



GESTIÓN AMBIENTAL EN ASENTAMIENTOS HUMANOS

Evaluación de impactos socioambientales en proyectos urbanos: Revisión metodológica.

Evaluation of socio-environmental impacts in urban projects: Methodological Review.

Avaliação de impactos socioambientais em projetos urbanos: Revisão Metodológica.

Rubén Dario Calixto Morales

Universidad Centro Panamericano de Estudios Superiores, México

arqrubencalixto@gmail.com

Artículo de revisión

Enviado: 8/8/2024

Aprobado: 20/12/2025

Publicado: 26/2/2026

RESUMEN

El estudio abordó la necesidad de evaluar los impactos socioambientales generados por proyectos urbanos, especialmente en el contexto de la fragmentación urbana. Se destacó la importancia de desarrollar metodologías efectivas para esta evaluación, considerando la complejidad y diversidad de los entornos urbanos contemporáneos. El objetivo fue identificar enfoques existentes para evaluar los impactos socioambientales considerando factores como el ciclo de vida, análisis de flujo de materiales, matrices de impacto ambiental y otros métodos cuantitativos y cualitativos combinados. Igualmente se identificaron diversas limitaciones en estas metodologías, como la falta de integración interdisciplinaria, la ausencia de consideraciones contextuales específicas y la dificultad para capturar la complejidad de los sistemas urbanos. Como conclusión, se destaca la necesidad de desarrollar enfoques metodológicos más completos y adaptados a contextos específicos para evaluar los impactos socioambientales de la fragmentación urbana ya que estos enfoques al ser interdisciplinarios, participativos deberían considerar factores contextuales como la diversidad cultural, económica y política de las comunidades urbanas.

Palabras clave: fragmentación urbana, participación ciudadana, sostenibilidad.

ABSTRACT

With this study, the need to evaluate the socio-environmental impacts generated by urban projects was addressed, especially in the context of urban fragmentation. The importance of developing effective methodologies for this evaluation was highlighted, considering the complexity and diversity of contemporary urban environments. The objective was to identify existing approaches to evaluate socio-environmental impacts considering factors such as life cycle, material flow analysis, environmental impact matrices, and other combined quantitative and qualitative methods. Various limitations were also identified in these methodologies, such as the lack of interdisciplinary integration, the absence of specific contextual considerations, and the difficulty in capturing the complexity of urban systems. In conclusion, the need to develop more comprehensive methodological approaches adapted to specific contexts to evaluate the socio-environmental impacts of urban fragmentation is highlighted, since these approaches, being interdisciplinary and participatory, should consider contextual factors such as the cultural, economic, and political diversity of urban communities.

Keywords: citizen participation, sustainability, urban fragmentation.

RESUMO

Com este estudo, abordou-se a necessidade de avaliar os impactos socioambientais gerados por projetos urbanos, especialmente no contexto da fragmentação urbana. Destacou-se a importância de desenvolver metodologias eficazes para essa avaliação, considerando a complexidade e diversidade dos ambientes urbanos contemporâneos. O objetivo foi identificar abordagens existentes para avaliar os impactos socioambientais, levando em conta fatores como ciclo de vida, análise de fluxo de materiais, matrizes de impacto ambiental e outros métodos quantitativos e qualitativos combinados. Também foram identificadas várias limitações nessas metodologias, como a falta de integração interdisciplinar, a ausência de considerações contextuais específicas e a dificuldade de captar a complexidade dos sistemas urbanos. Como conclusão, destaca-se a necessidade de desenvolver abordagens metodológicas mais completas e adaptadas a contextos específicos para avaliar os impactos socioambientais da fragmentação urbana, já que essas abordagens, ao serem interdisciplinares e participativas, devem considerar fatores contextuais como a diversidade cultural, econômica e política das comunidades urbanas.

Palavras-chave: fragmentação urbana, participação cidadã, sustentabilidade.

INTRODUCCIÓN

En el contexto actual de acelerado crecimiento urbano y expansión de proyectos urbanísticos, la evaluación de los impactos socioambientales se ha consolidado como un componente esencial para garantizar el desarrollo sostenible de las ciudades (Observatorio Ambiental de Bogotá, 2019). Las urbes contemporáneas enfrentan retos como la pérdida de espacios verdes, la contaminación atmosférica, la congestión vehicular y la degradación ambiental, problemáticas intensificadas por procesos de urbanización rápida y por proyectos que, aunque responden a objetivos específicos - comerciales o residenciales-, pueden generar efectos significativos sobre el entorno natural y la calidad de vida.

Los proyectos urbanísticos individualizados han sido identificados como uno de los principales motores de la fragmentación urbana, al concentrarse en satisfacer necesidades particulares sin una visión integral del territorio. Esta dinámica produce desconexiones físicas, funcionales y sociales con áreas circundantes, fenómeno que trasciende el núcleo urbano y afecta zonas de expansión, suelos periurbanos y rurales. La falta de articulación territorial incide negativamente en la movilidad, la sostenibilidad ambiental, la resiliencia y la calidad de vida en escenarios de crecimiento constante (Calixto, 2024). Comprender el alcance de esta problemática resulta clave para dimensionar su impacto en la planificación urbana y regional.

