

EL IMPACTO DEL USO DE BICICLETAS ELÉCTRICAS EN LA REDUCCIÓN DE LA CONGESTIÓN Y CONTAMINACIÓN EN EL TRÁFICO EN BOGOTÁ.

THE IMPACT OF THE USE OF ELECTRIC BICYCLES ON THE REDUCTION OF TRAFFIC CONGESTION IN BOGOTÁ.

Leidy Camila Parra-Hernández¹, Daniel Esteban Hurtado-Valbuena²,
Fredy Horacio Otalora-Torres³

RESUMEN

Las tendencias actuales en el consumo de energía para la movilidad en los distintos países del mundo requieren enfoques y soluciones variadas. Independientemente del tamaño o nivel de desarrollo económico, cada nación enfrenta una presión creciente para reducir el consumo energético en la movilidad sin comprometer el bienestar, el progreso social y económico. El propósito es profundizar en la comprensión del impacto y potencial de las bicicletas eléctricas como medio de transporte alternativo, con un enfoque específico en la movilidad sostenible. La metodología sigue los lineamientos de la declaración PRISMA para llevar a cabo una revisión sistemática. Los resultados revelan la conexión entre los desafíos de movilidad en entornos urbanos, el crecimiento urbanístico y el desarrollo de asentamientos suburbanos, generando un aumento significativo en los desplazamientos y contribuyendo a problemas como la congestión. En las discusiones, se resalta la insuficiencia de muchas iniciativas para abordar la transformación profunda necesaria. Las conclusiones sugieren que la promoción de alternativas como las bicicletas eléctricas desempeñan un papel crucial en la construcción de ciudades sostenibles, mejorando la calidad de vida urbana y afrontando los desafíos.

Palabras clave: *Movilidad sostenible, Transporte alternativo, bicicletas eléctricas.*

ABSTRACT

Current trends in energy consumption for mobility in different countries around the world require varied approaches and solutions. Regardless of size or level of economic development, every nation faces increasing pressure to reduce energy consumption in mobility without compromising welfare, social and economic progress. The purpose is to deepen the understanding of the impact and potential of electric bicycles as an alternative means of transportation, with a specific focus on sustainable mobility. The methodology follows the guidelines of the PRISMA statement to conduct a systematic review. The results reveal the connection between mobility challenges in urban environments, urban growth and the development of suburban settlements, generating a significant increase in commuting and contributing to problems such as congestion. Discussions highlight the inadequacy of many initiatives to address the deep transformation needed. The conclusions suggest that the promotion of alternatives such as electric bicycles play a crucial role in building sustainable cities, improving the quality of urban life and addressing the challenges.

Keywords: Alternative transport, electric bicycle, urban mobility, congestion, pollution, sustainability, sustainability, sustainability.

¹ Administración de empresas, Corporación Unificada Nacional, Bogotá Colombia, daniel.hurtadovva@cun.edu.co.

² Administración de empresas, Corporación Unificada Nacional, Bogotá Colombia, leidy.parrah@cun.edu.co.

³ Administración de empresas, Corporación Unificada Nacional, Bogotá Colombia, fredy.otalora@cun.edu.co.

INTRODUCCIÓN

El propósito de esta revisión sistemática es profundizar en la comprensión del impacto y potencial de las bicicletas eléctricas como medio de transporte alternativo, con un enfoque específico en la movilidad sostenible. Se busca analizar la contribución de las bicicletas eléctricas a la reducción de la contaminación ambiental y la mejora de la movilidad en entornos urbanos. Este estudio tiene como objetivo entender el papel de las bicicletas eléctricas en la mitigación de la contaminación y en la optimización de la movilidad en contextos urbanos, considerando sus beneficios a nivel general para promover una alternativa más sostenible en el transporte.

Las tendencias actuales en el consumo de energía para la movilidad en los países de la región requieren enfoques y soluciones variadas. Independientemente del tamaño o nivel de desarrollo económico, cada nación enfrenta una presión creciente para reducir el consumo energético en la movilidad sin comprometer el bienestar, el progreso social y económico. Los servicios de transporte y la infraestructura asociada desempeñan un papel crucial en la integración regional en el mercado global. Sin embargo, es evidente una notoria falta de políticas efectivas dirigidas a la reducción y gestión del consumo de energía, así como de las emisiones en la región. (Kreuzer & Wilmsmeier, 2014).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) afirma que, aproximadamente el 37% de las muertes prematuras relacionadas con la contaminación del aire exterior se vinculan a enfermedades cardíacas isquémicas y accidentes cerebrovasculares. Además, el 18% y el 23% de las muertes se atribuyen a enfermedades pulmonares obstructivas crónicas e infecciones respiratorias agudas, respectivamente. Un 11% de las muertes se relaciona con cáncer de las vías respiratorias. Es crucial destacar que las personas que residen en países con ingresos bajos y medianos son las más afectadas, soportando el 89% de los 4,2 millones de muertes prematuras asociadas a la contaminación del aire (OMS, 2022).

La alta contaminación afecta la salud y la movilidad de los ciudadanos, por lo que se deben promover alternativas sostenibles como las bicicletas eléctricas. Se pueden habilitar proyectos como Cicla con bicicletas eléctricas, y las empresas privadas pueden realizar campañas para incentivar su adquisición. El tiempo de desplazamiento en horas pico también afecta los ingresos de los transportadores, ya que los trancones reducen la eficiencia de sus rutas (Gil y Duque, 2021).

La movilidad sostenible abarca una serie de iniciativas y prácticas dirigidas hacia la utilización consciente de los medios de transporte, ya sean privados o públicos. Su propósito fundamental es satisfacer las demandas de movilidad con el menor impacto posible en el medio ambiente (Ferrovial, 2022). Los modos de transporte alternativos se orientan hacia la resolución de los dilemas asociados a la contaminación ambiental.

Estos medios de transporte se caracterizan por su naturaleza completamente ecológica, buscando cumplir la función de cubrir distancias moderadas o cortas sin causar impactos negativos en el entorno (Galindo y Silva, 2016). Las bicicletas eléctricas están emergiendo como una alternativa sostenible al uso de automóviles y transporte público en áreas urbanas. Se centran en las perspectivas de los usuarios con respecto al cuidado del medio ambiente y la mejora de la salud (Aono y Bigazzi, 2019).

