



ORIGINAL

Research trends related to road innovation in civil construction of public spaces

Tendencias de investigación relacionada con la innovación vial en la construcción civil de espacios públicos

Jimmy Jeffrey García Vinces¹  , Claudio Ulise Ross Lopera²  , Lucy Elizabeth Solórzano Villegas³  

¹Universidad Técnica de Manabí. Manabí, Ecuador.

²Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador.

³Universidad Estatal del Sur de Manabí. Manabí, Ecuador.

Citar como: García Vinces JJ, Ross Lopera CU, Solórzano Villegas LE. Research trends related to road innovation in civil construction of public spaces. Salud, Ciencia y Tecnología - Serie de Conferencias. 2024; 3:1328. <https://doi.org/10.56294/sctconf2024.1328>

Enviado: 01-05-2024

Revisado: 12-09-2024

Aceptado: 14-11-2024

Publicado: 15-11-2024

Editor: Dr. William Castillo-González 

Autor para la correspondencia: Jimmy Jeffrey García Vinces 

ABSTRACT

Road innovation is transforming civil construction by introducing technologies and approaches that improve the efficiency, safety and sustainability of transportation infrastructure. These traffic management systems and real-time monitoring sensors optimize vehicular flow and minimize congestion. The objective of the research is to analyze research trends related to road innovation in civil construction of public spaces. The research approach is mixed, combining qualitative and quantitative methods. A descriptive and retrospective bibliometric analysis was carried out, which was complemented with a documentary review, developed in the Google academic database, Scielo and SCOPUS. The behavior of the researches was decreasing, characterized by a polynomial function with a maximum peak in 2020 of 27 researches. Research in environmental sciences in China predominated. Three lines of scientific research and their main thematic nuclei were identified and explored as key categories and systematized in order to recognize the trends of road innovation in the civil construction of public spaces. The main results were introduced in China with analysis of impacts on the population, use of geographic information systems, environmental pollution studies, among others. Despite international efforts to develop sustainable strategies for the construction and management of public spaces, there are still significant challenges to be addressed to ensure innovation and sustainability in this area.

Keywords: Civil Construction; Public Spaces; Road Innovation; Research Trends.

RESUMEN

La innovación vial está transformando la construcción civil al introducir tecnologías y enfoques que mejoran la eficiencia, la seguridad y la sostenibilidad de las infraestructuras de transporte. Estos sistemas de gestión del tráfico y sensores de monitoreo en tiempo real, permite optimizar el flujo vehicular y minimizar la congestión. El objetivo de la investigación es analizar las tendencias de investigación relacionada con la innovación vial en la construcción civil de espacios públicos. El enfoque de la investigación es mixto, combinó métodos cualitativos y cuantitativos. Se realizó un análisis bibliométrico de carácter descriptivo y retrospectivo, el cual se complementó con una revisión documental, se desarrolló en la base de datos Google académico, Scielo y SCOPUS. El comportamiento de las investigaciones fue decreciente caracterizada por una función polinómica con un pico máximo en el 2020 de 27 investigaciones. Predominaron las investigaciones en las ciencias ambientales en China. Se identificaron tres líneas de investigación científica y sus núcleos temáticos principales que fueron explorados como categorías clave y sistematizados en función de reconocer las tendencias de la innovación vial en la construcción civil de los espacios públicos. Los principales resultados fueron introducidos en China con análisis de impactos en la población, uso de sistemas de información

geográfica, estudios de contaminación ambiental, entre otros. A pesar de los esfuerzos internacionales por desarrollar estrategias sostenibles para la construcción y gestión de espacios públicos, aún existen desafíos significativos que deben abordarse para garantizar la innovación y la sostenibilidad en este ámbito.

Palabras clave: Construcción Civil; Espacios Públicos; Innovación Vial; Tendencias de Investigación.

INTRODUCCIÓN

Los espacios públicos son elementos esenciales en la estructura urbana,^(1,2) ya que no solo proporcionan áreas de esparcimiento y socialización,^(3,4) sino que también desempeñan un papel crucial en la cohesión social y la calidad de vida de los ciudadanos.^(5,6) La gestión adecuada de estos espacios es fundamental para garantizar su accesibilidad,⁽⁷⁾ seguridad⁽⁸⁾ y funcionalidad.⁽⁹⁾ Esto implica no solo el mantenimiento físico de parques, plazas y calles, sino también la planificación de actividades que fomenten la participación ciudadana y el uso diverso de estos lugares.⁽¹⁰⁾ Una gestión efectiva debe considerar las necesidades de diferentes grupos demográficos, asegurando que todos los ciudadanos puedan disfrutar y beneficiarse de estos espacios.⁽¹¹⁾

Las características influyen directamente en su uso y percepción por parte de la comunidad,⁽¹²⁾ espacios bien diseñados, que incorporan elementos como áreas verdes, mobiliario urbano adecuado, accesibilidad para personas con discapacidad y zonas de sombra, tienden a atraer a más usuarios y a fomentar la interacción social.⁽¹³⁾ Además, la inclusión de arte público y actividades culturales puede enriquecer la experiencia de los visitantes, convirtiendo estos lugares en centros vibrantes de actividad comunitaria.⁽¹⁴⁾ La diversidad en el diseño y la funcionalidad de los espacios públicos es clave para adaptarse a las dinámicas cambiantes de las ciudades y a las expectativas de sus habitantes.⁽¹⁵⁾

Su gestión también debe abordar desafíos contemporáneos, como el cambio climático y la urbanización acelerada.⁽¹⁶⁾ Estrategias sostenibles,^(17,18) como la implementación de infraestructura verde y la promoción de la movilidad activa, pueden mejorar la resiliencia de estos espacios frente a fenómenos climáticos extremos y contribuir a la mitigación de los efectos del urbanismo desmedido. La colaboración entre gobiernos locales, organizaciones comunitarias y ciudadanos es esencial para desarrollar una visión compartida sobre el futuro de los espacios públicos.^(19,20) Al fomentar un enfoque participativo en su gestión,⁽⁴⁾ se pueden crear entornos urbanos más inclusivos, sostenibles y adaptados a las necesidades de la comunidad, garantizando que estos espacios sigan siendo un recurso valioso para las generaciones venideras.⁽²¹⁾

La construcción civil de espacios públicos es un proceso fundamental que no solo transforma el entorno urbano, sino que también influye en la calidad de vida de los ciudadanos.⁽²²⁾ Estos espacios, deben ser diseñados y construidos con un enfoque en la funcionalidad, la accesibilidad y la sostenibilidad.^(7,8) La planificación adecuada de estos lugares implica considerar factores como la movilidad, la seguridad y la integración con el paisaje urbano circundante.⁽²³⁾ Además, la incorporación de elementos naturales, como vegetación y cuerpos de agua, no solo embellece el espacio, sino que también contribuye a la mitigación del calor urbano y mejora la calidad del aire, creando entornos más saludables y agradables para la comunidad.⁽²⁴⁾