Ante este panorama, las metodologías de evaluación de impacto socioambiental se han consolidado como herramientas fundamentales para identificar y gestionar los efectos de los proyectos urbanos. No obstante, la diversidad de enfoques y la complejidad de los procesos implicados plantean desafíos en términos de aplicabilidad y eficiencia. Esta revisión analiza metodologías cualitativas, cuantitativas, participativas y modelos predictivos, examinando sus ventajas, limitaciones y capacidad para reflejar la complejidad de los sistemas urbanos y sus interacciones ambientales.

La fragmentación urbana ha sido ampliamente abordada en estudios académicos que evidencian sus repercusiones en movilidad, segregación social, calidad del aire y degradación ambiental. El análisis de estas dimensiones resulta determinante para orientar estrategias de planificación en ciudades con características similares al caso de estudio. En este sentido, la investigación se centra en la ciudad de

Tunja, con el propósito de analizar la fragmentación derivada de proyectos urbanísticos individualizados y extraer lecciones con relevancia global para otras urbes que enfrentan desafíos similares (Calixto, 2025b).

Asimismo, se examinan las etapas del proceso de evaluación -desde la recopilación de datos hasta la elaboración de informes y la toma de decisiones- identificando buenas prácticas y oportunidades de mejora que permitan optimizar su eficacia (Departamento Nacional de Planeación, 2018; 2019; 2020; 2021). Una comprensión integral de estas metodologías fortalece la toma de decisiones informada y sostenible en el desarrollo urbano.

Finalmente, se reconoce que los proyectos urbanísticos y la construcción constituyen sectores con alta incidencia en el impacto ambiental y el cambio climático (Alavedra *et al.*, 1998; Álvarez y Rincón, 2020; Mendoza *et al.*, 2021). Sin embargo, también poseen un potencial significativo para contribuir a la sostenibilidad mediante el uso eficiente de recursos y la reducción de impactos (Rodríguez *et al.*, 2018). En el contexto de Tunja, Chocontá (2017) subraya la necesidad de evitar la especulación del suelo y fortalecer el sistema de espacios públicos como estrategia para un desarrollo urbano más equilibrado.

DESARROLLO

La presente revisión estructura y compara diversas metodologías empleadas en la evaluación de impactos ambientales, identificando criterios de selección, procedimientos de extracción y síntesis de datos, así como los enfoques analíticos aplicados. A partir de ello, se construye un marco conceptual que orienta la interpretación de los hallazgos y contribuye al desarrollo de una propuesta metodológica para una tesis doctoral enfocada en la evaluación de proyectos urbanos y sus impactos socioambientales asociados a la fragmentación urbana.

El análisis parte de la necesidad de identificar datos pertinentes que permitan reconocer impactos ambientales y riesgos potenciales para bienes y personas derivados de proyectos urbanísticos individualizados. Esta identificación preliminar proporciona una visión inicial de los efectos negativos asociados a la fragmentación urbana, especialmente en contextos de expansión y desconexión territorial.

De acuerdo con Zamora *et al.* (2020), los proyectos urbanos pueden generar impactos como contaminación hídrica, emisión de material particulado, degradación de la cobertura vegetal y arrastre de residuos. Estos efectos inciden directamente en la calidad ambiental y en la salud de la población. Además, es fundamental considerar los procesos geodinámicos del territorio, ya que la infraestructura urbana puede inducir o acelerar fenómenos como hundimientos, movimientos en masa o inundaciones. En este sentido, la evaluación debe incorporar también riesgos asociados a la seguridad humana, tales como taludes inestables, desniveles pronunciados, socavones o desprendimientos, cuya identificación resulta clave para prevenir accidentes y mitigar vulnerabilidades.

Para la recopilación de información, Zamora *et al.* (2018) proponen combinar trabajo de campo y análisis de laboratorio, incluyendo la revisión histórica del área urbana, entrevistas a residentes y actores involucrados en proyectos urbanos, así como toma de muestras ambientales (agua, sedimentos, entre otros). Este proceso permite identificar patrones y tendencias que contribuyen a comprender los impactos socioambientales y a formular estrategias de mitigación.

Viloria *et al.* (2018) señalan que existen múltiples metodologías para la evaluación y mitigación de impactos, entre ellas listas de chequeo, redes de interacción, matrices, sistemas cartográficos,

indicadores, análisis multicriterio, simulaciones y métodos ad hoc, siendo estos últimos ampliamente utilizados en Colombia. Diversos autores coinciden en que ninguna metodología por sí sola resulta suficiente para una Evaluación de Impactos Ambientales (EIA), por lo que recomiendan la combinación de herramientas según la disponibilidad de información y recursos. También advierten sobre posibles inconsistencias en la selección de criterios y en la definición de rangos de valoración, lo que puede introducir sesgos derivados del juicio técnico de los evaluadores.