En Bogotá, una de las ciudades más contaminantes de Latinoamérica, la contaminación del aire contribuye al 9,2% de las muertes en el año, lo que es alarmante. Para abordar esta problemática, se ha implementado una restricción vehicular llamada "pico y placa ambiental" dos veces al año (Flores y Gómez, 2019). La ciudad ha eximido a los vehículos eléctricos de impuestos y ha reducido el costo del seguro obligatorio de accidentes de tránsito (SOAT) a la mitad en comparación con los vehículos de combustión. Además, las bicicletas eléctricas son una opción ecológica y económica para desplazarse, ya que no generan costos por su uso y son amigables con el medio ambiente.

Es importante priorizar la movilidad del peatón, seguida de la del ciclista, el transporte público y, finalmente, el transporte de carga y los vehículos particulares, para lograr una movilidad segura y distanciamiento social (Ortega, 2018). Bogotá no tiene la capacidad de expandir su infraestructura vial para vehículos particulares, por lo que es esencial promover alternativas como la bicicleta, el transporte público y el uso compartido de vehículos para reducir la congestión vehicular (Giraldo, 2019).

Ciudades como Copenhague en Dinamarca, Utrecht en Holanda y Beijing en China han logrado un impacto significativo en la movilidad sostenible al incorporar masivamente las bicicletas como medio de transporte. Las ciudades han mejorado la infraestructura, como ciclovías, señalización e iluminación, para fomentar el uso de bicicletas eléctricas y han reducido la contaminación del aire y la accidentalidad en el proceso (Flores y Gómez, 2019).

Los propietarios de bicicletas eléctricas utilizan menos el transporte privado y público que otros grupos de usuarios de transporte, y también optan por el transporte no motorizado en lugar del motorizado. Uno de los problemas comunes es que muchos ciudadanos no se informan ni investigan sobre los medios de transporte sostenible, y por lo tanto no se atreven a cambiar su modo de transporte actual (Fyhri & Beate, 2020).

Esta investigación tuvo como objetivo general dar a conocer la percepción del uso de las bicicletas eléctricas como medio de transporte alternativo en Bogotá, con el fin de que las personas que se desplazan en la ciudad puedan considerarlas como una opción en su vida cotidiana. Los objetivos específicos incluyeron mostrar las ventajas de las bicicletas eléctricas en comparación con el transporte masivo, así como analizar los costos y beneficios desde una perspectiva socioambiental. El estudio destaca la importancia de considerar las bicicletas eléctricas como una alternativa sostenible en la movilidad de Bogotá.

METODOLOGÍA

La metodología empleada se basó en una revisión sistemática exhaustiva de la literatura científica que aborda el impacto del uso de bicicletas eléctricas en la reducción de congestión y contaminación de los últimos 5 años. Este enfoque sigue las pautas establecidas por la declaración PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), una guía que establece estándares para la elaboración de informes en revisiones sistemáticas y metaanálisis. Durante este proceso de revisión, se examinaron diversos recursos, incluyendo artículos científicos, conferencias, libros y materiales técnicos, todos publicados en los últimos cinco años en los campos de la educación y la sostenibilidad ambiental. Se dio prioridad a la inclusión de fuentes disponibles de forma gratuita en español e inglés.

Para optimizar la búsqueda de información relevante, se utilizaron diversas bases de datos, entre las que se cuentan Scielo, Dialnet y Redalyc, así como el motor de búsqueda Google Scholar. Este enfoque integral permitió recopilar y analizar de manera completa y actualizada las investigaciones pertinentes sobre el tema en el período de interés.

Para afinar la búsqueda de información, se utilizaron palabras claves combinadas con operadores lógicos, como "(bicicletas) AND (eléctricas) AND (reducción) AND (congestión) AND (contaminación)". Esta estrategia permitió la identificación de documentos relevantes para la investigación. Además, se implementó un protocolo de inclusión y exclusión en el estudio, descartando información que no cumpliera con los criterios predefinidos. Los criterios de inclusión y exclusión fueron fundamentales para garantizar la relevancia y calidad de la información recopilada en el estudio. Estos criterios fueron los siguientes:

