



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA
JURÍDICA
DISTRITAL


BOGOTÁ

Reúso adaptativo de edificaciones no patrimoniales: Revisión Sistemática de Literatura (RSL) bajo el método PRISMA-Preferred Reporting Items for Systematic and Meta-Analyses- ¹

Adaptive reuse of non-heritage buildings: Systematic Literature Review (SLR) under the PRISMA method - Preferred Reporting Items for Systematic and Meta-Analyses

Sergio Alejandro Rincón Durán: Arquitecto egresado con mérito académico de la Pontificia Universidad Javeriana. Autor del Manual de diseño Arquitectónico Sostenible (MAS), Joven Negociador por el Clima 2023, Estudiante de la Maestría en Construcción de la Universidad Nacional de Colombia. Actual Gerente de Taller Godai SAS. Bogotá, Colombia. Correo electrónico: srincond@unal.edu.co

1 El presente artículo es producto de la investigación que el autor adelanta como parte de su tesis para optar al título de Magister en Construcción de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, Facultad de Artes. Este representa una sistematización de los hallazgos teóricos y metodológicos que fundamentan la investigación titulada: Viabilidad económica y sostenible del reúso adaptativo de edificaciones no patrimoniales en el marco del Plan Especial de Manejo y Protección (PEMP) del Centro Histórico de Bogotá (CHB): Estudio de caso.

RESUMEN

Este artículo presenta una Revisión Sistemática de la Literatura (RSL) académica sobre el reuso adaptativo de edificaciones no patrimoniales, aplicando el método PRISMA, se analizaron 82 documentos clave de bases de datos como Scopus y JSTOR, sintetizando el conocimiento generado en la última década. El estudio confirma que esta estrategia supera a la demolición y nueva construcción al reducir el consumo de recursos, energía incorporada, residuos y expansión urbana. Económicamente, disminuye costos y aumenta el valor inmobiliario; socialmente fortalece la cohesión comunitaria, mejora la calidad de vida y genera empleo. Se identifican barreras relevantes como marcos normativos fragmentados, retos técnicos, limitaciones financieras y la falta de metodologías unificadas para evaluar la viabilidad de los edificios. Esta revisión ofrece una base sólida para arquitectos, ingenieros y responsables de políticas públicas interesados en fomentar entornos urbanos más sostenibles mediante la transformación del entorno edificado existente.

ABSTRACT

This article presents a Systematic Literature Review (RSL) on the adaptive reuse of non-heritage buildings. Using the PRISMA method, 82 key documents from databases such as Scopus and JSTOR were analyzed, summarizing knowledge produced over the last decade. The study confirms that this strategy is more effective than demolition and new construction, as it reduces resource consumption, embodied energy, waste, and urban sprawl. Economically, it lowers construction costs and increases property value; socially, it strengthens community cohesion, improves quality of life, and creates jobs. Relevant barriers include fragmented regulations, technical

challenges, financial limitations, and the lack of unified methods to assess building suitability. This review provides a solid foundation for architects, engineers, and policymakers interested in promoting more sustainable urban environments through the transformation of existing buildings.

Palabras clave: Reutilización Adaptativa, Sostenibilidad Urbana, Economía Circular, Edificios No Patrimoniales, Eficiencia Energética, Cambio de Uso Adaptativo, Rehabilitación Estructural, Construcción Sostenible, Gestión de Residuos, Análisis de Ciclo de Vida (ACV).

Keywords: Adaptive Reuse, Urban Sustainability, Circular Economy, Non-Heritage Buildings, Energy Efficiency, Adaptive Use Conversion, Structural Rehabilitation, Sustainable Construction, Waste Management, Life Cycle Assessment (LCA).

SUMARIO

INTRODUCCIÓN. I. ANTECEDENTES DE LA LITERATURA: A. Cambio de uso adaptativo: Entre la conservación y la innovación. B. Economía Circular: Marcos, desafíos y aplicaciones. C. Metodologías replicables en contextos urbanos. 1. Evaluación del potencial de conversión, 2. Análisis de Ciclo de Vida (ACV), 3. Pasaportes de materiales, 4. Índices de priorización, 5. Percepción ciudadana en el proceso metodológico. D. Reuso de edificios no patrimoniales. E. Sostenibilidad urbana y Cambio Climático: 1. Mitigación del cambio climático. 2. Adaptación y resiliencia urbana. 3. Barreras y oportunidades. F. Contribuciones Seminales. II. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN: A. Identificación de fuentes y estrategia de búsqueda. B. Clasificación temática y selección preliminar. C. Evaluación de calidad

y criterios de inclusión. D. Meta-análisis y síntesis de resultados. E. Contribuciones metodológicas y limitaciones. III. ANÁLISIS Y RESULTADOS: A. Observaciones generales. B. Externalidades negativas: 1. Externalidades ambientales, 2. Externalidades económicas, 3. Externalidades sociales y culturales. C. Factor social. D. Factor económico. E. Factor ambiental. F. Barreras y limitaciones. IV. HALLAZGOS Y DISCUSIÓN. V. CONCLUSIONES. VI. BIBLIOGRAFIA.

INTRODUCCIÓN

La creciente presión sobre los recursos naturales, la acelerada urbanización y el envejecimiento del entorno edificado, ha impulsado la búsqueda de estrategias sostenibles que permitan transformar los entornos construidos sin recurrir a la demolición sistemática y a las nuevas construcciones. En este contexto, el reúso adaptativo de edificaciones no patrimoniales se configura como una alternativa técnica y estratégica que contribuye a la transición hacia modelos urbanos más sostenibles, resilientes y eficientes (Glumac & Islam, 2020; Owojori et al., 2021). Esta práctica se alinea con los principios de la economía circular al extender la vida útil de las edificaciones, disminuir la demanda de materiales vírgenes y reducir significativamente la generación de residuos, al tiempo que introduce posibilidades de regeneración urbana sin sacrificar el tejido construido existente.

La investigación tiene como objetivo general desarrollar una Revisión Sistemática de Literatura sobre el reúso adaptativo de edificaciones no patrimoniales, que permita consolidar el estado del arte y reconocer sus aportes ambientales, sociales y económicos, así como sus barreras críticas. Para ello, se empleó el protocolo

PRISMA (Page et al., 2021), complementado con el enfoque metodológico de Creswell (2009), a fin de asegurar una sistematización rigurosa, transparente y replicable.

La búsqueda se realizó en bases de datos académicas reconocidas como Scopus y JSTOR, priorizando artículos indexados en revistas Q1 y Q2 del Scimago Journal & Country Rank (SJR). Tras un filtrado exhaustivo, se seleccionaron 82 documentos publicados entre 2015 y 2024. La revisión no se limita al análisis técnico, sino que incorpora un enfoque integral que considera variables normativas, de gestión y de política pública, orientando los resultados a tomadores de decisiones, profesionales del sector y académicos comprometidos con la transformación sostenible del entorno construido.

I. ANTECEDENTES DE LA LITERATURA

El análisis temático de la literatura revela que el reúso adaptativo de edificaciones se consolida como una estrategia clave dentro de los enfoques contemporáneos de sostenibilidad en la construcción (Almeida et al., 2018; Al-Obaidi et al., 2017; Celadyn, 2019; Dell'anna, 2022; Dell'ovo et al., 2021; Ogurahata et al., 2022). Esta práctica responde al impacto ambiental significativo del sector, el cual es responsable de la extracción de una cantidad dominante de materiales a nivel mundial, incluyendo más del 95% de los minerales no metálicos extraídos globalmente (Hertwich et al., 2019). A continuación, se sintetizan los hallazgos en seis ejes centrales:

A. Cambio de uso adaptativo: Entre la conservación y la innovación

La reutilización adaptativa se consolida como estrategia fundamental para la sostenibilidad, al

prolongar la vida útil de edificaciones existentes y alinearse con los principios de la economía circular (Glumac & Islam, 2020; Goulouti et al., 2020; Lavikka & Paiho, 2023; Nowogońska & Mielczarek, 2021). Este enfoque evita los impactos ambientales derivados de la demolición al promover la incorporación de nuevos usos en estructuras preexistentes (Alba Rodríguez et al., 2017; Cinquepalmi et al., 2023), contribuyendo así a la reducción en la generación de residuos y del consumo de nuevos recursos (Goulouti et al., 2020; Ogurahata et al., 2022).

Más allá de su impacto ambiental positivo, esa estrategia involucra una decisión crítica entre demoler o readaptar, evaluando variables económicas, sociales, regulatorias, de usabilidad, y de valor patrimonial (Cascone & Sciuto, 2018; De Gregorio et al., 2020). Esta aproximación permite transformar edificios existentes en espacios que responden eficazmente a necesidades contemporáneas, fortaleciendo su función dentro del tejido urbano y su aporte a la comunidad (Cascone & Sciuto, 2018; De Gregorio et al., 2020).

En edificaciones patrimoniales, la restauración forma parte integral del proceso, orientado a preservar la materialidad original y la integridad estética (Giuseppe et al., 2020; Miran & Husein, 2023; Nowogonska, 2020; Nowogońska & Mielczarek, 2021). No obstante, el uso inapropiado de materiales puede comprometer el desempeño estructural, lo que exige estrategias de rehabilitación estructural adecuadas. Al mismo tiempo, estas intervenciones demandan mejoras en el desempeño energético de los edificios mediante sistemas pasivos de diseño y el uso de materiales biogénicos, los cuales pueden reducir

significativamente las emisiones de carbono en el ciclo de vida (Ghisellini et al., 2018; Goulouti et al., 2020; Heeren et al., 2015; Ibrahim et al., 2021; Mercader-Moyano et al., 2021).

La incorporación de tecnología ha ampliado las capacidades de análisis y gestión en estos proyectos. Herramientas como BIM y GIS permiten evaluar la viabilidad técnica y económica, optimizar recursos, y reforzar los principios de la economía circular (Cinquepalmi et al., 2023; Kaewunruen et al., 2019; Karmakar & Delhi, 2021; Mao et al., 2020; Nusen et al., 2021; Ribeiro et al., 2024).

En conjunto, la reutilización adaptativa emerge como una respuesta integral que articula sostenibilidad ambiental, conservación patrimonial, viabilidad económica, eficiencia energética e innovación tecnológica. Su adecuada implementación no sólo prolonga la vida útil de los edificios, sino que redefine su valor y funcionalidad dentro de los tejidos urbanos contemporáneos.

B. Economía Circular: Marcos, desafíos y aplicaciones

La economía circular aplicada al entorno construido tiene como fin transformar el modelo lineal de consumo por medio de estrategias de reutilización y aprovechamiento de los recursos locales. Esta metodología se fundamenta en un análisis contextual exhaustivo que incluye un mapeo de recursos materiales e inmateriales disponibles en un radio de hasta 100 km del sitio de intervención (De Gregorio et al., 2020). Este enfoque permite identificar insumos reutilizables, reducir el impacto ambiental y fomentar dinámicas económicas locales (El-Belkasy & Wahieb, 2022;

Ghisellini et al., 2021; Tian et al., 2021).

El aprovechamiento eficaz de estos recursos requiere información de alta calidad y acceso a bases de datos consolidadas (Goulouti et al., 2020; Ribeiro et al., 2024), condición aún limitada por la fragmentación administrativa en muchos contextos urbanos (De Gregorio et al., 2020).