En el marco del diseño urbano sostenible, la EIA constituye una herramienta de gestión central para estimar impactos ambientales en todas las fases de un proyecto. En Colombia, su aplicación es obligatoria para la obtención de licencias ambientales y forma parte esencial de los Estudios de Impacto Ambiental (EsIA), lo que refuerza la necesidad de integrar los impactos ambientales en los Sistemas de Gestión Ambiental.

La selección metodológica debe responder a la complejidad del proyecto y a la necesidad de objetividad en la evaluación. Aguilar (2019), en el caso de Coltejer S.A., implementó la Matriz Conesa-Simplificada por su claridad y capacidad de integrar múltiples variables. Mediante recorridos de observación, listas de chequeo e identificación de etapas y acciones susceptibles, se determinaron impactos directos e indirectos sobre distintos componentes ambientales, estableciendo una base para evaluaciones integrales.

Finalmente, el estudio reconoce limitaciones como la posible escasez de datos precisos, la especificidad del contexto de Tunja, dificultades en la participación comunitaria, cambios normativos, restricciones de recursos y la complejidad de las interacciones entre variables (Tabla 1). Reconocer estas limitaciones resulta fundamental para fortalecer la validez de la investigación y formular recomendaciones aplicables a la planificación urbana sostenible (Viloria *et al.*, 2018).

Tabla 1. Valores para análisis multicriterio de atributos de EIA.

Criterio	Clasificación	Valor	
Medible	En la literatura revisada no hay claridad sobre cómo establecer los rangos de medición.	1	
	Si bien existen rangos y definiciones para medir cualitativamente este criterio, se encontraron diferentes formas de abordarse por los distintos autores, o el atributo puede medirse a través de estudios de detalle o semidetalle.	2	
	Existen diferentes rangos para medir cualitativamente este criterio, pero con definiciones compartidas por los distintos autores, o el atributo puede medirse a través de estudios de detalle o semidetalle	3	
	Existen rangos que han sido desarrollados de manera similar por distintos autores o el atributo puede medirse a través de estudios de detalle o semidetalle.	4	
	Existen rangos estandarizados (protocolos) para medir cualitativamente este criterio, o puede medirse a través de herramientas de fácil acceso y economía.	5	
General o global	Entre ninguno y un componente ambiental.	1	
	De los 10 componentes ambientales, se pueden valorar	Entre dos y tres componentes ambientales.	2
		Entre cuatro y cinco componentes ambientales.	3
		Entre seis y siete componentes ambientales.	4
		Más de ocho componentes ambientales.	5
Apto	El atributo presenta dificultades de aplicación para algún tipo de proyecto.	1	
	El atributo puede ser aplicado para proyectos lineales y concentrados usando las mismas escalas de valoración.	5	

Criterio	Clasificación	Valor
Sugerido	El atributo no es sugerido por la Metodología general para la presentación de estudios ambientales en Colombia, ni por la SIFA.	1
	El atributo es sugerido por la Metodología general para la presentación de estudios ambientales en Colombia.	2
	El atributo es sugerido o aceptado por la SIFA.	3
	El atributo es sugerido por la Metodología general para la presentación de estudios ambientales en Colombia y aceptado por la SIFA.	4

Fuente: Vilorio et al. (2018)

En cuanto a la clasificación de proyectos en Colombia, los autores determinaron la clasificación de proyectos (figura 1) la tipología de proyectos de infraestructura, donde encontraron que no existe en Colombia una clasificación unificada de estos. Sin embargo, la agrupación en proyectos lineales y concentrados permite abarcar y diferenciar las diferentes modalidades de proyectos. Esta información permitió reconocer cuáles actividades particulares desarrollaba cada proyecto y cuántas y de qué tipo de detalles, generaba. Esta información trasciende en la siguiente etapa de identificación de la EIA.

Figura 1. Clasificación de proyectos en Colombia.

☐ Proyectos concentrados o puntuales	☐ Proyectos lineales
☐ Edificaciones: vivienda y comercio.	☐ Carreteras: calles, calzadas, ciclovías, redes camineras, senderos ecológicos
☐ Construcciones industriales: minas, refinerías, beneficio animal, centrales eléctricas, plantas de procesamiento de materiales nucleares.	☐ Líneas de ferrocarriles, tranvías, finuculares y sistemas teleférico
☐ Equipamentos cerrados al aire libre: construcciones deportivas, instalaciones de recreo.	☐ Túneles
☐ Estaciones: bombeo, de transformadores, torres de alta tensión, torres de transmisión y antenas, sitios de lanzamiento de satélites	☐ Canalizaciones, vías fluviales
☐ Infraestructura de saneamiento: PTAR, PTAP, rellenos sanitarios, incineradores, plantas de tratamiento de materiales nucleares	☐ Sistemas de riego y obras hidráulicas de control de inundaciones
☐ Edificaciones para el transporte: pistas de aterrizaje, vías de rodaje, plataformas y estructuras aeroportuarias, puente y carreteras elevadas, terminales de transporte.	☐ Ductos: acueductos, gasoductos, oleoductos, alacatarillados (potable, cruda o residual).
☐ Obras hidráulicas: Puertos, vías navegables e instalaciones conexas, canales, diques, malecones, espigones, muelles, represas.	☐ Cableados: Líneas eléctricas terrestres, subterráneas o submarinas; cables de transmisión de electricidad local; cables de transmisión local de comunicación.
☐ Obras de ingeniería militar: fuentes, fortines, refugios, campos de tiro, centros de pruebas militares, etc.	