Tabla 1. *Criterios de inclusión - exclusión empleados.*

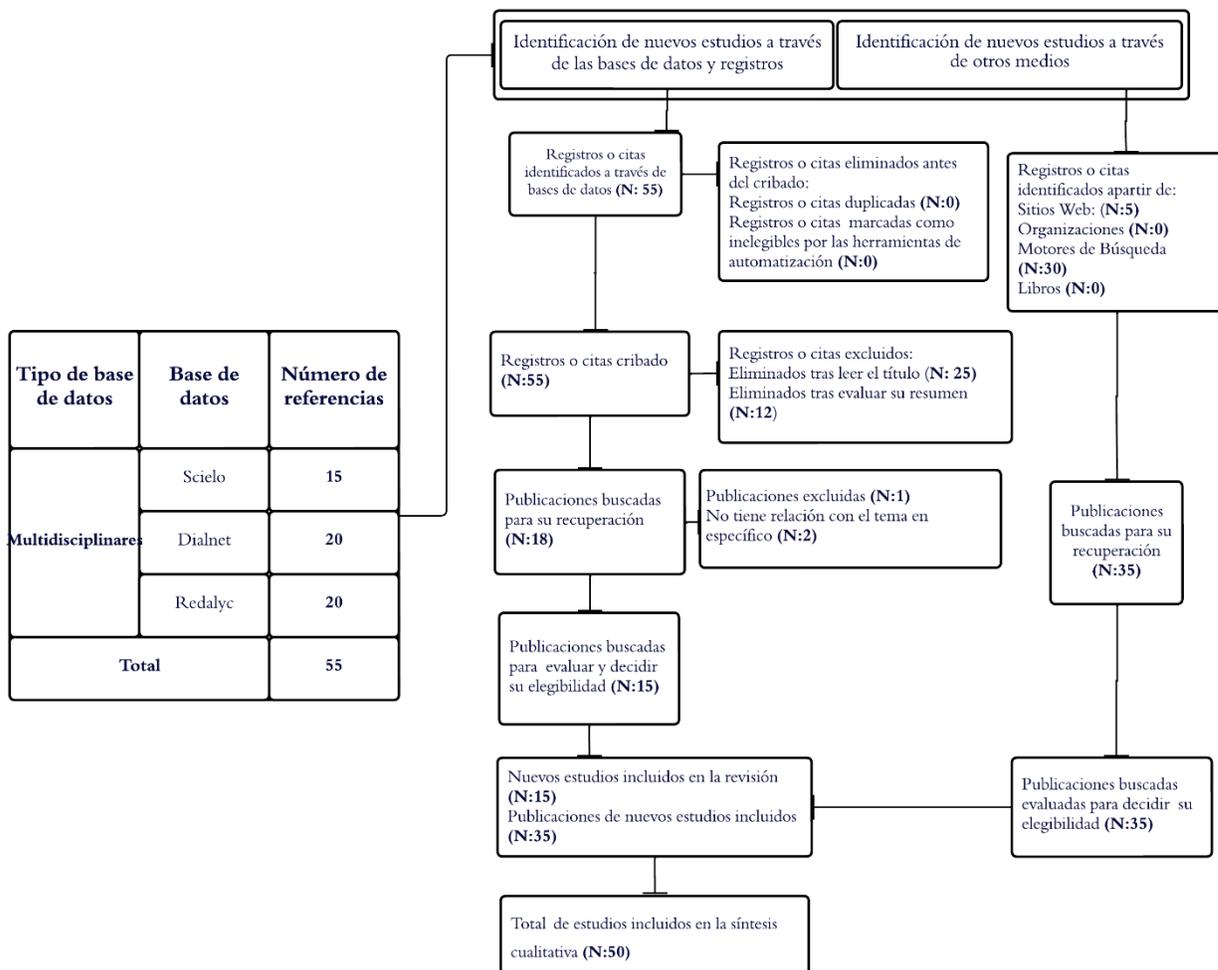
Inclusión	Criterios - exclusión
Documentos publicados en los últimos cinco años.	Información que no cumplía con los criterios de inclusión mencionados.
Fuentes disponibles en acceso libre en español e inglés.	Documentos no pertinentes al ámbito de la educación y sostenibilidad ambiental.
Investigaciones relacionadas con el tema.	Fuentes que no estuvieran disponibles en acceso libre en español e inglés.
Artículos científicos, conferencias, libros y materiales técnicos.	Publicaciones anteriores a los últimos cinco años.

Nota: Creación propia.

RESULTADOS

En el contexto de la creciente preocupación por la sostenibilidad y la necesidad de abordar los desafíos asociados con la movilidad urbana, este artículo se sumerge en un análisis detallado de la relación entre el uso de bicicletas eléctricas y sus impactos en la reducción de la congestión vehicular, y la contaminación atmosférica. A partir de una búsqueda exhaustiva, se identifican 50 fuentes, entre ellas 15 investigaciones que cumplen con rigurosos criterios, 30 trabajos de grado y 5 fuentes variadas, todas convergiendo en el examen de este aspecto crucial de la movilidad sostenible. Estas fuentes proporcionan una base sólida para explorar los beneficios asociados al empleo de bicicletas eléctricas, enriqueciendo el análisis con diversos enfoques y perspectivas. En este artículo, nos sumergiremos en la profundidad de estos estudios para comprender mejor cómo el uso de bicicletas eléctricas puede contribuir a mitigar la congestión y mejorar la calidad del aire en entornos urbanos.

Figura 2. *Recopilación de artículos científicos según las directrices del diagrama de flujo PRISMA.*



Nota: Diagrama tomado (Page et al., 2021), artículo declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas, Diagrama de flujo PRISMA 2020, DOI: 10.1016/j.recresp.2021.06.016.

La congestión vehicular excesiva afecta negativamente la salud y el medio ambiente en entornos urbanos, siendo un problema multifacético con diversas interrelaciones (Vergara et al., 2020). La falta de intervención eficaz por parte de los gobiernos es uno de los principales contribuyentes al colapso diario del servicio de transporte público en las ciudades. A pesar de que la congestión vial es evidente y en constante aumento en todas las ciudades, la gestión para abordar este problema resulta insuficiente (Muñoz et al., 2021).

Otro desafío derivado del tránsito vehicular frecuente son los cambios atmosféricos. La emisión de partículas en suspensión, vinculada al tráfico de vehículos que transportan pasajeros y carga, así como el uso de combustibles fósiles, impacta negativamente en la capa de ozono. Esto puede conducir a cambios climáticos y alteraciones en los ciclos de vida (Valeria, 2022). Cabe destacar que el riesgo asociado a estas partículas es inversamente proporcional a su tamaño, ya que las partículas más pequeñas tienen una mayor capacidad para penetrar en el organismo humano, representando un riesgo significativo para la salud (Calcetero et al., 2022).

La problemática de movilidad en entornos urbanos está estrechamente vinculada al rápido crecimiento urbanístico y al desarrollo de asentamientos suburbanos en áreas periféricas. Estos

factores generan un notable aumento en la cantidad de desplazamientos, contribuyendo así a problemas significativos de movilidad, destacando la congestión. Este fenómeno se entiende como la demanda de viajes que supera la capacidad disponible, provocando impactos negativos en el medio ambiente urbano (Quintero y Quintero, 2015).

Estos impactos se manifiestan a través del consumo elevado de energía proveniente de fuentes no renovables, el aumento en los niveles de contaminación atmosférica, la emisión de gases contaminantes y la generación de ruido (Correa y Ramírez, 2018). Estos problemas son característicos de los sistemas de transporte público colectivo que utilizan autobuses en vías no exclusivas. Además, se suma el incremento en la cantidad de vehículos particulares en circulación en las ciudades, contribuyendo a agravar la situación y acentuar los desafíos asociados con la movilidad urbana (Alfie, & Salinas, 2018).

La sostenibilidad en la ciudad va más allá de lo material; implica educar a los habitantes sobre este tema. Por esta razón, resulta imperativo implementar políticas urbanas sostenibles que no solo aborden aspectos físicos, sino que también involucren activamente a la ciudadanía, invitándola a formar parte de este cambio en aras del bien común (Sepúlveda, 2018). Esta cualidad es definitoria de una ciudad sostenible, ya que busca la integración de dimensiones sociales, ambientales y económicas. Dicha integración se traduce en el desarrollo, fomento y difusión de proyectos y programas que beneficien a la ciudad y contribuyan al bienestar de sus habitantes, satisfaciendo sus expectativas y deseos (Muñoz et al., 2016).

