantes para la calidad de vida, dado que contribuyen a la salud y el bienestar integral de la población urbana (Müller *et al.*, 2020), la de Usaquén tiene una ventaja porque posee 120 ha de árboles y 4,3 m² de parques por habitante, mientras las otras dos localidades tienen menos, Fontibón cuenta apenas con la mitad de esta cobertura arbórea; y Kennedy por otro lado, teniendo 80 ha de árboles, sus habitantes poseen únicamente 2,4 m² de área de parques (Bogotá Cómo vamos, 2019). También, la Alcaldía de Bogotá (2018), en otro cálculo, que incluye todas las áreas verdes de una localidad, registró en 2017 para las localidades de Usaquén, un 21,9%, Fontibón, 9,5% y Kennedy, solamente 6,0 m² por habitante. Por lo anterior y siendo muy entendible, los habitantes de Usaquén perciben su calidad del aire mucho más alta que en las otras dos localidades, esto es explicable ya que, las plantas y en especial los árboles, tienen la habilidad de descontaminar el aire a través de la deposición de cualquier tipo de material particulado sobre sus hojas (Kumar *et al.*, 2009), además, por otro lado, la fotosíntesis de estas plantas aumenta la concentración de oxígeno y también disminuye la de dióxido de carbono en la atmósfera (Lambers *et al.*, 2008), todo lo anteriormente mencionado mejora la salud y minimiza el efecto del calentamiento global.

Es de considerar que, en la localidad de Kennedy, pese a tener una menor área verde por habitante y una mayor cantidad de material particulado contaminante, la mortalidad por IRA en niños menores de 5 años es solamente del 0,1 por cada 1.000 habitantes, comparado con el 0,3 de Fontibón y el 0,2 de Usaquén (Bogotá Cómovamos, 2019). En este contexto es bueno considerar el aspecto de que los niños pasan más tiempo al aire libre que los adultos, por lo que la exposición a los contaminantes atmosféricos de este grupo de la población es mayor (ANMM, 2015).

En este contexto, referente a las enfermedades respiratorias de los encuestados y sus familias, el doble de los habitantes de Kennedy, es decir 40%, sufren más por tos, EPOC, IRA y pulmonía que las otras dos localidades; por otro lado, el 55% de las personas de Usaquén contestó que no les afecta ninguna de estas enfermedades. Los estudios han mostrado que la contaminación, especialmente por el PM₁₀ y PM_{2.5}, entra a las vías respiratorias de las personas y al atravesar la tráquea, los pulmones y los bronquios pueden ocasionar muchas enfermedades como afecciones pulmonares, obstrucción pulmonar crónica, asma y cáncer pulmonar (Reina y Olaya, 2012). También Sánchez-Triana *et al.* (2007) subrayan que, el contaminante atmosférico que más se asocia con estos perjuicios para la salud es el material particulado, especialmente las partículas con diámetros menores a los 10 micrómetros (µm) o más pequeñas, cabe destacar que existe una gran evidencia de que aún las partículas más pequeñas, es decir, las de menos de 2,5 micrómetros de diámetro (PM_{2.5}), son las que ocasionan los efectos más graves para la salud.

Pese a que la localidad de Fontibón fue menos afectada por el material particulado ((PM₁₀) (40 µg/m³)) que Kennedy, con 50 µg/m³ de PM₁₀, el 23,4% de los encuestados allí, afirmaron haber sufrido de asma en su familia. Sin embargo, se debe tener en cuenta que la contaminación atmosférica no causa solamente enfermedades respiratorias, sino que también está inmersa en el desarrollo de enfermedades cardíacas y problemas de la vista (Pérez-Padilla *et al.*, 2010) y otras autoinmunes como el lupus, la artritis reumatoide, la esclerosis múltiple y la diabetes tipo 1 (Zhao *et al.*, 2019). Este contaminante perturba las respuestas inmunes antivirales (Glencross *et al.*, 2020), además de la depresión en los que la padecen (Fan *et al.*, 2020). También, los estudios de Wang *et al.* (2018) revelaron que existen en todo el mundo casos de cáncer de pulmón asociado con la exposición a PM_{2.5}, especialmente en países de ingresos bajos y medianos; por último, los casos de una asociación entre esta enfermedad y el PM₁₀, en el estudio de Wang, no fueron muy consistentes.

Contaminación por material particulado en las tres localidades

No solamente el informe de Bogotá Cómovamos (2019) muestra que la contaminación atmosférica por PM₁₀ en Kennedy, con 50 µg/m³, es un 20% más alta que la de Fontibón (40 µg/m³) y un 22% más que la de Usaquén, con 39 µg/m³; ahora, teniendo en cuenta la contaminación por PM_{2.5}, Kennedy presenta 24,3 µg/m³, lo que casi duplica la de Usaquén, cuyo valor es de 12,7 µg/m³. También, las concentraciones medidas por el RMCAB (2020) en febrero de este año confirman esta tendencia, es decir, para el caso del PM_{2.5}, el promedio del mes fue 28,9 µg/m³ para Kennedy, 27,0 µg/m³ para Fontibón y solamente 22,4 µg/m³ para Usaquén, todo esto indica que la concentración más baja en esta última localidad es estadísticamente menor que la de las dos anteriores. Lastimosamente, el PM₁₀ no está siendo medido por la estación en Usaquén en este año (2020), para el cual Kennedy tuvo un

promedio de $51,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en febrero, es decir hasta finalizar el año esta concentración anual promedio podría estar muy cerca de los $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ que fijó el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible como máximo nivel permisible (MADS, 2017).

Esta contaminación atmosférica baja que presenta la localidad de Usaquén, posiblemente, está relacionada, por un lado, con el menor tráfico pesado y la menor área industrial, en comparación con las otras dos localidades de este estudio (Prudencia Bogotá, 2017).

Además, la localidad de Usaquén se distingue por su topografía inclinada (compartiendo desde pendientes planas a ligeramente onduladas por el occidente de la localidad, además de inclinadas a muy inclinadas en los Cerros Orientales y su piedemonte, según la Alcaldía Mayor de Bogotá (2018) que evita que la contaminación se acumule menos que en un terreno completamente plano, el cual poseen Kennedy y Fontibón. Igualmente, en Usaquén como se ha mencionado anteriormente, existe una gran zona verde que no solamente absorbe la contaminación por su follaje (Kumar *et al.*, 2009), sino que también disminuye la temperatura de la zona (tabla 11) por el efecto de la evaporación de sus hojas (Lambers *et al.*, 2008).

Está comprobado que los terrenos sin vegetación, es decir, los que poseen solamente asfalto y cemento, tienen una temperatura más alta que puede sobrepasar a la de sus zonas rurales circundantes, que en casos extremos puede llegar hasta unos 11 o 12°C (Santamouris, 2015). Además, condiciones climáticas, como temperatura alta, humedad relativa baja, poca velocidad del viento y cielos despejados, conducen al desarrollo de calor alto, que combinadas con episodios de una polución severa (Ulpiani, 2021), pueden presentarse con mayor probabilidad en las localidades más planas y construcciones más densas de las localidades de Kennedy y Fontibón, en comparación con las de Usaquén.

Las medidas tomadas por el Ministerio de Ambiente, fijadas en las resoluciones 610 del MAVDT (2010) y 2254 del MADS (2017), para disminuir la contaminación, ya están dando resultados positivos, porque la contaminación atmosférica anual por PM_{10} que se encontraba en el año de 1998 con una concentración de $58 \mu\text{g}/\text{m}^3$, aumentó todavía más, para el año 2005 (con $74 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Para finalizar, ésta disminuyó, en general, hasta una concentración de $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2019, una tendencia que es confirmada por la figura 11, que ilustra el comportamiento del contaminante desde el 2015 al 2018, para diferentes localidades de la ciudad.

El aumento de la contaminación por material particulado se observa por toda la ciudad de Bogotá en los meses de febrero, noviembre y diciembre referente a los años 2017 a 2019, según datos del Observatorio Ambiental de Bogotá (2020), mientras que, en los meses de vacaciones, junio y agosto, fue la menor registrada. La mayor contaminación por PM en los primeros meses del año es atribuida a condiciones meteorológicas específicas, que dificultan la dispersión de estos materiales, además de las altas temperaturas que ocurren en este tiempo las cuales se deben a incendios forestales cuyas partículas pueden ser dispersadas hasta la ciudad, sin embargo, hay que aclarar que la causa no está en la meteorología, sino en las fuentes de emisión (Serrano, 2019).