Fuente: Vilorio et al. (2018)

A partir de la *figura 1* y mediante la aplicación de la matriz de doble entrada actividad/impacto, los autores identificaron patrones recurrentes de impactos ambientales asociados a proyectos de infraestructura. Se evidenció que dichos impactos están estrechamente vinculados a las actividades propias del ciclo técnico del proyecto, concentrándose principalmente en las fases de construcción y operación. Estas etapas emergen como momentos críticos en la generación de efectos ambientales, dado que incluyen actividades como adecuación de vías y pavimentos, construcción de obras de protección, trabajos preliminares (descapote, explanación, demolición, perforación, voladuras y excavaciones), así como el uso y funcionamiento posterior de las obras (Calixto, 2025a). Tales acciones pueden afectar componentes clave del entorno, incidiendo en la calidad del aire, la alteración de hábitats, la disponibilidad de recursos hídricos y la transformación del paisaje.

Dicha evaluación permitió determinar los siguientes impactos ambientales (*figura 2*) recurrentes generados por los diferentes tipos de proyectos de infraestructura, en donde se observa que se cruzan con más de siete actividades propias de los proyectos arquitectónicos.

Figura 2. Impactos ambientales incidentes en proyectos arquitectónicos.



Fuente: Vilorio *et al.* (2018)

La relación directa entre actividades específicas e impactos ambientales reafirma la necesidad de adoptar un enfoque integral en la evaluación de proyectos urbanos, considerando tanto los aspectos arquitectónicos como ambientales a lo largo de todo el ciclo de vida. Vilorio *et al.* (2018) destacan que la mayoría de los impactos se concentran en construcción y operación, lo que otorga a estas fases un papel central en la gestión de la sostenibilidad. Las decisiones adoptadas en estos periodos pueden tener repercusiones prolongadas en el entorno y en la calidad de vida, por lo que resulta imprescindible implementar prácticas constructivas responsables, tecnologías limpias y medidas de mitigación adecuadas.

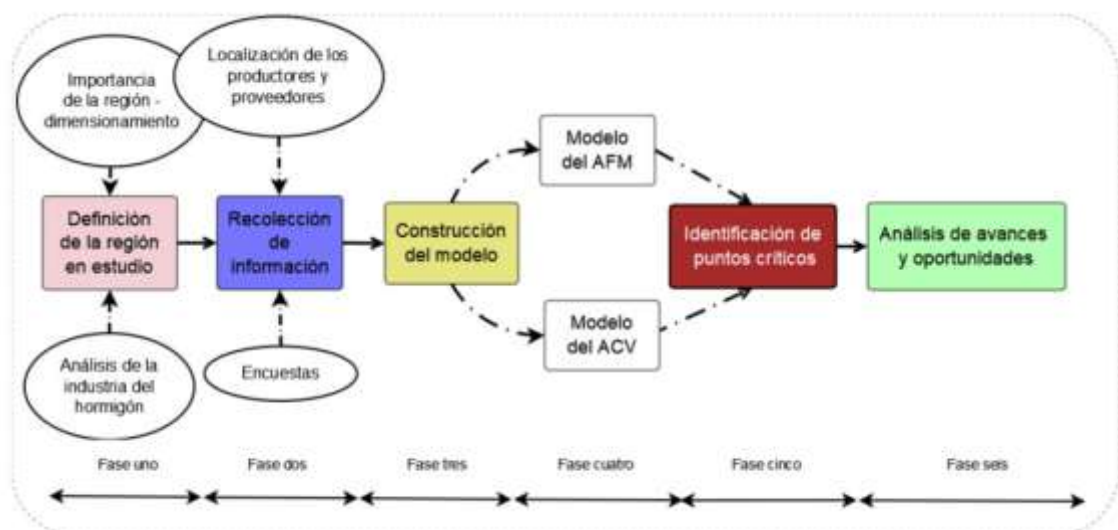
La revisión sistemática desarrollada por Carbal *et al.* (2020) constituye una base metodológica sólida para evaluar impactos socioambientales en proyectos urbanos. A través de búsquedas exhaustivas en bases de datos académicas, esta metodología permite identificar tendencias, enfoques conceptuales predominantes y variables clave asociadas a la noción de impacto social. La síntesis teórica derivada de este proceso facilita la construcción de modelos matemáticos integrales que operacionalizan dichas variables.

