



## Transporte público y problemas medioambientales en Colombia

Andrés José Carbonell Chams<sup>1</sup>

Recibido: 30 de mayo del 2022 / Enviado a evaluar: 1 de junio del 2022 / Aceptado: 4 de diciembre del 2023

**Resumen.** El objetivo general fue comprender la situación del transporte público en Colombia mediante la revisión y análisis de la literatura para lograr deducir sus efectos medioambientales en la ciudad de Barranquilla y su localidad Norte-Centro Histórico. La metodología utilizada estuvo basada en el método hipotético deductivo, de diseño no experimental y con enfoque mixto en la búsqueda de relaciones causa-efecto, la técnica que se utiliza es la revisión y análisis de literatura, datos e información para medir aspectos y dimensiones, concluir causas y consecuencias, así como también interpretar realidades en este caso de la localidad Norte-Centro Histórico de Barranquilla, Colombia. El resultado principal fue que, el transporte público en la ciudad y la localidad sufre grandes problemáticas relacionadas a la planificación y gestión de la movilidad urbana debido a un déficit en la reglamentación, actualización y control, aunque existe la normativa y leyes, los intereses privados desvirtúan su ejecución, la tasa de fallecimientos en siniestros viales ha aumentado en un 18% comparado con los últimos 5 años siendo los mayores afectados los peatones y usuarios de bicicletas, existe un ineficiente sistema de vigilancia de calidad del aire e información desactualizada, excesiva dependencia de combustibles fósiles, las mayores concentraciones de contaminantes atmosféricos como los Óxidos de Nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y Material Particulado (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2,5</sub>) se atribuyen al transporte público y son responsables de efectos negativos en la salud y el medioambiente, dentro de las partículas (PM<sub>2,5</sub>) aparece el Carbono Negro o “Black Carbon” (BC), siendo el principal responsable de enfermedades respiratorias y cardiovasculares, así como el aumento de temperaturas ya que es el segundo precursor del cambio climático y con un tercio del forzamiento radiativo del Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>).

**Palabras clave:** Efectos medioambientales; transporte público; contaminantes atmosféricos; combustibles fósiles; cambio climático.

### [en] Public transportation and environmental problems in Colombia

**Abstract.** This study seeks to understand the situation concerning public transport in Colombia, by means of literary review and meta-analysis, and deduce its environmental effects in the city of Barranquilla and the surrounding locality of Norte-Centro Histórico. Focusing on cause-and-effect relationships this analysis seeks to understand the environmental consequences of public transport within

---

<sup>1</sup> Universidad de la costa CUC (Colombia).  
E-mail: [anjocarcha@hotmail.com](mailto:anjocarcha@hotmail.com)

the study area. The principal finding of this study is that public transportation within Barranquilla and the surrounding locality suffers greatly from problems related to the planning and management of urban mobility within the study area. These planning and management-related problems are principally due to a lack of regulation, updates, and control. Private interests have had severe consequences on public safety leading to an 18% increase in road-related deaths, with those most affected being pedestrians and cyclists. There currently exists an insufficient surveillance system for air-quality containing outdated information. This is especially concerning given the study area's public transportation is excessively reliant on combustible fossil fuels. The contaminants attributed to public transportation found in the highest concentrations included Nitrous Oxides (NO<sub>x</sub>) and particulate matter (PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub>). These contaminants are associated with negative health and environmental effects, in particular Black Carbon appears within the category of contaminants known as (PM<sub>2.5</sub>) and is strongly associated with respiratory and cardiovascular illnesses. Black Carbon also contributes to climate change and emits 1/3 of the radiative force of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>).

**Keywords:** Environmental effects; public transport; atmospheric pollutants; fossil fuels; climate change.

## [fr] Transports publics et problèmes environnementaux en Colombie

**Résumé.** L'objectif général était de comprendre la situation des transports publics en Colombie à travers la revue et l'analyse de la littérature pour en déduire ses effets environnementaux dans la ville de Barranquilla et sa localité Norte-Centro Historico. La méthodologie utilisée était basée sur la méthode déductive hypothétique, avec une conception non expérimentale et une approche mixte dans la recherche de relations de cause à effet, la technique utilisée est la revue et l'analyse de la littérature, des données et des informations pour mesurer les aspects et les dimensions, conclure les causes et les conséquences, ainsi qu'interpréter les réalités dans ce cas du Centre Nord-Historique de Barranquilla, Colombie. Le résultat principal a été que les transports publics dans la ville et le village souffrent de problèmes majeurs liés à la planification et à la gestion de la mobilité urbaine en raison d'un déficit de réglementation, d'actualisation et de contrôle, même si des réglementations et des lois existent, les intérêts privés faussent leur exécution, le taux de mortalité les accidents de la route ont augmenté de 18% par rapport aux 5 dernières années, les piétons et les cyclistes étant les plus touchés, il existe un système de surveillance de la qualité de l'air inefficace et des informations obsolètes, une dépendance excessive aux combustibles fossiles, les concentrations les plus élevées de polluants atmosphériques tels que les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) et les particules (PM<sub>10</sub> et PM<sub>2.5</sub>) sont attribués aux transports publics et sont responsables d'effets négatifs sur la santé et l'environnement, au sein des particules (PM<sub>2.5</sub>) de carbone noir ou «carbone noir» (BC) apparaît, étant le principal responsable des maladies respiratoires et cardiovasculaires, ainsi que de l'augmentation des températures puisqu'il est le deuxième précurseur du changement climatique et avec un tiers du forçage radiatif du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>).

**Mots-clés:** Effets environnementaux ; transport public; polluants atmosphériques; combustibles fossiles; changement climatique.

**Cómo citar.** Carbonell Chams, A.J. (2023): Transporte público y problemas medioambientales en Colombia. *Observatorio Medioambiental*, 26, 23-44.

**Sumario.** 1. Introducción. 2. Transporte Público, Colombia, Barranquilla y el Norte-Centro Histórico. 3. Indicadores. 4. Movilidad Urbana. 5. Problemas Medioambientales. 6. Infraestructura Vial y Efectos del Transporte Público en la Movilidad Barranquilla. 7. Contaminación del Aire en Barranquilla y Localidad Norte-Centro Histórico. 8. Conclusión. 9. Bibliografía.

## 1. Introducción

El medio ambiente se encuentra debilitado debido a diversas causas, como la falta de medidas eficientes para revertir el deterioro ambiental, la escasez de recursos, *la falta de voluntad política, la fragmentación de estilos de desarrollo a nivel mundial y la producción y consumo excesivo. Estas causas hacen que el desarrollo sostenible sea inalcanzable* (Sotelo J., 2007). Los impactos ambientales se observan en la relación con los componentes del sistema económico, como *la emisión excesiva de residuos, lo cual provoca la contaminación del aire, del agua y del suelo, así como la degradación de los ecosistemas y la pérdida de biodiversidad* (Méndez R., 2023), lo que también afecta la salud. El cambio climático es un ejemplo claro de la crisis ambiental actual.

Colombia ha enfrentado problemas en la movilidad y el transporte a lo largo del siglo XX. Aunque algunas ciudades han logrado superar parte de estas dificultades, aún persisten desafíos importantes, como la dependencia de los combustibles fósiles y la fragmentación funcional e institucional. En el caso específico de Barranquilla, la constante urbanización ha generado retos adicionales en términos de movilidad. Abordar estos problemas es fundamental para lograr un desarrollo sostenible y mejorar la calidad de vida de los ciudadanos.

El estudio está direccionado mediante la revisión y análisis de la literatura, medir diversos aspectos y dimensiones, concluir causas y consecuencias, así como también interpretar realidades del caso de estudio. Este se enfoca en obtener datos relevantes sobre el sistema de transporte público en Barranquilla, Colombia, y sus efectos negativos en la movilidad urbana, la salud y el medio ambiente. Los resultados obtenidos proporcionan información importante para identificar áreas de mejora y promover un transporte público más sostenible en el área del Norte-Centro Histórico.