La contaminación por material particulado disminuyó en el año 2019, a favor de un ambiente más sano para sus habitantes. Esta tendencia de la disminución de la contaminación por

material particulado ha sido reconocida desde el año 2005, constantemente, llegando por primera vez en los años 2012 y 2013, y luego a partir de 2015, estos niveles de PM₁₀ se registraron por debajo de los 50 µg/m³ (promedio anual), para quedarse por debajo de los límites legislativos colombianos (MADS, 2017). Sin embargo, de cualquier forma, esto está muy lejos de la norma que establece la guía de calidad del aire de la OMS del 2005, cuyo valor es de 20 µg/m³ (OMS, 2006).

Con respecto al nivel máximo permisible diario (promedio de tiempo de exposición de 24 horas), con 37 µg/m³ para PM_{2.5}, como norma del MADS (2017), este contaminante superó este límite en el mes de febrero de 2020, para la localidad de Kennedy durante tres días, Fontibón un día, pero ningún día en Usaquén, según los datos registrados por la RMCAB (2020).

También, respecto a las concentraciones de PM₁₀ durante el mismo mes de febrero, la localidad de Kennedy sobrepasó por un período de 2 días el límite máximo permitido en la norma del MADS (2017), de 75 µg/m³. Igualmente, como se establece en los valores anuales permitidos, la contaminación por el material particulado superó en varios días la norma de la OMS de 2005 (OMS, 2006), a lo largo de febrero de 2020, que para el PM₁₀ son hasta un máximo de 50 µg/m³ y para el PM_{2.5}, 25 µg/m³.

Con referencia a la contaminación por material particulado en el día sin carro y sin moto, reportado por el RMCAB (2020) para el 6 de febrero de 2020, en el promedio de las tres localidades, hay una rebaja en este día para el PM_{2.5} de 8,3% y para el PM₁₀, de 10,3%, comparado con el día anterior (5 de feb.). Lo que es un poco menos de lo informado por la alcaldesa Claudia López para la ciudad con una reducción del 10% en PM_{2.5} (Martínez, 2020). Sin embargo, esta ventaja se perdió totalmente en el día después (7 de feb.) con aumentos de 9,4 µg/m³ (32,9%) para el PM_{2.5}, y 12,3 µg/m³ (18,2%) para el PM₁₀; dichos valores están muy por encima del promedio del mes, posiblemente esto se deba a que los carros particulares recuperaron los viajes no realizados del día anterior.

En la localidad de Kennedy particularmente, estos incrementos del nivel del material particulado para el día 7 de febrero, fueron mucho más altos que el promedio de las otras dos localidades, ya que para el caso de Fontibón no hubo una disminución en la contaminación por PM_{2.5}, y para PM₁₀ solamente fue de 0,3 µg/m³ en el día sin carro y sin moto. Esta situación nada beneficiosa para los habitantes de esta localidad, deja muchas preguntas abiertas y muestra claramente que la entrada y salida de buses y camiones, especialmente por la calle 13, en este día restrictivo, mantiene la contaminación en el mismo nivel que se presentó en los otros días. Como reportan Segura-Contreras y Franco (2016), las fuentes móviles emiten cerca del 60% del PM₁₀, con un aporte muy alto de los vehículos que utilizan combustible diésel (sobre todo camiones, camionetas, buses y volquetas), los cuales, en su mayoría, no poseen sistemas de control de emisiones (Serrano, 2019). Y así, el vecindario cercano a las grandes avenidas sufre también en este día sin carro y sin moto por las emisiones del tráfico pesado, dado que no tiene la misma restricción como los carros particulares (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2020).

En la comparación del día sin carro y sin moto con el resto de los días del mes de febrero, para la tres localidades estudiados, vemos que solamente el material PM₁₀ se rebaja

significativamente ($P < 0,05$) en este día, mientras el $PM_{2,5}$ no presenta esta diferencia, es decir es igual como el resto del mes en este 6 de febrero. Por un lado se puede considerar que la contaminación por el mayor número de buses (“el transporte público operó al 100% de su capacidad”) y taxis en este día (Martínez, 2020), además de la situación meteorológica, especialmente por los vientos de los municipios aledaños con mucha actividad industrial del occidente de la ciudad (García y Rojas, 2016), como se menciona más adelante, han contribuido a este resultado no completamente satisfactorio. Y, por otro lado, la industria y la manufactura siguen en un su producción y así en la contaminación del ambiente atmosférico igual, como en todos los días restantes del mes y año.

El beneficio que brindó el día sin carro y sin moto, 6 de febrero de 2020, destacó la alcaldesa fue el de la gran actividad física realizada por los bogotanos, al observarse un 85% más de ciclistas en la ciudad, respecto a un día típico; se restringió el tránsito de 1.800.000 vehículos particulares y 480.000 motos en las vías de la ciudad, lo que previno siniestros viales, además de permitir una mayor velocidad promedio y poder disminuir los trancones (Martínez, 2020). Por otro lado, realizando una mirada crítica de los valores de contaminación por el material particulado, el día 6 de febrero en Bogotá, no animó a la población vulnerable, como personas de mayor edad o asmáticas, a hacer algún tipo de actividad física al aire libre (Anderson *et al.*, 2012), teniendo en cuenta que las concentraciones de $PM_{2,5}$ y PM_{10} superaron en este día los valores límite de 25 y 50 $\mu g/m^3$, incluidos en la normatividad de la OMS del año 2005 (OMS, 2018).

En el análisis de resultados, usando los datos climáticos registrados por las estaciones de la RMCAB (2020), se encontró que las altas concentraciones de contaminantes en la localidad de Kennedy pueden ser explicadas, en parte, por tener la temperatura más alta, con un promedio de 17°C, a lo largo de este día sin carro y sin moto del presente año, llegando hasta los 28°C como la temperatura máxima, en comparación con las otras dos localidades, de las cuales Usaquén tuvo una temperatura promedio de 3,6°C menos que la de Kennedy, y por su parte con Fontibón 2,2°C menos (tabla 11). González-Duque *et al.* (2015) y Santamouris *et al.* (2015) reportaron que la contaminación urbana va aumentando en la medida en que la temperatura se incrementa, y estos efectos según Ulpiani (2021) se acentúan si se forman “islas de calor urbano” (*urban heat islands*), para las cuales la localidad de Kennedy podría ser propensa.

El viento puede aliviar un poco el calentamiento de la atmósfera, pero también dispersar la contaminación y levantar más polvo (Serrano, 2019), este factor meteorológico se presenta con más velocidad en la localidad de Fontibón con 3,71 m/s, comparado con la de Kennedy (2,42 m/s), teniendo en cuenta que velocidades por debajo de los 2 m/s minimizan la dispersión de contaminantes atmosféricos de acuerdo a condiciones atmosféricas que presentan lugares ubicados en cordilleras de montaña (Cuesta-Mosquera *et al.*, 2018), como es el caso del área geográfica donde se localiza Bogotá. Con velocidades del viento superiores a los 5 m/s García y Rojas (2016) registraron un transporte regional de material particulado desde los municipios aledaños del occidente de la ciudad (Soacha, Mosquera, Funza y Madrid) hacia el centro de Bogotá, teniendo en cuenta que en estos municipios se lleva a cabo bastante actividad industrial, incluyendo transporte pesado de bienes y servicios hacia y desde la capital. Además, estos autores reportaron que fuentes en el interior de Bogotá, particularmente las que utilizan carbón como combustible, además de las fuentes móviles

desde las vías principales de la ciudad, aportaron un nivel considerable de material particulado, especialmente cuando los vientos se mueven débilmente. Por otro lado, las fuentes externas aportaron mayor cantidad del contaminante respecto a las del interior (García y Rojas, 2016).

No hubo precipitación el pasado 6 de febrero en estas localidades, cabe resaltarlo, ya que la lluvia contribuye a la disminución de material particulado a través del proceso de barrido (González-Duque *et al.*, 2015). En este contexto Blanco-Becerra *et al.* (2015), encontraron en la localidad de Kennedy que la precipitación disminuye los niveles de PM₁₀, pero en una proporción menor que la del PM_{2.5}. Considerando lo propuesto anteriormente, el aumento de la contaminación por material particulado en la localidad de Kennedy ha estado muy relacionado con el microclima dominante en esta zona.