También debe ser un proceso participativo, donde se involucre a la comunidad en la toma de decisiones sobre el diseño y la funcionalidad de estos lugares.⁽²⁵⁾ La participación ciudadana asegura que los espacios públicos respondan a las necesidades y expectativas de los usuarios, promoviendo un sentido de pertenencia y apropiación.⁽²⁶⁾ Asimismo, es fundamental adoptar prácticas de construcción sostenible que minimicen el impacto ambiental y utilicen materiales locales y reciclados cuando sea posible.⁽²⁷⁾ Al fomentar un enfoque colaborativo y sostenible en la construcción civil de espacios públicos, se pueden crear entornos urbanos que no solo sean funcionales y estéticamente agradables, sino que también fortalezcan el tejido social y promuevan la interacción comunitaria.⁽²⁸⁾

La innovación vial está transformando la construcción civil al introducir tecnologías y enfoques que mejoran la eficiencia, la seguridad y la sostenibilidad de las infraestructuras de transporte.⁽²⁹⁾ Nuevos materiales, como pavimentos permeables y mezclas asfálticas modificadas, se utilizan para aumentar la durabilidad de las carreteras y reducir el impacto ambiental.⁽³⁰⁾ Además, la implementación de tecnologías inteligentes, como sistemas de gestión del tráfico y sensores de monitoreo en tiempo real, permite optimizar el flujo vehicular y minimizar la congestión.⁽³¹⁾ Estas innovaciones no solo facilitan una mejor planificación y ejecución de proyectos viales, sino que también contribuyen a la creación de entornos urbanos más resilientes y adaptados a las necesidades de la población.

La influencia de la innovación vial en la construcción civil va más allá de la mejora de las infraestructuras de transporte; también promueve un enfoque más sostenible y centrado en el usuario.⁽³²⁾ Al integrar principios de diseño que priorizan la movilidad activa, como el ciclismo y la caminata, se están creando redes de

transporte más inclusivas que fomentan estilos de vida saludables.⁽³³⁾ Asimismo, la adopción de prácticas de construcción sostenible, que incluyen la reutilización de materiales y la reducción de la huella de carbono, está ganando terreno en la industria.^(34,35) Esta sinergia entre innovación y sostenibilidad en la construcción civil no solo mejora la funcionalidad de las carreteras y caminos, sino que también contribuye a un futuro urbano más equitativo y respetuoso con el medio ambiente, beneficiando a las comunidades y promoviendo un desarrollo más armónico.⁽³⁶⁾

A pesar de todas las iniciativas internacionales enfocadas al desarrollo sostenible en todos los sectores y en especial a los enfocados a la sostenibilidad de los espacios públicos y las ciudades con el objetivo de disminuir la contaminación ambiental, aun son insuficientes las estrategias de innovación vial en la construcción civil de espacios públicos. En consecuencia, el objetivo de la investigación es analizar las tendencias de investigación relacionada con la innovación vial en la construcción civil de espacios públicos.

MÉTODO

El enfoque de la investigación es mixto,⁽³⁷⁾ combinó métodos cualitativos y cuantitativos. Se realizó un análisis bibliométrico de carácter descriptivo y retrospectivo (investigación cuantitativa),^(38,39) el cual se complementó con una revisión documental detallada (investigación cualitativa),^(40, 41) donde se tuvieron en cuenta los *principios Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA),⁽⁴²⁾ con la finalidad de analizar las tendencias de la investigación relacionadas con la innovación vial en la construcción civil de espacios públicos.

Investigación cuantitativa

El estudio se realizó en la base de datos SCOPUS (<https://www.scopus.com/>) durante el periodo de 2019 a 2024, sin limitaciones en el idioma, aunque se dio preferencia a los artículos en inglés. La fórmula de búsqueda quedó: TITLE-ABS-KEY ((“road innovation” OR “road construction”) AND (“urban spaces” OR “urban areas”)) AND PUBYEAR > 2018 AND PUBYEAR < 2025. La estrategia se implementó el 08 de agosto de 2024, resultando en la recopilación de 95 investigaciones (n=95). Se descargó un archivo en formato “.RIS”, que fue analizado de manera independiente por dos investigadores utilizando el gestor bibliográfico EndNote X8.

Indicadores bibliométricos

Los indicadores que se analizaron se agruparon en dos grupos: indicadores de tendencia e indicadores de producción:

- Tendencia de las investigaciones por año: se examinó el número de investigaciones por año y su tendencia, utilizando la representación de la línea de tendencia y el coeficiente de determinación (R^2) para evaluar su nivel de ajuste. (Indicador de tendencia)
- Producción científica por área del conocimiento: se llevó a cabo un análisis de la cantidad de artículos clasificados por área de conocimiento. (Indicador de producción)
- Producción científica por país: se realizó un análisis de la cantidad de artículos por país y los niveles de introducción de resultados a partir de un mapa de densidad. (Indicador de producción)

Fuente de información: Los indicadores se obtuvieron de la base de datos SCOPUS, donde se descargaron archivos .XLSX en formato Excel. El mapa de país se realizó en la plataforma Lens (<https://www.lens.org/>).

Confección de mapas de conocimiento

Para la confección de mapas de conocimiento se utilizó el software Vosviewer y la plataforma Lens, donde se construyeron los mapas siguientes:

- Red de coocurrencia de palabras clave: se realizó un análisis de coocurrencia de palabras clave a partir de mapa bibliométrico network. Se realizó un análisis de los clústers principales para la identificación de posibles líneas de investigación.
- Mapa de citas: se realizó un análisis de las principales citas en el período, en función del nivel de acceso a las publicaciones y la comparación entre los niveles de citas en acceso abierto o no.

Investigación cualitativa

Se llevó a cabo la identificación y selección de fuentes pertinentes mediante el uso de bases de datos académicas, revistas científicas y publicaciones especializadas. Las fuentes seleccionadas fueron Google académico (<https://scholar.google.com.ar/schhp?hl=es>), Scielo (<https://www.scielo.org/es/>) y SCOPUS. Las palabras clave empleadas para la búsqueda fueron: “innovación vial”, “construcción civil” y “espacios públicos”.

Se incluyeron estudios y artículos publicados entre 2014 y 2024 (últimos 10 años), que abordaron temas

relacionados con la innovación vial en la construcción civil de espacios públicos, enfoques, procedimientos y principales herramientas. Se priorizaron aquellas fuentes que ofrecieran datos empíricos, análisis comparativos y estudios de caso. Se realizó un análisis cualitativo para extraer temas recurrentes y tendencias emergentes, elemento que fue sintetizado de los indicadores bibliométricos analizados anteriormente.

Síntesis de resultados

La información recopilada se sintetizó en categorías clave identificadas a partir de las posibles líneas de investigación recomendadas en el análisis de coocurrencia de palabras clave. Cada categoría se exploró en profundidad para proporcionar una visión comprensiva y actualizada sobre el impacto de cada una de las líneas de investigación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tendencia estuvo caracterizada por una función polinómica con un nivel de confianza de 74,89 %, con un comportamiento negativo y decreciente, además, heterogéneo en el tiempo (figura 1), donde el pico máximo fue en el año 2020 con 27 investigaciones (n=27) y en lo que va de año (2024) solo se han publicado nueve investigaciones (n=9).