## 2. Transporte Público, Colombia, Barranquilla y el Norte-Centro Histórico

*El sector transporte en Colombia es clasificado como un servicio y ha tenido una importante transformación en los últimos 50 años debido al acelerado crecimiento económico y de población, pasando del transporte marítimo y ferroviario a consolidar el transporte por carretera y el transporte urbano masivo* (Tobón A., y Galvis D., 2009, p. 161).

En el transcurso del siglo XX han existido problemas, que actualmente en algunas ciudades no pocos han sido superados, debido al *favorecimiento de sobreoferta en vehículos con bajo rendimiento en cuanto a velocidad de desplazamiento, mala calidad en el servicio y la congestión. La remuneración tradicional a los conductores que la establece la cantidad de pasajeros recogidos conlleva a una guerra entre los mismos con el fin de satisfacer mayores ganancias, así mismo en cuanto al esquema de funcionamiento de empresas encargadas del transporte urbano que incentivan a exceder la oferta de vehículos produciendo una reducción de su rentabilidad*

*provocando bajos niveles de mantenimiento, disminución en la reposición y con este aumento en la cantidad de vehículos antiguos se evidencian problemas medioambientales que disminuyen la calidad de vida de los ciudadanos en general (González D., 2017). Añadido a esto, la aparición de modos de transporte informales también ha generado considerables externalidades negativas.*

Los sistemas de transporte de buses con carriles exclusivos denominados Bus Rapid Transit (BRT), aparecen marcando una nueva etapa en el país, se dio inicio en Bogotá con el Transmilenio, luego el gobierno extendió este tipo de proyecto a otras ciudades, a mediados del 2013 ya se encontraban en operación total o parcial seis de los siete sistemas propuestos para los principales centros urbanos colombianos. *Entre los años 90 y 2013 iniciaron estos Sistemas Integrados de Transporte Masivo (SITM), Transmilenio en Bogotá, Megabús en Pereira, Metrocali en la capital del Valle del Cauca, Metroplus en Medellín, Transmetro en Barranquilla, Metrolínea en Bucaramanga y el más reciente Transcribe en Cartagena. Aunque se visibilizan como solución, estos proyectos no están exentos de dificultades financieras y percepción negativa en la calidad del servicio por parte de los usuarios, aún requieren mejoras de planificación, la posibilidad de su ampliación o reestructuración donde ya se encuentran funcionando y en las demás capitales colombianas todavía esperan por soluciones a los problemas de movilidad (González D., 2017).*

La ciudad de Barranquilla ha enfrentado una constante urbanización en los últimos 100 años y el centro de la ciudad ha sido el soporte inicial del crecimiento urbano. Sin embargo, *debido a una concentración elevada de funciones urbanas y de transporte han efectuado una serie de problemas de los cuales se puede establecer la confusión de usos de suelo, congestión, contaminación ambiental, deterioro de infraestructura patrimonial, entre otros (Rodríguez G., y Ramos J., 2010).*

La autoridad y regulación del transporte público en Colombia se rige mediante Ley 105 de 1993 en Colombia, establece que el estado tiene el deber de planificar, controlar, regular y vigilar el transporte y actividades relacionadas a este, la seguridad de las personas es una prioridad en el sistema y sector, también establece los principios de diseño y ejecución de políticas, condiciones óptimas de infraestructura y provisión de servicios para personas con diferentes discapacidades, la obligación de los diferentes organismos que velan por los estándares de operación del servicio, los estudios de impacto ambiental a llevar a cabo cuando se realizan construcciones de obras públicas y la vida útil máxima de vehículos de transporte público. La Ley 336 de 1996 establece regulaciones sobre los equipos utilizados en el servicio público de transporte, medidas de seguridad, control de calidad de los componentes de los equipos y sanciones en caso de incumplimiento de las normas. la Ley 688 de 2001 crea el Fondo Nacional para la Reposición del Parque Automotor del Servicio Público de Transporte Terrestre y establece la renovación y reposición de vehículos dentro de la vida útil. El Decreto 1079 de 2015 reglamenta el sector transporte en Colombia, estableciendo las políticas, regulaciones y disposiciones aplicables. Cubre diversos aspectos del transporte terrestre automotor, incluyendo el servicio público de transporte colectivo y el transporte masivo de pasajeros. la Ley 1955 de 2019

establece la obligación de los municipios, distritos y áreas metropolitanas de adoptar planes de movilidad sostenible y segura, priorizando los medios de transporte no motorizados y el transporte público con tecnologías amigables con el medio ambiente. Estos planes deben alinearse con la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en el país.

*La ciudad tiene característica de aglomeración urbana altamente segregada en la cual los sectores periféricos en el sur y suroccidente existe mayor pobreza, los segmentos de ingreso alto se encuentran en el noroccidente* (Cantillo V., 2020). Las mayores oportunidades se concentran en el centro de la ciudad y en corredores de uso mixto ubicados en la zona noroccidental, esto obliga a que las personas en situación de pobreza realicen viajes más largos para acceder a oportunidades laborales y otros servicios.

*El Centro Histórico de Barranquilla es el lugar de la ciudad de donde surge y desarrolla su vida económica, comercial, cultural y política desde el siglo XVII, principalmente a partir de la segunda mitad del siglo XIX, fue declarado Bien de Interés Cultural de Carácter Nacional por el Ministerio de Cultura mediante resolución 1614 de 1999* (Rodríguez G., y Ramos J., 2010). Actualmente es un área con gran degradación ambiental en cuanto a la contaminación atmosférica, sonora, visual y el manejo de residuos sólidos de la ciudad. Este deterioro inicia partir de los años 60 y se puede decir que va de la mano con el mismo período de desarrollo de la ciudad.

La localidad está ubicada en el centro-norte de Barranquilla y en las cercanías del Río Magdalena, lo cual implica una relación directa con el ecosistema fluvial, por lo que es importante promover su conservación y evitar la contaminación y el deterioro de su ecosistema. También alberga edificaciones y estructuras con valor patrimonial y cultural, la preservación del patrimonio cultural es esencial para evitar la pérdida de biodiversidad asociada a estos espacios, como árboles y especies animales que encuentran refugio en estas áreas urbanas más antiguas. Aunque el centro histórico de una ciudad suele ser altamente urbanizado, es fundamental la presencia de espacios y áreas verdes de recreación para mejorar la calidad ambiental ya que favorecen la captura de carbono, ayudan a regular la temperatura y contribuyen a la mejora de la calidad del aire. La planificación y el desarrollo sostenible son aspectos cruciales para cualquier área urbana, es necesario promover prácticas y políticas que fomenten la conservación del medio ambiente como en la promoción de la movilidad sostenible para reducir el impacto ambiental y a garantizar una mejor calidad de vida para los habitantes de la localidad.

La conformación de la localidad Norte-Centro Histórico incluye una combinación de áreas residenciales, comerciales y culturales. En el centro histórico se encuentran importantes sitios de interés como plazas, parques, teatro y la catedral metropolitana. Además, la localidad cuenta con una gran cantidad de establecimientos comerciales, restaurantes, bares y hoteles. También alberga instituciones educativas, entidades gubernamentales, centros de salud y una variedad de espacios culturales y recreativos. Esta gran afluencia de población sobre la localidad repercute en las necesidades de desplazamiento las cuales son mayoritarias en el transporte público urbano. *Paralelo*

*a esto surge la expansión económica y urbana por la cual nace la necesidad de priorizar factores tendientes a mantener un estado benigno de la ciudad, sin embargo, aún existen problemas con el servicio de energía, seguridad, tasas impositivas elevadas y la movilidad, tales como, fragmentación funcional e institucional de los aspectos de movilidad, déficit en recursos financieros y de talento humano que brinden una adecuada planificación, ausencia de redes consolidadas de ciclovías, el mototaxismo y la ocupación del espacio público por ventas informales (Cantillo V., 2020).*