Entre las soluciones emergentes se destacan los pasaportes de materiales, herramientas que documentan las características y el ciclo de vida de los componentes constructivos, facilitando su futura reutilización (Honic et al., 2019). De manera similar, la integración de materiales de origen natural y renovable, como la madera y el corcho, ofrecen una alternativa más sostenible a aquellos materiales que requieren alta extracción de recursos vírgenes o están derivados de combustibles fósiles (Giuseppe et al., 2020; Lavikka & Paiho, 2023).

En conjunto, estos avances evidencian que la economía circular en la arquitectura presenta múltiples beneficios verificables: desde la dimensión ambiental, reduce el consumo de recursos, disminuye emisiones de gases de efecto invernadero y favorece la restauración de servicios y ecosistemas urbanos. Desde la perspectiva económica, reactiva espacios vacantes, optimiza costos logísticos y genera cadenas de valor locales; y socialmente, fortalece la participación ciudadana, mejora el bienestar y promueve un sentido de pertenencia comunitario (Williams, 2021). No obstante, su consolidación exige superar barreras normativas, técnicas y culturales mediante políticas públicas integrales, incentivos económicos, estándares de calidad y sistemas

de información robustos que permiten escalar, institucionalizar y consolidar estas prácticas como parte de la transformación sostenible del entorno construido.

C. Metodologías replicables en contextos urbanos

Diversos estudios internacionales han identificado metodologías y herramientas que permiten aplicar estrategias de reutilización adaptativa en entornos urbanos densos y diversos. Estas metodologías son replicables en ciudades que enfrentan problemáticas similares en términos de crecimiento urbano, obsolescencia edificatoria y presión sobre los recursos naturales.

1. Evaluación del potencial de conversión:

Entre las herramientas más destacadas se encuentra la evaluación del potencial de conversión, una metodología basada en sistemas de puntuación que analizan factores estructurales, de localización y de viabilidad económica para determinar si un edificio puede ser adaptado de forma eficiente (Almeida et al., 2018). Esta evaluación permite jerarquizar oportunidades de intervención en etapas tempranas del proceso de diseño.

2. Análisis de Ciclo de Vida (ACV):

El Análisis de Ciclo de Vida (ACV) permite cuantificar el impacto ambiental de un edificio desde la extracción de materias primas hasta su demolición. Los ACV simplificados se presentan como herramientas útiles para la toma de decisiones estratégicas durante renovaciones energéticas o transformaciones de uso, aunque su precisión depende de la calidad de las bases de datos y herramientas digitales empleadas (Thibodeau et al., 2019).

3. Pasaportes de materiales:

Los pasaportes de materiales también constituyen inventarios digitales que registran las características, impactos y potencial de reciclabilidad de los componentes constructivos, facilitando decisiones informadas desde las etapas iniciales del diseño (Honic et al., 2019).

4. Índices de priorización:

Los índices de priorización permiten clasificar edificaciones en desuso o abandono utilizando criterios como estado de conservación, accesibilidad o potencial de intervención favoreciendo la planificación estratégica en procesos de regeneración urbana (Ferreira et al., 2018).

5. Percepción ciudadana en el proceso metodológico:

Un aspecto transversal identificado en la literatura es la necesidad de incorporar la percepción ciudadana y de los usuarios en los proyectos de reúso adaptativo, especialmente en edificaciones históricas o zonas altamente consolidadas. Los estudios demuestran una disociación entre las valoraciones técnicas, como los datos de simulación de luz diurna, y las preferencias reales de los usuarios (Marzouk et al., 2022). Ignorar estas percepciones puede comprometer la aceptación social, la sostenibilidad a largo plazo y la permanencia de las intervenciones (Lavikka & Paiho, 2023; Marzouk et al., 2022; Nowogońska & Mielczarek, 2021; Zhu et al., 2019).

D. Reúso de edificios no patrimoniales

La reutilización adaptativa de edificaciones se ha reconocido como una estrategia fundamental para la sostenibilidad y mitigación del impacto

ambiental del sector de la construcción, ya que permite la recuperación de materiales y elementos estructurales, reduce la generación de residuos y evita nuevas emisiones de carbono asociadas a la construcción (Almeida et al., 2018; Al-Obaidi et al., 2017; Assefa & Ambler, 2017; Celadyn, 2019). El sector de la construcción es uno de los mayores generadores de residuos, siendo responsable de aproximadamente el 50% de los residuos sólidos producidos globalmente (Ge et al., 2017) y alrededor del 46% en Europa (van den Berg et al., 2021). En la Unión Europea, los residuos de construcción y demolición representan entre el 25% y el 30% del total municipal (Iacoboaea et al., 2019).

La reutilización de edificaciones existentes, incluso sin valor patrimonial, contribuye a reducir la generación de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) y favorece una gestión más eficiente de los recursos naturales. Estudios recientes destacan beneficios ambientales, económicos y sociales sustanciales (Alba Rodríguez et al., 2017; Assefa & Ambler, 2017; Glumac & Islam, 2020).

Entre los beneficios ambientales más relevantes se encuentra la reducción de la necesidad de extracción de materias primas (Eberhardt et al., 2019; Ge et al., 2017; Honic et al., 2019; Lavikka & Paiho, 2023; Lăzăroiu et al., 2020). En términos energéticos, los materiales reciclados presentan menor energía incorporada que los nuevos, contribuyendo así a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (Ghisellini et al., 2018). El reciclaje de materiales como concreto, acero o madera permite conservar recursos naturales y mitigar el impacto ambiental global del sector (Hertwich et al., 2019).

En este contexto, la reutilización adaptativa y el reúso de edificaciones no patrimoniales emergen como prácticas viables, eficientes y alineadas con los principios de la economía circular, al extender el ciclo de vida de las infraestructuras existentes y reducir los impactos negativos del entorno construido.

E. Sostenibilidad urbana y Cambio Climático

El reúso se ha consolidado como una estrategia clave en el desarrollo urbano sostenible, al contribuir tanto a la mitigación del cambio climático como a la adaptación de las ciudades y sus impactos. Como lo afirma Rodríguez-Domenech & Cañizares Ruiz (2023), reutilizar el entorno construido permite reducir emisiones, conservar recursos y fortalecer la resiliencia urbana. A continuación, se presentan sus principales aportes y desafíos:

1. Mitigación del cambio climático:

- Reducción de emisiones: Reutilizar edificios reduce demanda de materiales nuevos y emisiones de GEI asociadas a su fabricación y transporte (Celadyn, 2019; Mercader-Moyano et al., 2021; Thibodeau et al., 2019).
- Eficiencia energética: Mejoras en aislamiento y sistemas mecánicos disminuyen el consumo energético operativo (Giuseppe et al., 2020; Kaewunruen et al., 2019; Nowogóńska & Mielczarek, 2021), incluso mediante intervenciones en la relación muro-ventana, trayectorias solares o velocidad del viento (Karmakar & Delhi, 2021).
- Energías renovables: La rehabilitación permite integrar tecnologías como

paneles solares o calefacción con biomasa (Ferrante & Villani, 2021).

2. Adaptación y resiliencia urbana:

- Resiliencia climática: Los edificios adaptados contribuyen a enfrentar olas de calor o inundaciones y requiere planificación urbana integrada (Brito-Coimbra et al., 2021; Mercader-Moyano et al., 2021; Polo López et al., 2021; Tian et al., 2021).
- Identidad urbana y patrimonio: La reutilización fortalece la identidad cultural y evita la pérdida del patrimonio urbano (Marzouk et al., 2022; Nowogóńska, 2020; Rodríguez-Domenech & Cañizares Ruiz, 2023).

3. Barreras y oportunidades:

- Barreras: Falta de incentivos, baja competitividad de materiales reciclados y escasa conciencia pública (Tan et al., 2018; Vardopoulos et al., 2021; Xu et al., 2019). A estas se suman las limitaciones técnicas derivadas de restricciones estructurales, incompatibilidades normativas, patologías constructivas o condiciones físicas que dificultan su adaptación funcional y energética. (Fereydooni Eftekhari et al., 2024; La Greca & Margani, 2018; Tan et al., 2018). Estas limitaciones constituyen una barrera fundamental porque condicionan la factibilidad técnica y reducen los grados de libertad en el diseño de soluciones de rehabilitación (Hegazi et al., 2021; La Greca & Margani, 2018; Melgar et al., 2020).
- Políticas públicas: Se requiere normativa que promueva la rehabilitación, el uso de RCD y la adaptación de edificios existentes

(Ge et al., 2017; Ghisellini et al., 2021; Tian et al., 2021; Torrieri et al., 2019).

- Colaboración intersectorial: La articulación entre gobierno, empresas y academia impulsa innovación técnica y prácticas de circularidad en el entorno construido (Cerreta et al., 2020; La Greca & Margani, 2018; Schützenhofer et al., 2022).
- Incentivos y sensibilización: Subsidios, créditos blandos y campañas educativas aceleran la adopción del reuso y facilitan su integración en políticas de renovación y gestión sostenible del territorio (Iacoboaea et al., 2019; Polo López et al., 2021).

F. Contribuciones Seminales

Del proceso de RSL (que se detalla posteriormente) se identificaron cinco estudios clave que constituyen aportes fundamentales al campo del reuso y la reutilización de edificaciones: Glumac & Islam (2020), Thibodeau et al. (2019), Alba Rodríguez et al. (2017), Assefa & Ambler (2017) y Ghisellini et al. (2018). Estos trabajos, desde metodologías y enfoques distintos, coinciden en que la reutilización adaptativa representa una estrategia sólida para avanzar en la sostenibilidad urbana.

Glumac & Islam (2020) destacan el potencial de transformar oficinas y naves industriales en vivienda, evidenciando que esta práctica extiende el ciclo de vida de las estructuras y favorece marcos de diseño basados en el desempeño. Thibodeau et al. (2019) analizan el uso del ACV en rehabilitación, mostrando que la energía operacional sigue siendo crítica en el impacto ambiental y que estandarizar el ACV mejoraría la

comparabilidad de estudios. Alba Rodríguez et al. (2017) contrastan rehabilitación y demolición mediante la Huella Ecológica (HE), demostrando que la primera suele generar menores impactos. Por su parte, Assefa & Ambler (2017) evidencian que reutilizar estructuras puede reducir entre un 20% y un 41% los impactos ambientales frente a la demolición, mientras que Ghisellini et al. (2018) vinculan la economía circular con la gestión de residuos de construcción, resaltando como la demolición selectiva y el uso de ACV fortalecen los procesos de reciclaje.

De manera que estos estudios coinciden con tres hallazgos centrales: (i) la reutilización adaptativa es técnica y ambientalmente viable, (ii) la reducción de impactos depende de decisiones estratégicas en el ciclo de vida del edificio, y (iii) se requiere un marco normativo e institucional que permita escalar estas prácticas. Por ello, estos trabajos no solo consolidan la base conceptual y empírica del reciclaje arquitectónico, sino que también promueven metodologías e indicadores para investigaciones futuras y políticas públicas basadas en evidencia.

II. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Este estudio desarrolla una revisión sistemática de literatura para identificar, seleccionar y analizar artículos científicos sobre reuso de edificaciones como estrategia de sostenibilidad urbana. Para garantizar transparencia y rigor metodológico se aplicaron las directrices PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic and Meta-Analyses) (Page et al., 2021), complementadas con el enfoque de Creswell (2009). El proceso incluyó las siguientes etapas:

A. Identificación de fuentes y estrategia de búsqueda

La selección de fuentes documentales se basó en bases de datos académicas de alta confiabilidad. Se eligieron SCOPUS y JSTOR por su robustez en la indexación de literatura científica arbitrada. Para cada plataforma se estructuraron operaciones booleanas específicas (ver Tabla 01), integrando términos clave como *"adaptive reuse"*, *"building recycling"*, *"circular economy"*, *"non-heritage buildings"*, *"urban sustainability"* y *"climate action plans"*. La búsqueda se delimitó a

publicaciones comprendidas entre los años 2015 y 2024, priorizando artículos de acceso abierto o institucional (mediante suscripciones de la Pontificia Universidad Javeriana y la Universidad Nacional de Colombia) y con un mínimo de 10 citas para garantizar relevancia y reconocimiento académico.

Tabla 01. Operadores booleanos aplicados en las bases de datos académicas.

Tema	Operación Boleana Base	Operación Desarrollada	Operación Completa
Reciclaje de edificios no patrimoniales	"Building recycling"	("Building recycling" AND "non-heritage buildings")	("Building recycling" OR "adaptive reuse") AND ("non-heritage buildings" OR "non-heritage structures")
Comparación: demolición vs reciclaje	"Demolition vs recycling"	("Demolition" AND "building recycling")	("Building demolition" OR "building recycling") AND ("environmental impact" OR "sustainability") AND ("carbon footprint reduction")
Economía circular en la construcción	"Circular economy"	("Circular economy" AND "construction")	("Circular economy" OR "recycling") AND ("building materials" OR "sustainable construction") AND ("waste reduction")
Impacto ambiental y ACV	"Environmental impact"	("Environmental impact" AND "Life Cycle Assessment")	("Environmental impact assessment" OR "Life Cycle Assessment" OR "LCA") AND ("construction" OR "building reuse")
Rehabilitación y reutilización adaptativa	"Building rehabilitation"	("Building rehabilitation" AND "adaptive reuse")	("Building rehabilitation" OR "adaptive reuse") AND ("sustainable design" OR "energy efficiency") AND ("urban renewal" OR "city revitalization")
Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)	"Sustainable Development Goals"	("Sustainable Development Goals" AND "urban planning")	("Sustainable Development Goals" OR "SDGs") AND ("urban planning" OR "sustainable cities") AND ("Goal 11" OR "urban resilience")
Tecnología para el reciclaje de edificios	"Building technology"	("Building technology" AND "recycling")	("Building technology" OR "digital twin") AND ("recycling" OR "adaptive reuse") AND ("construction efficiency" OR "energy performance")

Fuente: Elaboración propia

Tabla 02. Filtros de selección aplicados (idioma, impacto, periodo de publicación, acceso institucional)

Filtro Keyword:			Filtro Subject Area:
Sustainable Development	Urban Regeneration	Costs	Environmental Science
Building	Recycling	Construction And Demolition	Engineering
Historic Building	Built Heritage	Building Refurbishment	Energy
Historic Buildings	Restoration	Adaptive Management	Social Sciences
Architectural Design	Climate Change	Renovation	Arts and Humanities
Architecture	Demolition		Multidisciplinary
Sustainability	Construction		
Buildings	Energy Efficiency		Filtro Date:
Adaptive Reuse	Building Rehabilitations		2015-2024
Adaptive Re Use	Retrofitting		
Historic Preservation	Life Cycle		Filtro Refine search:
Conservation	Building Rehabilitation		Building
Heritage Conservation	Reuse		
Heritage Buildings	Residential Building		Filtro Publication stage:
Office Buildings	Heritage		Final

Fuente: Elaboración propia

B. Clasificación temática y selección preliminar

Posteriormente, se realizó una fase de filtrado de los 536 documentos restantes, evaluando título, resumen y tipo de publicación. Como resultado, se excluyeron 169 registros por el título, 140 por título y abstract, y 17 por no corresponder a artículos o documentos académicos. La muestra quedó reducida a 210 registros con pertinencia temática preliminar.

Para organizar la muestra de manera analítica, los documentos se agruparon en seis categorías temáticas derivadas inductivamente del contenido identificado y estructuradas según la frecuencia de aparición de sus conceptos centrales:

- a. Cambio de uso adaptativo.
- b. Economía circular.
- c. Metodologías replicables en contextos urbanos.
- d. Reúso de edificios no patrimoniales.
- e. Sostenibilidad urbana y cambio climático.
- f. Contribuciones seminales.

Esta categorización facilitó una evaluación crítica del contenido completo, que permitió seleccionar 171 artículos para revisión integral en texto completo.

C. Evaluación de calidad y criterios de inclusión

La calidad de las fuentes se evaluó mediante el Scimago Journal & Country Rank (SJR). Solo se conservaron artículos publicados en revistas Q1 y Q2; los provenientes de Q3, Q4 o no indexadas fueron excluidos, eliminando 39 documentos. Se descartaron 5 estudios por duplicación temática, conformando una muestra final de 167 artículos para la revisión sistemática.

Tabla 03. Evaluación por cuartiles según índice el Scimago Journal & Country Rank (SJR).

No	REVISTA	Renewable Energy, Sustainability and the Environment	Architecture	Building and Construction	Civil and Structural Engineering	Law	Geography, Planning and Development	Urban Studies	Management Science and Operations Research	Literature and Literary Theory	History	Global and Planetary Change	Multidisciplinary	Environmental Chemistry	TIEMPO CONSCIENTIVO (AÑOS)	PRIMER REPORTE
1	Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI) - Sustainability	Q2					Q1								4	2010
2	Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI) - Buildings		Q1	Q2	Q2										6	2010
3	Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI) - Energies	Q2													8	2014
4	Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI) - Land											Q3			9	2014
5	Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI) - Urban Science							Q1							7	2014
6	UCL OLE Press					Q3									13	2010
7	Buildings and Cities	Q1	Q1	Q1	Q1		Q1								3	2013
8	Sustainable Cities and Society														1	2023
9	Environmental Impact Assessment Review						Q1								1	2023
10	Tomskii vopros				Q3										5	2012
11	TECHNE Journal of Technology for Architecture and Environment		Q3	Q4											12	2012
12	All Journal of Technology and Design		Q2	Q3											10	2013
13	Frontiers of Architectural Research		Q1	Q2											9	2013
14	Renewable and Sustainable Energy Reviews	Q1						Q1							1	2013
15	The Journal of the Operational Research Society								Q1						22	1999
16	Theoretical and Empirical Researches in Urban Management						Q3	Q2							2	1999
17	Journal of Cleaner Production	Q1													4	2011
18	Urban Izvy		Q2					Q3							18	1999
19	Engineering, Construction and Architectural Management		Q1	Q1	Q1										1	2012
20	California Law Review					Q1									5	2018
21	Middlebairn Culture									Q4					7	2012
22	Social Studies of Science Sage Publications										Q1				23	1990
23	Royal Society Philosophical Transactions: Mathematical, Physical and Engineering Sciences				Q1										2	1999
24	Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America												Q1		2	1999
25	International Journal of Urban Sustainable Development					Q2	Q1								16	1990
26	Environmental Research Letters IOP Publishing Ltd	Q1													15	2007
27	Challenges in Sustainability						Q2								2	2020
28	Environmental Chemistry Letters											Q3		Q1	2	2020
29	ANU Press					Q3	Q2								3	2019
30	PNAS Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America												Q1		2	1999-2003
31	Building Research & Information			Q1	Q1										24	1999
32	Journal of Urban and Environmental Engineering			Q1											13	1990
33	Journal of Civil Engineering and Management				Q2			Q3							17	1990
															11	2008
															8	2000

Fuente: Elaboración propia

Meta-análisis y síntesis de resultados

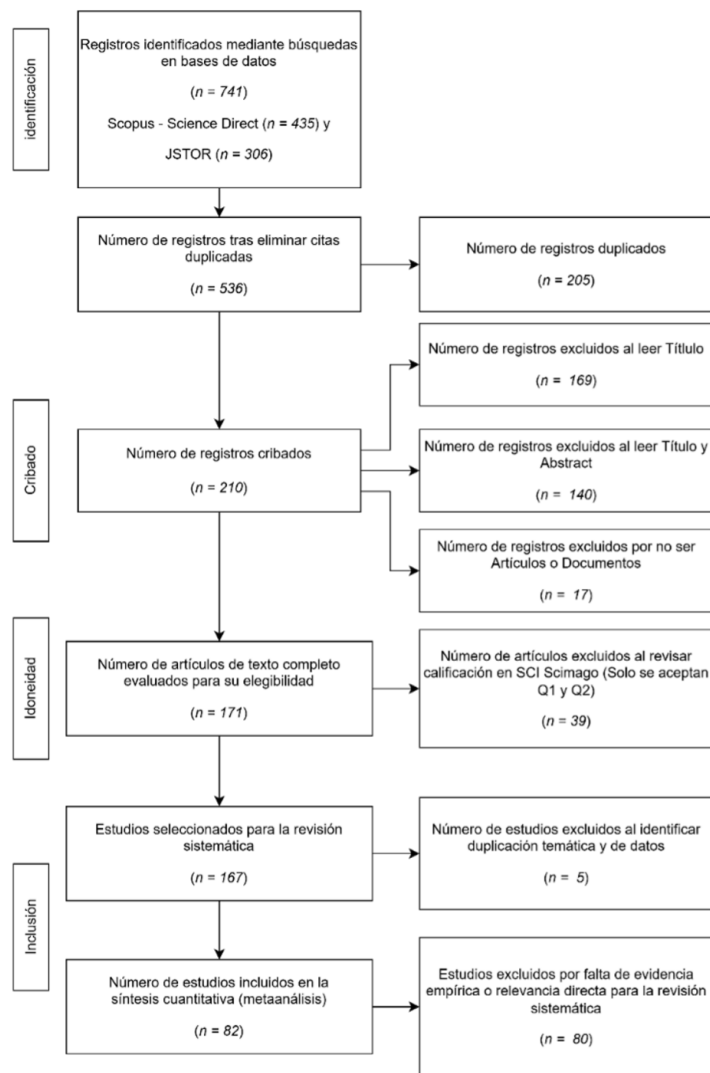
En esta fase se aplicó un meta-análisis cualitativo y cuantitativo, orientado a identificar patrones recurrentes, contradicciones significativas y vacíos temáticos. Esta estrategia permitió establecer relaciones entre conceptos clave, evidenciar puntos de tensión no resueltos en la literatura y detectar líneas de investigación emergentes en torno al reuso de edificaciones como alternativa de sostenibilidad urbana para edificaciones no patrimoniales.

Cada registro fue codificado manualmente, contrastando su contenido con las categorías temáticas definidas. Además, se aplicaron matrices comparativas de evidencia para valorar su nivel de contribución al conocimiento teórico y aplicado en el campo del reuso adaptativo.

De los 167 estudios incluidos en la revisión sistemática, 82 fueron seleccionados para la síntesis cuantitativa (meta-análisis), mientras que los 80 restantes fueron excluidos por falta de evidencia empírica o relevancia directa con los objetivos de la revisión.

Este proceso se resume visualmente en el diagrama de flujo PRISMA que condensa cada etapa de la metodología aplicada (ver tabla 04).

Tabla 04. Diagrama de flujo PRISMA.