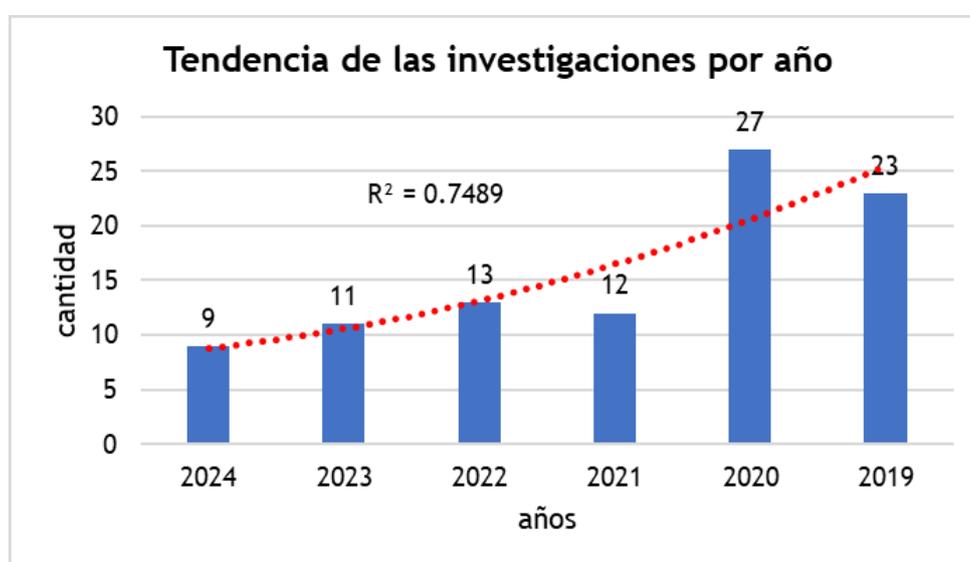


Figura 1. Tendencia de las investigaciones por año

Predominaron las investigaciones en el área de las ciencias ambientales y las ciencias sociales con 43 y 35 investigaciones respectivamente. Las principales investigaciones se enfocaron en la contaminación del aire en las grandes ciudades,^(43,44,45) los efectos de la gestión ecológica de la vialidad rural,⁽⁴⁶⁾ y los estudios sobre construcciones limpias y más amigables con el medio ambiente.⁽⁴⁷⁾

La figura 2 muestra un análisis de los países más productores con cuatro o más investigaciones, aunque se encontraron investigaciones en 42 países, el país más productor fue China con 30 investigaciones, seguido de Estados Unidos e India con 11 y 10 investigaciones respectivamente. elemento que coincide con los países de mayor introducción de resultados a nivel mundial, ejemplo de ello son:

- impacto de la infraestructura viaria en la movilidad de la población con el análisis de 800 condados y distritos en el período 2000-2019.⁽⁴⁸⁾
- teledetección y Sistemas de Información Geográfica (SIG) de la dinámica urbana y modelización de sus impulsores.⁽⁴⁹⁾
- exploración de la coordinación de acoplamiento y los factores clave entre la urbanización y la eficiencia del uso del suelo en zonas ecológicamente sensibles.⁽⁵⁰⁾
- caracterización del humo de partículas y la posible huella química de las emisiones de escape de equipos de construcción de carretera.⁽⁵¹⁾
- pérdida de tierras cultivadas y expansión de las tierras de construcción en China.⁽⁵²⁾

Se realizó un análisis de coocurrencia de palabras clave con un nivel de coocurrencia mayor o igual que cinco (n≥5), se identificaron 25 ítems agrupados en tres clústers, que de su análisis se identificaron posibles líneas de investigación y núcleos temáticos que se sintetizaron en categorías clave para su estudio. (figura 3)