Lo que define la realidad ambiental de la ciudad en cuanto a lo económico es *el favorecimiento de sobreoferta en vehículos de bajo rendimiento en cuanto a velocidad de desplazamiento, mala calidad en el servicio y la congestión del tráfico. La remuneración tradicional a los conductores que la establece la cantidad de pasajeros recogidos conlleva a una “guerra del centavo”, así mismo, el esquema de funcionamiento de empresas encargadas del transporte urbano aumenta el problema produciendo una reducción de su rentabilidad provocando bajos niveles de mantenimiento, disminución en la reposición y con este aumento en la cantidad de vehículos antiguos (González D., 2017), adicionalmente el uso excesivo de combustibles fósiles como el ACPM y la gasolina (Findeter, 2021) es un factor determinantes para la generación de contaminantes atmosféricos. Hecho que genera mala calidad de aire que repercute directamente sobre la sostenibilidad de la ciudad. El sistema de bus de tránsito rápido también requiere mejoras de planificación y ampliación de infraestructura, lo que conlleva a su ineficiente cobertura y la tendencia de la población de usar el transporte público tradicional que es muy contaminante.*

En Barranquilla se establecen diferentes categorías de transporte público, estas categorías se organizan de acuerdo con las características y necesidades específicas de cada tipo de servicio. Barranquilla cuenta con un sistema de transporte masivo conocido como Transmetro, este sistema se compone de autobuses articulados que operan en carriles exclusivos y cuentan con estaciones de parada establecidas a lo largo de rutas predefinidas. El transporte colectivo se refiere a los autobuses convencionales que circulan por la ciudad. Estos autobuses, también conocidos como busetas, operan en diferentes rutas y recogen y dejan pasajeros en paradas establecidas a lo largo de su trayecto. También existen diferentes opciones de transporte individual como taxis y servicios de transporte a través de plataformas digitales. Los taxis son vehículos privados que ofrecen servicios de transporte público, y las plataformas digitales permiten la contratación de servicios de transporte a través de aplicaciones móviles. Se puede considerar que la ciudad de Barranquilla cuenta con una variedad de opciones de transporte público que incluyen transporte colectivo manejado por 25 empresas siendo 7 de ellas las de mayores flotas y vehículos, con una cantidad total de rutas de 79 y cantidad de vehículos totales de 2500. Cuenta con un sistema integrado de transporte masivo con un total de 9 rutas troncales, 29 rutas alimentadoras y 200 vehículos. También los servicios de transporte público individual con la mayor flota en un total de 14400 vehículos para este servicio, sin contar los particulares que hacen uso de plataformas digitales y prestan servicio de forma ilegal lo que crea desigualdad en la competencia.

### 3. Indicadores

El sector transporte según indicadores energéticos es el mayor responsable del consumo de energía a nivel global, su mayor provisión se debe a combustibles fósiles (diésel o gasolina). *En Colombia la alta tasa en la dependencia de los combustibles fósiles para la atención en su consumo es factor determinante en la contaminación del aire, de acuerdo con el Balance Energético Colombiano (BECO) de 2016, el 84% de los energéticos usados en el sector transporte fueron la gasolina y el ACPM (Findeter, 2021).* Este sector es el que más contribuye a la emisión de gases de efecto invernadero, por tanto, se convierte en un tema de interés para buscar tecnologías y fuentes de suministros que logren brindar calidad y promuevan el desarrollo de normas para un transporte público sostenible.

El consumo de combustibles a nivel nacional, en el año 2021, de gasolina de motor fue de 146.587 barriles diarios, un 31% comparado con el año 2020. El sector transporte demanda el 99% de ese consumo a nivel nacional manteniendo el porcentaje desde el año 2011.

Con respecto al Diesel (ACPM) aumentó el consumo en 22,6% con relación al año 2020, con 143 mil barriles diarios, en el sector transporte representa el 77,6% del consumo de este siendo el mayor valor de participación históricamente y en tendencia de crecimiento desde el año 2012 (Ministerio de Transporte Colombia, 2022b, p.98).

### 4. Movilidad Urbana

En Colombia existe una grave problemática en cuanto a la movilidad, sobre todo en las urbes más grandes debido al crecimiento poblacional que se ha venido presentando con el transcurrir de los años el cual produce el efecto sobre las autoridades competentes de intentar implementar sistemas de transporte masivo y adecuaciones de infraestructura que mejoren la calidad de vida a los habitantes, aunque debido a una *inadecuada planificación y gestión de estos, todo ha derivado en la permanente ineficiencia del sector. Aún permanece la competencia entre el transporte masivo y el tradicional con manifiesta ausencia de complementación* (Tobón A., y Galvis D., 2009).

Uno de los grandes problemas en la movilidad en Barranquilla es la fragmentación funcional e institucional de los aspectos de movilidad, *la infraestructura está a cargo de la Secretaría de Obras Públicas de la Alcaldía y la Agencia Distrital de Infraestructura (ADI), el tránsito y la movilización de vehículos a cargo de Secretaría de Tránsito, el funcionamiento del transporte público intra e inter municipal lo maneja el Transmetro y el Área Metropolitana de Barranquilla (AMBQ), los peatones y andenes los dirigen Eubar y Secretaría de Obras Públicas, la cultura vial la Oficina de Seguridad Vial que está dentro de la Secretaría de Tránsito y el responsable de Impactos Ambientales es Barranquilla Verde* (Arellana J., et al., 2019).

Esta situación de fragmentación produce una ineficiente coordinación y visibiliza la necesidad de una dependencia articuladora. *El Área Metropolitana de Barranquilla que es la autoridad de transporte, no dispone con recursos financieros y de talento humano que brinden una adecuada planificación de la movilidad urbana* (Cantillo V., 2020), lo cual conlleva a un inadecuado desarrollo debido a la ausencia de reglamentación, actualización y control actual. Los Planes de Ordenamiento Territorial y Desarrollo, hacen énfasis en el transporte público y los modos activos (bicicleta y peatón), aunque en Barranquilla y su Área Metropolitana *se evidencia la prioridad de inversiones a la infraestructura relacionada al automóvil privado para disminuir la congestión. La ciudad no cuenta con redes consolidadas de ciclovías en flujo segregado para aquellas personas que utilizan este medio de transporte, de igual forma no hay amplitud y continuidad de andenes que incentiven la caminata* (Cantillo V., 2020).

En Barranquilla es necesario la aplicación de un eficiente plan de movilidad, en el cual sean partícipes los distintos actores, se armonicen políticas públicas de desarrollo urbano con enfoque de infraestructura y gestión donde coincida una movilidad urbana sostenible y equitativa. Todo esto unido a la inversión en cultura y educación ciudadana, ya que se requiere preparar a los ciudadanos para esta innovación de movilidad, así como el apoyo por parte de las autoridades y los sectores académicos, sociales y económicos apostando a la aplicación de políticas apropiadas para lograr el objetivo de la movilidad sostenible.

## 5. Problemas Medioambientales

La naturaleza es la empresa que desde hace 4.000 millones de años no ha quebrado, que la humanidad autoevalúe su desarrollo y evolución de la economía basada en producción y valor de cambio, para dirigir su sistema económico basándolo en valor de uso, contabilizado por la capacidad ecosistémica que repercute positivamente en el sostenimiento del bienestar de la humanidad y que la producción no se convierta en su decadencia, sino en solo un medio de abastecimiento a sus necesidades finitas.

*La ciencia ha demostrado que en los últimos 200 años las actividades humanas han generado mayor cantidad de gases de efecto invernadero en comparación a los 2.000 años anteriores. La temperatura media es de 1,1°C mayor que a finales del siglo XIX y la revolución industrial, siendo la década del 2011-2020 la más cálida de todos los registros. El cambio climático no solo representa el aumento de las temperaturas, también consecuencias como, largas sequías, escasez de agua, aumentos de niveles en el mar, incendios, tormentas e inundaciones, deshielo, pérdida de biodiversidad, entre otras* (ONU, 2023).

*La repercusión del cambio climático sobre la humanidad son las afectaciones a la salud, la capacidad de abastecernos de alimentos, la desestabilización en cuanto a vivienda, seguridad y el trabajo; estas situaciones convierte al ser humano en un refugiado climático* (ONU, 2023), personas migrantes forzosa o voluntariamente, reubicados por gobiernos y con cifras en crecimiento constante, con el fin de resguardar su

calidad de vida y evitar los peligros de eventos naturales derivados del cambio climático, toda una interconexión de lo que la humanidad ha consumado en el planeta y que ha modificado su propia subsistencia, dicho de otro modo, la inadecuada administración humana produjo cuentas de cobro naturales sin fecha de vencimiento, consecuencias irreversibles que modifican el concepto de refugio y se dispone como, “en peligro de extinción”.