Fuente: Elaboración propia

D. Contribuciones metodológicas y limitaciones

El diseño metodológico se desarrolló de manera progresiva, incorporando ajustes a medida que avanzaba la revisión de la literatura. Esta flexibilidad, documentada de forma sistemática, fue clave para sostener la coherencia analítica en todo el proceso.

Sin embargo, el enfoque aplicado también presentó limitaciones inherentes: la restricción a artículos de libre acceso institucional excluye investigaciones relevantes fuera del alcance de las suscripciones disponibles; de igual manera, la dependencia de revistas indexadas puede marginar contribuciones significativas provenientes de publicaciones no incluidas en los índices internacionales. No obstante, tales decisiones fueron tomadas para maximizar la confiabilidad, trazabilidad y pertinencia académica del estudio.

III. ANÁLISIS Y RESULTADOS

Este capítulo profundiza en los resultados obtenidos de la revisión sistemática de la literatura, siguiendo las rigurosas pautas metodológicas de Creswell (2009). Este capítulo ha presentado una síntesis organizada de los principales beneficios del reuso adaptativo de edificaciones no patrimoniales en sus dimensiones ambiental, económica y social, destacando su papel en la sostenibilidad urbana y la eficiencia del entorno construido (Alba Rodríguez et al., 2017; Alhojaly et al., 2022; Assefa & Ambler, 2017; Dell'anna, 2022; Glumac & Islam, 2020; Owojori et al., 2021). Se identifican patrones emergentes, externalidades negativas asociadas y las persistentes barreras regulatorias, técnicas y sociales que limitan su implementación (Alhojaly et al., 2022; Owojori et al., 2021; Pintossi et al., 2021; Tan et al., 2018;

Vardopoulos et al., 2021; Williams, 2019).

A. Observaciones generales

El reuso adaptativo es una estrategia fundamental para el desarrollo sostenible y la gestión del entorno construido, con especial relevancia en edificaciones no patrimoniales (Assefa & Ambler, 2017; Cinquepalmi et al., 2023; Glumac & Islam, 2020; Owojori et al., 2021). Se reconoce como una alternativa viable frente a la demolición y nueva construcción, dada la multiplicidad de beneficios que ofrece (Alba Rodríguez et al., 2017; Assefa & Ambler, 2017; Glumac & Islam, 2020; Owojori et al., 2021).

Conceptualmente, implica extender la vida útil de una edificación mediante su adaptación a nuevos usos, conservando la mayor parte de la estructura original y actualizando elementos para cumplir estándares contemporáneos (Alhojaly et al., 2022; Assefa & Ambler, 2017; Vardopoulos, 2023). Entre sus principales contribuciones a la sostenibilidad destacan la disminución en el consumo de materiales, la reducción de la energía incorporada, la mitigación de los impactos derivados por transporte y la menor generación de residuos, alineándose con los principios de economía circular (Cinquepalmi et al., 2023; De Gregorio et al., 2020; Ghisellini et al., 2018; Honic et al., 2019).

Económicamente, podría generar menores costos de construcción y mantenimiento respecto a construcciones nuevas, contribuir al valor del entorno urbano, atraer inversión y dinamizar el empleo (Alba Rodríguez et al., 2017; Dell'anna, 2022; Vardopoulos et al., 2021). Socialmente, favorece la cohesión comunitaria y mejora la calidad de vida mediante la reutilización de

infraestructura existente, siendo las oficinas una de las tipologías más frecuentes en procesos de transformación (Assefa & Ambler, 2017; Glumac & Islam, 2020; Vardopoulos, 2023).

A pesar de esto, su implementación enfrenta barreras relevantes, incluyendo regulaciones restrictivas, desafíos técnicos y limitaciones financieras, además de la ausencia de lineamientos integrados y de un marco metodológico unificado para evaluar la idoneidad de los edificios (Alhojaly et al., 2022; Owojori et al., 2021; Pintossi et al., 2021; Vardopoulos et al., 2021).

Asimismo, existen múltiples metodologías y herramientas que apoyan la toma de decisiones (como evaluaciones del ciclo de vida, métodos multicriterio y tecnologías digitales) evidenciando la necesidad de mecanismos más integrados que faciliten las intervenciones (Almeida et al., 2018; Della Spina, 2020; Liu et al., 2023; Thibodeau et al., 2019; van der Hoogen et al., 2024).

B. Externalidades negativas

La elección entre la rehabilitación de edificaciones existentes y su demolición para una nueva construcción, pese a que busca la regeneración urbana y la sostenibilidad, a menudo conlleva una serie de externalidades negativas que impactan los sistemas ambientales, económicos y sociales (Alba Rodríguez et al., 2017; Dell'anna, 2022; Xu et al., 2019).

1. Externalidades ambientales:

La demolición y nueva construcción generan mayor impacto ambiental que la rehabilitación, debido a la alta carga asociada a la fase constructiva, la cual puede representar el 35% y el 40% de los impactos potenciales del ciclo

de vida (Alba Rodríguez et al., 2017; Thibodeau et al., 2019). Ambas prácticas producen grandes volúmenes de residuos a nivel global, consumen recursos renovables y energía, y emiten gases contaminantes (Assefa & Ambler, 2017; Chen et al., 2023; Fereydooni Eftekhari et al., 2024; Ge et al., 2017; Ghisellini et al., 2018; Goulouti et al., 2020; van den Berg et al., 2021). El transporte asociado a la gestión de estos residuos puede ocasionar congestión vial y riesgos de seguridad, mientras que las actividades de construcción y demolición generan partículas de suspensión (TSP, PM10 y PM2.5) que deterioran la calidad del aire y afectan la salud humana en áreas circundantes (Ghisellini et al., 2018; Yan et al., 2019).

Sin embargo, la prolongación del uso de edificaciones antiguas sin mejoras sustanciales puede aumentar su consumo energético debido a estándares originales deficientes, incrementando su carga ambiental operativa (Hertwich et al., 2019; Zhong et al., 2021). De igual forma, rehabilitaciones que no alcanzan niveles ambiciosos de eficiencia energética (o que dificultan incorporar sistemas críticos como calefacción) pueden resultar menos eficientes que edificaciones nuevas optimizadas (Hertwich et al., 2019; Thibodeau et al., 2019). Incluso, fenómenos como el "efecto rebote", donde la mayor eficiencia reduce costos y termina incentivando un mayor consumo, pueden disminuir los beneficios ambientales previstos (Williams, 2021).

2. Externalidades económicas:

El enfoque de demolición y nueva construcción suele ser más costoso que la rehabilitación, dado que la fase constructiva representa la mayor contribución a los costos del ciclo de vida de

un edificio (Alba Rodríguez et al., 2017; Fleur et al., 2019; Ghisellini et al., 2018). Además, los precios de alquiler en edificios nuevos suelen ser más altos y no siempre compensan sus mayores costos de construcción (Fleur et al., 2019). La demolición prematura de edificios aún funcionales, frecuentemente impulsada por políticas de planificación urbana más que por necesidad estructural, representa un costo económico significativo y un desperdicio de recursos (Xu et al., 2019; Zhong et al., 2021).

Alba Rodríguez et al. (2017) expresa que la reutilización adaptativa, suele ser más económica, los costos pueden ser elevados si las condiciones estructurales de la edificación no son óptimas. Partiendo de esto, los proyectos sometidos a reuso adaptativo requieren grandes inversiones de capital, especialmente si se descubren problemas o defectos que no eran visibles, incluso si se necesitan alteraciones sustanciales para cumplir con las nuevas regulaciones normativas que correspondan (Pintossi et al., 2021; Tan et al., 2018). La construcción o renovación "verde", a menudo implica costos iniciales de diseño y construcción más altos a pesar de ofrecer ahorros a largo plazo, lo cual podría disuadir a los promotores y afectar el retorno de la inversión (L. Chen et al., 2023; Zhang et al., 2021). La dificultad para estimar la viabilidad fiscal a largo plazo de estos proyectos también representa un impedimento financiero (Vardopoulos et al., 2021).

3. Externalidades sociales y culturales:

La demolición extensiva de edificios existentes conlleva la pérdida de la cultura urbana, la exacerbación de la contaminación y el aumento del conflicto social y la inestabilidad (Ogurahata

et al., 2022; Xu et al., 2019). También puede perjudicar a las familias económicamente vulnerables al generar alquileres altos en las nuevas construcciones (Fleur et al., 2019; Ogurahata et al., 2022; Ribeiro et al., 2024). Una planificación urbana deficiente perpetúa ciclos de insostenibilidad al producir entornos que requieren reorganizaciones posteriores (Ribeiro et al., 2024; Zhong et al., 2021).

Aunque el reuso adaptativo ofrece múltiples beneficios, su implementación puede generar interrupciones temporales para las comunidades debido al tiempo necesario para la ejecución (Assefa & Ambler, 2017). Una de las externalidades sociales más críticas es la gentrificación, especialmente en sectores estratégicos donde la mejora del entorno puede desplazar a residentes de bajos ingresos y modificar la composición social y demográfica del vecindario (Pintossi et al., 2021; Ribeiro et al., 2024; Vardopoulos et al., 2021).

En algunos casos, la reutilización adaptativa ha sido cuestionada por descuidar aspectos intangibles del patrimonio, generando pérdidas de identidad cultural o privilegiando la preservación física sin una función viable, práctica conocida como "facadismo" (Günçe & Misirlisoy, 2019; Liu et al., 2023; Vardopoulos et al., 2021). El incremento del turismo patrimonial puede derivar en sobrecomercialización, pérdida de cultura tradicional y disminución de la calidad de la experiencia del visitante debido a la sobrepoblación, amenazando la preservación del patrimonio (Liu et al., 2023).

a. Factor social

La dimensión social dentro de la triada de la sostenibilidad, es un pilar en la evaluación del reuso adaptativo, trascendiendo los beneficios económicos y ambientales para enfocarse en el bienestar humano y la cohesión comunitaria (Dell'ovo et al., 2021; Gaballo et al., 2021; Owojori et al., 2021; Zhuang et al., 2017). En edificaciones no patrimoniales, la estrategia busca responder a las necesidades cambiantes de los usuarios y contribuir a la sostenibilidad urbana integral (Assefa & Ambler, 2017; Cinquepalmi et al., 2023; Glumac & Islam, 2020).

La estrategia mejora la calidad de vida, fomenta la integración social y activa espacios desocupados o subutilizados, fortaleciendo la vitalidad urbana (Alhojaly et al., 2022; Torrieri et al., 2019; Vardopoulos et al., 2020; Williams, 2021). La conversión de una escuela vacante o un hospital comunitario ejemplifican el potencial para generar beneficios directos (Juan et al., 2016). Asimismo, impulsa la creación de empleos, el desarrollo del capital humano y el fortalecimiento del capital social mediante redes comunitarias (Cerreta et al., 2020; De Gregorio et al., 2020; Dell'ovo et al., 2021; Glumac & Islam, 2020; Williams, 2021). La estrategia minimiza la necesidad de desarrollar nuevas tierras, aspecto crucial en áreas urbanas densificadas (Assefa & Ambler, 2017), y contribuye a revitalizar zonas deterioradas, mejorando su percepción y seguridad (De Medici et al., 2020; Ferreira et al., 2018; Vardopoulos et al., 2021).