En este contexto, la incorporación de herramientas de matemática borrosa representa un avance innovador en la medición de impactos socioambientales. La generación de conjuntos borrosos y la aplicación de operaciones entre ellos permiten establecer escalas de clasificación más flexibles, reduciendo la rigidez de las valoraciones tradicionales y favoreciendo una evaluación sistemática y multidimensional de los efectos urbanos. Este enfoque mejora la capacidad de integrar variables sociales y ambientales complejas en modelos cuantificables.

Kvam (2018) enfatiza la importancia de considerar riesgos contextuales en la evaluación de proyectos. Factores como conflictos sociales, desigualdad de género, inestabilidad política o tensiones étnicas influyen en la viabilidad y sostenibilidad de las intervenciones urbanas. La identificación de estos riesgos amplía la comprensión de los posibles efectos negativos y permite diseñar estrategias preventivas. Por ejemplo, la inestabilidad política puede requerir medidas adicionales para evitar conflictos sociales durante la ejecución del proyecto. Asimismo, evaluar cómo la intervención puede agravar vulnerabilidades existentes -como desigualdades de género o exposición a riesgos naturales- resulta esencial para garantizar impactos socialmente responsables.

Por su parte, la metodología propuesta por Córdoba *et al.* (2023) para evaluar el impacto ambiental en la industria del hormigón elaborado aporta herramientas aplicables a proyectos urbanos del PTU (figura 3). La definición clara del sistema de estudio y la recopilación de datos para análisis de flujo de materiales y ciclo de vida permiten comprender los procesos productivos y sus impactos. La construcción de modelos que cuantifican flujos materiales y emisiones de CO₂ equivalente facilita la identificación de puntos críticos y la evaluación de estrategias como la incorporación de residuos de construcción. Este enfoque aporta evidencia cuantitativa para formular políticas urbanas más sostenibles y resilientes.

Figura 3. Metodología propuesta para la evaluación del impacto ambiental de la industria del hormigón elaborado.



Fuente: Córdoba *et al.* (2023).

Finalmente, el estudio de Quispe (2024) resalta la relevancia de metodologías cuantitativas no experimentales y diseños descriptivos para caracterizar la línea base de proyectos urbanos. La recopilación de datos físicos, biológicos, socioeconómicos y culturales permite identificar impactos positivos y negativos con mayor precisión. La aplicación de la matriz Leopold contribuye a una evaluación estructurada, facilitando la identificación sistemática de interacciones entre actividades del proyecto y componentes ambientales.

En conjunto, estas metodologías evidencian que la evaluación de impactos socioambientales en proyectos urbanos requiere enfoques integrales, combinando herramientas cualitativas y cuantitativas, análisis de riesgos contextuales, modelos matemáticos avanzados y técnicas tradicionales de identificación de impactos. La integración de estas aproximaciones fortalece la objetividad del análisis y permite formular estrategias más eficaces para mitigar la fragmentación urbana y promover un desarrollo urbano sostenible.

Las técnicas de recolección de datos descritas por Hernández y Mendoza (2018), como la revisión documental, la observación directa y el uso de instrumentos de campo (libreta, fichas, cámara fotográfica y GPS), constituyen herramientas fundamentales para obtener información precisa sobre las condiciones actuales del área de influencia de proyectos urbanos y sus fuentes generadoras de impacto. La recopilación sistemática de datos físicos, biológicos, socioeconómicos y culturales permite una aproximación integral al análisis de impactos socioambientales, proporcionando una base metodológica sólida para diseñar estrategias de evaluación que consideren la complejidad de la fragmentación urbana.

En esta línea, Guzmán *et al.* (2021) aportan un referente metodológico relevante a partir del estudio de barrios cerrados en León, México. Su enfoque combina análisis teóricos y empíricos, identificando tres tipologías de barrios cerrados como marco para evaluar la fragmentación socioespacial y la vulnerabilidad ambiental. La metodología se apoya en dos categorías centrales: el grado de fragmentación y el nivel de vulnerabilidad, operacionalizadas mediante variables e indicadores que incluyen aspectos físicos (amurallamiento, accesos restringidos) y dimensiones sociales y culturales (interacción comunitaria, percepción de seguridad).

Destaca su visión integral de la vulnerabilidad, que trasciende la inseguridad e incorpora dimensiones psicoambientales, morfoespaciales y socioespaciales. La combinación de técnicas cualitativas y cuantitativas -encuestas, observación etnográfica y análisis fotográfico- fortalece la triangulación de datos y la robustez de los resultados, ofreciendo herramientas útiles para la planificación urbana y el diseño de políticas públicas orientadas a la inclusión y sostenibilidad.