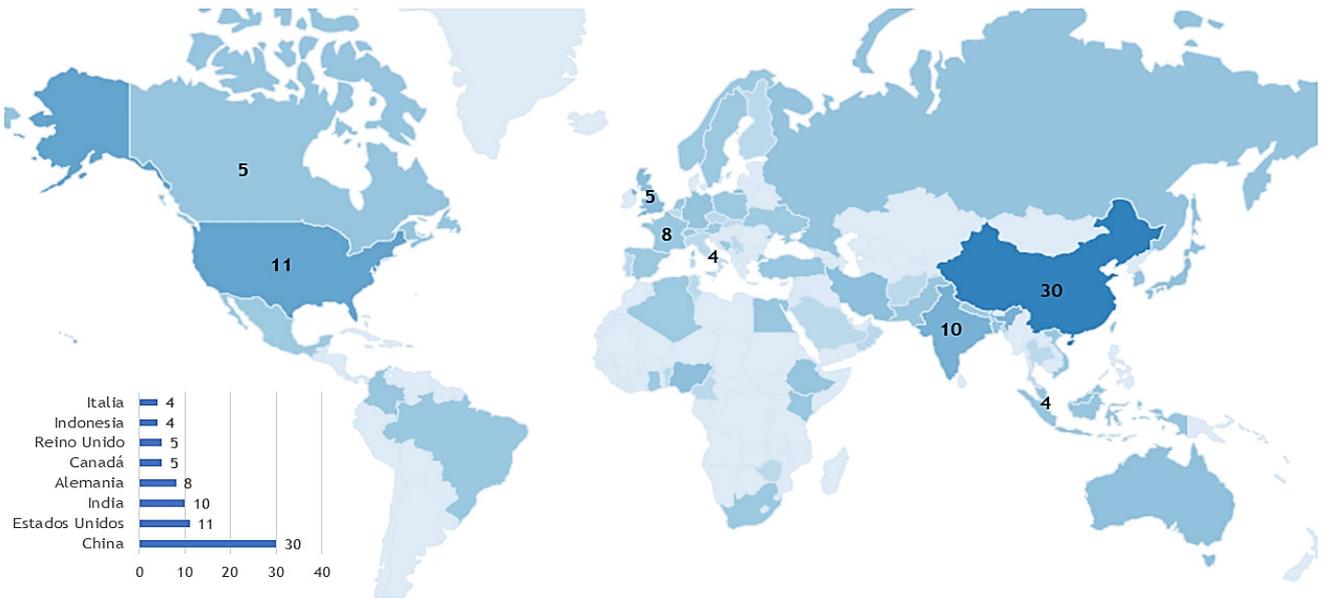


Figura 2. Producción científica por país

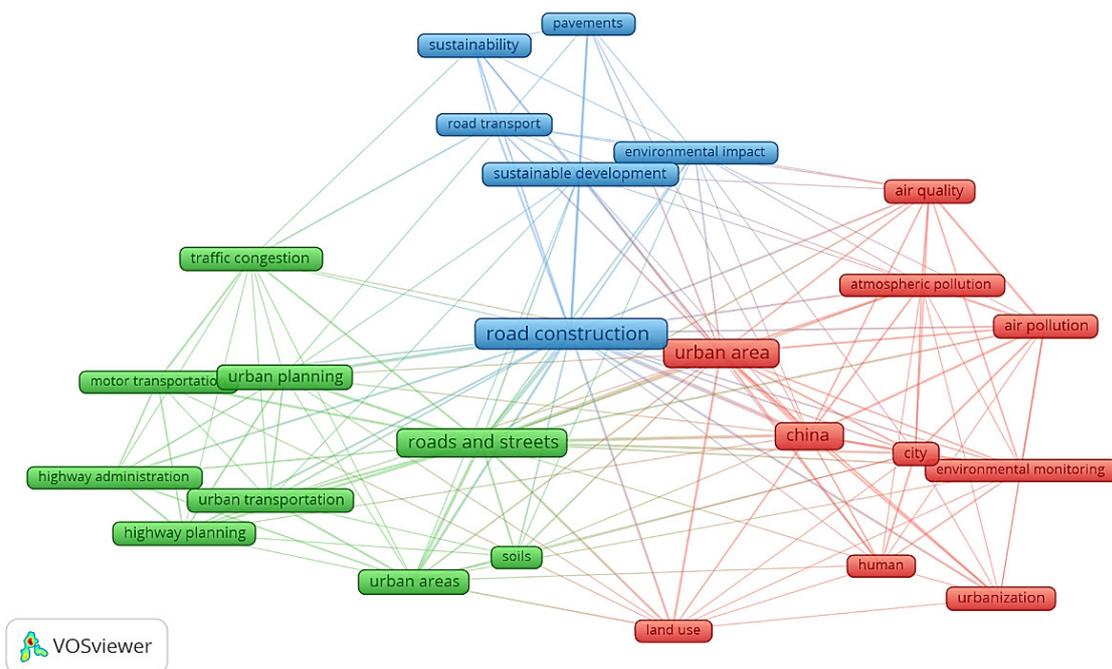


Figura 3. Red de coocurrencia de palabras clave

Análisis clúster

- Línea de investigación 1 (rojo, 10 ítems): el impacto de la urbanización en la calidad del aire en las ciudades chinas desde un enfoque en el monitoreo ambiental y el uso del suelo.

La urbanización en China ha tenido un impacto significativo en la calidad del aire de las grandes ciudades,⁽⁵³⁾ principalmente debido a las siguientes razones, entre ellas la alta densidad de población e industrias en las zonas urbanas ha contribuido en gran medida al aumento de las emisiones, sobre todo de dióxido de carbono (CO₂) y otros contaminantes, el rápido crecimiento económico y la expansión de sectores como la construcción, los servicios y la manufactura han elevado los niveles de contaminación atmosférica, deficiencias en el monitoreo y control porque las leyes y regulaciones sobre medio ambiente se elaboraron de forma fragmentada, lo que dificultaba su aplicación efectiva.⁽⁴⁵⁾

A pesar de estos avances, la urbanización sigue planteando retos para la calidad del aire en China. Mantener un desarrollo urbano sostenible requerirá continuar fortaleciendo las políticas ambientales, la conciencia pública y las inversiones en tecnologías limpias.

- Línea de investigación 2 (verde, 9 ítems): la influencia de la planificación de carreteras en la congestión del tráfico y la calidad del transporte urbano en áreas metropolitanas.

Existen diferentes formas para optimizar la planificación de carreteras en áreas urbanas para reducir la congestión del tráfico,⁽¹⁸⁾ entre ellas están los análisis de la red vial existente con la recopilación de datos sobre volumen de tráfico, velocidad y niveles de congestión para identificar cuellos de botella y áreas problemáticas con el apoyo de herramientas de modelado y simulación,⁽⁵⁴⁾ implementación de sistemas de transporte inteligentes con la utilización de tecnologías como señalización variable, control de acceso a autopistas y sistemas de información al viajero para gestionar la demanda de tráfico,⁽⁵⁵⁾ priorizar el transporte público y modos activos, gestión de la demanda de tráfico y planificación urbana integrada mediante la coordinación de la planificación de transporte con el desarrollo urbano para reducir la necesidad de viajes motorizados.⁽⁵⁴⁾

La optimización de la planificación de carreteras requiere un enfoque integral que combine infraestructura, tecnología, gestión de la demanda y planificación urbana. Al implementar estas estrategias, las ciudades pueden reducir la congestión, mejorar la movilidad y avanzar hacia un desarrollo más sostenible.

- Línea de investigación 3 (azul, 6 ítems): evaluación del impacto ambiental y desarrollo de estrategias sostenibles para la construcción y rehabilitación de carreteras.

La incorporación de materiales reciclados en la construcción de pavimentos es una práctica cada vez más común.⁽⁵⁶⁾ Esto incluye el uso de residuos de construcción y demolición (RCD) y el reciclado de mezclas bituminosas, lo que no solo reduce la demanda de materiales vírgenes, sino que también minimiza el impacto ambiental asociado con su extracción y procesamiento,⁽⁵⁷⁾ en este contexto y con el desarrollo de filosofías como la economía circular,⁽⁵⁸⁾ muchas investigaciones se enfocaron en la búsqueda de nuevos materiales sostenibles, como hormigones auto-reparadores y pavimentos luminiscentes, está en aumento.⁽³⁰⁾

Se sintetizaron las principales categorías clave según los núcleos temáticos analizados en los clústeres de investigación científica (tabla 1).

Línea de investigación	Categoría clave (núcleo temático)
Línea 1 (rojo)	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoreo ambiental de la calidad del aire • Efectos de la urbanización en la contaminación atmosférica • Salud humana y calidad del aire • Políticas de control de la contaminación • Impacto del cambio climático en la contaminación del aire • Percepción pública y participación ciudadana
Línea 2 (verde)	<ul style="list-style-type: none"> • Planificación de carreteras y diseño urbano • Congestión del tráfico en áreas urbanas • Impacto del transporte motorizado en el medio ambiente • Estrategias de mitigación de la congestión • Interacción entre suelos e infraestructura vial • Políticas de transporte urbano y sostenibilidad
Línea 3 (azul)	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis del ciclo de vida de los pavimentos de carreteras • Estrategias de construcción y rehabilitación sostenible de carreteras • Impactos ambientales del transporte por carretera • Desarrollo de indicadores y herramientas para la toma de decisiones sostenibles

Categoría clave 1. Impacto de la urbanización en la calidad del aire

La urbanización acelerada ha transformado significativamente las dinámicas ambientales de las ciudades, generando un aumento en la contaminación atmosférica que afecta la calidad del aire.⁽⁴⁵⁾ El monitoreo ambiental se ha vuelto esencial para evaluar estos cambios y sus efectos en la salud pública. A través de tecnologías avanzadas, como sensores de calidad del aire y SIG, es posible obtener datos precisos sobre la concentración de contaminantes, permitiendo identificar las áreas más afectadas y las fuentes de emisión.⁽⁴⁹⁾ Esta información no solo es vital para la investigación, sino que también empodera a las comunidades para participar activamente en la defensa de su entorno, fomentando una mayor conciencia sobre la relación entre urbanización y salud ambiental.⁽⁵⁰⁾

Los efectos de la urbanización en la calidad del aire son multifacéticos, con un incremento en las emisiones de gases contaminantes provenientes del tráfico vehicular, la industria y la construcción.⁽⁴⁴⁾ Este aumento en la contaminación atmosférica se ha correlacionado con una serie de problemas de salud, incluyendo enfermedades respiratorias, cardiovasculares y trastornos neurológicos.^(59, 60) La exposición prolongada a altos niveles de contaminantes como el dióxido de nitrógeno y las partículas en suspensión puede agravar condiciones preexistentes y reducir la esperanza de vida.⁽⁶¹⁾ Por lo tanto, es imperativo que las políticas de control de la contaminación se implementen de manera efectiva, promoviendo regulaciones más estrictas y fomentando el uso de tecnologías limpias que mitiguen el impacto de la urbanización en la calidad del aire.