La participación de las partes interesadas es crucial para el éxito social del reuso (Liu et al., 2023; Pintossi et al., 2021; Tan et al., 2018; Zhuang et al., 2017). Comprender los intereses divergentes entre el gobierno, consultores, público general

y residentes afectados es fundamental (Zhuang et al., 2017). No obstante, con frecuencia prevalecen las demandas del mercado o los intereses del sector público sobre las necesidades de la comunidad (Ghabouli et al., 2023), lo que refuerza la importancia de enfoques "de abajo hacia arriba" que integren las preferencias de los usuarios finales (Dell'ovo et al., 2021; Glumac & Islam, 2020).

Los usuarios finales son actores clave cuyas percepciones sobre la usabilidad y sostenibilidad económica permiten validar los marcos del reuso adaptativo (Glumac & Islam, 2020; Günçe & Misirlisoy, 2019). Sin embargo, persiste la ausencia de procesos participativos efectivos y la presencia de conflictos derivados de diferencias de poder, intereses y valores (Mrak et al., 2022; Pintossi et al., 2021). Superar la desconfianza entre actores es un reto significativo (Zhuang et al., 2017). En este sentido, políticas de incentivo, educación y sensibilización pueden favorecer la participación ciudadana y alinear expectativas (Zhang et al., 2021; Zhuang et al., 2017).

Pese a los beneficios, la estrategia también puede generar desafíos sociales adversos. La demolición y reconstrucción de edificios en lugar del reuso puede provocar desplazamiento de ocupantes y pérdida de capital social, incrementando el riesgo de gentrificación si no se gestiona adecuadamente (Mangialardo & Micelli, 2020; Vardopoulos et al., 2021; Williams, 2021). Asimismo, la priorización de intereses económicos sobre necesidades comunitarias y la falta de lineamientos claros elevan la percepción de riesgo entre desarrolladores y pueden dificultar la implementación de proyectos sostenibles (Zhang et al., 2021). Por lo anterior, las intervenciones deben considerar la dinámica

social local y buscar un equilibrio entre beneficios macro y necesidades micro (Zhuang et al., 2017).

b. Factor económico

Uno de los factores que más ha impulsado significativamente la implementación del reuso adaptativo en entornos densamente poblados son sus consideraciones económicas (Gaballo et al., 2021; Glumac & Islam, 2020; Owojori et al., 2021; Vardopoulos et al., 2021). La evidencia indica que rehabilitar un edificio suele ser más rentable que demoler y construir uno nuevo, excepto cuando los daños son tan severos que los costos se equiparan (Alba Rodríguez et al., 2017). En general, esta estrategia reduce los costos de materiales, equipos y mano de obra, además de acortar los plazos del proyecto, permitiendo una entrada más rápida al mercado y una mayor capacidad de respuesta ante tendencias o eventos imprevistos (Alhojaly et al., 2022; Owojori et al., 2021; Vardopoulos et al., 2023).

La rentabilidad económica se refleja también en la diversificación de actividades, incluido el turismo (Vardopoulos et al., 2023), y el incremento del valor del mercado inmobiliario en las zonas circundantes (Dell'anna, 2022; Glumac & Islam, 2020; Günçe & Misirlisoy, 2019; Ruiz-Pérez et al., 2019). Un estudio en Turín, Italia, cuantificó un beneficio capitalizado de 16.650.445 € en un stock de ventas residenciales en un radio de 800 m alrededor de un proyecto de reuso, con el mayor efecto concentrado en los primeros 50 m (Dell'anna, 2022). Más allá del valor de la propiedad, el reuso adaptativo dinamiza oficinas e industrias, promoviendo el crecimiento económico y generando empleo (Alhojaly et al., 2022; Nocca, 2017; Vardopoulos et al., 2021, 2023).

La evaluación de la viabilidad económica requiere análisis de costos-beneficios sobre el ciclo de vida, curvas de inversión y valor del mercado inmobiliario (Ruiz-Pérez et al., 2019). Para asegurar retornos razonables es clave controlar los costos en fase de construcción mediante decisiones de diseño y tecnología adecuadas (Cascone & Sciuto, 2018). Persisten desafíos como la dificultad para estimar la viabilidad fiscal a largo plazo y la percepción de que no todos los edificios pueden alcanzar estándares de sostenibilidad que justifiquen los beneficios económicos (Tan et al., 2018). Además, las inversiones necesarias para cumplir normativas vigentes pueden ser elevadas, reforzando la necesidad de políticas públicas e incentivos que favorezcan el reuso de edificaciones, especialmente industriales (Tan et al., 2018; Vardopoulos et al., 2021).

c. Factor ambiental

El entorno construido es uno de los principales consumidores de energía y recursos, y un emisor significativo de GEI y residuos (Gaballo et al., 2021; Ghisellini et al., 2018; Zhong et al., 2021). En este contexto, el reuso adaptativo se posiciona como una estrategia clave para mitigar impactos ambientales y avanza hacia una economía circular (Almeida et al., 2018; De Gregorio et al., 2020; Fereydooni Eftekhari et al., 2024; Gaballo et al., 2021; Glumac & Islam, 2020; Mrak et al., 2022; Sirror, 2024), contribuyendo a desacoplar el crecimiento económico del uso de recursos (Dell'anna, 2022; Gaballo et al., 2021).

Su principal beneficio ambiental radica en la reducción del consumo de recursos: prolongar la vida útil de las estructuras evita el uso de materiales vírgenes, la energía incorporada y los impactos del transporte de nuevos componentes (Assefa

& Ambler, 2017; Ghisellini et al., 2018; Pintossi et al., 2021; Sirror, 2024), disminuyendo la carga ambiental en la fase de pre-uso (Ghisellini et al., 2018). En general, rehabilitar genera menores impactos ambientales que demoler y construir de nuevo (Alba Rodríguez et al., 2017; Ghisellini et al., 2018; La Greca & Margani, 2018; Thibodeau et al., 2019).

El reuso adaptativo también contribuye a la eficiencia energética y la reducción del GEI. El consumo energético total es menor cuando una vivienda se rehabilita en lugar de reconstruirse (Alba Rodríguez et al., 2017; Hertwich et al., 2019). Las renovaciones energéticas son esenciales para mejoras económicas y ambientales (Alba Rodríguez et al., 2017; Hegazi et al., 2021). Aunque la energía operativa sigue siendo dominante en el ciclo de vida, su descarbonización es más viable a largo plazo (Thibodeau et al., 2019; Zhong et al., 2021).

Otro factor ambiental relevante es la prevención del consumo del suelo y la expansión urbana: Reutilizar edificios evita nuevos desarrollos, favorece la regeneración ecológica y reduce la degradación del territorio urbanizado (Alhojaly et al., 2022; Assefa & Ambler, 2017; Dell'anna, 2022; Gaballo et al., 2021; Williams, 2021). La rehabilitación de edificios (especialmente industriales en áreas contaminadas) puede mejorar la calidad ambiental del sitio y sus alrededores (Dell'anna, 2022).

Para evaluar estos impactos se emplean metodologías como el ACV y la Huella Ecológica (HE) (Alba Rodríguez et al., 2017; Artopoulos et al., 2024; Honic et al., 2019). Sin embargo, la complejidad metodológica, la heterogeneidad

entre estudios y la fragmentación interinstitucional dificulta su aplicación y comprensión integral (Eberhardt et al., 2019; Thibodeau et al., 2019; Zhong et al., 2021). Aun así, la literatura coincide en que el recurso adaptativo es esencial para la construcción de entornos urbanos más sostenibles y resilientes (De Gregorio et al., 2020; Vardopoulos, 2023).

d. Barreras y limitaciones.

La implementación del reuso adaptativo de edificaciones existentes enfrenta múltiples barreras y limitaciones que impactan su viabilidad económica, técnica, regulatoria y social. Las cuales pueden variar significativamente entre contextos (Williams, 2019), a menudo se requieren soluciones específicas para cada proyecto debido a la falta de grados de libertad deseados en las rehabilitaciones (Melgar et al., 2020). Es importante señalar que las intervenciones de edificios históricos o catalogados pueden quedar fuera de este análisis debido a la imprevisibilidad y dificultad de generalizar sus costos asociados (La Greca & Margani, 2018).

Desde una perspectiva económica y financiera, los proyectos de reuso adaptativo se caracterizan por su alta complejidad, riesgo de incertidumbre y recursos financieros limitados (Dell'ovo et al., 2021). Los costos de renovación e implementación pueden ser significativamente altos, frecuentemente comparables a los de una construcción nueva, lo que desalienta la inversión privada (Mangialardo & Micelli, 2020; Tan et al., 2018). La falta de financiación e incentivos adecuados (La Greca & Margani, 2018; Pintossi et al., 2021) y la dificultad para conseguir respaldo financiero (Tan et al., 2018) son obstáculos prominentes.

De igual manera, la ausencia de datos sobre precios de mediación y almacenamiento de materiales reciclados, así como de elementos normativos explícitos para los ingresos por reúso, complican la evaluación de la rentabilidad (Schützenhofer et al., 2022). Algunos propietarios no perciben los beneficios económicos de actualizar edificios para cumplir con estándares de sostenibilidad (Tan et al., 2018), o enfrentan costos de mantenimiento elevados y expectativas de ciclo de vida más cortas para los materiales existentes (Tan et al., 2018).

Lo cual hace inevitable hablar de las barreras regulatorias y políticas que constituyen un desafío importante. Se observa una fragmentación en el diseño de políticas interdepartamentales (Xu et al., 2019; Zhong et al., 2021) y una falta de consulta entre los interesados (Zhong et al., 2021), lo que puede llevar a tiempos excesivos para obtener permisos por parte de las entidades correspondientes según el contexto (La Greca & Margani, 2018). Las regulaciones de planificación y zonificación restrictivas, la dificultad para obtener la aprobación de cambio de uso (Miran & Husein, 2023; Pintossi et al., 2021; Yoon & Lee, 2019), y la lentitud en los cambios de uso del suelo incrementan el riesgo de los proyectos tan solo en su primera etapa (Tan et al., 2018). La ausencia de directrices adecuadas o protección legal para este tipo de intervenciones (Al-Obaidi et al., 2017) y la erosión de la competencia municipal pueden dificultar la gestión integrada de recursos (Williams, 2019).

Desde un ámbito técnico, haciendo referencia estrictamente a lo estructural, surgen desafíos como la inviabilidad o ineficacia de las soluciones de rehabilitación convencionales (La Greca &

Margani, 2018), las restricciones físicas de las edificaciones existentes (como por ejemplo, la estructura o dimensiones desproporcionadas) (Tan et al., 2018). La necesidad de gestionar materiales contaminados o peligrosos (Pintossi et al., 2021) y las limitaciones en las mejoras de rendimiento técnico que reducen la rentabilidad de las intervenciones (Yoon & Lee, 2019). Los edificios pueden tener requisitos específicos que impiden la adición de elementos que mejoren la eficiencia energética sin contravenir sus características originales (Hegazi et al., 2021). La transición en la resistividad de los materiales y la reciclabilidad de las edificaciones constituye un conjunto de retos técnicos inevitables (Fereydooni Eftekhari et al., 2024).

Culminando este apartado con una reflexión sobre las limitaciones sociales y de información siendo estas significativas para la aplicación de la estrategia. Se destaca la falta de información y habilidades adecuadas (La Greca & Margani, 2018), la limitada conciencia y comprensión por parte del público (Williams, 2019), la reticencia de los propietarios a ser los “primeros en actuar” en un vecindario (Tan et al., 2018). Existiendo una alta complejidad en la identificación de un uso adecuado que satisfaga a todos los actores involucrados (Dell’ovo et al., 2021).