Desde el plano teórico, Pérez (2022) y M. Czerny y A. Czerny (2020) enfatizan la naturaleza multidimensional de la fragmentación urbana, vinculándola a dinámicas socioeconómicas globales y a la polarización característica de la ciudad postmoderna. Estos autores identifican factores como la expansión descontrolada, la baja calidad constructiva y la marginación social como elementos clave en su configuración. Su enfoque multidisciplinario permite comprender la fragmentación como un proceso complejo que exige estrategias integrales de intervención, articulando dimensiones espaciales, sociales, económicas y políticas para promover un desarrollo urbano más equitativo y sostenible.

Análisis de la Información

Las conclusiones del estudio sobre el mejoramiento de vías urbanas en Taparachi, Juliaca (Quispe, 2024), evidencian la complejidad de los impactos socioambientales derivados de intervenciones urbanas. La identificación de factores ambientales afectados demuestra la necesidad de valorar tanto los impactos negativos como los positivos. Aunque se registran afectaciones ambientales durante la ejecución del proyecto, los componentes socioeconómicos y culturales generan impactos positivos relevantes, destacando la interrelación entre desarrollo urbano y bienestar comunitario. Este hallazgo refuerza la importancia de abordar los proyectos desde una perspectiva integral que articule dimensiones técnicas, sociales y culturales.

La aplicación de la matriz Leopold permitió analizar de forma estructurada la incidencia de acciones específicas en la generación de impactos, facilitando la identificación de efectos directos e indirectos. Este enfoque subraya la necesidad de implementar medidas de mitigación y compensación para reducir impactos negativos y potenciar beneficios, promoviendo una planificación participativa e integrada orientada al desarrollo urbano sostenible.

Por su parte, Bancroft y Valencia (2019) proponen una metodología multidisciplinaria que integra enfoques cuantitativos y cualitativos para evaluar proyectos urbanos, considerando variables de sostenibilidad ambiental, entorno de vivienda social y factores regulatorios económicos, políticos y culturales. Su propuesta enfatiza la articulación entre componentes biofísicos y físico-espaciales, así como la construcción de un Modelo Teórico de Criterios aplicado al caso de Medellín.

En conjunto, la revisión metodológica evidencia limitaciones en cada enfoque y destaca la necesidad de análisis críticos y mejoras continuas para fortalecer la evaluación integral de impactos socioambientales en proyectos urbanos.

Síntesis metodológica y análisis de limitaciones

La evaluación del impacto ambiental de proyectos de infraestructura en Colombia evidencia avances metodológicos importantes, aunque también limitaciones estructurales. En el análisis multicriterio de atributos de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), se identifican carencias en la definición precisa de rangos de medición y en la ausencia de una clasificación unificada de proyectos a nivel nacional. Estas debilidades afectan la consistencia y comparabilidad de resultados. La identificación de patrones recurrentes de impacto en proyectos arquitectónicos refuerza la necesidad de integrar dimensiones arquitectónicas y ambientales durante todo el ciclo de vida del proyecto.

La revisión sistemática de Carbal *et al.* (2020) aporta una base sólida para estructurar metodologías de evaluación socioambiental, incorporando matemática borrosa para operacionalizar variables y clasificar impactos con mayor flexibilidad. Sin embargo, su efectividad depende de una integración interdisciplinaria más profunda y de una mayor adaptación a contextos específicos, especialmente en escenarios de fragmentación urbana donde las dinámicas territoriales son complejas.

En cuanto a la metodología de humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales, si bien la recolección continua de datos fortalece la sostenibilidad del sistema, esta práctica puede resultar costosa y difícil de sostener en contextos urbanos dinámicos. Además, el enfoque privilegia dimensiones físicas y biológicas, relegando impactos socioeconómicos y culturales que también son relevantes en proyectos urbanos.

La metodología para evaluar la sostenibilidad ambiental en vivienda de interés social, desarrollada para Medellín, presenta limitaciones en su aplicabilidad a otros contextos debido a diferencias normativas, climáticas y socioeconómicas. Asimismo, aunque reconoce la percepción comunitaria, no establece mecanismos concretos de participación, lo que puede afectar la legitimidad de los resultados.

En el caso de la evaluación del impacto ambiental en la industria del hormigón elaborado, el análisis de ciclo de vida y la cuantificación de emisiones constituyen aportes significativos para medir impactos técnicos. No obstante, el enfoque se concentra en eficiencia y desempeño ambiental, abordando de forma limitada dimensiones sociales, económicas y culturales, lo que genera una evaluación parcial. Tampoco se profundiza suficientemente en impactos indirectos, como presión sobre servicios públicos o incremento del tráfico.

La metodología para evaluar impactos socioambientales derivados de la fragmentación urbana adopta un enfoque multidisciplinar, pero enfrenta dificultades de generalización, dado que cada proyecto urbano presenta particularidades que requieren herramientas flexibles. La adaptación insuficiente a factores locales y la limitada profundización en temas como equidad en el acceso a recursos o preservación de identidad cultural restringen su alcance para la toma de decisiones en comunidades vulnerables.