Encuesta sobre la percepción de calidad del aire en las tres localidades

Se realizó una encuesta, en su mayoría de forma virtual, en la cual participaron casi con el mismo porcentaje hombres (48,1%) y mujeres (51,8%), quienes en su mayoría tienen entre 20 y 29 años. Los encuestados tuvieron un nivel de escolaridad desde secundaria a posgrado, destacándose los que cuentan con un título profesional o técnico, provenientes de Kennedy y otros con posgrado, en especial de Fontibón.

Importante para el estudio fue el aspecto del estrato socioeconómico con el que cuentan los encuestados, ya que es una de las formas de medición de la calidad de vida a nivel intraurbano, teniendo en cuenta que Mayorga *et al.* (2019) concluyeron que el comportamiento de las condiciones de calidad de vida en Bogotá está altamente sectorizado. La distribución de los estratos significó mucho para el resultado con miras a encontrar una relación entre el estrato y la contaminación atmosférica y, además, se observó una clara diferencia de este ítem para las demás localidades. La mayoría de las personas encuestadas en Kennedy viven en manzanas de estrato 3 (64,6%) y 2 (33,8%), también la Alcaldía de Bogotá (2018b) informó que la mayor distribución de las manzanas en esta localidad se encuentra en estos dos estratos, el 48,1% en estrato 2, y el 38,7% en estrato 3. Para la localidad de Fontibón, la mayoría de las personas entrevistadas indicó que vive en los estratos 4 (57,8%) y 3 (37,5%), lo que contrarresta los porcentajes (44,6%) de las manzanas en el estrato 3, (17,2%) del estrato 4, y 15,8% del 2, como informó la Alcaldía de Bogotá (2018c). Parecido a una información publicada por la Alcaldía de Bogotá, es que las viviendas de los encuestados que habitan en la localidad de Usaquén, lo hacen en manzanas de los estratos 1 al 6, sin embargo, dentro de la encuesta no hubo personas del estrato 1, correspondiente al 7,4% de las manzanas de allí.

Para facilitar la comparación de las localidades en este punto, se pueden promediar las respuestas de los estratos socioeconómicos resultantes para Kennedy (2,7), Fontibón (3,5) y Usaquén (4,3). La situación para las zonas de estratos e ingresos más bajos, como en este caso la localidad de Kennedy, donde la contaminación fue más alta, se ha presentado en muchas ciudades, como también reportan Romero *et al.* (2009) para Santiago de Chile, concluyendo que existen niveles de injusticia ambiental que necesitan medidas especiales de mitigación y compensación. Igualmente, Hill *et al.* (2019) encontraron que, en los estados de la Unión Americana, existen mayores niveles de PM_{2.5}, en donde la población tiende a poseer

una expectativa de vida más corta; este fenómeno se acentúa en la población menos favorecida, es decir con ingresos familiares más bajos. Al contrario, es la situación con los grupos de altos ingresos que habitan en lugares urbanizados formalmente, los cuales cuentan con suficientes calles, parques, plazoletas y otros servicios públicos bien establecidos (Yunda, 2019), como son los de estrato alto en la localidad de Usaquén.

Con referencia a la cercanía de las viviendas a sitios de contaminación, las personas encuestadas pudieron contestar hasta dos opciones y lo hicieron según el perfil de su localidad, es decir las de Usaquén que viven más cerca de parques y zonas verdes respecto a las de las otras dos localidades (figura 20), fueron los que en la mayoría dijeron que no hay ninguna fuente de contaminación importante en su cercanía, mientras los habitantes de Kennedy y Fontibón contestaron que viven en la cercanía de industria contaminante y avenidas con tráfico pesado. También, el DANE (2017) en su encuesta multipropósito reporta las mismas tendencias, es decir solamente el 6,3% de los habitantes de Usaquén viven cerca de fábricas e industrias.

Sin embargo, en las tres localidades, casi todos los habitantes que viven cerca de estas avenidas con tráfico pesado también cuentan con parques cerca, como lo confirma la Alcaldía Mayor de Bogotá (2018c), con 76,6 ha de parques en Kennedy y 38,6 ha en Fontibón. Muy pocos, entre 1,7 y 3,1%, contestaron que hay botaderos (basureros) a cielo abierto en su cercanía, además del tráfico pesado, mientras el DANE (2017) informó que el 11,4% de Kennedy vive cerca de estos basureros, pero muy pocos lo hacen en la localidad de Usaquén (4%), como tampoco los de Fontibón (3,8%), una situación que de todas maneras afecta la calidad de vida de las personas.

La percepción de los encuestados sobre las fuentes de contaminación en las localidades fue contundente, y muy similar entre las tres, porque en promedio el 70,6% atribuyó que el parque automotor fue la fuente más contaminante, y apenas con un promedio 17,4% fue por la industria y un 10,6% por el manejo inadecuado de residuos sólidos. Muy probablemente, esta percepción se debió al gran número de carros particulares, buses y transporte pesado de carga que transitan todos los días por la ciudad, sin embargo según Sánchez-Triana *et al.* (2007), también la industria en la ciudad a causa de los hornos industriales, incluyendo muchas pequeñas y medianas empresas, representan tres cuartas partes de las emisiones de material particulado, siendo las principales fuentes, las de los combustibles utilizados en el sector manufacturero (diésel (44,9%), petróleo crudo (24,7%) y carbón (7,5%)).

Como era de esperar, en un rango entre 1 y 10 (siendo 10 lo mejor y 1 lo peor), los encuestados de Usaquén percibieron la calidad de aire en su localidad, la mayoría con un puntaje de 7 y los de Fontibón y Kennedy, mayoritariamente con puntajes de 5, el 21,9 y 20%, respectivamente; resultando así en un promedio de las respuestas para las localidades: Usaquén un 6,4, Kennedy un 5,1 y Fontibón un 4,7. Este resultado también confirma que la percepción no es exactamente la realidad que está ocurriendo, dado que la atmósfera de la localidad de Kennedy, según RMCAB (2020) está contaminada con $51,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y la de Fontibón con $47,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM10 (aunque sin una diferencia estadística, tabla 10), incluso varios encuestados (3,1%) de Kennedy, calificaron la calidad del aire con un 10.

Percepciones tan diferentes de la calidad del aire pueden mostrar que en una misma localidad hay zonas “suburbanas” con diferentes concentraciones del material particulado que no miden las pocas estaciones de monitoreo, causadas por el microclima cambiante en la misma localidad (Romero *et al.*, 2010). Asimismo, las personas que viven cerca de parques u otras zonas verdes en estas localidades, perciben la calidad del aire como mejor (Kumar *et al.*, 2019; Müller *et al.*, 2020) que otros en la cercanía de las industrias, o avenidas con tráfico pesado, y estas diferencias en las respuestas de los encuestados para cada localidad, con puntuaciones de 1 a 10 para Kennedy, 1 a 9 para Fontibón y 2 a 10 para Usaquén, refleja esta variación, lo que conllevó el no tener una correlación significativa entre los estratos socioeconómicos y la percepción de la calidad del aire. Solamente, cuando se usaron todos los resultados sobre la encuesta de los estratos para cada una de las tres localidades, y correlacionándolas con la calidad de aire percibida, se pudo obtener un valor de correlación significativa, lo que da a entender de todas maneras, que existe una correspondencia directamente proporcional entre estos dos factores, es decir, la percepción de la calidad del aire aumenta con el incremento del estrato socioeconómico.

Con respecto a las enfermedades respiratorias de las familias de los encuestados, se puede notar que la mayoría de éstas en Usaquén, no padece de enfermedades respiratorias (con un 55%), mientras que un 40% de los encuestados de Kennedy, sufre de tos, el doble que, en las otras dos localidades, y el 23,4% de los habitantes encuestados en Fontibón, sufre de asma. Además, las familias de los encuestados en Kennedy se decidieron en mayor proporción por enfermedades como el EPOC, la IRA y la pulmonía, aunque con pocos porcentajes (7,7, 3,1 y 4,6%, respectivamente), entre tanto la ERA prevaleció sobre el 3% de las respuestas en Usaquén y Fontibón.