Categoría clave 2. Influencia de la planificación de carreteras en áreas urbanas

La planificación de carreteras en áreas urbanas desempeña un papel crucial en el diseño urbano y en la configuración de la movilidad de las ciudades.⁽⁶²⁾ Un enfoque integral en la planificación de carreteras no solo considera la construcción de vías, sino también su integración con el entorno urbano, garantizando que estas infraestructuras respondan a las necesidades de los ciudadanos y fomenten un desarrollo sostenible.⁽⁵⁴⁾ La interacción entre suelos e infraestructura vial es fundamental,⁽⁶³⁾ ya que un diseño adecuado puede minimizar el impacto negativo en el medio ambiente y promover la creación de espacios públicos que mejoren la calidad de vida.⁽⁵⁾ Sin embargo, una planificación deficiente puede contribuir a la congestión del tráfico, afectando la fluidez del transporte y generando problemas adicionales en la infraestructura urbana.⁽⁶⁴⁾

La congestión del tráfico es un fenómeno común en las áreas urbanas, exacerbado por un aumento en el uso del transporte motorizado.⁽⁶¹⁾ Este incremento no solo provoca retrasos y frustración entre los conductores, sino que también tiene consecuencias ambientales significativas, como el aumento de las emisiones de gases contaminantes y el deterioro de la calidad del aire.⁽⁴⁵⁾

Las políticas de transporte urbano y sostenibilidad deben centrarse en la creación de un sistema de transporte integrado que priorice la reducción de la dependencia del automóvil y fomente un uso más eficiente de las infraestructuras existentes.⁽⁶⁵⁾ Esto implica no solo la mejora de la planificación de carreteras, sino también la implementación de medidas que promuevan el transporte colectivo y la movilidad sostenible.⁽⁶⁶⁾ Al integrar la planificación de carreteras con políticas de uso del suelo y desarrollo urbano, se pueden crear ciudades más resilientes y sostenibles, donde la infraestructura vial no solo facilite el transporte, sino que también contribuya a un entorno urbano saludable y accesible para todos los ciudadanos.⁽¹⁵⁾

Categoría clave 3. Impacto ambiental y estrategias sostenibles para la construcción de carreteras

El impacto ambiental de la construcción de carreteras es un tema crítico que requiere un enfoque integral para mitigar sus efectos negativos.^(59,66) Un análisis del ciclo de vida de los pavimentos de carreteras permite identificar las etapas más perjudiciales, desde la extracción de materiales hasta la construcción y el mantenimiento.⁽⁶⁷⁾ Este enfoque no solo revela la huella de carbono asociada con cada fase, sino que también destaca la importancia de seleccionar materiales sostenibles y prácticas de construcción que reduzcan el consumo de recursos y la generación de residuos. Al comprender el ciclo de vida completo, los ingenieros y planificadores pueden tomar decisiones más informadas que minimicen el impacto ambiental desde el inicio de un proyecto.⁽⁶⁸⁾

Para facilitar la adopción de estas prácticas sostenibles, es esencial el desarrollo de indicadores y herramientas que apoyen la toma de decisiones en la planificación y ejecución de proyectos viales.⁽⁵⁴⁾ Estos indicadores pueden incluir métricas de sostenibilidad que evalúen el rendimiento ambiental de los materiales y técnicas utilizados, así como su impacto en la salud pública y la calidad del aire.⁽³⁹⁾

La figura 4 muestra el mapa de citas donde la mayor cantidad de las citas estuvo en el intervalo de 0 a 50, en un primer momento predominaron las investigaciones que no se encuentran en acceso abierto elemento que cambio con el paso del tiempo. Los picos máximos de citas estuvieron por las 350 citas en abril del 2020 y es en revistas que se encuentran en acceso abierto.

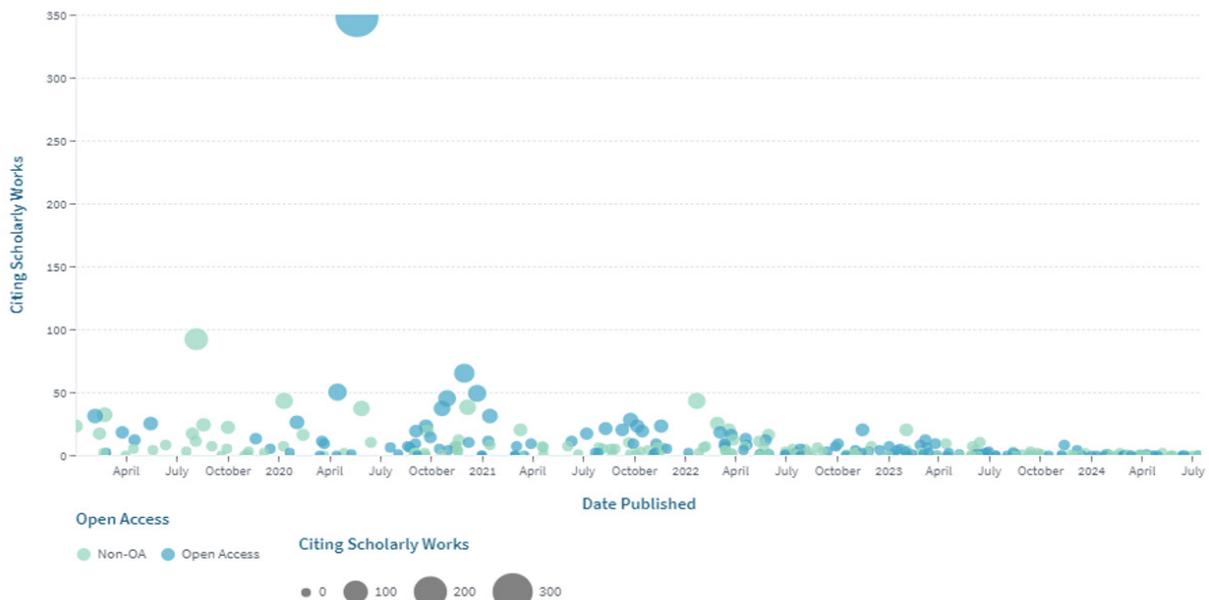


Figura 4. Mapa de citas

CONCLUSIONES

A pesar de los esfuerzos internacionales por desarrollar estrategias sostenibles para la construcción y gestión de espacios públicos, aún existen desafíos significativos que deben abordarse para garantizar la innovación y la sostenibilidad en este ámbito. Aunque se han implementado algunas iniciativas prometedoras, como el uso de materiales reciclados, tecnologías inteligentes y enfoques participativos, es necesario un esfuerzo más concertado y a gran escala para transformar la forma en que se planifican, diseñan y construyen estos espacios.

La investigación actual en este campo se ha centrado principalmente en aspectos técnicos, como la mejora de la durabilidad de las infraestructuras y la reducción del impacto ambiental. Sin embargo, es fundamental ampliar el alcance de estas investigaciones para incluir también consideraciones sociales, económicas y culturales. Esto implica estudiar cómo los espacios públicos pueden fomentar la cohesión social, promover la equidad y respetar la diversidad de las comunidades a las que sirven.

Se identificó la necesidad de fortalecer la colaboración entre los diferentes actores involucrados en la construcción y gestión de espacios públicos, esto incluye los gobiernos locales, organizaciones comunitarias, académicos y profesionales de la construcción. Solo a través de un enfoque integral y multidisciplinario se podrán desarrollar soluciones innovadoras y efectivas para los desafíos actuales y futuros.