Adicional a lo anterior, el calentamiento global desencadenaría cambios importantes como una *mayor evaporación de agua, desaparición de ciudades, islas y atolones, inestabilidad económica en el sector primario, hambruna mundial, mayor afectación a personas ancianas y niños con enfermedades crónicas respiratorias o circulatorias, dificultad de desplazamiento de especies en los diversos hábitats que sean más favorables, la biodiversidad disminuiría y muchas especies sufrirían cambios genéticos acentuados en el sexo lo que produciría extinción en masa, entre otros* (Arnau A., 2000).

Según Orozco C., et al. (2008) la contaminación atmosférica se define como: *La impurificación de la atmósfera por inyección y permanencia temporal en ella de materias gaseosas, líquidas o sólidas o radiaciones ajenas a su composición natural o en proporción superior a aquélla* (p. 325).

Cuando se contemplan concentraciones, se debe distinguir los conceptos de emisión e inmisión, el primero es *toda concentración de contaminantes emitida por una fuente determinada. La inmisión es la contaminación presente en el núcleo de una atmósfera determinada exponiendo a seres vivos y materiales incluidos dentro de esta* (Orozco C., et al., 2008). El valor de estas concentraciones se estima y repercuten en diferentes formas, el valor de inmisión está dado por la suma de la emisión de contaminantes y los fenómenos que los mezclan, transportan, depositan o transforman químicamente al ser emitidos, esto evidencia la importancia de los fenómenos meteorológicos que son los responsables de su transporte y mezcla, incluidas las transformaciones químicas que sufren estas sustancias una vez emitidas.

La emisión a la atmósfera de estos productos químicos produce cáncer ya que muchas de estas sustancias descienden con la lluvia y terminan en ríos, lagos y suelos alterando su naturaleza con niveles tóxicos y amenazando a la biodiversidad que es la que brinda el balance planetario y sustento al ser humano. La contaminación atmosférica no solo produce lo mencionado anteriormente, adicional a esto, las partículas en suspensión reducen la visibilidad, dañan las edificaciones, plantas y animales. *Estas partículas pertenecen al carbón sin quemar, polvo y sulfato, las más pequeñas se originan en procesos de combustión de combustibles fósiles y son ácidos* (Erickson J., 1994). Su clasificación está dada por el tamaño, *el material particulado grueso (PM10) que puede adentrarse al sistema respiratorio en la zona traqueobronquial o el fino (PM2.5) igual o menores a 2.5 micrómetros, que van directamente al sistema circulatorio alcanzando los alvéolos pulmonares* (Zea Castro M., 2020).

Las partículas finas con diámetro menor a 2.5 micrómetros *son las de mayor riesgo para la salud y el clima debido a su composición y capacidad de mutación en sus propiedades fisicoquímicas sometidas por las fuentes de emisión y las variables atmosféricas. El Carbono Negro o Black Carbon (BC) es uno de los constituyentes de*

*estas micropartículas con mayor relevancia ya que absorbe otros contaminantes atmosféricos como los Compuestos Orgánicos Volátiles (COV's) y los Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP's) (Blanco E., 2019). Actualmente se considera después del Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), como el segundo precursor del cambio climático, cuenta con un tercio del forzamiento radiativo del CO<sub>2</sub>, aproximadamente 0,6 W/m<sup>2</sup> (Blanco E., 2019), este término es la diferencia entre la insolación absorbida por la tierra y la energía irradiada de vuelta. Debido a su capacidad de absorción de contaminantes primarios y secundarios, procede como catalizador creando varios procesos químicos que opacan la visibilidad y calidad del aire, afectan al ecosistema en general.*

Los fundamentos de la política ambiental colombiana lo establecen la Ley 99 de 1993, donde se establecen principios generales del desarrollo sostenible considerando la salud humana, los instrumentos económicos de costes ambientales, la coordinación en los actores clave en el manejo ambiental imparcial. También detalla las funciones del Ministerio del Medio Ambiente y la creación del Sistema Nacional Ambiental (SINA), el Ministerio que regula las condiciones para el saneamiento ambiental, dirigir y coordinar las actividades del SINA y garantiza el cumplimiento de deberes y derechos entorno al medioambiente. El Decreto 216 de 2003 jerarquiza las competencias, quienes se encuentran por debajo son las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR), los departamentos, distritos y municipios, estos últimos tienen el objetivo de crear planes, programas y proyectos, fijar límites de contaminación, sancionar y ejecutar obras relacionadas al medioambiente. También el Ministerio de Medio Ambiente debe implementar las políticas en la sostenibilidad del transporte urbano. En el Decreto 3570 de 2011, se modifica objetivos y estructura del Ministerio, se destacan funciones adicionales como la inspección y vigilancia sobre las CAR, así como la coordinación, promoción y orientaciones de investigación que mejoren la calidad ambiental. Por último, en el Decreto 1076 de 2015, establece disposiciones y regulaciones relacionadas con la protección y control de la calidad del aire, las emisiones contaminantes y las actividades especialmente controladas, con el objetivo de preservar la salud humana y el medio ambiente.

## **6. Infraestructura Vial y Efectos del Transporte Público en la Movilidad Barranquilla**

La infraestructura de la ciudad de Barranquilla se subdivide en 3 características (ver Figura 1). La cantidad de vías disponibles para circulación de vehículos de 717,3 km, comparados con los datos para el transporte como el Transmetro 49 km y la prioridad en circulación para bicicletas 63,10 km, se nota un déficit de vías que prioricen los medios de transporte más sostenibles y en cuanto a la seguridad por la ausencia de planificación en la infraestructura, lo que evidencia mayor congestión, emisiones y alta siniestralidad en la ciudad.

Figura 1. Infraestructura vial disponible en la ciudad de Barranquilla, Colombia

Elemento de Infraestructura	Característica	Valor
<i>Sistema Vial</i>	Vías disponibles para la circulación.	717,3 km
<i>Intersecciones con Semáforo</i>	Intersecciones con semáforo en la ciudad.	342
<i>Preferencias en circulación de peatones, ciclistas y vehículos de transporte colectivo</i>	Vías de prioridad en la circulación de los BRT (Buses de Tránsito Rápido).	49 km entre troncal y zonas de precarga
	Prioridad de circulación ciclistas.	63,10 km

Fuente: Elaboración propia

La infraestructura vial por tipo de transporte en Barranquilla es diversa a nivel ciudad, la localidad Norte-Centro Histórico cuenta con una superficie dentro de la ciudad es de aprox. 46,74 km<sup>2</sup>, le corresponde aprox. el 32,94% de la superficie en la ciudad, dado que son 5 localidades, esta se presenta como la de mayor extensión. El sistema vial disponible en la ciudad es de 717,3 km y en la localidad es de 217,70 km. La mayoría de las actividades se desarrollan en la Localidad Norte-Centro Histórico, esto atrae como un imán al flujo vehicular debido a la necesidad de desplazamiento diario de personas involucradas en estas actividades, lo que conlleva a una gran congestión, emisión de gases de efecto invernadero y partículas en suspensión, degradación en la calidad del aire y graves problemas a la salud de transeúntes y residentes, afecta las edificaciones y la biodiversidad, también aumenta la accidentalidad vial. Debido a que esta Localidad se encuentra en la zona céntrica y está cubierta en su mayoría de las diversas actividades de la ciudad, los buses, busetas, microbuses colectivos, taxis particulares, la estación de retorno norte del SITM Transmetro llamada Joe Arroyo y tres estaciones más que se encuentran en la troncal Olaya Herrera, así como algunas rutas alimentadoras de este sistema, cubren la mayoría de sus recorridos sobre esta.

Figura 2. Distribución de los tipos de transporte público en Barranquilla

Ciudad Barranquilla	Flota de Transporte Público					
	Taxi Colectivo	Microbús y Busetas	Bus	SITM Articulado Troncal	SITM Padrón	SITM Ali- mentador

Fuente: Elaboración propia.