Al respecto opina la Alcaldía Mayor de Bogotá (2018c), que el material particulado y los gases contaminantes presentan riesgos para la salud humana, ya que en el momento en que estos ingresan al tracto respiratorio, se producen daños en los tejidos y órganos, y además lo define como un indicador ambiental estratégico de la ciudad. No obstante aparecen estos porcentajes como bajos en la encuesta para dichas enfermedades, sin embargo, al realizar una proyección tomando el número total de los habitantes en estas localidades, el número es bien alto y preocupante, porque en muchos casos la tos (que se presenta en el 40% de los encuestados de Kennedy), afecta gravemente a los niños ya que tienen su musculatura respiratoria menos desarrollada por lo cual la tos tiene menor efectividad en limpiar las vías aéreas centrales (Matus y Oyarzún, 2019). Igualmente, el mayor síntoma de asma en Fontibón, comparado con las otras dos localidades es preocupante y como reporta la ANMM (2015), los niños que viven cerca de carreteras o vías con gran afluencia de vehículos, generados por motores de gasolina o diésel, muestran una mayor prevalencia de asma con sus síntomas sugestivos, inasistencias escolares, visitas a urgencias y hospitalizaciones. Por último, es para considerar que en las localidades con mucho tráfico y que están densamente pobladas, como es el caso de la de Kennedy, los peatones se exponen mucho más al aire contaminado (Seguro-Contreras y Franco, 2016) que en localidades de menor densidad poblacional y con más parques y zonas verdes como es el caso de Usaquén.

Para el año 2016, la OMS (2018) atribuyó un 58% de las muertes prematuras a una relación aplicada a la contaminación atmosférica, y resalta que el material particulado es el contaminante que más afecta a las personas causando cardiopatías isquémicas y accidentes

cerebrovasculares, mientras que el 18% de las muertes se debieron a enfermedades pulmonares obstructivas crónicas (EPOC) e infecciones respiratorias agudas, y el 6% de las muertes fueron a causa del cáncer de pulmón.

Las personas encuestadas de las tres localidades están conscientes del problema ambiental de la contaminación atmosférica y consideraron, en su gran mayoría, que es muy importante tener un aire limpio en su localidad y en la ciudad, igualmente como reducir el riesgo de padecer enfermedades respiratorias. Las autoridades están trabajando en estos dos temas, los cuales han sido incluidos en dos resoluciones (MADS, 2017) y (MAVDT, 2010), y especialmente en el documento CONPES 3943 (2018), que formuló las políticas para el mejoramiento de la calidad del aire, en las cuales aparece también la estrategia del “fomento de la participación ciudadana en el diseño e implementación de estrategias para la prevención, reducción y control de la contaminación del aire”. Sin embargo, un grupo de docentes de varias universidades colombianas que investigan el tema de la contaminación ambiental, manifestaron que no son suficientes las acciones de las autoridades y alertaron de la importancia de prevenir y corregir, aparte de decretar la emergencia ambiental, debido a que las fuentes principales de material particulado se producen durante todo el año, y la capital no debe depender solamente de condiciones meteorológicas favorables para poder garantizar una calidad del aire saludable para la población (Serrano, 2019). Además, estos docentes precisaron que "El material particulado (PM) es el contaminante de mayor preocupación en la ciudad. Las principales fuentes de emisión son los vehículos de diésel, tales como camiones, camionetas, buses y volquetas, los cuales en su mayoría no cuentan con sistemas de control de emisiones".

La pregunta de la encuesta sobre “Prescindir del uso del carro particular y del transporte urbano para utilizar medios de transporte no contaminantes, como la bicicleta o los vehículos eléctricos”, fue considerada en promedio solamente por el 40% de los encuestados, como lo más importante (rango 5), y esta necesidad la ven los encuestados de la localidad de Kennedy, siendo la más contaminada, con 47,7% de los votos, (figura 27), mientras las personas de Fontibón no ven esta medida como algo tan significativo. Como es de imaginar, por las distancias, la contaminación y por la edad, el uso de la bicicleta en una ciudad tan grande como Bogotá no es posible para una gran parte de la población; para hacer ejercicio está habilitada, los domingos y festivos, la ciclovía, que comprende un circuito de 127,69 km de extensión, dentro del cual 7,05 km son destinados a la ciclorruta, toda esta logística es organizada por el Instituto Distrital de Recreación y Deporte (IDRD). Asimismo, la infraestructura de recarga, el soporte y el respaldo de la energía, aún son operaciones insuficientes y deficientes. Por otro lado, el Distrito de Movilidad, cuenta con programas piloto para 43 taxis eléctricos, y estrategias de reposición de taxis utilizados por eléctricos (Quiñones, 2020). Además, como enuncia el informe de la ONU (2019), Colombia lideró las mayores ventas de vehículos eléctricos en América Latina con 923 unidades vendidas durante el 2019 las que corresponden, principalmente a vehículos livianos (automóviles y utilitarios). Para lograr cero emisiones de material particulado y masificar la movilidad eléctrica y otras tecnologías, el Concejo de Bogotá firmó el Acuerdo 732 de 2018 que propende, por ejemplo, que a partir de 2030, los vehículos oficiales operen con motores eléctricos u otros que generen cero emisiones directas del PM (material particulado), igualmente para los vehículos nuevos del SITP (a partir de 2025), y así también para todos los vehículos de carga que se matriculan a partir del año 2030 (Concejo de Bogotá, 2018).

Sobre las medidas más importantes dispuestas por las autoridades competentes para mejorar la calidad del aire y de vida, la mayoría de los encuestados se decidieron por “Reemplazar y chatarrizar los buses que sean obsoletos y que no cumplan con los niveles reglamentarios de emisión de gases contaminantes”, sobre todo los que viven en la localidad de Fontibón (50%), quienes son los que más sufren por la emisión del tráfico pesado de los vehículos diésel por la calle 13. Los encuestados de Kennedy optaron en su mayoría por la opción de cerrar las empresas que no cumplan con los límites de emisión de gases dispuestos por las autoridades competentes, como también por la de incentivar el uso de la bicicleta y de otros medios alternativos de transporte, mientras los de Usaquén y Fontibón, se decidieron en especial por realizar el control en la fuente de donde son expulsados los gases en las fábricas.

Varias de estas medidas recomendadas para mejorar la calidad del aire en Bogotá, mencionan los docentes expertos de varias universidades colombianas en su manifiesto, por ejemplo, el que haya una renovación de la flota de buses de servicio público (Transmilenio, Sistema Integrado de Transporte Público (SITP), SITP Provisional), y el adoptar un control más riguroso, con nuevas tecnologías limpias para estos vehículos pesados, garantizando una adecuada inspección técnico-mecánica (Serrano, 2019). Así mismo, el documento CONPES (2018) incluye, entre otras acciones, para mejorar la calidad del aire en el país: “La implementación de mejores técnicas y prácticas en la industria”, además de la “Renovación y modernización del parque automotor”, sin embargo, se debe tener en cuenta que la realización de estos programas ha sido planeada para los próximos 7 años, requiriendo un valor aproximado de 16.637 millones de pesos.

La última pregunta de la encuesta sobre el supuesto traslado de los encuestados con sus familias debido a la contaminación del aire, en el lugar donde vive, corroboró no solamente la percepción de las personas, sino también la realidad del problema de la mala calidad del aire en su localidad. Así, la mayor parte de las personas de Usaquén quiere quedarse en su localidad, mientras la mayoría de las viviendas de Kennedy y Fontibón, que cuentan con los estratos socioeconómicos más bajos de este estudio, quiere trasladarse a un municipio fuera de la ciudad. Esta situación debería ser preocupante para las autoridades competentes de la ciudad porque una gran parte de la población de estas dos localidades, no se siente conforme con la calidad del aire del lugar donde habita, y prefiere irse a vivir a zonas más saludables ambientalmente, si contaran con los recursos necesarios. En este caso no se puede hablar de que existe una justicia ambiental, por lo cual las autoridades competentes deben tomar medidas para mitigar y compensar esta falta de justicia (Romero *et al.*, 2009), habitante de esta ciudad. La justicia ambiental debe entenderse como el derecho a la salud y a un medio ambiente sano para todos los ciudadanos, dentro de una concepción de reivindicación social (Ramírez *et al.*, 2015).

Categorización de Riesgos (Metodología tercer objetivo)

La contaminación del aire implica un gran riesgo medioambiental que afecta la salud en todo el mundo, en el cual el 90% de la población no respira un aire que cumpla con las normas de la Organización Mundial de Salud (OMS, 2016), por el cual mueren anualmente 4,2 millones de personas en las zonas urbanas (OMS, 2018). Según la misma fuente, esta cifra de

mortalidad origina la exposición de la población al material particulado, especialmente al PM_{2.5}, causando enfermedades cardiovasculares, respiratorias y cáncer. Así, Sánchez-Triana *et al.* (2007) reportan que por cada aumento de PM_{2.5} en 10 µg/m³ del aire, la mortalidad, sin importar la causa, incrementa entre un 4 y 6%.