Dado que la movilidad representa el principal desafío en la ciudad actual, se erige como el punto de partida esencial para la sustentabilidad urbana. Este enfoque se materializa a través de una serie de estrategias que fortalecen la ciudad en cada uno de sus sistemas, promoviendo su organización para el beneficio de las personas (Marchan et al., 2021). Estas estrategias deben orientarse a la protección y multiplicación de los recursos, el cuidado de la salud humana y del entorno, así como a la mejora de los medios de transporte. De esta manera, mediante políticas específicas, se busca sostener la economía local (Giraldo et al., 2020).

En este sentido, la movilidad sustentable se complementa con la movilidad ecológica, haciendo uso de sistemas de transporte que minimizan la contaminación ambiental y los impactos en la salud. Ejemplos de ello son los vehículos eléctricos, en especial las bicicletas como medios de transporte no motorizados. Los datos recolectados, se evidencia la evolución del uso de la bicicleta eléctrica en Bogotá, para comenzar la investigación arroja la cifra de kilómetros (km) de ciclo ruta construidas en la ciudad de Bogotá de los últimos 5 años (Observatorio Ambiental de Bogotá, 2023).

La transformación de la movilidad urbana requiere una estrecha vinculación con la planificación urbanística. Esta última debe orientarse hacia un diseño compacto y diverso en usos, con el objetivo de minimizar los tiempos de desplazamiento y cambiar la percepción de que el automóvil es indispensable en la ciudad (Navalón, 2020). Es fundamental adoptar con determinación un modelo dual a medio plazo. Esto implica la implementación de infraestructuras ciclistas segregadas en vías apropiadas, ofreciendo una mayor seguridad a los colectivos más vulnerables, incluyendo a las mujeres. Paralelamente, en itinerarios compartidos con el tráfico motorizado, se debe garantizar, mediante ordenanzas, el respeto a los límites de velocidad en ciclocarriles. Se aboga por consolidar una jerarquía de movilidad en la que peatones y ciclistas gocen de prioridad, desplazando la concepción tradicional de que las calles son exclusivas para los automóviles (Silva, 2021).

La bicicleta emerge como un medio de movilidad alternativo y respetuoso con el medio ambiente, subrayando la urgencia de concientizar sobre los beneficios que ofrece (Íñiguez-Morán et al., 2023). Esto debería ser un claro llamado de atención para los responsables de tomar decisiones,

instándolos a considerar proyectos centrados en la promoción de la bicicleta como prioritarios para el desarrollo urbano (Chichimbo, 2019). Es esencial fomentar la conciencia acerca de la importancia del conocimiento de las leyes de tránsito, así como de los derechos y obligaciones que recaen sobre los ciclistas al utilizar las vías públicas. Este enfoque contribuirá no solo a mejorar la seguridad vial, sino también a consolidar la bicicleta como una opción de movilidad sostenible y promover su integración efectiva en el tejido urbano de las ciudades (Martínez et al., 2021).

Adicionalmente, la gestión pública puede colaborar activamente con empresas privadas para encontrar soluciones que fomenten la movilidad en bicicleta. Un ejemplo concreto sería la posibilidad de ofrecer beneficios a los trabajadores que utilicen bicicletas públicas. Esta colaboración permite incentivar la movilidad sostenible y contribuir a la construcción de una ciudad más amigable con el medio ambiente.

DISCUSIONES

La movilidad eléctrica y la promoción de alternativas sostenibles en el transporte representan temas de creciente importancia en el panorama actual. Examinar estos aspectos proporciona perspectivas valiosas sobre desafíos y oportunidades. En el contexto general, la ciudad de Bogotá emerge como un ejemplo revelador, destacando las soluciones complejas inherentes a la implementación de sostenibles en entornos urbanos..

Según el estudio de Silva (2021) pone en manifiesto que, aunque en teoría la lucha contra el cambio climático se menciona como uno de los objetivos esenciales, los planes y ordenanzas relacionados con la movilidad sostenible en la ciudad objeto de estudio han otorgado una importancia desproporcionada a los automóviles. Se ha enfocado principalmente en la electrificación de estos vehículos como una medida para contrarrestar la contaminación y mitigar el cambio climático. Sin embargo, estas iniciativas parecen insuficientes al no abordar de manera adecuada la necesaria transformación profunda que se requiere.

En Bogotá, se introdujeron ciclорrutas temporales, algunas de las cuales aún están en funcionamiento. A pesar de que algunas vías volvieron a ser ocupadas por los tradicionales medios de transporte, la existencia de estas ciclорrutas se atribuye, en parte, al hecho de que después de la pandemia, más del 25% de los usuarios habituales de bicicletas decidieron mantener esta práctica para desplazarse hacia sus lugares de trabajo o estudios. Sin embargo, la ciudadanía percibe la necesidad de implementar un plan de ciclорrutas más estructurado. Esto permitiría consolidar la bicicleta como un medio de transporte integral en el sistema urbano, al mismo tiempo que contribuiría significativamente a la reducción de la contaminación en la ciudad (Rocca, 2022).

Las limitaciones actuales de los vehículos eléctricos se centran en varios aspectos clave, como su autonomía limitada, las reservas limitadas de materias primas para su fabricación, el tiempo de carga y la contaminación asociada a su proceso de fabricación y reciclaje (aunque este último aspecto se compensa en gran medida con el uso del vehículo eléctrico dentro de las ciudades en comparación con uno de combustión), (Galeano y Rendon, 2019). Adicionalmente, se presenta la escasez de puntos de carga como un desafío significativo, y desde mi perspectiva, uno de los aspectos más críticos es que no proporciona una solución verdadera al problema del colapso del tráfico en las ciudades. Ya sea un vehículo eléctrico o de combustión, los coches particulares continúan ocupando un espacio considerable en áreas urbanas, tanto en vías como en aparcamientos (Palomares, 2018).