*Todo efecto dañino que recae sobre las personas cuando usan un servicio o consumen un bien que no se encuentra añadido a su costo, son efectos no deseados* (Aguayo Y., 2018). En el sistema del transporte urbano los efectos que se pueden

producir son: La congestión vehicular, que está dada por *la interrelación entre la ineficiencia de infraestructura vial para circulación, el aumento de usuarios que usan el transporte público y el incremento en la accesibilidad por el crecimiento económico de adquisición en vehículos particulares* (Ortega W., 2019). Estos efectos terminan perjudicando a los usuarios ya que los vehículos detenidos y funcionando producen costes adicionales, también en caso de un accidente se dificulta el ingreso para los servicios ambulatorios en un lugar congestionado. Este problema aumenta los accidentes de tránsito, la contaminación auditiva y atmosférica (gases de efecto invernadero y material particulado), que son negativos para la salud y el medioambiente, así como el consumo energético y de combustibles.

Figura 3. Fallecidos según tipo de usuario de la vía y clase de siniestro en Barranquilla - año 2022

<b>Usuario vía</b>	<b>Clase siniestro</b>	<b>Fallecidos</b>	<b>Promedio</b>
<b>Peatón</b>	Atropello	45	38
<b>Usuario bicicleta</b>		6	2,4
	Choque	4	5,2
<b>Usuario de v.individual</b>	Caída Del Ocupante	1	0
	Choque	44	37
<b>Usuario moto</b>	Volcamiento	6	3,4
	Caída Del Ocupante	2	2
<b>Usuario otros</b>	Choque	2	0
<b>Usuario t.pasajeros</b>	Caída Del Ocupante	1	0,6

Fuente: Tomado de Agencia Nacional de Seguridad Vial (ANSV, 2022).

Los peatones y motociclistas para el año 2022 fueron los actores viales con mayor número de fallecidos, siendo las clases atropello y choque respectivamente las más frecuentes. El fallecimiento de peatones para el año 2022 está mayormente relacionado a la colisión con motocicletas y el transporte individual, en menor medida el transporte de pasajeros y de carga. En segundo orden, también los usuarios de motos tienen mayor índice de fallecimiento en la colisión con el transporte individual y objetos fijos, en menor medida por colisión contra otras motocicletas, el transporte de pasajeros y de carga sigue evidente en esta categoría.

Figura 4. Matriz de colisión en Barranquilla para el periodo enero – diciembre año 2022

Objeto colisión		Usuario vía						
		Peatón	Usuario bicicleta	Usuario moto	Usuario otros	Usuario de v. individual	Usuario t.carga	Usuario t.pasajeros
Transporte individual	Transporte de pasajeros	12	3	17	0	2	0	0
	Transporte de carga	5	1	5	2	0	0	0
	Transporte de carga	4	1	4	0	1	0	0
Objeto fijo		0	0	11	0	1	0	0
Motocicleta		21	1	7	0	0	0	0
Otros		1	0	0	0	0	0	0
Bicicleta		0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Tomado de Agencia Nacional de Seguridad Vial (ANSV, 2022).

Según las cifras de la Agencia Nacional de Seguridad Vial (ANSV, 2022), *entre los años 2017 y 2022 se presentaron un total de 581 fallecidos por accidentes viales, 86 en 2017, 106 en 2018, 90 en 2019, 91 en 2020, 97 en 2021 y 111 en 2022, con un aumento del 18% comparado con el promedio de los últimos 5 años y un aumento del 14,43% comparado con el año 2021. La cantidad de fallecidos para el año 2022 fue, hombres 92 y mujeres 19, un 16,5% y 26,7%, respectivamente más que el promedio de los últimos 5 años. En relación con el número de fallecidos por sexo, por cada 4,84 hombres fallece 1 mujer en accidente vial en la ciudad de Barranquilla.*

## 7. Contaminación del Aire en Barranquilla y Localidad Norte-Centro Histórico

Las concentraciones de contaminantes atmosféricos medidas en diferentes estudios para PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> y Carbono Negro (BC) en la ciudad específicamente en la Localidad Norte-Centro Histórico en diferentes periodos de tiempo entre los años 2018 y 2019, se evidencian las posibles fuentes que producen esta afectación y fueron determinadas en estos estudios, el propósito es establecer según estos datos la concentración promedio a la que estuvo expuesta la localidad y al ser comparada con las directrices establecidas por la OMS para comprender el nivel de exposición y las repercusiones sobre el medio ambiente al no actuar frente a estos.

Figura 5. Niveles recomendados de las directrices sobre calidad del aire y metas intermedias

Contaminante	Tiempo promedio	Meta intermedia				Nivel de las directrices sobre la calidad del aire
		1	2	3	4	
MP <sub>2.5</sub> , µg/m <sup>3</sup>	Anual	35	25	15	10	5
	24 horas <sup>a</sup>	75	50	37,5	25	15
MP <sub>10</sub> , µg/m <sup>3</sup>	Anual	70	50	30	20	15
	24 horas <sup>a</sup>	150	100	75	50	45
O <sub>3</sub> , µg/m <sup>3</sup>	Temporada alta <sup>b</sup>	100	70	-	-	60
	8 horas <sup>a</sup>	160	120	-	-	100
NO <sub>2</sub> , µg/m <sup>3</sup>	Anual	40	30	20	-	10
	24 horas <sup>a</sup>	120	50	-	-	25
SO <sub>2</sub> , µg/m <sup>3</sup>	24 horas <sup>a</sup>	125	50	-	-	40
CO, mg/m <sup>3</sup>	24 horas <sup>a</sup>	7	-	-	-	4

Fuente: Tomado de Organización Mundial de la Salud (OMS, 2021).

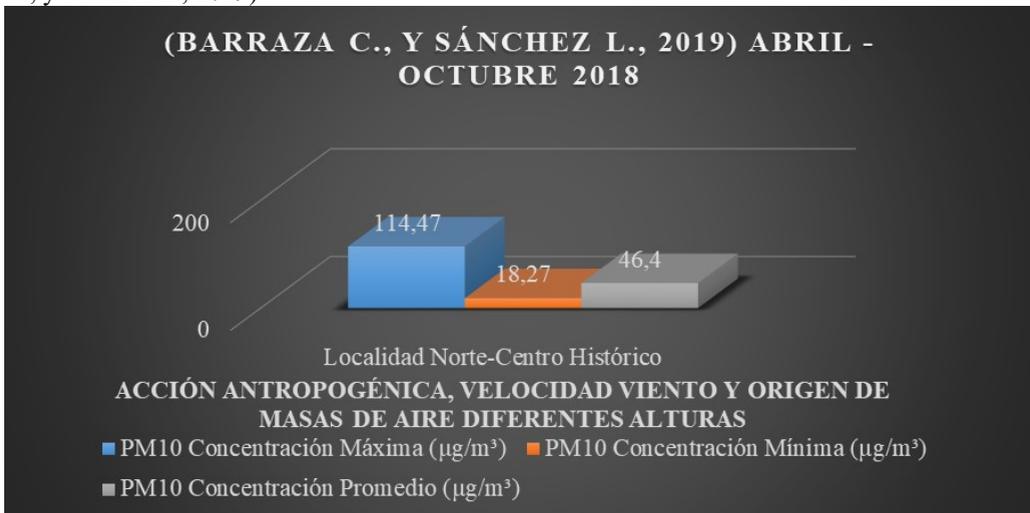
Se encontró que la concentración promedio de PM<sub>10</sub> en este estudio fue de 46,40 µg/m<sup>3</sup>, con valores máximos y mínimos de 114,47 µg/m<sup>3</sup> y 18,27 µg/m<sup>3</sup>, respectivamente. Según las directrices de la OMS, la concentración anual media de PM<sub>10</sub> no debe exceder los 15 µg/m<sup>3</sup>, y el valor límite diario no debe superar los 45 µg/m<sup>3</sup> más de 35 veces al año. Evidencia que las concentraciones de PM<sub>10</sub> en la localidad superan los límites establecidos por la OMS para proteger la salud humana. Esto resalta la necesidad de tomar medidas para mejorar la calidad del aire y reducir la exposición a partículas suspendidas en esa área.