Las investigaciones futuras deben continuar explorando nuevas tecnologías, materiales y enfoques, pero también debe prestar más atención a los aspectos sociales y comunitarios de estos espacios. Solo a través de un esfuerzo concertado y a largo plazo se podrá transformar la forma en que se construyen y gestionan los espacios públicos, creando entornos urbanos más resilientes, inclusivos y sostenibles para las generaciones futuras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Illes J, Kristianova K, Joklova V, Shayegani A. Potential of Former Mill Race Corridors for Urban Regeneration Strategies—A Case Study from Podolíneč in Prešov Region (Slovakia). *Land*. 2024;13(7). Disponible en: <http://doi.org/10.3390/land13071012>.

2. Wronkowski A. Discovering the meaning of contemporary urban squares for its users—a case study of Poznan, Poland. *Humanities and Social Sciences Communications*. 2024;11(1). Disponible en: <http://doi.org/10.1057/s41599-024-03497-1>.

3. Unal Cilek M, Altunkasa MF, Uslu C. Urban residents' attitudes towards the impact of public spaces on urban life quality: the case of Adana. *Open House International*. 2024;49(2):222-43. Disponible en: <http://doi.org/10.1108/OHI-01-2023-0007>.

4. Abusaada H, Elshater A, Neseem A, Fouad M. Convivial Evening Atmospheres in Old Cairo: Urban Planning and Design Toolkit. *Journal of Urban Planning and Development*. 2024;150(2). Disponible en: <http://doi.org/10.1061/JUPDDM.UPENG-4587>.

5. Robazza G, Priego-Hernández J, Caputo S, Melis A. Temporary Urbanism as a Catalyst for Social Resilience: Insights from an Urban Living Lab Practice-Based Research. *Buildings*. 2024;14(6). Disponible en: <http://doi.org/10.3390/buildings14061513>.

6. Rosenbluth A, Ropert T, Rivera V, Villalobos-Morgado M, Molina Y, Fernández IC. Between Struggle, Forgetfulness, and Placemaking: Meanings and Practices among Social Groups in a Metropolitan Urban Park. *Land*. 2024;13(6). Disponible en: <http://doi.org/10.3390/land13060756>.

7. Blečić I, Muroń E, Saiu V, editors. The Innovative Management of Community Space as a Key Strategy to Guide Urban Regeneration Programs: The Experience of the Neighbourhood-Hub Project. *Lecture Notes in Civil Engineering*; 2024. http://doi.org/10.1007/978-3-031-54096-7_31.

8. Sonia R, Gupta N, Manikandan KP, Hemalatha R, Kumar MJ, Boopathi S. Strengthening security, privacy, and trust in artificial intelligence drones for smart cities. *Analyzing and Mitigating Security Risks in Cloud Computing* 2024. p. 214-42. <http://doi.org/10.4018/979-8-3693-3249-8.ch011>.

9. Krommyda V, Somarakis G, Stratigea A, editors. Integrating offline and online participation tools for engaging citizens in public space management: Application in the peripheral town of Karditsa-Greece. *International Journal of Electronic Governance*; 2019. <http://doi.org/10.1504/IJEG.2019.098806>.

10. De Magalhães C, Sieh L. The governance and management of public space. *Providing Public Space in a Contemporary Metropolis*: Policy Press; 2024. p. 50-69. <http://doi.org/10.51952/9781447358886.ch004>.

11. Shan J, Cai G, Lin A, Xu B. Improvement Strategies for Enhancing User Satisfaction with Spatial Publicness in Privately Owned Public Open Space in Post COVID-19: A Case from Italy. *Buildings*. 2023;13(7):1773. Disponible en: <http://doi.org/10.3390/buildings13071773>.
12. Fuady M, Farrel MR, editors. Community perceptions of the comfort and connectivity of pedestrian paths in Banda Aceh city. *AIP Conference Proceedings*; 2024. <http://doi.org/10.1063/5.0201054>.
13. Chęć-Matyszek A. Criteria of livable public spaces quality. Case study analysis on the example of selected public spaces Lublin, Poland. *Teka Komisji Architektury, Urbanistyki i Studiów Krajobrazowych*. 2021;17(2):55-75. Disponible en: <http://doi.org/10.35784/teka.2785>.
14. Castellano CG, Raposo O. Public art and social media: street art tourism, sociocultural agency and cultural production in contemporary Lisbon. *Community Development Journal*. 2024;59(3):533-52. Disponible en: <http://doi.org/10.1093/cdj/bsad018>.
15. Ramakrishnan K. City futures: aspirations and urban imaginaries in Delhi. *Kaleidoscope*. 2013;5(1):100-8. Disponible en: <https://dspace.uib.es/xmlui/bitstream/handle/11201/149141/554499.pdf?sequence=1&isAllowed=y#page=100>.
16. De Magalhães C, Sieh L. Conclusions and the sketch of a practical theory of public space governance. *Providing Public Space in a Contemporary Metropolis: Policy Press*; 2024. p. 172-94. <http://doi.org/10.51952/9781447358886.ch008>.
17. Mukhamedjanov A, Isamukhamedova D, Tang BS. Green Spaces for Summer Cooling: Case Study of Tashkent, Uzbekistan. *International Review for Spatial Planning and Sustainable Development*. 2024;12(2):163-80. Disponible en: http://doi.org/10.14246/IRSPSD.12.2_163.
18. Tehrani AA, Veisi O, Fakhr BV, Du D. Predicting solar radiation in the urban area: A data-driven analysis for sustainable city planning using artificial neural networking. *Sustainable Cities and Society*. 2024;100. Disponible en: <http://doi.org/10.1016/j.scs.2023.105042>.
19. Brugger J, Hawkes KL, Bowen AM, McClaran MP. Framework for a collaborative process to increase preparation for drought on U.S. public rangelands. *Ecology and Society*. 2018;23(4). Disponible en: <http://doi.org/10.5751/ES-10503-230418>.
20. Certomà C, Chelleri L, Notteboom B. The 'fluid governance' of urban public spaces. Insights from informal planning practices in Rome. *Urban Studies*. 2020;57(5):976-95. Disponible en: <http://doi.org/10.1177/0042098018819734>.
21. Szetey K, Moallemi EA, Ashton E, Butcher M, Sprunt B, Bryan BA. Participatory planning for local sustainability guided by the Sustainable Development Goals. *Ecology & Society*. 2021;26(3). Disponible en: <http://doi.org/10.5751/ES-12566-260316>.
22. Brand D, Nicholson H. Public space and recovery: learning from post-earthquake Christchurch. *Journal of Urban Design*. 2016;21(2):159-76. Disponible en: <http://doi.org/10.1080/13574809.2015.1133231>.
23. Puchkov M, editor *Complex construction: urban design principles and the basis of sustainable development*. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering; 2020: IOP Publishing. <http://doi.org/10.1088/1757-899X/962/3/032047>.
24. Ventura Villatoro KE. La infraestructura verde como solución a las rupturas de la trama urbana. Aplicada al caso de estudio de Santa Rosa de Lima, La Unión, El Salvador [Tesis de Maestría]. Sevilla, España: Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Sevilla; 2023. <https://idus.us.es/handle/11441/157981>.
25. Leite Alves J, Bernardino Borges I, de Nadae J. Sustainability in complex projects of civil construction: bibliometric and bibliographic review. *Gestão & Produção*. 2021;28:e5389. Disponible en: <http://doi.org/10.1590/1806-9649-2020v28e5389>.
26. Carteni A, Henke I, Regna M, Bartolomeo MID, Francesco LD. A stakeholder engagement process for a rational decision-making process in transportation planning. *International Journal of Advanced Research in*

Engineering and Technology (IJARET). 2020;11(3). Disponible en: <https://ssrn.com/abstract=3565889>.