Además, el vehículo eléctrico se enfrenta a incertidumbres recientes, como la emergencia de nuevos

combustibles que se promocionan como alternativas menos contaminantes, más económicas y eficientes que los tradicionales (Vargas et al., 2018). Por otro lado, la adopción masiva de vehículos eléctricos podría resultar en un aumento en el costo de la energía eléctrica y plantear desafíos potenciales, como un posible colapso de los puntos de recarga públicos y de la red eléctrica en general. Estas consideraciones subrayan la complejidad y la necesidad de abordar de manera integral los desafíos asociados con la transición hacia la movilidad eléctrica (Cobo, 2022).

En esta investigación, se examinaron diversos estudios relacionados con el tema, destacándose la investigación de Veliz (2018) centrada en la percepción del uso de bicicletas eléctricas como medio de transporte alternativo en Bogotá. El estudio abarcó tres aspectos fundamentales: el análisis del crecimiento del mercado de bicicletas eléctricas, la comparativa con diferentes medios de transporte y las propuestas de mejoras en la infraestructura vial. La metodología empleada fue cuantitativa comparativa, evaluando la eficiencia de las bicicletas eléctricas en relación con otros medios de transporte en Barcelona. Tras un análisis del consumo y los costos a lo largo de los años, se llegó a la conclusión de que la movilidad con bicicletas eléctricas es viable, evidenciando un crecimiento continuo en el mercado. Dichas bicicletas se perciben como accesibles y eficaces para mejorar la movilidad, la salud y reducir la contaminación del aire, superando desafíos como cuestas y rampas.

Es así como, Ordoñez (2016) sobre la bicicleta eléctrica como alternativa de movilidad en la ciudad de Cuenca, Ecuador. El objetivo central de esta investigación fue realizar una comparativa entre la bicicleta eléctrica, la bicicleta convencional y los vehículos livianos, considerando aspectos como consumo, emisiones de aire, costos y tiempo. Para alcanzar este propósito, se implementó una metodología mixta basada en estudios a nivel mundial, empleando dispositivos GPS en los vehículos durante recorridos aleatorios en diversas rutas de Cuenca. Se analizaron distintos escenarios de movilidad cuantificados diaria, mensual y anualmente. Los resultados obtenidos resaltan la viabilidad de la bicicleta eléctrica como opción de movilidad en la ciudad.

Este medio de transporte no solo contribuye a mejorar la calidad del aire al evitar la generación de emisiones contaminantes, sino que también reduce los costos asociados con la congestión vehicular y disminuye los tiempos de viaje en comparación con los vehículos convencionales. Además, se destaca su capacidad para acceder a áreas de difícil alcance en comparación con la bicicleta convencional.

Según, León y Ochoa (2018) llevaron a cabo un análisis de viabilidad financiera para el alquiler de bicicletas eléctricas en la ciudad de Cuenca, Ecuador. Su objetivo era proporcionar un servicio alternativo dentro del casco urbano, promoviendo el turismo y el transporte sostenible. Aplicaron una metodología cuantitativa que incluyó estudios de mercado y técnicos. Realizaron encuestas a la población local y a turistas, y analizaron las rutas de ciclovías existentes en la ciudad. Los resultados indicaron que existe interés por parte de los ciudadanos y turistas en el servicio de alquiler de bicicletas eléctricas. Sin embargo, se encontraron limitaciones en las rutas de ciclovías y la falta de estaciones de alquiler y recarga, lo que llevó a la conclusión de que el proyecto no es factible.

Por otro lado, Siabato y Martínez (2016) Estudiaron la eficiencia comparativa de la bicicleta eléctrica frente al transporte público masivo y la bicicleta convencional, con el propósito de analizar los tiempos de viaje entre estos tres modos de transporte. Para llevar a cabo esta investigación, emplearon una metodología cuantitativa y comparativa, recopilando información mediante una aplicación para teléfonos inteligentes que registraba el tiempo necesario para cada modalidad de transporte en diversas rutas de la ciudad de Bogotá.

Los resultados obtenidos revelaron que, en horas pico, la bicicleta eléctrica demostró ser más eficiente que el transporte público para distancias de hasta 10,5 kilómetros. Sin embargo, para

distancias de hasta 11,5 kilómetros, la bicicleta convencional se muestra como la opción más eficaz, debido a las limitaciones de velocidad propias de las bicicletas convencionales.

De igual forma, Taborda y Vázquez (2018) se refieren a la bicicleta eléctrica como un vehículo alternativo con ventajas para Bogotá. Su objetivo era identificar el medio de transporte más eficiente para un grupo específico de clientes y consideraron las bicicletas eléctricas como una opción viable para moverse en la ciudad. Aplicaron una metodología cuantitativa que incluyó encuestas a población local y turistas, así como datos proporcionados por el IDEAM y SIATA. Sus conclusiones destacaron el incremento de la contaminación del aire en Bogotá y enfatizaron que las bicicletas eléctricas no emiten gases contaminantes.

La integración de la bicicleta al transporte público se propone a través de la instalación de parqueaderos para bicicletas en todas las estaciones de Transmilenio, y en un futuro, en el sistema de metro. Además, se sugiere permitir que los usuarios tengan la opción de llevar sus bicicletas consigo dentro del sistema de transporte público (Núñez, 2018). Esta medida fomentaría el uso de la bicicleta como medio de transporte complementario en el punto de destino. Esta iniciativa no solo beneficiaría a los usuarios, sino que también ofrecería ventajas significativas para Transmilenio. Se podría reducir la tarifa actual, ya que la bicicleta funcionaría como un alimentador del sistema, disminuyendo la necesidad de contar con la misma cantidad de buses alimentadores. Esto no solo sería más eficiente desde el punto de vista operativo, sino que también promovería la movilidad sostenible y contribuiría a la reducción de la congestión y la contaminación (Ramírez, 2021).

La ausencia de vías exclusivas para el tráfico de bicicletas convencionales y eléctricas es un requisito fundamental para su gestión. En este sentido, las autoridades pertinentes, en colaboración con entidades privadas, deben garantizar seguridad, confianza y atención adecuada para facilitar su circulación eficiente (Armijos y Olmedo., 2023). Dado que el desplazamiento en bicicleta tiende a ser más lento, esto limita su utilidad en distancias considerablemente largas. Por lo tanto, la falta de un entorno propicio para su uso en vías transitadas podría generar problemas en aumento. Es imperativo contar con espacios específicos diseñados para su integración y adecuación, evitando así complicaciones en el desarrollo de su utilización cotidiana (Campos, 2022).