Si bien la contaminación del aire afecta a toda la población, existen ciertos grupos que son más vulnerables respecto al perjuicio a su salud, bien sea niños, ancianos, mujeres embarazadas y personas con problemas de salud preexistentes (EEA, 2019). La OMS considera que para el año 2016 unos 58% de las muertes prematuras por contaminación atmosférica son causadas por cardiopatías isquémicas y accidentes cerebrovasculares y, además, el 18% de las muertes fueron originadas por enfermedades pulmonares obstructivas crónicas (EPOC) e infecciones respiratorias agudas (IRA), mientras que el 6% de las muertes son por causa del cáncer de pulmón (OMS, 2018).

En Colombia, más de un tercio de todas las problemáticas ambientales que afectan a la salud, suceden en Bogotá (algo considerable respecto al resto del país), esto es debido a los altos niveles de material particulado, lo cual difiere con las demás ciudades del país (Sánchez-Triana *et al.*, 2007). La contaminación del aire trae también impactos económicos considerables, lo que acorta vidas, aumenta costos médicos y reduce, en economía, la productividad gracias a la pérdida de días laborales (EEA, 2019).

Por lo anterior, la implementación de categorías de riesgos es de suma importancia para proteger las personas que viven en las urbes de alta contaminación atmosférica. En Bogotá, según el DNP (2017), el 10,5% (3.219 del total de las muertes que se presentaron en el 2015), fueron atribuidas a la contaminación del aire urbano, lo que generó costos estimados en \$4,2 billones de pesos, equivalentes al 2,5% del PIB de la ciudad.

Con el fin de lograr la formulación e implementación de programas para la gestión del riesgo ante situaciones críticas por la contaminación atmosférica en la ciudad, fue necesario diseñar y aplicar unos lineamientos que orienten la gestión de las autoridades ambientales ante los eventos en los que los niveles de contaminantes aéreos alcancen los rangos de prevención, alerta y emergencia y a su vez puedan ocasionar graves efectos en la salud de los habitantes (CONPES, 2018).

La Resolución 2254 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS, 2017) muestra los diferentes tipos de información y registros, con los cuales cuentan las autoridades para tomar las medidas pertinentes, sea de prevención, alerta o emergencia, con el fin de proteger al ciudadano de los peligros a la salud debido a las altas concentraciones de los contaminantes atmosféricos, registrándolas dentro de un rango de máximo 24 horas. Dentro de estas, se encuentra el índice de calidad del aire (ICA), cuyos valores se ubican en una escala adimensional de 0 a 500, agrupados en 6 rangos que guardan estrecha relación con la amenaza a la salud humana (Hernández, 2013). El ICA se ha mostrado como una medida importante para alertar la población de la ciudad y para el caso de PM₁₀ y PM_{2.5} durante 24 horas, inicia con el color amarillo, el cual significa: “que personas extremadamente sensibles con asma y adultos con enfermedad cardio-cerebrovascular como hipertensión arterial, enfermedad isquémica del miocardio o pulmonar como asma, enfisema y bronquitis crónica deben reducir la actividad física fuerte o prolongada” (Hernández, 2013). Para los colores de

alerta, naranja, rojo, púrpura y marrón, se marca cada vez un peligro mayor, por lo cual al haber alerta color marrón toda la población puede presentar efectos desfavorables para su salud (MADS, 2017).

Hay que considerar que estos rangos de los niveles de riesgo, establecidos por el MinAmbiente (MADS, 2017) aparecen como más altos, es decir menos preocupantes, de los que publicó la OMS ya en el 2005 (OMS, 2006), en la cual, por ejemplo, para una concentración entre 37,5 y 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, como promedio en un tiempo de 24 horas, se incrementaría la mortalidad a corto plazo en un 2.5%, mientras la alerta naranja del MADS (2017) estableció, en general, que es dañina a la salud de grupos sensibles cuando suceden niveles de 38 a 55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de $\text{PM}_{2.5}$.

Como se ha descrito arriba, en febrero de 2020 para la localidad de Kennedy y en menos días también, para la de Fontibón, los límites de 24 horas para PM_{10} y $\text{PM}_{2.5}$, según la norma colombiana (MADS, 2017), significó una alerta naranja para el caso de $\text{PM}_{2.5}$ (38-55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) en estas dos localidades para grupos de salud sensibles. Igualmente, como para los valores anuales permitidos, la contaminación por el material particulado supera en varios días la norma de la OMS de 2005 (OMS, 2006), durante este registro de febrero 2020, el nivel para PM_{10} fue un máximo de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y para el $\text{PM}_{2.5}$, de 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Estas alertas son de máxima importancia para la salud y como reportan Rodríguez *et al.* (2017) el $\text{PM}_{2.5}$ está altamente asociado a la morbilidad y mortalidad por enfermedades cardiovasculares, y su efecto puede ser potenciado por el calor y la baja humedad, es decir durante la temporada seca del año, las cuales son condiciones que afectan la localidad de Kennedy, especialmente como fue explicado antes.

Rodríguez-Camargo *et al.* (2020) aplicaron las guías de calidad del aire de la OMS (2006) para enfermedades cardiopulmonares en las concentraciones de $\text{PM}_{2.5}$, registradas entre el 2014 y el 2015 en Bogotá, lo cual evidenció que la localidad de Kennedy presentó las mayores concentraciones de este material particulado, que implicaría un aumento del 1,2% en la mortalidad cardiopulmonar a corto plazo y del 9% a largo plazo.

En general, como se documenta en los informes publicados sobre el manejo de estas alertas, categorizando el riesgo de la población cuando aumenta sobre los límites nacionales establecidos, esta es una medida efectiva para informar a la población sobre el peligro. Así, las autoridades informan oportunamente, cuales medidas debe cumplir la población vulnerable en estos momentos de una excesiva concentración de estos contaminantes atmosféricos. Por ejemplo, en marzo de 2020 la Secretaría de Ambiente decretó la alerta amarilla por los incendios forestales y la dirección de los vientos que trajo consigo el material particulado a la ciudad, por lo cual subió la concentración del $\text{PM}_{2.5}$ hasta valores de 28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (promedio de las últimas 24 horas), en las zonas del suroccidente de Bogotá (Castiblanco, 2020).

Igualmente, la Secretaria de Ambiente gestionó la situación en marzo de 2019, declarando la alerta naranja para la población en el suroccidente de la capital, lo que incluyó, además, el pico y placa para los vehículos de carga de más de 2 ton. entre las 6:00 y 10:00 am y los de 7 ton por la calle 13 de 6:00 a 8:00 am (Barreto, 2019). Es decir, las autoridades están más conscientes que la mayoría de la contaminación viene de estos vehículos pesados que usan

diésel (Ramírez, 2020), por lo cual la administración distrital tampoco levantó el “pico y placa ambiental”, para camiones de más de 7 ton en la calle 13 entre 6:00 y 8:00 am, cuando ya finalizaron las alertas naranja y amarilla en la ciudad a final de marzo de 2019 (Estupiñán, 2019).

12. Conclusiones

De acuerdo con el objetivo general se realizó un análisis espacial del material particulado, teniendo en cuenta los índices de calidad de vida de las localidades de Fontibón, Kennedy y Usaquén en Bogotá, Colombia.

Se encontró que la contaminación en la ciudad ha ido disminuyendo en los últimos años, pese a que la localidad de Kennedy es la que continúa como la más contaminada por PM_{10} y $PM_{2.5}$. Este resultado concuerda con el menor estrato socio-económico en esta localidad, en comparación con la de Usaquén la cual presenta unas concentraciones menores de material particulado y estratos socio-económicos más altos. Esta relación entre la percepción de la calidad del aire y los estratos socio-económicos no presentó una correlación significativa a nivel de cada localidad, sin embargo, sumando las respuestas de todos los encuestados, se encontró una ligera correlación positiva entre el aumento del estrato y una mejor percepción de la calidad del aire. La menor área de zonas verdes y árboles por habitante en la localidad de Kennedy, además de las fuertes influencias de vientos contaminantes de los municipios aledaños, y el calor más alto de allí, se dedujo que perjudican la salud y la calidad de vida de la población, mucho más que las de Fontibón y Usaquén.