Como señala Vilorio *et al.* (2018), ninguna metodología resulta suficiente por sí sola para una EIA completa debido a la complejidad de los proyectos y la diversidad de impactos. La efectividad depende de la calidad de la información disponible, los recursos destinados y los lineamientos institucionales. Por ello, se hace necesaria la combinación de enfoques cuantitativos, cualitativos y participativos ajustados a las características específicas del proyecto.

En este contexto, la incorporación de cartografía y planimetría urbana mediante fichas técnicas - aunque escasamente abordada en la literatura revisada- constituye un aporte metodológico diferenciador. Esta herramienta, integrada en el Plan de Trabajo de Desarrollo (PTD), permite una representación detallada del entorno urbano y facilita la identificación de patrones, tendencias e interrelaciones espaciales.

La cartografía combinada con fichas posibilita la detección de patrones en la distribución de infraestructuras, espacios verdes y servicios, aportando información sobre la evolución del territorio. La superposición de variables ambientales, demográficas y socioeconómicas favorece el análisis integrado de factores urbanos y permite identificar y categorizar puntos críticos, como zonas con contaminación elevada o déficit de equipamientos. Además, esta información detallada contribuye a la modelización de dinámicas ambientales y a la simulación de escenarios de intervención, fortaleciendo la toma de decisiones informada.

Aunque esta metodología no ha sido ampliamente desarrollada en los estudios revisados, su integración aporta una visión exhaustiva del comportamiento urbano y facilita el diseño de estrategias adaptadas a necesidades locales. En conjunto, la revisión metodológica evidencia que la evaluación de impactos socioambientales requiere enfoques combinados, precisos y contextualizados, capaces de articular dimensiones técnicas, ambientales y sociales para promover un desarrollo urbano sostenible y resiliente.

CONCLUSIONES

La presente investigación contribuye significativamente al avance del conocimiento en planificación urbana, especialmente en el contexto de ciudades pequeñas, abordando un vacío notorio en la literatura científica actual. Se ha evidenciado que la mayoría de los estudios previos se centran en áreas metropolitanas, por lo que resulta pertinente y necesario desarrollar enfoques adaptados a realidades urbanas de menor escala.

El análisis de las metodologías existentes revela la importancia de integrar enfoques cuantitativos y cualitativos, así como la consideración de factores ambientales, socioeconómicos y culturales, para la evaluación precisa de los impactos socioambientales derivados de la fragmentación urbana. Sin embargo, se identifican limitaciones en la profundidad y adaptabilidad de estos métodos, lo que subraya la necesidad de desarrollar herramientas metodológicas más robustas y sensibles al contexto local.

En este sentido, se recomienda la incorporación de indicadores específicos de fragmentación urbana, la aplicación de herramientas de análisis de sistemas complejos y la adaptación de modelos a las particularidades de cada entorno urbano. Asimismo, se destaca la relevancia de fomentar la

participación comunitaria y la inclusión de las voces locales en los procesos de evaluación, garantizando así la pertinencia y efectividad de las estrategias de intervención propuestas.

La metodología propuesta ofrece una base para abordar los desafíos de la evaluación de impactos ambientales en Colombia, aunque requiere mayor precisión en la definición de rangos de medición y criterios estandarizados para la clasificación de proyectos. Del mismo modo, el análisis detallado de las variables e instrumentos empleados en estudios permite identificar elementos clave para la evaluación de proyectos de humedales artificiales, destacando la importancia de considerar tanto la calidad ambiental como el impacto socioeconómico y comunitario.

En conclusión, la fragmentación urbana constituye un fenómeno complejo que demanda estrategias de evaluación interdisciplinarias y contextualmente adaptadas. El desarrollo metodológico continuo y la integración de enfoques participativos son fundamentales para lograr una comprensión holística de los impactos socioambientales y orientar la toma de decisiones hacia la construcción de ciudades más sostenibles, inclusivas y resilientes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, M. (2019). *Evaluación de impactos ambientales en el sector productivo para la empresa Coltejer S.A. corporación Universitaria Lasallista*. Colombia. <https://acortar.link/RdsGXv>
- Alavedra, P., Domínguez, J., Gonzalo, E. y Serra, J. (1998). La construcción sostenible. El estado de la cuestión. Vivienda y participación ciudadana. *Boletín CF+S*, (4). <https://acortar.link/YSExsQ>
- Álvarez, E. y Rincón, K. (2020). El impacto ambiental de la gestión de las constructoras. Universidad Francisco de Paula Santander. *Formación Estratégica*, 1(01), 82-92. <https://acortar.link/xfb8oN>
- Bancroft, R. y Valencia, D. (2019). Aproximación a una propuesta metodológica para evaluar la sostenibilidad en el entorno de la vivienda social en Medellín. *Ágora U.S.B.*, 19(1), 170-196. <https://acortar.link/fEjxH2>
- Calixto, R. (2024). El comportamiento de la movilidad vehicular en ciudades pequeñas. Estudio de caso: Tunja (Boyacá, Colombia). *Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad*, 7, e372. <https://acortar.link/M81SNw>
- Calixto, R. (2025). Fragmentación urbana y su impacto psicológico: análisis crítico del Proyecto Bicentenario en Tunja, Colombia. *Revista de Ciencias Ambientales*, 60(1). <http://dx.doi.org/10.15359/rca.60-1.3>
- Calixto, R. (2025). Perspectivas multidimensionales en la morfología de los barrios periféricos en Tunja, Colombia. *Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad*, 8, e465. <https://doi.org/10.46380/rias.v8.e465>
- Carbal, A., Rosales, C., Guevara, Y. y Ochoa, J. (2020). Metodología para la medición de impactos sociales: una aplicación de la matemática borrosa. *Revista Saber, Ciencia y Libertad*, 15(2), 121-132. <https://acortar.link/b1LB4F>
- Chocontá, M. (2017). *Morfología urbana. Configuración de las zonas de expansión en el norte de Tunja* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio <https://acortar.link/fpJQwk>