Figura 6. Niveles máximos permisibles de contaminantes criterio en el aire Colombia

Contaminante	Nivel máximo Permissible ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Tiempo de Exposición
PM <sub>10</sub>	50	Anual
	100	24 horas
PM <sub>2.5</sub>	25	Anual
	50	24 horas
SO <sub>2</sub>	50	24 horas
	100	1 hora
NO <sub>2</sub>	60	Anual
	200	1 hora
O <sub>3</sub>	100	8 horas
CO	5.000	8 horas
	35.000	1 hora

**Nota:** A partir del mes de julio del año 2018, los niveles máximos permisibles para el PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> para tiempo de exposición de 24 horas son de 75  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y 37  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , respectivamente.

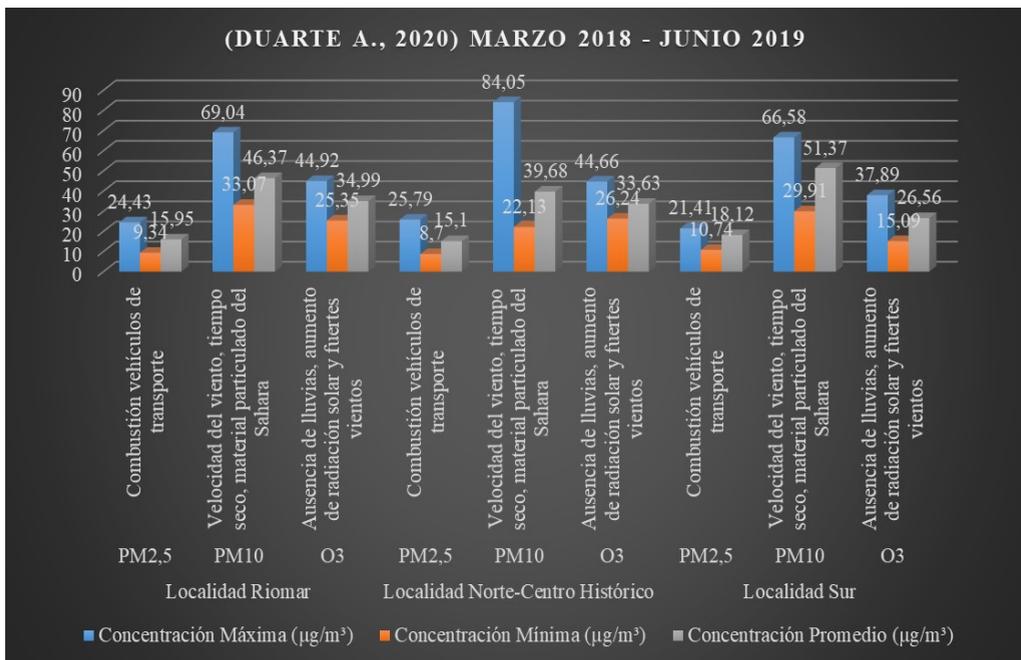
Fuente: Tomado de Resolución 2254 de 2017 [Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Colombia].

Figura 7. Concentración de PM<sub>10</sub> para la Localidad Norte-Centro Histórico – Autores (Barraza C., y Sánchez L., 2019)

Fuente: Elaboración propia.

El promedio de concentraciones de PM<sub>10</sub> fue de 46,37 µg/m<sup>3</sup> para la estación Móvil, 51,37 µg/m<sup>3</sup> para la estación Policía y 39,68 µg/m<sup>3</sup> para la estación Tres Avemarías. En cuanto al PM<sub>2,5</sub>, las concentraciones promedio fueron de 15,95 µg/m<sup>3</sup> para la estación Móvil, 18,12 µg/m<sup>3</sup> para la estación Policía y 15,10 µg/m<sup>3</sup> para la estación Tres Avemarías. En cuanto al ozono, las concentraciones promedio fueron de 34,99 µg/m<sup>3</sup> para la estación Móvil, 26,56 µg/m<sup>3</sup> para la estación Policía y 33,63 µg/m<sup>3</sup> para la estación Tres Avemarías. Las concentraciones de partículas y ozono varían según la ubicación geográfica y las condiciones climáticas, las concentraciones de PM<sub>2,5</sub> se atribuyen a la combustión de vehículos en el transporte.

Figura 8. Concentraciones de PM<sub>2,5</sub>; PM<sub>10</sub> y O<sub>3</sub> para las Localidades (Riomar, Norte-Centro Histórico y Sur) – Autor (Duarte A., 2020).

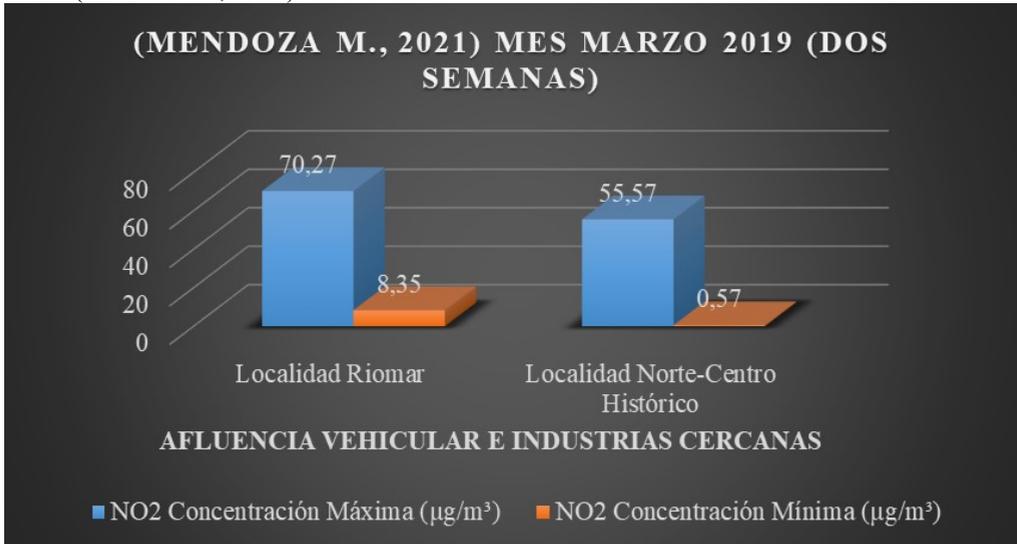


Fuente: Elaboración propia.

Los resultados del estudio muestran que las concentraciones promedio de PM<sub>10</sub> en las estaciones Móvil, Policía y Tres Avemarías superan el límite de 15 µg/m<sup>3</sup> como concentración media anual establecido por la OMS, con valores de 46,37 µg/m<sup>3</sup>, 51,37 µg/m<sup>3</sup> y 39,68 µg/m<sup>3</sup> respectivamente. Para el límite de 5 µg/m<sup>3</sup> como concentración media anual para PM<sub>2,5</sub>, los resultados muestran que las concentraciones promedio de PM<sub>2,5</sub> en las estaciones Móvil, Policía y Tres Avemarías están por encima de este límite, con valores de 15,95 µg/m<sup>3</sup>, 18,12 µg/m<sup>3</sup> y 15,10 µg/m<sup>3</sup> respectivamente. Para el límite de 100 µg/m<sup>3</sup> como concentración media

máxima de 8 horas para el ozono, los resultados del estudio muestran que las concentraciones promedio de  $O_3$  en las estaciones Móvil, Policía y Tres Avemarías están por debajo de este límite, con valores de  $34,99 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $26,56 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $33,63 \mu\text{g}/\text{m}^3$  respectivamente.

Figura 9. Concentraciones de  $\text{NO}_2$  para las Localidades (Riomar y Norte-Centro Histórico) – Autor (Mendoza M., 2021).