La evaluación de proyectos de reúso adaptativo puede presentar subjetividad en las preferencias de los interesados (Dell’ovo et al., 2021), y la limitada disponibilidad o integración de fuentes de datos fiables es un impedimento para la toma de decisiones (Pintossi et al., 2021; Williams, 2019). Mientras que la escasa difusión de la tecnología digital en el sector de la construcción inevitablemente representa una limitación clave

para la aplicación a gran escala de nuevas metodologías de evaluación (Cinquelpalmi et al., 2023). La falta de un análisis previo a la toma de decisiones y la formulación de objetivos antes de la planificación también son problemas en el proceso de planificación, demostrando falencias en las metodologías aplicadas (Mrak et al., 2022).

IV. HALLAZGOS Y DISCUSIÓN

La RSL confirma que el reúso adaptativo de edificaciones, particularmente las no patrimoniales, es una estrategia central para el desarrollo urbano sostenible y la gestión del entorno construido (Assefa & Ambler, 2017; Cinquelpalmi et al., 2023; Glumac & Islam, 2020; Owojori et al., 2021). Este enfoque constituye una alternativa viable a la demolición y nueva construcción, al prolongar la vida útil de las edificaciones mediante su adaptación a nuevos usos, generalmente conservando gran parte de la estructura original y actualizándola para cumplir con estándares contemporáneos (Alhojaly et al., 2022; Assefa & Ambler, 2017; Vardopoulos, 2023; Yoon & Lee, 2019).

Los beneficios del reúso adaptativo son ambientales, económicos y sociales (Alhojaly et al., 2022; Assefa & Ambler, 2017; Cinquelpalmi et al., 2023; Ghisellini et al., 2018; Honic et al., 2019; Owojori et al., 2021). Ambientalmente, reduce el consumo de materiales vírgenes, la energía incorporada, los impactos del transporte y la generación de residuos de construcción y demolición (Assefa & Ambler, 2017; Cinquelpalmi et al., 2023; Fereydooni Eftekhari et al., 2024; Ghisellini et al., 2018; Honic et al., 2019; Pintossi et al., 2021; Sirror, 2024; van den Berg et al., 2021). La literatura demuestra que la rehabilitación y el refuerzo estructural previenen la expansión urbana,

reducen la degradación del suelo y favorecen la regeneración ecológica de sitios afectados (De Gregorio et al., 2020; Dell'anna, 2022; Gaballo et al., 2021). La eficiencia energética es un pilar clave, ya que las renovaciones energéticas pueden reducir el consumo total de energía si una vivienda es rehabilitada en comparación con un edificio nuevo (Alba Rodríguez et al., 2017; Hertwich et al., 2019). Para evaluar los impactos, se emplean metodologías como el ACV y la Huella Ecológica (HE) (Alba Rodríguez et al., 2017; Artopoulos et al., 2024; Honic et al., 2019).

Desde una perspectiva económica, el reúso adaptativo suele ser más rentable que la demolición y nueva construcción, a menos que existan daños estructurales severos (Alba Rodríguez et al., 2017). Genera menores costos de materiales, equipos y mano de obra, acortamiento de los plazos del proyecto y un acceso más rápido al mercado (Alhojaly et al., 2022; Owojori et al., 2021; Vardopoulos et al., 2023). Adicionalmente, incrementa el valor del entorno inmobiliario y atrae nuevas inversiones, generando empleo directo e indirecto (Dell'anna, 2022; Glumac & Islam, 2020; Günçe & Misirlisoy, 2019; Ruiz-Pérez et al., 2019).

En el ámbito social, activa espacios subutilizados, mejora la calidad de vida urbana y fortalece la cohesión comunitaria mediante procesos de apropiación colectiva (Alhojaly et al., 2022; Assefa & Ambler, 2017; Cinquelpalmi et al., 2023; De Gregorio et al., 2020; Glumac & Islam, 2020; Torrieri et al., 2019; Williams, 2021). La literatura destaca que el éxito social del reúso adaptativo depende de la participación efectiva de actores locales en el diseño, gestión y uso de los espacios recuperados, fortaleciendo el capital social y la

sostenibilidad de las intervenciones (Cerreta et al., 2020; De Gregorio et al., 2020; Dell'ovo et al., 2021; Glumac & Islam, 2020; Williams, 2021).

A pesar de estos beneficios, persisten los desafíos. Las barreras económicas incluyen los altos costos de inversión inicial, incertidumbre financiera y la falta de incentivos para propietarios (La Greca & Margani, 2018; Mangialardo & Micelli, 2020; Pintossi et al., 2021; Tan et al., 2018; Vardopoulos et al., 2021). En el plano regulatorio y político, se identifica la fragmentación de las políticas públicas, la lentitud en la obtención de permisos y la ausencia de directrices claras para estas intervenciones (Al-Obaidi et al., 2017; La Greca & Margani, 2018; Miran & Husein, 2023; Pintossi et al., 2021; Tan et al., 2018; Xu et al., 2019; Yoon & Lee, 2019; Zhong et al., 2021).

Desde el punto de vista técnico, la inviabilidad o ineficacia de soluciones de rehabilitación convencionales, las restricciones físicas de las edificaciones y la gestión de materiales contaminados representan un obstáculo (La Greca & Margani, 2018; Pintossi et al., 2021; Tan et al., 2018). Así como la falta de conciencia pública, la escasa integración de datos confiables y la limitada adopción de tecnologías digitales dificultan la implementación (Cinquelpalmi et al., 2023; Dell'ovo et al., 2021; Williams, 2019).

La revisión identifica vacíos relevantes en la literatura: insuficiente integración de la perspectiva del usuario final, escasez de metodologías estandarizadas de ACV que permitan comparabilidad entre estudios y ausencia de marcos unificados para evaluar la idoneidad de edificaciones para el reúso adaptativo (Alhojaly et al., 2022; Glumac & Islam,

2020; Marzouk et al., 2022; Thibodeau et al., 2019). Asimismo, se requieren estudios que profundicen en los impactos sociales a largo plazo y en estrategias para mitigar externalidades como la gentrificación (Pintossi et al., 2021; Ribeiro et al., 2024; Vardopoulos et al., 2021; Williams, 2021).

V. CONCLUSIONES.

Esta RSL, guiada por el método PRISMA, examinó de manera exhaustiva el reúso adaptativo de edificaciones no patrimoniales, destacando su impacto en la sostenibilidad y eficiencia de los procesos constructivos. El análisis (que sintetiza la producción académica de los últimos diez años) permitió identificar tendencias emergentes, avances tecnológicos y puntos críticos en la literatura, aportando directrices para profesionales de la construcción y responsables de políticas públicas. Los hallazgos se basan en 82 documentos seleccionados rigurosamente en bases como Scopus y JSTOR, aplicando criterios de calidad asociados al Scimago Journal & Country Rank (SJR) en cuartiles Q1 y Q2.

El reúso adaptativo se consolida como una estrategia esencial para el desarrollo urbano sostenible. Ofrece una alternativa viable y eficiente a la demolición y nueva construcción, prolongando la vida útil de los edificios existentes mediante intervenciones que conservan buena parte de su estructura y los adecuan a nuevas funciones. En coherencia con los principios de la economía circular a escala macro.

Los beneficios identificados pueden sintetizarse así:

- Ambientales: reduce el consumo de materiales y energía incorporada, minimiza impactos de transporte y generación de residuos, evita la

expansión urbana, contribuye a la restauración de ecosistemas urbanos e impulsa mejoras en eficiencia energética mediante la incorporación de tecnologías renovables.

- Económicos: Disminuye costos frente a la construcción nueva, dinamiza el valor inmobiliario, genera empleo y atrae inversión, configurando nuevas oportunidades productivas para el sector.
- Sociales: Fortalece la cohesión comunitaria, mejora la calidad de vida e integra necesidades funcionales emergentes mediante el aprovechamiento de infraestructura existente.

Pese a estas ventajas, la implementación enfrenta desafíos relevantes:

- Regulatorias y políticas: Persisten políticas fragmentadas, trámites lentos y ausencia de directrices claras, así como la falta de un marco metodológico robusto para evaluar la idoneidad de los edificios.
- Técnicas: Limitaciones físicas derivadas del deterioro, dificultades de rehabilitación convencional y la necesidad de integrar herramientas avanzadas como pasaportes de materiales y ACV.
- Financieras: Alta complejidad en la estructuración de proyectos, riesgos de incertidumbre, costos de rehabilitación comparables a una obra nueva y limitada disponibilidad de recursos para edificaciones no patrimoniales.
- Sociales y de información: Escasa formación en la temática, baja comprensión política, reticencia de propietarios ante una práctica poco habitual, y riesgos de gentrificación que deben gestionarse desde la fase de concepción.

Reflexión crítica y posicionamiento académico:

El reuso adaptativo no debe entenderse como una opción técnica, sino como una estrategia estructural para la gestión sostenible del territorio, especialmente en entornos densamente poblados como es el caso de Bogotá. Aplicar esta estrategia permitirá recuperar zonas consolidadas, ampliar la oferta de vivienda y servicios, y corregir déficits urbanos acumulados en entornos que no fueron concebidos con criterios de sostenibilidad. En este sentido, constituye una herramienta de corrección urbana imprescindible que debe ser integrada como prioridad en las agendas de política pública.

Sin embargo, su consolidación no puede depender exclusivamente de la iniciativa privada. El éxito del reuso (como demuestra de manera consistente la literatura especializada) está profundamente vinculado a la voluntad política, a la existencia de marcos regulatorios flexibles y a la capacidad institucional para generar confianza en propietarios, residentes e inversionistas. La habilitación de incentivos económicos, la promoción de investigación aplicada, la articulación intersectorial y la participación de múltiples actores resultan esenciales para superar las barreras normativas, financieras y culturales que históricamente han limitado la reconversión del stock inmobiliario existente.

La evidencia demuestra que, cuando existe un marco normativo favorable (como el que se está gestando en la ciudad de Bogotá) el reuso desbloquea múltiples beneficios: reduce impactos ambientales, dinamiza la inversión y permite reconvertir edificaciones subutilizadas

en soluciones habitacionales localizadas en áreas estratégicas. Pero su mayor valor no reside únicamente en sus resultados cuantificables, sino en la capacidad de reorientar la lógica de desarrollo urbano hacia un modelo más denso, eficiente y cercano a los centros de empleo y servicios.

En este sentido, el desafío para Colombia también es institucional: consolidar un ecosistema que permita que estas intervenciones ocurran de manera sistemática y no excepcional, esto implica fortalecer la coordinación entre el sector público, privado y académico; avanzar hacia metodologías replicables para edificaciones no patrimoniales; y comprender que la sostenibilidad urbana depende tanto de la rehabilitación inteligente del stock construido como de la producción de nueva arquitectura.

El verdadero potencial del reuso adaptativo radica, en su capacidad para articular sostenibilidad, eficiencia económica y equidad territorial. Si se asume con visión estratégica, Bogotá podría convertir esta práctica en un pilar para enfrentar simultáneamente el déficit habitacional, la crisis climática y la necesidad de revitalizar sus centros urbanos. Este es el horizonte donde la reflexión se transforma en acción urbana.