Estudiando los registros de material particulado en el mes de febrero de 2020, se encontró una reducción de PM_{10} y $PM_{2.5}$, el día 6 de febrero, día sin carro y sin moto, en una comparación con el resto de los días del mes de estudio. Sin embargo, la reducción de la contaminación para este día, fue solamente significativa para el PM_{10} . Igualmente, las localidades de Fontibón y sobre todo Usaquén, presentaron una menor contaminación que la de Kennedy. Durante el 7 de febrero se pudo observar un aumento de la concentración de estos materiales mucho más alto que el del promedio del mes.

Debido al grave peligro que representa para la salud y la vida, especialmente por el $PM_{2.5}$, el sistema de prevención, alerta y emergencia, que categoriza el riesgo asociado por la zona de estudio, es una medida apropiada para disminuir el riesgo de la población vulnerable a problemas respiratorios y cardiopulmonares. Por lo anterior, un registro de los contaminantes cada 24 horas es un régimen adecuado a la hora de tomar alertas rápidas y efectivas por medio de las autoridades. Además, el índice de calidad del aire (ICA), cuyos valores se ubican en una escala adimensional, agrupados en 6 rangos de colores, guardan estrecha relación con la amenaza para la salud humana.

Como recomendaciones se propone, que las autoridades sigan un control estricto de las emisiones generadas por parte de la industria y los vehículos, especialmente de los buses y camiones que utilizan diésel como combustible y reemplazar los buses antiguos contaminantes, por unos nuevos y eléctricos. Además de mejorar la calidad de vida, en las

localidades con la creación de más parques y zonas verdes, es bueno lograr que la población sea más consciente de la problemática con el fin de proteger su salud. Por otro lado, sería importante que hubiera un contacto permanente entre las autoridades y los municipios aledaños, para que allí también se tomen las medidas necesarias de reducción de las emisiones contaminantes, las cuales son transportadas fácilmente por el viento hacia la capital.

14. Referencias bibliográficas

- Alcaldía local de Ciudad Bolívar. (2016). *Mapa localidades de Bogotá*. Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. Recuperado el 27 de marzo de 2019 de: <http://www.ciudadbolivar.gov.co/mi-localidad/mapas>
- Academia Nacional de Medicina de México (ANMM). (2015). La contaminación del aire y los problemas respiratorios. Boletín de Información Clínica Terapéutica de la ANMM. *Revista de la Facultad de Medicina de la UNAM*, 58(5), 44-47.
- Alcaldía Mayor de Bogotá. (2020). *Decreto 045 del 05 de febrero de 2020 por el cual se establecen medidas para la circulación de vehículos automotores y motocicletas en la ciudad de Bogotá el primer jueves del mes de febrero de todos los años*. Bogotá, Colombia: Alcaldía Mayor.
- Alcaldía Mayor de Bogotá. (2018a). *Monografía 2017. Localidad 1 – Usaquén*. Bogotá, Colombia: Secretaría de Planeación.
- Alcaldía Mayor de Bogotá. (2018b). *Monografía 2017. Localidad 8 – Kennedy*. Bogotá, Colombia: Secretaría de Planeación.
- Alcaldía Mayor de Bogotá. (2018c). *Monografía 2017. Localidad 9 – Fontibón*. Bogotá, Colombia: Secretaría de Planeación.
- Anderson, J., Thundiyil, J. y Stolbach, A. (2012). Clearing the air: A review of the effects of particulate matter air pollution on human health. *Journal of Medical Toxicology*, 8, 166-175.
- Barreto, L. (2019). *Se mantiene Alerta Naranja por calidad del aire en el suroccidente y se declara de manera preventiva Alerta Amarilla en el resto de la ciudad*. Recuperado el 18-10-2020 de: <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/ambiente/pico-y-placa-por-alerta-amarilla-ambiental-en-toda-la-ciudad>
- Bastidas, A. (2020). Inversión térmica: ¿qué es y cuál es su relación con la contaminación? *UN Periódico Digital*. 13 de Noviembre de 2020.
- Blanco-Becerra, L., Gáfarro-Rojas, A. y Rojas-Roa, N. (2015). Influence of precipitation scavenging on the PM_{2.5}/PM₁₀ ratio at the Kennedy locality of Bogotá, Colombia. *Revista Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia*, 76, 58-65.
- Bogotá Cómovamos. (2019). *Informe de calidad de vida en Bogotá 2018*. Bogotá, Colombia: El Tiempo, Fundación Corona, Pontificia Universidad Javeriana, Cámara de Comercio.
- Cámara de comercio de Bogotá. (2007). *Perfil económico de Puente Aranda*. Recuperado el 26 de marzo de 2019 de: https://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/2884/6228_perfil_economico_pte_aranda.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Castiblanco, C. (2020). *Se mantiene la alerta amarilla ambiental en Bogotá por incendios aledaños*. Recuperado el 18 de octubre de 2020 de: <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/ambiente/reporte-calidad-del-aire-en-bogota-17-de-marzo-del-2020>
- Concejo de Bogotá. (2018). *Acuerdo 732 de 28 de diciembre de 2018 por el cual se adoptan medidas para la promoción y masificación de la movilidad eléctrica y demás tecnologías cero emisiones directas de material particulado en Bogotá, D.C.* Bogotá, Colombia.
- CONPES. (2018). *Política para el mejoramiento de la calidad del aire. Documento CONPES 3943*. Bogotá, Colombia: Consejo Nacional de Política Económica y Social, Departamento Nacional de Planeación, Republica de Colombia.
- Cuesta-Mosquera, A., González-Duque, C., Velasco-García, M. y Aristizábal, B. (2018). Distribución espacial de concentraciones de SO₂, NO_x y O₃ en el aire ambiente de Manizales. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 34(3), 489-504.
- DANE. (2013). *Censo total del porcentaje de la población en Colombia según estratos*. Bogotá, Colombia: DANE.
- DANE. (2017). *Encuesta multipropósito (EM) 2017*. Bogotá, Colombia: Boletín técnico.
- DANE. (2019). *Boletín técnico pobreza multidimensional en Colombia 2018*. Recuperado el 15 de septiembre de: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/condiciones_vida/pobreza/2018/bt_pobreza_multidimensional_18.pdf
- Dirección de Sanidad Ejército Nacional. (2018). *Que es ERA y como prevenirla*. Recuperado el 20 de octubre de: <https://www.sanidadfuerzasmilitares.mil.co/direccion-sanidad-ejercito-nacional/institucional/prensa-comunicaciones/noticias/que-como-prevenirla>
- DNP. (2017). *Los costos en la salud asociados a la degradación ambiental en Colombia ascienden a \$20,7 billones*. Recuperado el 17-10-2020 de: [https://www.dnp.gov.co/Paginas/Los-costos-en-la-salud-asociados-a-la-degradación-ambiental-en-Colombia-ascienden-a-\\$20,7-billones.aspx](https://www.dnp.gov.co/Paginas/Los-costos-en-la-salud-asociados-a-la-degradación-ambiental-en-Colombia-ascienden-a-$20,7-billones.aspx)
- EEA. (2019). *Air quality in Europe — 2019 report 1994-2019*. Luxemburgo: European Environment Agency.
- El Tiempo. (2016). *La pequeña gran mentira de la contaminación en Bogotá*. Secretaría Distrital de ambiente en conjunto con la Organización Mundial de la Salud (OMS). Recuperado el 21 de febrero de 2019 de: <https://www.eltiempo.com/bogota/contaminacion-en-bogota-36856>
- Estupiñan, K. (2019). *Mejora la calidad del aire en Bogotá y se levantan las alertas naranja y amarilla*. Recuperado el 18 de octubre de 2020 de: <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/ambiente/se-levantan-alertas-naranja-y-amarilla-en-bogota>
- Fan, S., Heinrich, J., Bloom, M., Zhao, T., Shi, T., Feng, W.,.....Dong, G. 2020. Ambient air pollution and depression: A systematic review with meta-analysis up to 2019. *Science of the Total Environment*, 701, 134721.
- Gaitán, M., Cancino, J. y Behrentz, E. (2007). Análisis del estado de la calidad del aire en Bogotá. *Revista de Ingeniería*, 26, 81-92.
- García, P. y Rojas, N. (2016). Análisis del origen de PM₁₀ y PM_{2.5} en Bogotá usando gráficos polares. *Mutis* 6(2), 47-58.
- Glencross, D., Hoa, T., Camiña, N., Hawrylowicz, C. y Pfeffer, P. (2020). Air pollution and its effects on the immune system. *Free Radical Biology and Medicine*, 151, 56-68.