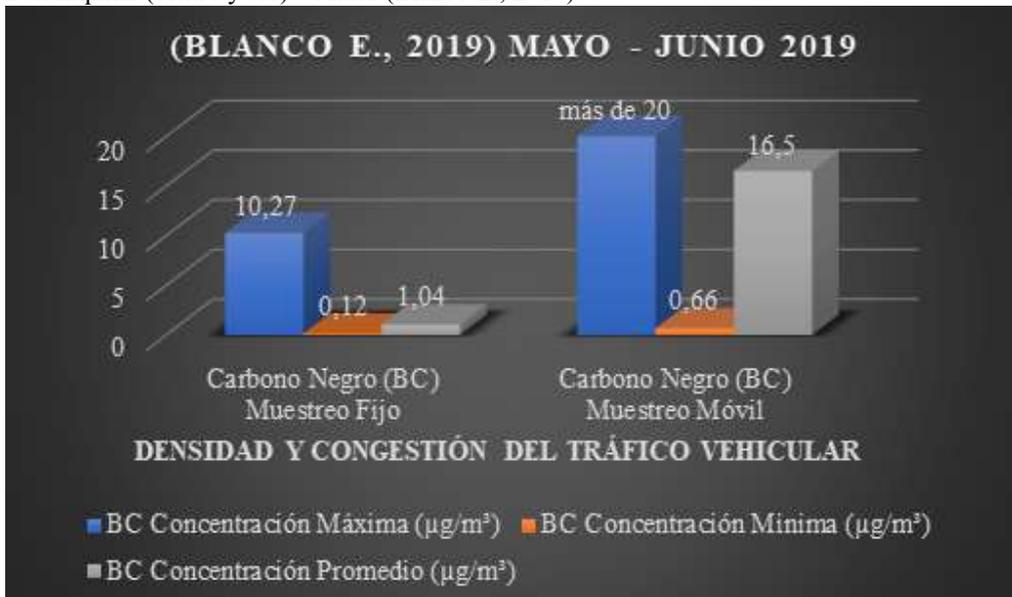


Nota: Para la concentración promedio de  $\text{NO}_2$  no aparece registro, aunque se encontraron 6 puntos de muestreo repartidos en ambas localidades por partes iguales en los que no se cumple con los estándares nacionales para este contaminante en media anual.

Fuente: Elaboración propia.

La concentración máxima refleja la superación del límite de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  como concentración media anual para el dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ) establecido por la OMS. Los resultados del estudio muestran que las concentraciones máximas de  $\text{NO}_2$  en la localidad de Riomar al norte fueron de  $70,27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , mientras que en la localidad Norte-Centro Histórico fueron de  $55,57 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . A pesar de ello, la concentración promedio no se evidencia en el mismo considerando así que la fluctuación en el tiempo de muestreo para este contaminante no es relevante en cuanto a su exposición. Aunque las concentraciones máximas reflejan que existe un potencial de emisión debido a la afluencia vehicular y las industrias cercanas de los puntos de muestreo.

Figura 10. Concentración de Carbono Negro o “Black Carbon” (BC) para la ciudad de Barranquilla (centro y sur) – Autor (Blanco E., 2019)



Fuente: Elaboración propia.

Los datos obtenidos en 1 mes del 2019, la emisión del Carbono Negro en el muestreo ambiental estuvo influenciada principalmente por las emisiones del tráfico vehicular, aunque también se observó la contribución de la quema de biomasa. En el muestreo móvil, se registró una concentración promedio de  $16,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , se relaciona a la congestión vehicular en el sur y centro de la ciudad, según las directrices de la OMS, el límite para  $\text{PM}_{2,5}$  de concentración media anual, este dato supone que durante el mes el promedio estuvo muy elevado lo que por ser partículas potencialmente dañinas para la salud, se evidencia la ausencia de un sistema de vigilancia de calidad de aire constante durante el año para evaluar las posibles repercusiones y poder tomar medidas adecuadas.

## 8. Conclusión

Los efectos medioambientales que recaen sobre la localidad Norte-Centro Histórico están dados por el transporte público en la ciudad, ya que esta sufre grandes problemáticas relacionadas a la planificación y gestión de la movilidad urbana debido a un déficit en la reglamentación, actualización y control, aunque existe la normativa y leyes, los intereses privados desvirtúan su ejecución, la tasa de fallecimientos en siniestros viales ha aumentado en un 18% comparado con los últimos 5 años en la ciudad siendo los mayores afectados los peatones y usuarios de bicicletas, existe un

ineficiente sistema de vigilancia de calidad de aire, excesiva dependencia de combustibles fósiles, las mayores concentraciones de contaminantes atmosféricos como los Óxidos de Nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y Material Particulado (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2,5</sub>) se atribuyen al transporte público y son responsables de efectos negativos en la salud y el medioambiente, dentro de las partículas (PM<sub>2,5</sub>) aparece el Carbono Negro o “Black Carbon” (BC), siendo el principal responsable de enfermedades respiratorias y cardiovasculares, así como el aumento de temperaturas ya que es el segundo precursor del cambio climático y con un tercio del forzamiento radiativo del Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), absorbe más radiación de la que se refleja, es bioacumulable y persistente en la atmósfera e interactúa con otros contaminantes primarios y secundarios produciendo una degradación de la calidad de aire.

El mayor porcentaje de viajes que se realizan en la ciudad es en el Transporte Público, en 5 años disminuyó en un 10,2% a lo que se le puede atribuir el aumento de vehículos particulares y la insatisfacción de los usuarios de no recibir un servicio adecuado y eficiente, ya que sobreabunda los vehículos con inadecuado mantenimiento y bastante antiguos, equipamientos insuficientes que admita a personas con discapacidad, la incomodidad y la inseguridad; en el caso de los taxis, existen muchos casos de especulación en la tarifa y la misma tendencia que en los buses, que no cuentan con la comodidad deseada. En la misma, se observa que las bicicletas aumentaron al doble en su porcentaje, pero aun así sigue siendo una cifra muy ínfima debido a las prioridades de infraestructura vehicular de la ciudad, donde se avanza lentamente en la incorporación de ciclovías que incentiven a los barranquilleros a usar este medio de transporte y contar con garantías de movilidad y seguridad. El transporte informal y las aplicaciones para el transporte particular vienen con tendencia de crecimiento, el problema de estos es que no se ciñen a la ley lo que conlleva a frecuentes multas de tránsito y problemas de competencia desleal entre aquellos demás transportes públicos registrados que sí pagan sus impuestos.

El excesivo uso de combustibles fósiles para todas las clases de vehículos de transporte público en la ciudad, lo que sumado a la desactualizada información de avances con enfoque a las energías renovables demuestra un retraso muy amplio en comparación con países desarrollados, los subsidios a la gasolina siguen siendo una inversión ineficiente de recursos que pueden ser usados para la modernización progresiva de las flotas de vehículos que brinden un transporte público más sostenible y de calidad para la ciudad.

En Barranquilla hay una alta tasa de mortalidad en la movilidad urbana, presenta concentraciones elevadas de contaminantes atmosféricos y un rápido crecimiento del parque automotor, el sistema de transporte público está en proceso de renovación, pero avanza lentamente y aún existen vehículos antiguos en circulación, hay una evidente ausencia de políticas efectivas en cuanto a contaminación del aire y su ejecución adecuada, sumado a la fragmentación institucional, dificultan la implementación de mejoras en la infraestructura energética y tecnologías limpias. La ciudad presenta problemas de inseguridad e incumplimiento de las normas de tránsito, no cuenta con una infraestructura y equipamientos que atiendan necesidades de desplazamiento de personas con discapacidad. Actualmente se subsidian los

combustibles fósiles en el país y es necesario reducirlos gradualmente para así promover la introducción efectiva y progresiva de energías renovables y tecnologías limpias en el transporte público haciendo que la ciudad pueda conseguir un verdadero desarrollo sostenible.