VI. BIBLIOGRAFÍA

Alba Rodríguez, M. D., Martínez Rocamora, A., González Vallejo, P., Ferreira Sánchez, A., & Marrero, M. (2017). Building rehabilitation versus demolition and new construction: Economic and environmental assessment. *Environmental Impact Assessment Review*, 66, 115–126. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2017.06.002>

Alhojaly, R. A., Alawad, A. A., & Ghabra, N. A. (2022). A proposed model of assessing the adaptive reuse of heritage buildings in historic Jeddah. *Buildings*, 12(4). <https://doi.org/10.3390/buildings12040406>

Almeida, C. P., Ramos, A. F., & Silva, J. M. (2018). Sustainability assessment of building rehabilitation actions in old urban centres. *En Sustainable Cities and Society* (Vol. 36, pp. 378–385). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.10.014>

Al-Obaidi, K. M., Wei, S. L., Ismail, M. A., & Kam, K. J. (2017). Sustainable building assessment of colonial shophouses after adaptive reuse in Kuala Lumpur. *Buildings*, 7(4). <https://doi.org/10.3390/buildings7040087>

Artopoulos, G., Fokaides, P., Lysandrou, V., Deligiorgi, M., Sabatakos, P., & Agapiou, A. (2024). Data-driven multi-scale study of historic urban environments by accessing Earth observation and non-destructive testing information via an HBIM-supported platform. *International Journal of Architectural Heritage*, 18(6), 920–939. <https://doi.org/10.1080/15583058.2023.2199408>

Ashley, R., Gersonius, B., & Horton, B. (2020). Managing flooding. *Philosophical Transactions: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 378, 1–22. <https://doi.org/10.2307/26917491>

Assefa, G., & Ambler, C. (2017). To demolish or not to demolish: Life cycle consideration of repurposing buildings. *Sustainable Cities and Society*, 28, 146–153. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2016.09.011>

Brito-Coimbra, S., Aelenei, D., Gomes, M. G., & Rodrigues, A. M. (2021). Building façade retrofit with solar passive technologies: A literature review. *En Energies* (Vol. 14, Número 6). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/en14061774>

Cascone, S., & Sciuto, G. (2018). Recovery and reuse of abandoned buildings for student housing: A case study in Catania, Italy. *Frontiers of Architectural Research*, 7(4), 510–520. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2018.08.004>

Celadyn, M. (2019). Interior architectural design for adaptive reuse in application of environmental sustainability principles. *Sustainability* (Switzerland), 11(14). <https://doi.org/10.3390/su11143820>

Cerreta, M., Elefante, A., & La Rocca, L. (2020). A creative living lab for the adaptive reuse of the morticelli church: The ssmoll project. *Sustainability* (Switzerland), 12(24), 1–20. <https://doi.org/10.3390/su122410561>

Chen, L., Huang, L., Hua, J., Chen, Z., Wei, L., Osman, A. I., Fawzy, S., Rooney, D. W., Dong, L., & Yap, P. S. (2023). Green construction for low-carbon cities: A review. *Environmental Chemistry Letters*, 21(3), 1627–1657. <https://doi.org/10.1007/s10311-022-01544-4>

Cinquepalmi, F., Paris, S., Pennacchia, E., & Tiburcio, V. A. (2023). Efficiency and sustainability: The role of digitization in re-inhabiting the existing building stock. *Energies*, 16(9). <https://doi.org/10.3390/en16093613>

Creswell, J. W. (2009). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (3ra edición). Sage Publications.

De Gregorio, S., De Vita, M., De Berardinis, P., Palmero, L., & Risdonne, A. (2020). Designing the sustainable adaptive reuse of industrial heritage to enhance the local context.

Sustainability (Switzerland), 12(21), 1–20. <https://doi.org/10.3390/su12219059>

De Medici, S., De Toro, P., & Nocca, F. (2020). Cultural heritage and sustainable development: Impact assessment of two adaptive reuse projects in Siracusa, Sicily. *Sustainability (Switzerland)*, 12(1). <https://doi.org/10.3390/su12010311>

Della Spina, L. (2020). Adaptive sustainable reuse for cultural heritage: A multiple criteria decision aiding approach supporting urban development processes. *Sustainability (Switzerland)*, 12(4). <https://doi.org/10.3390/su12041363>

Dell'anna, F. (2022). What advantages do adaptive industrial heritage reuse processes provide? An econometric model for estimating the impact on the surrounding residential housing market. *Heritage*, 5(3), 1572–1592. <https://doi.org/10.3390/heritage5030082>

Dell'ovo, M., Dell'anna, F., Simonelli, R., & Sdino, L. (2021). Enhancing the cultural heritage through adaptive reuse. A multicriteria approach to evaluate the Castello Visconteo in Cusago (Italy). *Sustainability (Switzerland)*, 13(8). <https://doi.org/10.3390/su13084440>

Eberhardt, L. C. M., Birgisdóttir, H., & Birkved, M. (2019). Life cycle assessment of a Danish office building designed for disassembly. *Building Research and Information*, 47(6), 666–680. <https://doi.org/10.1080/09613218.2018.1517458>

El-Belkasy, M. I., & Wahieb, S. A. (2022). Sustainable conservation and reuse of historical city center: Applied study on Jeddah—Saudi Arabia. *Sustainability (Switzerland)*, 14(9). <https://doi.org/10.3390/su14095188>

Fereydooni Eftekhari, A., Khodabakhshian, A., Iuorio, O., Re Cecconi, F., & Daniotti, B. (2024). A new building information modelling-based approach to automate recyclability rate

calculations for buildings. *Buildings*, 14(6). <https://doi.org/10.3390/buildings14061521>

Ferreira, F. A. F., Spahr, R. W., Sunderman, M. A., & Jalali, M. S. (2018). A prioritisation index for blight intervention strategies in residential real estate. *Source: The Journal of the Operational Research Society*, 69(8), 1269–1285. <https://doi.org/10.2307/48772769>

Fleur, L. La, Rohdin, P., & Moshfegh, B. (2019). Energy renovation versus demolition and construction of a new building—a comparative analysis of a Swedish multi-family building. *Energies*, 12(11). <https://doi.org/10.3390/en12112218>

Gaballo, M., Mecca, B., & Abastante, F. (2021). Adaptive reuse and sustainability protocols in Italy: Relationship with circular economy. *Sustainability (Switzerland)*, 13(14). <https://doi.org/10.3390/su13148077>

Ge, X. J., Livesey, P., Wang, J., Huang, S., He, X., & Zhang, C. (2017). Deconstruction waste management through 3d reconstruction and bim: a case study. *Visualization in Engineering*, 5(1). <https://doi.org/10.1186/s40327-017-0050-5>

Ghabouli, E., Soltani, A., & Ranjbar, E. (2023). Heritage and the regeneration of urban brownfields: Insights on public perception in Tehran, Iran. *Heritage*, 6(5), 4451–4471. <https://doi.org/10.3390/heritage6050235>

Ghisellini, P., Ncube, A., D'ambrosio, G., Passaro, R., & Ulgiati, S. (2021). Potential energy savings from circular economy scenarios based on construction and agri-food waste in Italy. *Energies*, 14(24). <https://doi.org/10.3390/en14248561>

Ghisellini, P., Ripa, M., & Ulgiati, S. (2018). Exploring environmental and economic costs and benefits of a circular economy approach to the construction and demolition sector: A literature

review. *Journal of Cleaner Production*, 178, 618–643. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.207>

Giuseppe, E. Di, D’Orazio, M., Du, G., Favi, C., Lasvaux, S., Maracchini, G., & Padey, P. (2020). A stochastic approach to LCA of internal insulation solutions for historic buildings. *Sustainability (Switzerland)*, 12(4). <https://doi.org/10.3390/su12041535>

Glumac, B., & Islam, N. (2020). Housing preferences for adaptive re-use of office and industrial buildings: Demand side. *Sustainable Cities and Society*, 62. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102379>

Goulouti, K., Padey, P., Galimshina, A., Habert, G., & Lasvaux, S. (2020). Uncertainty of building elements’ service lives in building LCA & LCC: What matters? *Building and Environment*, 183. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.106904>

Günçe, K., & Misirlisoy, D. (2019). Assessment of adaptive reuse practices through user experiences: Traditional houses in the walled city of Nicosia. *Sustainability (Switzerland)*, 11(2). <https://doi.org/10.3390/su11020540>

Heeren, N., Mutel, C. L., Steubing, B., Ostermeyer, Y., Wallbaum, H., & Hellweg, S. (2015). Environmental impact of buildings: What matters? *Environmental Science and Technology*, 49(16), 9832–9841. <https://doi.org/10.1021/acs.est.5b01735>

Hegazi, Y. S., Shalaby, H. A., & Mohamed, M. A. A. (2021). Adaptive reuse decisions for historic buildings in relation to energy efficiency and thermal comfort: Cairo Citadel, a case study from Egypt. *Sustainability (Switzerland)*, 13(19). <https://doi.org/10.3390/su131910531>

Hertwich, E. G., Ali, S., Ciacci, L., Fishman, T., Heeren, N., Masanet, E., Asghari, F. N., Olivetti, E., Pauliuk, S., Tu, Q., & Wolfram, P. (2019). Material efficiency strategies to reducing greenhouse gas

emissions associated with buildings, vehicles, and electronics - A review. *Environmental Research Letters*, 14(4). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab0fe3>

Honic, M., Kovacic, I., & Rechberger, H. (2019). Improving the recycling potential of buildings through material passports (MP): An Austrian case study. *Journal of Cleaner Production*, 217, 787–797. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.212>

Iacoboaia, C., Aldea, M., & Petrescu, F. (2019). Construction and demolition waste: A challenge for the European Union? Source: Theoretical and Empirical Researches in Urban Management, 14(1), 30–52. <https://doi.org/10.2307/26590928>

Ibrahim, H. S. S., Khan, A. Z., Attia, S., & Serag, Y. (2021). Classification of heritage residential building stock and defining sustainable retrofitting scenarios in Khedivial Cairo. *Sustainability (Switzerland)*, 13(2), 1–26. <https://doi.org/10.3390/su13020880>

Juan, Y. K., Cheng, Y. C., Perng, Y. H., & Castro-Lacouture, D. (2016). Optimal decision model for sustainable hospital building renovation—a case study of a vacant school building converting into a community Public Hospital. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13(7). <https://doi.org/10.3390/ijerph13070630>

Kaewunruen, S., Rungskunroch, P., & Welsh, J. (2019). A digital-twin evaluation of Net Zero Energy Building for existing buildings. *Sustainability (Switzerland)*, 11(1). <https://doi.org/10.3390/su11010159>

Karmakar, A., & Delhi, V. S. K. (2021). Construction 4.0: What we know and where we are headed? *En Journal of Information Technology in Construction (Vol. 26, pp. 526–545)*. International Council for Research and Innovation in Building and Construction. <https://doi.org/10.36680/j.itcon.2021.028>