- González-Duque, C., Cortés-Araujo, J. y Aristizábal-Zuluaga, B. (2015). Influence of meteorology and source variation on airborne PM₁₀ levels in a high relief tropical Andean city. *Revista de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia* 74, 200-212.
- Grupo Salud Pública de la Dirección General de Sanidad Militar (DGSM). (2015). Recuperado el 6 de octubre de 2020 de: https://www.sanidadfuerzasmilitares.mil.co/comunicaciones/foto_noticias/enfermedad_respiratoria_aguda_era
- Hernández, A. (2013). *Hoja metodológica del indicador Índice de Calidad del Aire - ICA (Versión 1,00). Sistema de Indicadores Ambientales de Colombia*. Bogotá, Colombia: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).
- Hill, T., Jorgenson, A., Orea, P., Balistreri, K. y Clark, B. (2019). Air quality and life expectancy in the United States: An analysis of the moderating effect of income inequality. *SSM - Population Health*, 7, 100346.
- IDEAM. (2016). *Informe del estado de la calidad del aire en Colombia 2011-2015*. Recuperado el 21 de febrero de 2019 de: http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023637/Informe_del_Estado_de_la_Calidad_del_Aire_en_Colombia_2011-2015_vfinal.pdf
- Ideca. (2020). *Redescubre Bogotá a través de nuestros mapas*. Recuperado el 26 de agosto de 2020 de: <https://mapas.bogota.gov.co>
- Instituto Nacional de Salud. (2016). *Protocolo de vigilancia en Salud Pública - Infección Respiratoria Aguda IRA*. Recuperado el 6 de octubre de 2020 de: <https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Lineamientos/PRO%20IRA.pdf>
- Kumar, P., Druckman, A., Gallagher, J., Gatersleben, B., Allison, S., Eisenman, U.,...Morawska, L. (2019). The nexus between air pollution, green infrastructure and human health. *Environment International*, 133, 105181.
- Lambers, H., Chapin III, F. y Pons, T. (2008). *Plant physiological ecology*. Second edition. Nueva York, USA: Springer Science.
- Martínez, J.L. 2020. *Bogotá cumplió el compromiso con la movilidad sostenible en el día sin carro*. Recuperado el 11 de octubre de 2020 de: <https://mail.google.com/mail/u/0/?tab=rm&ogbl#inbox/FMfcgxwKhqgxsKwQkkvXBwppXvwrGzDx?projector=1&messagePartId=0.2>
- Mayorga, J., García, D. y Barrera, R. (2019). Cálculo de un indicador de calidad de vida básico para Bogotá por secciones censales mediante análisis factorial. *Revista Perspectiva Geográfica*, 24(1), 53-73.
- Matus, M. y Oyarzún, M. (2019). Impact of Particulate Matter (PM_{2.5}) and children's hospitalizations for respiratory diseases. A case cross-over study. *Revista Chilena de Pediatría*, 90(2), 166-174.
- Medina, I.F. y Páramo, P. (2014). Percepción de los habitantes de Bogotá sobre la calidad ambiental, grado de optimismo y atribución de responsabilidad sobre su deterioro. *Acta Colombiana de Psicología*, 17(1), 105-118.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2012). *Diagnóstico nacional de salud ambiental*. Recuperado el 21 de febrero de 2019 de: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/INEC/IGUB/Diagnostico%20de%20salud%20Ambiental%20compilado.pdf>

- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2017). *Resolución No. 2254 de 01 de noviembre de 2017 por la cual se adopta la norma de calidad de aire ambiente y se dictan otras disposiciones*. Bogotá, Colombia: MADS.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT). (2010). *Resolución No. 610 del 24 de marzo de 2010 por la cual se modifica la Resolución 601 del 4 de abril de 2006*. Bogotá, Colombia: MAVDT.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT). (2010). Política de prevención y control de calidad del aire. MAVDT, Bogotá.
- Moreno, M. (2008). La gestión ambiental urbana: el caso de la contaminación atmosférica en Bogotá. *Revista EAN*, 62, 29-38.
- Müller, A., Österlund, H., Marsalek, J. y Viklander, M. (2020). The pollution conveyed by urban runoff: A review of sources. *Science of the Total Environment*, 709, 136125.
- Observatorio Ambiental de Bogotá. (2019). *Concentración de material particulado PM₁₀, promedio mensual*. Indicadores Ambientales de Salud Ambiental. Alcaldía Mayor de Bogotá DC y Secretaría de Ambiente. Recuperado el 01-10-2020 de: <https://oab.ambientebogota.gov.co/indicadores/?id=511&v=1>
- Observatorio Ambiental de Bogotá. (2020a). *Material particulado inferior a 10 µg/m³, promedio anual 1998-2019*. Indicadores ambientales de salud ambiental. Alcaldía Mayor de Bogotá DC y Secretaría de Ambiente. Recuperado el 01-10-2020 de: <https://oab.ambientebogota.gov.co/indicadores/?s=l&id=1&v=1>
- Observatorio Ambiental de Bogotá. (2020b). *Concentraciones de PM₁₀ material particulado inferior a 10 micras (µ) promedio anual en el aire (µg/m³) por debajo de la norma (50 µg/m³) PACA 2016 – 2020*. Indicadores ambientales de salud ambiental. Alcaldía Mayor de Bogotá DC y Secretaría de Ambiente. Recuperado el 01-10-2020 de: <https://oab.ambientebogota.gov.co/indicadores/?id=1004&v=1>
- Observatorio Ambiental de Bogotá. (2020c). *Concentración de PM_{2.5} material particulado inferior a 2.5 micrómetros en el aire (µg/m³) por debajo de la norma (25 µg/m³) PACA 2016 – 2020*. Indicadores Ambientales de Salud Ambiental. Alcaldía Mayor de Bogotá DC y Secretaría de Ambiente. Recuperado el 01-10-2020 de: <https://oab.ambientebogota.gov.co/indicadores/?id=1027&v=1>
- OMS. (2006). *Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. Actualización mundial 2005*. Ginebra, Suiza: Organización Mundial de la Salud.
- OMS. (2018). *Calidad del aire y salud*. Recuperado el 30 de septiembre de 2020 de: [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
- ONU. (2019). *Estado de la movilidad eléctrica América Latina y el Caribe 2019*. Recuperado el 06-10-2020 de: https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/32830/MovilidadEle%CC%81ctrica_LAC.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Perez-Padilla, R., Schilmann, A. y Riojas-Rodriguez, H. (2010). Respiratory health effects of indoor air pollution. *The International Journal of Tuberculosis and Lung Diseases*, 14(9), 1079-1086.
- Prudencia Bogotá. 2017. Observatorio de Movilidad. Secretaría Distrital de Movilidad. Recuperado el 18 de octubre de 2020 de: <https://www.simur.gov.co/portal-simur/datos-del-sector/documentos/observatorio-de-movilidad/>