Sin embargo, es indispensable tener en cuenta que la asistencia eléctrica con una potencia máxima de 250 W en bicicletas conlleva un diferencial promedio de velocidad en comparación con las bicicletas convencionales, que varía entre 2 y 8 km/h más rápido. Aunque esta mayor velocidad puede representar una ventaja para ciertos desplazamientos diarios y servir como incentivo para determinados usuarios, al mismo tiempo constituye un factor de riesgo en términos de seguridad vial (Urazan et al., 2018). De hecho, diversos estudios han confirmado que los ciclistas eléctricos están más propensos a experimentar colisiones y casi colisiones en comparación con los ciclistas convencionales. Estas colisiones afectan principalmente a peatones (31% de los eventos críticos), vehículos como automóviles y furgonetas (21%), así como a otras bicicletas (18%). Es crucial abordar esta dualidad entre la ventaja de velocidad y los riesgos asociados para desarrollar estrategias que mitiguen la siniestralidad y promuevan la seguridad en el uso de bicicletas eléctricas (Bergua, 2020).

Para alcanzar un sector de transporte más sostenible a nivel global, es imperativo implementar una serie de medidas integrales. Esto incluye el diseño mejorado de ciudades, la creación de instalaciones seguras y cómodas para peatones y ciclistas, la expansión de los sistemas de transporte público y la promoción de flotas viales más limpias y eficientes, con un énfasis particular en la integración de vehículos eléctricos. Estas iniciativas combinadas no solo reducirán las emisiones contaminantes, sino que también fomentarán un estilo de vida más activo y saludable, al tiempo que mejorarán la movilidad urbana de manera sostenible (Organización de las Naciones

Unidas, 2023).

CONCLUSIONES

El propósito de esta investigación es dar a conocer la percepción del uso de las bicicletas eléctricas como un medio de transporte alternativo en Bogotá, con el objetivo de fomentar su utilización en la vida cotidiana de los habitantes.

Los hallazgos de Silva (2021) resaltan que, a pesar de la importancia atribuida a la lucha contra el cambio climático, los esfuerzos en movilidad sostenible, centrados principalmente en la electrificación de automóviles, pueden ser insuficientes para abordar la transformación profunda necesaria.

Considerando el costo-beneficio de las bicicletas eléctricas, Las bicicletas eléctricas representan una inversión considerable, pero su bajo consumo y costos de mantenimiento las convierten en una excelente alternativa para la movilidad sostenible.

El tiempo de desplazamiento en una bicicleta eléctrica puede ser igual o incluso menor que el del transporte público, lo cual es significativo dada la búsqueda de eficiencia en los desplazamientos urbanos. El aporte de esta investigación radica en destacar las ventajas y beneficios que las bicicletas eléctricas aportan a la movilidad en la sociedad, mostrando casos de éxito de su incorporación como vehículo cotidiano en otras partes del mundo.

Sin embargo, se identifican limitaciones en la infraestructura de ciclorrutas en Bogotá, incluyendo falta de iluminación, señalización y prioridad para los ciclistas. Estos aspectos son de vital importancia para impulsar la movilidad sostenible.

Es fundamental considerar un sistema de apoyo en las ciclorrutas y promover la conciencia ciudadana sobre la importancia de los ciclistas en las vías. También se debe buscar la forma de proporcionar elementos de protección para los ciclistas en caso de cambios climáticos.

La falta de delimitación adecuada de los carriles para ciclistas ha permitido la presencia de vendedores ambulantes que obstaculizan las ciclorrutas, lo que supone una barrera para el desplazamiento de los ciclistas.

La pandemia mundial de Covid-19 limitó la capacidad de visitar físicamente las infraestructuras de ciclorrutas y realizó entrevistas en persona. En lugar de eso, la investigación se llevó a cabo principalmente a través de páginas web y tesis de grado existentes, y las entrevistas se llevaron a cabo de manera virtual. Sin embargo, esta modalidad de investigación enriqueció la lectura e interpretación de los datos y permitió llevar a cabo una investigación completa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfie, M., & Salinas, O. (2018). Ruido en la ciudad. Contaminación auditiva y ciudad caminable. *Estudios demográficos y urbanos*, 32(1), 65-96. Recuperado en 18 de noviembre de 2023, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-72102017000100065&lng=es&tlng=es.
- Aono, S. y Bigazzi, A. (2019). Perspectivas de las partes interesadas de la industria sobre la adopción de bicicletas eléctricas en Columbia Británica. *Registro de investigación de*