- La Greca, P., & Margani, G. (2018). Seismic and energy renovation measures for sustainable cities: A critical analysis of the Italian scenario. *Sustainability (Switzerland)*, 10(1). <https://doi.org/10.3390/su10010254>
- Lapola, D. M., Pinho, P., Quesada, C. A., Strassburg, B. B. N., Rammig, A., Kruijt, B., Brown, F., Ometto, J. P. H. B., Premebida, A., Marengo, J. A., Vergara, W., & Nobre, C. A. (2018). Limiting the high impacts of Amazon forest dieback with no-regrets science and policy action. *115(46)*, 11671–11679. <https://doi.org/10.2307/26563767>
- Lavikka, R., & Paiho, S. (2023). Motivations and market solutions for flexible housing in Finland. *Journal of Housing and the Built Environment*, 38(3), 1789–1818. <https://doi.org/10.1007/s10901-023-10013-5>
- Lăzăroiu, G., Ionescu, L., Uță, C., Hurloiu, I., Andronie, M., & Dijmarescu, I. (2020). Environmentally responsible behavior and sustainability policy adoption in green public procurement. *En Sustainability (Switzerland) (Vol. 12, Número 5)*. MDPI. <https://doi.org/10.3390/su12052110>
- Liu, Z., Zhang, M., & Osmani, M. (2023). Building Information Modelling (BIM) driven sustainable cultural heritage tourism. *Buildings*, 13(8). <https://doi.org/10.3390/buildings13081925>
- Mangialardo, A., & Micelli, E. (2020). Reconstruction or reuse? How real estate values and planning choices impact urban redevelopment. *Sustainability (Switzerland)*, 12(10). <https://doi.org/10.3390/SU12104060>
- Mao, R., Bao, Y., Huang, Z., Liu, Q., & Liu, G. (2020). High-resolution mapping of the urban built environment stocks in Beijing. *Environmental Science and Technology*, 54(9), 5345–5355. <https://doi.org/10.1021/acs.est.9b07229>
- Marzouk, M., ElSharkawy, M., & Mahmoud, A. (2022). Analysing user daylight preferences in heritage buildings using virtual reality. *Building Simulation*, 15(9), 1561–1576. <https://doi.org/10.1007/s12273-021-0873-9>
- Melgar, S. G., Martínez Bohórquez, M. Á., & Andújar Márquez, J. M. (2020). UhuMEBr: Energy refurbishment of existing buildings in subtropical climates to become minimum energy buildings. *Energies*, 13(5). <https://doi.org/10.3390/en13051204>
- Mercader-Moyano, P., Anaya-Durán, P., & Romero-Cortés, A. (2021). Eco-efficient ventilated facades based on circular economy for residential buildings as an improvement of energy conditions. *Energies*, 14(21). <https://doi.org/10.3390/en14217266>
- Miran, F. D., & Husein, H. A. (2023). Introducing a conceptual model for assessing the present state of preservation in heritage buildings: Utilizing building adaptation as an approach. *Buildings*, 13(4). <https://doi.org/10.3390/buildings13040859>
- Mrak, I., Ambruš, D., & Marović, I. (2022). A holistic approach to strategic sustainable development of urban voids as historic urban landscapes from the perspective of urban resilience. *Buildings*, 12(11). <https://doi.org/10.3390/buildings12111852>
- Nocca, F. (2017). The role of cultural heritage in sustainable development: Multidimensional indicators as decision-making tool. *Sustainability (Switzerland)*, 9(10). <https://doi.org/10.3390/su9101882>
- Nowogonska, B. (2020). Consequences of abandoning renovation: Case study-neglected industrial heritage building. *Sustainability (Switzerland)*, 12(16). <https://doi.org/10.3390/su12166441>
- Nowogońska, B., & Mielczarek, M. (2021). Renovation management method in neglected

buildings. *Sustainability (Switzerland)*, 13(2), 1–20. <https://doi.org/10.3390/su13020929>

Nusen, P., Boonyung, W., Nusen, S., Panuwatwanich, K., Champrasert, P., & Kaewmoracharoen, M. (2021). Construction planning and scheduling of a renovation project using Bim-based multi-objective genetic algorithm. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(11). <https://doi.org/10.3390/app11114716>

Ogurahata, K., Li, Y., & Komatsu, H. (2022). Study on activities of “Les Grands Voisins”: A temporary use project of a closed hospital collaborated with diverse entities, and its influences on the redevelopment plan. *AIJ Journal of Technology and Design*, 28(70), 1378–1383. <https://doi.org/10.3130/aijt.28.1378>

Owojori, O. M., Okoro, C. S., & Chileshe, N. (2021). Current status and emerging trends on the adaptive reuse of buildings: A bibliometric analysis. *En Sustainability (Switzerland) (Vol. 13, Número 21)*. MDPI. <https://doi.org/10.3390/su132111646>

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., 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., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *En The BMJ (Vol. 372)*. BMJ Publishing Group. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>

Pintossi, N., Ikiz Kaya, D., & Pereira Roders, A. (2021). Assessing cultural heritage adaptive reuse practices: Multi-scale challenges and solutions in Rijeka. *Sustainability (Switzerland)*, 13(7). <https://doi.org/10.3390/su13073603>

Polo López, C. S., Troia, F., & Nocera, F. (2021). Photovoltaic bipv systems and architectural heritage: New balance between conservation

and transformation. an assessment method for heritage values compatibility and energy benefits of interventions. *Sustainability (Switzerland)*, 13(9). <https://doi.org/10.3390/su13095107>

Ribeiro, J. T., Vieira, A. R., Rosado, S., & Serdoura, F. (2024). Innovative approach to promoting walkability in Lisbon. *Urban Science*, 8(2). <https://doi.org/10.3390/urbansci8020061>

Rodríguez-Domenech, M. Á., & Cañizares Ruiz, M. C. (2023). Urban planning and sustainability in the cities of Castilla-La Mancha (Spain): Current challenges. *Land*, 12(8). <https://doi.org/10.3390/land12081540>

Ruiz-Pérez, M. R., Alba-Rodríguez, M. D., Castaño-Rosa, R., Solís-Guzmán, J., & Marrero, M. (2019). HERVEEA tool for economic and environmental impact evaluation for sustainable planning policy in housing renovation. *Sustainability (Switzerland)*, 11(10). <https://doi.org/10.3390/su11102852>

Schützenhofer, S., Kovacic, I., Rechberger, H., & Mack, S. (2022). Improvement of environmental sustainability and circular economy through construction waste management for material reuse. *Sustainability (Switzerland)*, 14(17). <https://doi.org/10.3390/su141711087>

Sirror, H. (2024). Lessons learned from the past: Tracing sustainable strategies in the architecture of Al-Ula heritage village. *Sustainability (Switzerland)*, 16(13). <https://doi.org/10.3390/su16135463>

Tan, Y., Shuai, C., & Wang, T. (2018). Critical success factors (CSFs) for the adaptive reuse of industrial buildings in Hong Kong. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(7). <https://doi.org/10.3390/ijerph15071546>

Thibodeau, C., Bataille, A., & Sié, M. (2019). Building rehabilitation life cycle assessment

methodology: State of the art. *En Renewable and Sustainable Energy Reviews* (Vol. 103, pp. 408–422). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.12.037>

Tian, W., Zhong, X., Zhang, G., & Goh, Y. M. (2021). Sustainability analysis of reused industrial buildings in china: An assessment method. *Journal of Civil Engineering and Management*, 27(1), 60–75. <https://doi.org/10.3846/jcem.2021.14283>

Torrieri, F., Fumo, M., Sarnataro, M., & Ausiello, G. (2019). An integrated decision support system for the sustainable reuse of the former monastery of “ritiro del carmine” in campania region. *Sustainability* (Switzerland), 11(19). <https://doi.org/10.3390/su11195244>

van den Berg, M., Voordijk, H., & Adriaanse, A. (2021). BIM uses for deconstruction: an activity-theoretical perspective on reorganising end-of-life practices. *Construction Management and Economics*, 39(4), 323–339. <https://doi.org/10.1080/01446193.2021.1876894>

van der Hoogen, A., Fashoro, I., Calitz, A. P., & Luke, L. (2024). A digital transformation framework for smart municipalities. *Sustainability* (Switzerland), 16(3). <https://doi.org/10.3390/su16031320>

Vardopoulos, I. (2023). Adaptive reuse for sustainable development and land use: A multivariate linear regression analysis estimating key determinants of public perceptions. *Heritage*, 6(2), 809–828. <https://doi.org/10.3390/heritage6020045>

Vardopoulos, I., Giannopoulos, K., Papaefthymiou, E., Temponera, E., Chatzithanasis, G., Goussia-Rizou, M., Karymbalis, E., Michalakelis, C., Tsartas, P., & Sdrali, D. (2023). Urban buildings sustainable adaptive reuse into tourism accommodation establishments: a SOAR analysis. *Discover Sustainability*, 4(1). <https://doi.org/10.1007/s43621-023-00166-2>

Vardopoulos, I., Stamopoulos, C., Chatzithanasis, G., Michalakelis, C., Giannouli, P., & Pastrapa, E. (2020). Considering urban development paths and processes on account of adaptive reuse projects. *Buildings*, 10(4). <https://doi.org/10.3390/BUILDINGS10040073>

Vardopoulos, I., Tsilika, E., Sarantakou, E., Zorpas, A. A., Salvati, L., & Tsartas, P. (2021). An integrated swot-pestle-ahp model assessing sustainability in adaptive reuse projects. *Applied Sciences* (Switzerland), 11(15). <https://doi.org/10.3390/app11157134>

Williams, J. (2019). Circular cities: Challenges to implementing looping actions. *Sustainability* (Switzerland), 11(2). <https://doi.org/10.3390/su11020423>

Williams, J. (2021). Circular cities: What are the benefits of circular development? <https://doi.org/10.3390/su>

Xu, K., Shen, G. Q., Liu, G., & Martek, I. (2019). Demolition of existing buildings in urban renewal projects: A decision support system in the China context. *Sustainability* (Switzerland), 11(2). <https://doi.org/10.3390/su11020491>

Yan, H., Ding, G., Li, H., Wang, Y., Zhang, L., Shen, Q., & Feng, K. (2019). Field evaluation of the dust impacts from construction sites on surrounding areas: A city case study in China. *Sustainability* (Switzerland), 11(7). <https://doi.org/10.3390/su11071906>

Yoon, J., & Lee, J. (2019). Adaptive reuse of apartments as heritage assets in the Seoul station urban regeneration area. *Sustainability* (Switzerland), 11(11). <https://doi.org/10.3390/su11113124>

Zhang, G., Zhang, Y., Tian, W., Li, H., Guo, P., & Ye, F. (2021). Bridging the intention–behavior gap: Effect of altruistic motives on developers’

action towards green redevelopment of industrial brownfields. *Sustainability (Switzerland)*, 13(2), 1–16. <https://doi.org/10.3390/su13020977>

Zhong, X., Hu, M., Deetman, S., Steubing, B., Lin, H. X., Hernandez, G. A., Harpprecht, C., Zhang, C., Tukker, A., & Behrens, P. (2021). Global greenhouse gas emissions from residential and commercial building materials and mitigation strategies to 2060. *Nature Communications*, 12(1). <https://doi.org/10.1038/s41467-021-26212-z>

Zhu, S., Li, D., Feng, H., Gu, T., & Zhu, J. (2019). AHP-TOPSIS-based evaluation of the relative performance of multiple neighborhood renewal projects: A case study in Nanjing, China. *Sustainability (Switzerland)*, 11(17). <https://doi.org/10.3390/su11174545>

Zhuang, T., Qian, Q. K., Visscher, H. J., & Elsinga, M. G. (2017). Stakeholders' expectations in urban renewal projects in China: A key step towards sustainability. *Sustainability (Switzerland)*, 9(9). <https://doi.org/10.3390/su9091640>