- Quiñones, L.M. (2020). *Política pública de movilidad urbana baja en emisiones*. Webinar “Política Pública de Bajas Emisiones y Movilidad Eléctrica en Bogotá, Colombia” de la Plataforma Regional LEDSLAC, del 29 de abril 2020. Recuperado el 15 de octubre de: <https://ledslac.org/es/2020/04/politica-publica-de-bajas-emisiones-y-movilidad-electrica-en-bogota-colombia/>
- Ramírez, N. (2020). *Pico y placa ambiental: ¿Verdad o mentira de la alcaldía de Bogotá?* Recuperado el 18-10-2020 de: <https://fuelcarmagazine.com/opinion/pico-y-placa-ambiental-verdad-o-mentira-de-la-alcaldia-de-bogota>
- Ramírez, S., Galindo, M. y Contreras, C. (2015). Justicia ambiental: Entre la utopía y la realidad social. *Cultura*, 3(1), 225-250.
- Redacción VIVIR (23 de Octubre de 2017). Científicos analizaron durante un año el aire “enfermo” de Bogotá. *El Espectador – Medio Ambiente*. Recuperado el 21 de febrero de 2019 de: <https://www.elespectador.com/noticias/medio-ambiente/cientificos-analizaron-durante-un-ano-el-aire-enfermo-de-bogota-articulo-719447>
- Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá (RMCAB). 2020. *Mapas interactivos*. Secretaría de Ambiente. Alcaldía Mayor de Bogotá. Recuperado el 03-10-2020 de: <http://201.245.192.252:81/home/map>
- Reina, J. y Olaya, J. (2012). Ajuste de curvas mediante métodos no paramétricos para estudiar el comportamiento de contaminación del aire por material particulado PM₁₀. *Revista EIA*, 18, 19-31.
- Rojas (s.f.) Aire y problemas ambientales de Bogotá. Recuperado el 21 de febrero de 2019 de: http://oab.ambientebogota.gov.co/apc-aa-files/57c59a889ca266ee6533c26f970cb14a/aire_y_problemas_ambientales_de_bogota.pdf
- Rodrigues, P., Pinheiro, S., Junger, W., Ignotti, E. y Hacon, S. (2017). Climatic variability and morbidity and mortality associated with particulate matter. *Revista Saude Publica*, 51, 91.
- Rodríguez-Camargo, L., Sierra-Parada, R. y Blanco-Becerra, L. (2020). Análisis espacial de las concentraciones de PM_{2.5} en Bogotá según los valores de las guías de la calidad del aire de la Organización Mundial de la Salud para enfermedades cardiopulmonares, 2014-2015. *Biomédica*, 40, 137-152.
- Rojas (s.f.). *Aire y problemas ambientales de Bogotá*. Recuperado el 21 de febrero de 2019 de: http://oab.ambientebogota.gov.co/apc-aa-files/57c59a889ca266ee6533c26f970cb14a/aire_y_problemas_ambientales_de_bogota.pdf
- Romero, H., Irarrázaval, F., Opazo, D., Salgado, M. y Smith, P. (2010). Climas urbanos y contaminación atmosférica en Santiago de Chile. *EURE*, 36(109), 35-62.
- Rovira, J., Domingo, J.L. y Schuhmacher, M. (2019). Air quality, health impacts and burden of disease due to air pollution (PM₁₀, PM_{2.5}, NO₂ and O₃): Application of AirQ+ model to the Camp de Tarragona County (Catalonia, Spain). *Science of the Total Environment*, 703, 135538.
- Sampieri, R., Fernández, C., Baptista, P. (1997). *Metodología de la investigación*. Editorial McGRAW - HILL INTERAMERICANA DE MÉXICO, S.A. de C.V.
- Sánchez-Triana, E., Ahmed, K. y Awe, Y. (Eds.). (2007). *Environmental priorities and poverty reduction - A country environmental analysis for Colombia*. Washington,

- USA: The International Bank for Reconstruction and Development - The World Bank.
- Santamouris, M. (2015). Analyzing the heat island magnitude and characteristics in one hundred Asian and Australian cities and regions. *Science of the Total Environment*, 512–513, 582–598.
- Segura-Contreras J. y Franco, J. (2016). Exposición de peatones a la contaminación del aire en vías con alto tráfico vehicular. *Revista de Salud Pública*, 18(2), 179-187.
- Semana Sostenible (17 de julio de 2018). *Bogotá y Medellín tienen el aire más contaminado del país*. Recuperado el 21 de febrero de 2019 de: <https://sostenibilidad.semana.com/actualidad/articulo/bogota-y-medellin-tienen-el-aire-mas-contaminado-del-pais/41133>
- Serrano, C. (18 de febrero de 2019). *Principales fuentes de contaminación en Bogotá son los vehículos diésel, según estudio*. La FM. (Audio en podcast). Recuperado del 12 de octubre de 2020 de: <https://www.lafm.com.co/bogota/principales-fuentes-de-contaminacion-en-bogota-son-los-vehiculos-diesel-segun-estudio>
- Strauss, W. y Mainwaring, S.J. (2011). *Contaminación del aire: Causas, efectos y soluciones*. México, D.F.: Trillas.
- Ulpiani, G. 2021. On the linkage between urban heat island and urban pollution island: Three-decade literature review towards a conceptual framework. *Science of the Total Environment*, 751, 141727
- University College London – Universidad de Los Andes. (2013). *Caracterización de la contaminación atmosférica en Colombia*. Recuperado el 21 de febrero de 2019 de: <https://prosperityfund.uniandes.edu.co/site/wp-content/uploads/Caracterización-de-la-contaminación-atmosférica-en-Colombia.pdf>
- Wang, N., Mengersen, K., Kimlin, M., Zhou, M., Tong, S., Fang, L.,... Hu, W. 2018. Lung cancer and particulate pollution: A critical review of spatial and temporal analysis evidence. *Environmental Research*, 164, 585-596.
- Yunda, J.G. 2019. Densificación y estratificación social en Bogotá: distribución sesgada de la inversión privada. *EURE*, 45(134), 237-257.
- Zhao, C., Xu, Z., Wu, G., Mao, Y., Liu, L., Wu, Q.,... Pan, H. 2019. Emerging role of air pollution in autoimmune diseases. *Autoimmunity Reviews*, 18, 607-614.

15. Anexos

Anexo 1

Encuesta sobre contaminación atmosférica en tres localidades de Bogotá (como parte de un proyecto de grado de la Universidad El Bosque, Bogotá)

Para adultos (hombres y mujeres) entre 20 y 70 años, residentes en las localidades de Fontibón, Kennedy y Usaquén

La siguiente encuesta la hago con el fin de conocer qué percepción tienen acerca de la contaminación atmosférica y sus efectos en la ciudad de Bogotá, como parte de mi proyecto de grado para optar al título de ingeniero ambiental de la Universidad El Bosque, Bogotá.

1. ¿En qué localidad vive?:

- a) Fontibón
- b) Kennedy
- c) Usaquén

2. Usted es:

- a) Hombre
- b) Mujer

3. ¿Cuántos años tiene?

- a) Entre 20 y 30 años
- b) Entre 31 y 40 años
- c) Entre 41 y 50 años
- d) Entre 51 y 60 años
- e) Entre 61 y 70 años

4. ¿Qué estrato le corresponde a su vivienda?

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4
- e) 5
- f) 6 o más

5. ¿Qué nivel de escolaridad posee?

- a) Primaria
- b) Secundaria
- c) Profesional o técnico
- d) Posgrado

6. Su vivienda se localiza cerca de:

- a) Industria contaminante

- b) Botaderos (basureros) a cielo abierto
- c) Avenidas con tráfico pesado
- d) Cerca de un parque con zonas verdes
- e) Ninguna fuente de contaminación importante

7. Antes de la pandemia, ¿cuál de las siguientes fuentes considera usted contribuía más a la contaminación del aire?:

- a) Parque automotor (carros, buses, camiones, motos, etc.)
- b) Industria
- c) Manejo inadecuado de residuos sólidos
- d) Incendios forestales

8. En una escala del 1 al 10 (siendo 10 lo mejor y 1 lo peor), ¿cómo percibía usted la calidad del aire en su localidad, antes de iniciar la pandemia?

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4
- e) 5
- f) 6
- g) 7
- h) 8
- i) 9
- j) 10

9. ¿Usted o algún miembro de su familia tiene o ha tenido enfermedades respiratorias considerables?

- a) Tos
- b) Asma
- c) Pulmonía
- d) Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC)
- e) Enfermedad respiratoria aguda (ERA)
- f) Infección respiratoria aguda (IRA)
- g) Ninguna de las anteriores

10. Anote al lado de cada situación del 1 al 5 (siendo 5 lo más importante y 1 lo menos importante), como usted lo considere:

- a) Tener un aire limpio para la localidad y la ciudad
- b) Reducir el riesgo de padecer enfermedades respiratorias
- c) Prescindir del uso del carro particular y del transporte urbano para utilizar medios de transporte no contaminantes como la bicicleta o los vehículos eléctricos

11. ¿Cuál de las siguientes medidas considera usted es la más importante que deben tomar las autoridades competentes para mejorar la calidad del aire y por ende la calidad de vida en Bogotá? (escoja la que usted considere más importante)
- a) Cerrar las empresas y/o industrias que no cumplan con los límites exigidos por la normatividad ambiental vigente.
 - b) Incentivar el uso de la bicicleta y de otros medios alternativos de transporte
 - c) Reemplazar y chatarrizar los buses que sean obsoletos y que no cumplan con los niveles reglamentarios de emisión de gases contaminantes
 - d) Realizar un control en la fuente de donde se expulsan los gases contaminantes, por ejemplo, en las chimeneas de las fábricas.
12. Debido a la contaminación en el lugar donde vive, usted considera necesario trasladarse a:
- a) Otra localidad de Bogotá
 - b) Otro municipio fuera de Bogotá
 - c) Decide quedarse donde vive actualmente