- transporte* , 2673 (5), 1-11. <https://doi.org/10.1177/0361198119837158>
- Armijos, C., y Olmedo, J. (2023). Factores que determinan la aceptación de la bicicleta eléctrica en funcionarios de instituciones públicas en la ciudad de Cuenca. [Trabajo de grado]. Universidad de Azuay. <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/13423/3/18948.pdf>
- Bergua, E. (2020). La bicicleta en el país de la (auto)movilidad eléctrica. *Hábitat Y Sociedad*, (13), 107–124. <https://doi.org/10.12795/HabitatySociedad.2020.i13.07>
- Calcetero, O., Ochoa, J., y Samaca, E. (2022). Adecuación y puesta en marcha de un tren de potencia eléctrico de pedaleo asistido en una bicicleta de calle. [Tesis de grado]. Universidad ECCI. <https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/3291/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Campos, S. (2022). Análisis de la percepción y tendencias de uso de la bicicleta eléctrica en guayaquil. [Trabajo de grado]. Universidad de Politécnica Salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/23950/1/UPS-GT004126.pdf>
- Chichimbo, B. (2019). estudio de la viabilidad del uso de la bicicleta como medio de movilidad alternativa en rutas preestablecidas en la ciudad de cuenca. [Tesis de grado]. Universidad Técnica Salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17286/1/UPS-CT008243.pdf>
- Cobo, M. (2022). Creación e implementación de una nueva línea de comercialización de bicicletas eléctricas para la Empresa Alemotos de la ciudad de Ambato. [Tesis de grado]. Universidad Técnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/35535/1/840%20MKT.pdf>
- Cordero, P. (2020). Diseño de estaciones de carga solar para bicicletas eléctricas. *Revista Tecnología En Marcha*, 33(6), Pág. 36–53. <https://doi.org/10.18845/tm.v33i6.5166>
- Correa, G., y Ramírez, A.(2018). Prototipo de Bicicleta para Transporte Urbano Individual Sostenible. *Revista Lámpsakos*, 17(2), 40-51. <https://www.redalyc.org/journal/6139/613964504005/html/>
- Ferrovial (2022). Movilidad Sostenible. <https://www.ferrovial.com/es/recursos/movilidad-sostenible/>
- Flórez, M., Gómez, N. (2019). Diseño de experiencia para fomentar el uso de la bicicleta como medio de transporte en la ciudad de Bogotá [Tesis de pregrado], Universidad de San Buenaventura Colombia. Archivo digital. <https://core.ac.uk/download/pdf/196580043.pdf>
- Fyhri, A., & Beate, H. (2020). Do people who buy e-bikes cycle more? *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 86(2), 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102422>
- Galeano, J., y Rendon, V. (2019). Estudio de factibilidad para el servicio de alquiler de bicicletas eléctricas dirigido a domiciliarios que distribuyen productos alimenticios. [Trabajo de grado]. Universidad EAFIT. https://repository.eafit.edu.co/xmlui/bitstream/handle/10784/13864/JessicaVanessa_GaleanoCorrea%3BValeria_RendonMarin_2019.pdf?sequence=5&isAllowed=y
- Galindo, H., y Silva, J. (2016). Impactos ambientales producidos por el uso de maquinaria en el sector de la construcción. Universidad Católica de Colombia. <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/f553907f-c589-4d1c-9b51-e1ad07c183cb/content>
- García, J. (2021). Estudio de viabilidad económica en un proyecto de bicicletas eléctricas.[Trabajo de grado]. Universidad de Valencia. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/174619/Garcia%20-%20ESTUDIO%20DE%20VIABILIDAD%20ECONOMICA%20EN%20UN%20PROY>

- [ECTO%20DE%20BICICLETAS%20ELECTRICAS.pdf?sequence=1](#)
- Gil, P., y Duque, L. (2021). Percepción del uso de las bicicletas eléctricas como medio de transporte alternativo en Medellín. [Trabajo de grado]. Tecnológico de Antioquia Institución Universitaria. <https://dspace.tdea.edu.co/bitstream/handle/tdea/1728/3.%20TGII%20Entrega%20Gil%20-%20Duque.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Giraldo, C., Watanabe, Y., Cotrina, J.(2020). Importación y venta de kits para conversión de bicicletas convencionales a eléctricas y bicicletas eléctricas como una alternativa de transporte ecológico en Lima Metropolitana. [Trabajo de grado]. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/653410/Cotrina_HJ.pdf?sequence=11
- Íñiguez-Morán, V., Villa-Ávila, E., Ochoa-Correa, D., Larco-Barros, C. y Sempertegui-Álvarez, R. (2023) “Estudio de eficiencia energética de una bicicleta eléctrica urbana cargada con una estación de carga solar fotovoltaica autónoma y su cumplimiento con la regulación ecuatoriana No. ARCERNR – 002/20 ,” Ingenius, Revista de Ciencia y Tecnología, N.º 29, 46-57. doi: <https://doi.org/10.17163/ings.n29.2023.04>.
- Kreuzer, F., & Wilmsmeier, G. (2014). Eficiencia energética y movilidad en América Latina y el Caribe Una hoja de ruta para la sostenibilidad. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/089ed98f-ceaf-440b-a54a-96ad29fb584f/content>
- León, J., y Ochoa, J. (2018). *Estudio de Factibilidad financiera del uso de bicicletas eléctricas en la ciudad de Cuenca* [Tesis de pregrado], Universidad de Cuenca. Archivo digital. <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/7813/1/13611.pdf>
- Marchan , J., Ortega, J., Sanchez, F., y Venegas, K.(2021). E-BICI: micromovilidad eléctrica. [Tesis de grado]. Universidad ESAN. https://repositorio.esan.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12640/2410/2021_MATP_19-1_06_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Martínez, J., Moreno, J., Lara, J., y Arévalo, D. (2021). Estudio de factibilidad del uso de bicicletas públicas como transporte alternativo en la ciudad del Puyo. Revista Sinergias educativas, 2(2), 1-16. <https://sinergiaseducativas.mx/index.php/revista/article/view/368/940>
- Morales, L. (2018). Conversión de Bicicletas a Eléctricas y Abastecimiento Autónomo. [Trabajo de grado]. Universidad de Cartagena. <https://repositorio.upct.es/xmlui/bitstream/handle/10317/7059/tfg-mor-con.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Muñoz, S., Salcedo, J., y Sotomayor, A. (2021). Contaminación ambiental producida por el tránsito vehicular y sus efectos en la salud humana: revisión de literatura. Revista Inventum, 16(30), 1-16. <http://portal.amelica.org/ameli/journal/671/6713690008/html/>
- Muñoz, V., Betancourt, D., y Jaramillo, W.(2016). Diseño de Ciclovías para Ciudades Intermedias, una propuesta para Loja. Revista INNOVA, 1(12), 11-22. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5920577.pdf3>
- Navalón, (2020). Diseño y programación de un sistema de control basado en microcontrolador para el motor de una bicicleta eléctrica. [Trabajo de grado]. Universidad Politécnica de Valencia. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/112136/Naval%20C3%B3n%20-%20DISE%20C3%91O%20Y%20PROGRAMACI%20C3%93N%20DE%20UN%20SISTEMA%20DE%20CONTROL%20BASADO%20EN%20MICROCONTROLADOR%20PARA%20EL%20MOTOR...pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- [Núñez, J. \(2018\). Importancia del uso de la bicicleta eléctrica para el mejoramiento de la movilidad en la ciudad de Bogotá. \[Trabajo de grado\]. Universidad militar nueva granada. <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/35754/OtaloraNu%C3%B1ezJuanCarlos2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>](https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/35754/OtaloraNu%C3%B1ezJuanCarlos2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Observatorio Ambiental de Bogotá (2023). Indicadores Ambientales. <https://oab.ambientebogota.gov.co/>
- Ordoñez, L., y Álvarez, G. (2016). Evaluación de una bicicleta eléctrica como alternativa de movilidad en la ciudad de Cuenca. [Trabajo de grado]. Universidad del Azuay. <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/6339>
- Organización de las Naciones Unidas (2023). Apoyando el cambio global hacia la movilidad eléctrica. ONU. <https://www.unep.org/es/explore-topics/transport/what-we-do/programa-global-de-movilidad-electrica>
- Organización Mundial de la Salud (OMS) (2022). Contaminación del aire ambiente (exterior). OMS. [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)
- Page, M., McKenzie, J., Bossuyt, P., Boutron, I., Hoffmann, T., Mulrow, C., Shamseer, L., Tetzlaff, J., Akl, E., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Alonso-Fernández, S. (2021). Declaración PRISMA 2020: Una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. Revista Española de Cardiología, 74(9), 790-799. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016>
- Palomares, G. (2018). Análisis evolutivo y tendencias actuales de la movilidad eléctrica sostenible, su aplicación en diversos ámbitos territoriales. [Tesis de grado]. Universidad de Cantabria. <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/14932/BerianPalomaresGuillermo.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Palomares, P., Hidalgo, A., y Rueda, J. (2020). Percepción actual del uso de medios de transporte eléctricos como herramientas amigables con el medio ambiente en la sabana de Bogotá. [Trabajo de grado]. Universidad EAN. <https://repository.universidadean.edu.co/bitstream/handle/10882/9969/RuedaJuan2020.pdf?sequence=1>
- Pineda, B., Muñoz, C., y Gil, H. (2018). Aspectos relevantes de la movilidad y su relación con el medio ambiente en el Valle de Aburrá: una revisión, Revista Ingeniería y Desarrollo, 36(2), 489-508. <https://www.redalyc.org/journal/852/85259689013/html/>
- Quintero, J., y Quintero, L. (2015). El transporte sostenible y su papel en el desarrollo del medio ambiente urbano. Revista Ingeniería y Región, 14(2). 87-91. <https://journalusco.edu.co/index.php/iregion/article/view/696/1331>
- Ramírez, J. (2021). Lineamientos estratégicos para la articulación de la bicicleta en la movilidad y sostenibilidad de la ciudad Bogotá. [Tesis de grado]. Universidad de la Sabana. <https://intellectum.unisabana.edu.co/bitstream/handle/10818/50225/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [Reyes, S. \(2020\). Sistema de generación de energía eléctrica en gimnasios mediante el diseño de prototipo de aprovechamiento de energía residual en bicicletas estáticas, caso de estudio: gimnasio de la UTN. \[Trabajo de grado*\]. Universidad Tecnica del Norte. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/11657/2/03%20IER%20015%20TRABAJO%20GRADO.pdf>](http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/11657/2/03%20IER%20015%20TRABAJO%20GRADO.pdf)
- Rocca, D. (2022). Condiciones de uso de la bicicleta como vehículo durante el tiempo del covid19