## 9. Bibliografía

- Agencia Nacional de Seguridad Vial ANSV (2022): Boletín Estadístico Barranquilla, Fallecidos y Lesionados por Siniestros Viales. Bogotá D.C., Observatorio Nacional de Seguridad Vial ONSV. Disponible en: <https://ansv.gov.co/es/node/9411> [Consulta: 15 de febrero de 2023].
- Aguiar Infante, Y. (2018): Sistema Tributario y el Impuesto a las Externalidades en las Empresas de Venta de Petróleo en la Provincia Constitucional del Callao, Tesis de Grado, Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/32147> [Consulta: 04 de mayo de 2023].
- Arellana, J., Puche, K., y García, S. (2019), Propuestas de política pública en Movilidad, Fundesarrollo, pp. 57-75. Disponible en: [http://www.fundesarrollo.org.co/wp-content/uploads/2020/04/Doc\\_Movilidad.pdf](http://www.fundesarrollo.org.co/wp-content/uploads/2020/04/Doc_Movilidad.pdf) [Consulta: 05 de marzo de 2023].
- Arnau Tarín, A. (2000): “LA TIERRA SE CALIENTA”, El Medio Ambiente: Problemas y Soluciones, Madrid, Miraguano S.A. Ediciones, pp. 35-54.
- Banca de Desarrollo Territorial, Findeter (2021): “Estudio Sector Transporte Colombiano”, Inteligencia de Negocio (nueva), 23(10), pp. 1-47. Disponible en: <https://repositorio.findeter.gov.co/handle/123456789/9708> [Consulta: 20 de marzo de 2023].
- Barraza Villareal, C. A., y Sánchez Quintero, L. M. (2019): Evaluación de la concentración de material particulado pm10 en la Región Norte-Centro Histórico de la ciudad de Barranquilla, Tesis de Grado, Universidad de la Costa. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11323/5548> [Consulta: 11 de enero de 2023].
- Blanco Donado, E. (2019). Evaluación de la variabilidad espacial de Black Carbon en un área urbana del Caribe colombiano, Tesis de Grado, Universidad de la Costa. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11323/6012> [Consulta: 11 de enero de 2023].
- Cantillo V. (2020): Movilidad en el Área Metropolitana de Barranquilla: perspectivas y retos, Divulgación Académica, Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Estudios Urbanos. Disponible en: <http://ieu.unal.edu.co/medios/noticias-del-ieu/item/movilidad-en-el-area-metropolitana-de-barranquilla-perspectivas-y-retos> [Consulta: 02 de marzo de 2023].
- Decreto 1079 de 2015 [Ministerio de Transporte Colombia]. Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Transporte. 26 de mayo de 2015.
- Decreto 216 de 2003 [Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible Colombia]. Por el cual se determinan los objetivos, la estructura orgánica del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y se dictan otras disposiciones. 03 de febrero de 2003.
- Decreto 3570 de 2011 [Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible Colombia]. Por el cual se modifican los objetivos y la estructura del Ministerio de Ambiente y Desarrollo

- Sostenible y se integra el Sector Administrativo de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 27 de septiembre de 2011.
- Duarte González, A. L. (2020): Evaluación espaciotemporal de contaminantes atmosféricos en la ciudad de Barranquilla, Tesis Maestría, Universidad de la Costa. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11323/7079> [Consulta: 10 de enero de 2023].
- Erickson, J. (1994): “Peligro en el Aire”, en I., Español Echaniz, Un Mundo en Desequilibrio: La contaminación de nuestro planeta, Madrid, McGRAW-HILL/INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S.A., pp. 33-48.
- González, D. T. (2017), “La demanda por transporte público en Colombia” Encuentros, 2(13), pp. 2-26. Disponible en: <https://www.utb.edu.co/wp-content/uploads/2022/06/N%C2%B013-Toro%5EJ-Cantillo-y-Espinosa.pdf> [Consulta: 08 de marzo de 2023].
- Ley 105 de 1993. Por la cual se dictan disposiciones básicas sobre el transporte, se redistribuyen competencias y recursos entre la Nación y las Entidades Territoriales, se reglamenta la planeación en el sector transporte y se dictan otras disposiciones. 30 de diciembre de 1993. D.O. No. 41158.
- Ley 1955 de 2019. Por el cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad. 25 de mayo de 2019. D.O. No. 50964.
- Ley 336 de 1996. Por la cual se adopta el estatuto nacional de transporte. 20 de diciembre de 1996. D.O. No. 42948.
- Ley 688 de 2001. Por medio de la cual se crea el Fondo Nacional para la Reposición del Parque Automotor del Servicio Público de Transporte Terrestre y se dictan otras disposiciones. 23 de agosto de 2001. D.O. No. 44530.
- Ley 99 de 1993. Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones. 22 de diciembre de 1993. D.O. No. 52306.
- Méndez Gutiérrez del Valle, R. (2023): “Globalización capitalista y crisis ambiental”, REVIVES, Tiempos críticos para el capitalismo global. Una perspectiva geoeconómica. Disponible en: [https://revives.es/publicaciones/tiempos\\_criticos/](https://revives.es/publicaciones/tiempos_criticos/) [Consulta: 01 de abril de 2023].
- Mendoza Hernández, M. A. (2021): Evaluación de la afectación ambiental y enfermedades respiratorias asociadas al contaminante atmosférico NO<sub>2</sub> en Barranquilla mediante la aplicación de programas y tecnologías, Tesis Maestría, Universidad del Norte. Disponible en: <http://manglar.uninorte.edu.co/handle/10584/9959#page=1> [Consulta: 10 de enero de 2023].
- Ministerio de Transporte Colombia. (2022b). Transporte en cifras anuario nacional estadístico vigencia 2021. Disponible en: <https://www.mintransporte.gov.co/publicaciones/9443/transporte-en-cifras/> [Consulta: 20 de marzo de 2023].
- Organización de las Naciones Unidas, ONU (2023): Acción por el Clima, Cambio Climático. Disponible en: <https://www.un.org/es/climatechange/what-is-climate-change> [Consulta: 20 de abril de 2023].

- Organización Mundial de la Salud, OMS (2021), Contaminación del aire ambiente exterior. Disponible en: [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) [Consulta: 10 de enero de 2023].
- Orozco Barrenetxea, C., Pérez Serrano, A., González Delgado, M., y Alfayate Blanco, J. (2008): “Química de la troposfera: contaminación del aire”, en C. M., de la Fuente Rojo, *CONTAMINACIÓN AMBIENTAL*, Madrid, THOMSON, pp. 325-332.
- Ortega, W. A. (2019): “Congestión vehicular de transporte urbano y su incidencia en salud y medio ambiente en la ciudad de Puno”, *Revista Científica Investigación Andina*, 1(1), pp. 226–249. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.35306/rev.%20cien.%20univ..v19i1.746> [Consulta: 05 de mayo de 2023].
- 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. 01 de noviembre de 2017.
- Rodríguez, G., y Ramos, J. (2010), “Renovación urbana del centro histórico de Barranquilla: orígenes y evolución del proceso”, *MEMORIAS*, 6(11), pp. 46-60. Disponible en: 10.14482/memor.11.601.3 [Consulta: 07 de marzo de 2023].
- Romero Muñoz, J. (2021): ¿Antropoceno? Riesgos eco-sociales y geopolítica global: una visión desde la ecología política. *Observatorio Medioambiental*, 24, pp. 45-70.
- Sotelo Navalpotro, J.A. (2015). Paisajes para el medioambiente: Estudio de caso. *Observatorio medioambiental*, nº 18, pp. 97-128
- Sotelo, J. A. (2007): “Las Teorías Del Desarrollo, En Los Contextos Medioambientales”, *Medio Ambiente, Desarrollo y Sostenibilidad: Modelos y políticas de actuación contradictorias*, Madrid, Oxford University Press, pp. 41-64.
- Sotelo Pérez, I. y Sotelo Navalpotro, J.A. (2018). Agua y medio ambiente: encuadre jurídico constitucional de la materia hídrica en España, en la actualidad. *Anales de la Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales de la Universidad Nacional de La Plata*, Vol. 15, Nº. 48.
- Sotelo Pérez, I. y Sotelo Navalpotro, J.A. (2020). Aspectos generales de la Ordenación del Territorio y del Medio Ambiente. *M+A Revista electrónica del medioambiente*, vol. 21, nº1, pp. 102-121
- Tobón, A., y Galvis, D. (2009): “Análisis sobre la evolución reciente del sector de transporte en Colombia”, *Perfil de coyuntura económica*, (13), pp.147-163. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1657-42142009000100006](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1657-42142009000100006) [Consulta: 01 de marzo de 2023].
- Zea Castro, M. E. (2020): Alternativas de reducción de material particulado PM10 y PM2.5 en la ciudad de Bogotá, Tesis de Grado, Universidad Militar Nueva Granada de Bogotá. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10654/37301> [Consulta: 01 de mayo de 2023].