- Córdoba, G., Paulo, C. y Irassar, E. (2023). Metodología para la evaluación del impacto ambiental del hormigón elaborado aplicado a la región metropolitana de Buenos Aires. *Revista Hormigón*, 64, 5-23. <https://acortar.link/EFZQNq>
- Czerny, M. y Czerny, A. (2020). La ciudad hispanoamericana fragmentada versus su sostenibilidad. *Semestre Económico*, 23(54), 45-60. <https://acortar.link/F9s4FW>
- Departamento Nacional de Planeación. (2018). *Política de crecimiento verde*. Consejo Nacional de Política Económica y Social. República de Colombia (3934). <https://acortar.link/ptNdj1>
- Departamento Nacional de Planeación. (2019). *Política Nacional de Edificaciones Sostenibles*. Consejo Nacional de Política Económica y Social. República de Colombia (3919). <https://acortar.link/bW9ZO>
- Departamento Nacional de Planeación. (2020). *Política Nacional de Importancia estratégica del programa de cobertura condicionada de tasa de interés para créditos de vivienda*. Consejo Nacional de Política Económica y Social. República de Colombia (4002). <https://acortar.link/8JrvnO>
- Departamento Nacional de Planeación. (2021). *Política para la reactivación, la repotenciación y el crecimiento sostenible e incluyente: nuevo compromiso por el futuro de Colombia*. Consejo Nacional de Política Económica y Social. República de Colombia (4023) <https://acortar.link/tKACT>
- Guzmán, A., Colmenero, F. y Ochoa, J. (2021). Fragmentación urbana. Parámetros de análisis y evaluación de elementos urbano - arquitectónicos de los barrios cerrados. *Arquitectura y Urbanismo*, 42(2), 25-43. <https://acortar.link/EW7Clz>
- Hernández, R. y Mendoza, P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (1ra ed.). Mc Graw Hill Education. <https://acortar.link/6ITzZR>
- Kvam, R. (2018). *Evaluación de impactos sociales: Integrar las cuestiones sociales en los proyectos de desarrollo. Evaluación del BID sobre riesgos y oportunidades ambientales y sociales*. Banco Interamericano de Desarrollo. <https://acortar.link/w9rivR>
- Mendoza, L., Pacheco, C. y Certain, W. (2021). Evaluación de impactos ambientales asociados a la eventual recuperación ambiental de canteras con residuos inertes de construcción y demolición en Barranquilla y su área metropolitana. *Ingeniería y Desarrollo*, 39(2), 275-295. <https://acortar.link/dYeX68>
- Observatorio Ambiental de Bogotá (2019). *Política Pública de Ecorurbanismo y Construcción Sostenible*. <https://acortar.link/omiAy2>
- Pérez, B. (2022). Problemática en la delimitación de fragmentación urbana por compartir procesos con otros impactos urbanos. *Revista Ciudades, Estados y Política*, 8(2), 143-160. <https://acortar.link/nBdHg4>
- Quispe, R. (2024). *Evaluación de impacto ambiental del proyecto mejoramiento de vías urbanas Taparachi II etapa de la ciudad de Juliaca – 2023* [Tesis de grado, Universidad Privada de San Carlos]. Repositorio. <https://acortar.link/xV6EOk>

- Rodríguez, L., Villadiego, K., Padilla, S. y Osorio, H. (2018). Arquitectura y urbanismo sostenible en Colombia. Una mirada al marco reglamentario. *Bitácora Urbano Regional*, 28(3), 19-26. <https://acortar.link/hMAIhM>
- Viloria, M., Cadavid, L. y Awad, G. (2018). Metodología para la evaluación de impacto ambiental de proyectos de infraestructura en Colombia. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 28(2), 121-156. <https://acortar.link/u1iRBu>
- Zamora, G., Lanza, J. y Arranz, J. (2018). Metodología para la identificación y evaluación de riesgos de pasivos ambientales mineros con fines de priorización para su remediación. *Revista de Medio Ambiente y Minería*, (5), 31-43. <https://acortar.link/4e0E9i>