- en Bogotá. [Tesis de grado]. Universidad de la Salle. https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/989
- Sepúlveda, G. (2018). Impacto de la restricción vehicular sobre la calidad del aire: lecciones para Santiago de Chile. [Tesis de grado]. Universidad de Chile. https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/144866/seminario%20de%20titulo_guillermo%20sepulveda%20witt.pdf?sequence=1
- Siabato, N., y Martínez, K. (2016). Estudio de la eficiencia de la bicicleta eléctrica comparado con el transporte público y la bicicleta convencional. [trabajo de grado]. Universidad de la Salle. https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1099&context=ing_civil
- Silva, E. (2021). Movilidad ciclista y cambio climático: Retos y potencialidades del uso compartido de la bicicleta eléctrica en Madrid (2021). [Trabajo fin de Master]. Universidad de Barcelona. https://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/180742/1/TFM_SilvaDefilippi_Elisa_final.pdf
- Taborda, J., y Vázquez, D. (2018). *La bicicleta eléctrica, una alternativa de movilidad limpia con beneficios para la ciudad de Bogotá* [Tesis de pregrado], Tecnológico de Antioquia. Archivo digital. <https://dspace.tdea.edu.co/bitstream/handle/tda/352/trabajo%20del%20seminario%20de%20grado%20bicis%20electricas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Torres, A. (2018) Propuesta de diseño de la estructura de un cuadro de bicicleta impulsada por un motor eléctrico, con un estudio y análisis que determine el material altamente adecuado existente en el país. [Trabajo de grado]. Universidad Internacional SEK. <https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/2767/4/Documento%20Tesis.pdf>
- Urazan, C., Moncada, C., y Escobar, D. (2018). Movilidad en bicicleta eléctrica vs convencional, análisis comparativo en tiempos de recorrido. Caso de estudio: Bogotá D.C., Revista Espacios, 38(53), 1-23. <https://www.revistaespacios.com/a17v38n53/a17v38n53p26.pdf>
- Valeria, Z. (2022). Modos de transporte alternativos: cambios generados por la pandemia del covid-19 en la avenida Arequipa. [Trabajo de grado]. Universidad de Católica del Perú. https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/22805/CARRION_MORENO_ZOILA_MODOS_TRANSPORTE_ALTERNATIVOS.pdf?sequence=1
- Vargas, C., Rincón, N., Tobón, O., y Villanueva, O. (2018). Bicicleta estática generadora de energía eléctrica como aprendizaje en el uso eficiente de energía. Revista tecnología y productividad, 4(4), 59-72. <https://revistas.sena.edu.co/index.php/rtyp/article/download/2332/2614>
- Veliz, C. (2018). Estudio de viabilidad de movilidad con bicicletas eléctricas. [Trabajo de grado]. Universidad Politécnica de Catalunya. <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/126622/Estudio%20de%20viabilidad%20de%20la%20movilidad%20con%20bicicletas%20el%C3%A9ctricas%20-%20Memoria.pdf?sequence=1>
- Vergara, R., Arias, J., y Rodríguez, M. (2020). Congestión urbana en Santiago de Cali, un estudio de caso de política pública. Territorios, (42), 1-29. Doi: <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/territorios/a.7239>