27. Barbosa T, Sant'Anna Chaves B, Gustavo O. Galvão L, Cruz Lamas G, Paulo de Oliveira Rodrigues P, Gabi Moreira M, et al. Waste-to-energy in the civil-construction sector toward the valuation of wood construction residues: Integration of torrefaction process. *Fuel*. 2024;371. Disponible en: <http://doi.org/10.1016/j.fuel.2024.132029>.

28. Barbosa Júnior IdO, Macêdo AN, Martins VWB. Construction industry and its contributions to achieving the SDGs proposed by the UN: an analysis of sustainable practices. *Buildings*. 2023;13(5):1168. Disponible en: <http://doi.org/10.3390/buildings13051168>.

29. Oad PK, Kajewski S, Kumar A, Xia B. Bid evaluation and assessment of innovation in road construction industry: A systematic literature review. *Civil Engineering Journal (Iran)*. 2021;7(1):179-96. Disponible en: <http://doi.org/10.28991/cej-2021-03091646>.

30. Oad PK, Kajewski S, Kumar A, Xia B. Investigation of innovation during bid evaluation process in the road construction industry. *Civil Engineering Journal*. 2021;7(3):594-613. Disponible en: <http://doi.org/10.28991/cej-2021-03091676>.

31. Franco Calderon JA, Estupiñan Escalante E. Movilidad y transporte inteligente: Una revisión de aplicaciones y tecnologías emergentes en el contexto de una ciudad inteligente. *Revista Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de la Información*. 2023;10(20):79-87. Disponible en: <http://doi.org/10.21017/rimci.2023.v10.n20.a142>.

32. Liu P, Han G, Yang H, Li X. A Sustainable Development Study on Innovation Factor Allocation Efficiency and Spatial Correlation Based on Regions along the Belt and Road in China. *Sustainability (Switzerland)*. 2024;16(7). Disponible en: <http://doi.org/10.3390/su16072990>.

33. Jormfeldt H, Doyle L, Ellilä H, Lahti M, Higgins A, Keogh B, et al. Master's level mental health nursing competencies, a prerequisite for equal health among service users in mental health care. *International journal of qualitative studies on health and well-being*. 2018;13(sup1):1502013. Disponible en: <http://doi.org/10.1080/17482631.2018.1502013>.

34. Kaur S, Abas NH, Hasmori MF, Ta'at NHM, Amin SM, Sabtu H, et al. Stakeholders' Perception on the Current Practices of Industrial Building System (IBS) Construction Technology. *Journal of Advanced Research in Applied Sciences and Engineering Technology*. 2025;44(2):199-209. Disponible en: <http://doi.org/10.37934/araset.44.2.199209>.

35. Lamba P, Kaur DP, Raj S, Kumar Tipu R, Sorout J, Malik A, et al. Repurposing plastic waste: Experimental study and predictive analysis using machine learning in bricks. *Journal of Molecular Structure*. 2024;1317. Disponible en: <http://doi.org/10.1016/j.molstruc.2024.139158>.

36. Alsharif HZH, Tong S. Green product innovation strategies for environmental sustainability in the construction sector. *Journal of Contemporary Research in Social Sciences*. 2019;1(6):126-35. Disponible en: <http://doi.org/10.33094/26410249.2019.16.126.135>.

37. Sánchez Suárez Y, Pérez Gamboa AJ, Hernández Nariño A, Yang Díaz-Chieng L, Marqués León M, Pancorbo Sandoval JA, et al. Cultura hospitalaria y responsabilidad social: un estudio mixto de las principales líneas para su desarrollo. *Salud, Ciencia y Tecnología-Serie de Conferencias*. 2023;2:451-. Disponible en: <http://doi.org/10.56294/sctconf2023451>.

38. Sánchez Suárez Y, Marqués León M, Hernández Nariño A, Suárez Pérez MM. Metodología para el diagnóstico de la gestión de trayectorias de pacientes en hospitales. *Región Científica*. 2023;2(2):2023115. Disponible en: <http://doi.org/10.58763/rc2023115>.

39. Tápanes Suárez E, Bosch Nuñez O, Sánchez Suárez Y, Marqués León M, Santos Pérez O. Sistema de indicadores para el control de la sostenibilidad de los centros históricos asociada al transporte. *Región Científica*. 2023;2(1):202352. Disponible en: <http://doi.org/10.58763/rc202352>.

40. Velásquez Castro LA, Paredes-Águila JA. Revisión sistemática sobre los desafíos que enfrenta el desarrollo e integración de las tecnologías digitales en el contexto escolar chileno, desde la docencia. *Región Científica*.

2024;3(1):2024226. Disponible en: <http://doi.org/10.58763/rc2024226>.

41. Hoyos Chavarro YA, Melo Zamudio JC, Sánchez Castillo V. Sistematización de la experiencia de circuito corto de comercialización estudio de caso Tibasosa, Boyacá. *Región Científica*. 2022;1(1):20228. Disponible en: <http://doi.org/10.58763/rc20228>.

42. Leyva Ricardo SE, Pancorbo Sandoval JA. Implementación de la economía circular en la gestión de la cadena de suministro: un análisis bibliométrico. *Región Científica*. 2024;3(2):2024315. Disponible en: <http://doi.org/10.58763/rc2024315>.

43. Ichihara M, Inoue K, Fukushi M, Shimizu H, Tsuruoka H, Veerasamy N, et al. Changes on distribution of absorbed dose rates in air in an urban area after the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*. 2021;329(1):427-35. Disponible en: <http://doi.org/10.1007/s10967-021-07800-1>.

44. Ouedraogo I, Ouedraogo I, Kpoda NW, Oueda A, Bance V, Kabore J, et al. Impact of road construction on the distribution of *Crocodylus suchus* (Étienne Geoffroy Saint-Hilaire 1807) in urban park Bangr-Weoogo (Burkina Faso). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. 2020;14(2):390-401. Disponible en: <http://doi.org/10.4314/ijbcs.v14i2.7>.

45. Wang C, Duan W, Cheng S, Jiang K. Emission inventory and air quality impact of non-road construction equipment in different emission stages. *Science of the Total Environment*. 2024;906. Disponible en: <http://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.167416>.

46. Coffin AW, Ouren DS, Bettez ND, Borda-De-água L, Daniels AE, Grilo C, et al. THE ECOLOGY OF RURAL ROADS: EFFECTS, MANAGEMENT, AND RESEARCH. *Issues in Ecology*. 2021;2021(23):1-34. Disponible en: https://www.esa.org/wp-content/uploads/2021/06/IIE_24-Rural-Roads.pdf.

47. He Q, Yue W, Lu H, Chen C, Li Z, Wang Z, editors. Consideration and Discussion on Green Highway Construction in Urban Area. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*; 2019. <http://doi.org/10.1088/1755-1315/310/2/022007>.

48. Ji Z, Huang Y. The Impact of Highway Infrastructure on Population Mobility: Evidence from a Sample of 800 Counties and Districts (2000-2019) in China. *Sustainability (Switzerland)*. 2023;15(20). Disponible en: <http://doi.org/10.3390/su152014834>.

49. Shifaw E, Sha J, Li X, Jiali S, Bao Z. Remote sensing and GIS-based analysis of urban dynamics and modelling of its drivers, the case of Pingtan, China. *Environment, Development and Sustainability*. 2020;22(3):2159-86. Disponible en: <http://doi.org/10.1007/s10668-018-0283-z>.

50. Xiao Y, Zhong JL, Zhang QF, Xiang X, Huang H. Exploring the coupling coordination and key factors between urbanization and land use efficiency in ecologically sensitive areas: A case study of the Loess Plateau, China. *Sustainable Cities and Society*. 2022;86. Disponible en: <http://doi.org/10.1016/j.scs.2022.104148>.

51. Yu F, Li C, Liu J, Liao S, Zhu M, Xie Y, et al. Characterization of particulate smoke and the potential chemical fingerprint of non-road construction equipment exhaust emission in China. *Science of the Total Environment*. 2020;723. Disponible en: <http://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137967>.

52. Zhou Y, Zhong Z, Cheng G. Cultivated land loss and construction land expansion in China: Evidence from national land surveys in 1996, 2009 and 2019. *Land Use Policy*. 2023;125. Disponible en: <http://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.106496>.

53. Yan Y, Zheng Q, Yu RL, Hu GR, Huang HB, Lin CQ, et al. Characteristics and provenance implications of rare earth elements and Sr-Nd isotopes in PM_{2.5} aerosols and PM_{2.5} fugitive dusts from an inland city of southeastern China. *Atmospheric Environment*. 2020;220. Disponible en: <http://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2019.117069>.

54. Santos Pérez O. Instrumento metodológico para la gestión de accesibilidad y movilidad en centros históricos cubanos. Aplicación en la ciudad de Matanzas. [Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas]. Matanzas, Cuba: Universidad de Matanzas 2020.

55. Vijayakumar S, Singaravelu R. Time Aware Long Short-Term Memory and Kronecker Gated Intelligent Transportation for Smart Car Parking. *Journal of Advanced Research in Applied Sciences and Engineering Technology*. 2025;44(1):134-50. Disponible en: <http://doi.org/10.37934/araset.44.1.134150>.
56. Bolden J, Abu-Lebdeh T, Fini E. Utilization of recycled and waste materials in various construction applications. *American Journal of Environmental Science*. 2013;9(1):14-24. Disponible en: <http://doi.org/10.3844/ajessp.2013.14.24>.
57. Nikmehr B, Hosseini MR, Wang J, Chileshe N, Rameezdeen R. BIM-based tools for managing construction and demolition waste (CDW): A scoping review. *Sustainability*. 2021;13(15):8427. Disponible en: <http://doi.org/10.3390/su13158427>.
58. Sánchez Suárez Y, Trujillo García L, Hernández Nariño A, Cuervo Saiz L, Sablón Cossío N, Marqués León M. Una aproximación a la economía circular y su contribución en el contexto de la pandemia. *Información para directivos de la Salud*. 2023(40):e1336. Disponible en: <https://revinfodir.sld.cu/index.php/infodir/article/download/1336/1656>.
59. Meng MR, Xi C, Feng Z, Cao SJ. Environmental co-benefits of urban design to mitigate urban heat island and PM2.5 pollution: Considering prevailing wind's effects. *Indoor and Built Environment*. 2022;31(7):1787-805. Disponible en: <http://doi.org/10.1177/1420326X221076815>.
60. Yang S, Liu J, Bi X, Ning Y, Qiao S, Yu Q, et al. Risks related to heavy metal pollution in urban construction dust fall of fast-developing Chinese cities. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2020;197. Disponible en: <http://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.110628>.
61. Baeza García E. Reemplazo del permiso de circulación en Región Metropolitana, por un impuesto descongestionador y descontaminador. *Revista de Estudios Tributarios*. 2012(6):251-312. Disponible en: https://www.cetuchile.cl/images/docs/08._reemplazo_permiso_de_circulacion_en_region_metropolitana___emmanuel_baeza.pdf.
62. Martner C. Expansión dispersa, ciudad difusa y transporte: el caso de Querétaro, México. *EURE (Santiago)*. 2016;42(125):31-60. Disponible en: <http://doi.org/10.4067/S0250-71612016000100002>.
63. Galindo Serrano JA, Alcántara Ayala I. Inestabilidad de laderas e infraestructura vial: análisis de susceptibilidad en la Sierra Nororiental de Puebla, México. *Investigaciones geográficas*. 2015(88):122-45. Disponible en: <http://doi.org/10.14350/rig.43790>.
64. Rodríguez Acosta R. Hacia una Movilidad Eficiente: Desafíos y Estrategias en Ciudades en Crecimiento [Tesis de maestría]. Bogotá, Colombia: Universidad Santo Tomás; 2021. <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/56102/2024rosyanyrodriguez.pdf?sequence=1>.
65. Soto Pérez JM. Análisis de las directrices de movilidad urbana sostenible aplicables al servicio público de transporte terrestre en la ciudad de Santa Marta [Tesis de diploma]. Santa Marta, Colombia: Universidad Cooperativa de Colombia; 2023. <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/6d303068-0de3-46a1-8a0a-b32d430f2ac4/content>.
66. Pellegrini M, Tagliabue M. An overview of psychological factors in mobility choices: the impact on pro-environmental behavior. *Discover Sustainability*. 2024;5(1). Disponible en: <http://doi.org/10.1007/s43621-024-00372-6>.
67. Verán Leigh D. Evaluación ambiental de un tramo específico de la autopista Panamericana Sur, usando la metodología de análisis de ciclo de vida [Tesis para optar por el título de Ingeniero Civil]. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú; 2017. file:///C:/Users/Root/Downloads/VERAN_DANIEL_AUTOPISTA_ANALISIS_CICLO_VIDA.pdf.
68. Ruiz Gómez JC. Producción y construcción ecosostenible, para la mejora de la calidad de vida de los habitantes de Michaelshof, en Sammatz, Alemania [Tesis de Diploma]. Villavicencio, Meta: Universidad Cooperativa de Colombia; 2023. <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/c23dd55b-a7ae-4c9c-b6ae-a4477a6711ee/content>.

FINANCIACIÓN

Los autores no recibieron financiación para el desarrollo de la presente investigación.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: Jimmy Jeffrey García Vinces, Claudio Ulise Ross Lopera.

Curación de datos: Claudio Ulise Ross Lopera.

Análisis formal: Jimmy Jeffrey García Vinces, Lucy Elizabeth Solórzano Villegas.

Investigación: Jimmy Jeffrey García Vinces.

Metodología: Jimmy Jeffrey García Vinces.

Administración del proyecto: Jimmy Jeffrey García Vinces.

Recursos: Claudio Ulise Ross Lopera.

Software: Lucy Elizabeth Solórzano Villegas.

Supervisión: Claudio Ulise Ross Lopera.

Validación: Jimmy Jeffrey García Vinces.

Visualización: Lucy Elizabeth Solórzano Villegas.

Redacción - borrador original: Jimmy Jeffrey García Vinces.

Redacción - revisión y edición: Lucy Elizabeth Solórzano Villegas.