REVISTA INVECOM
ISSN en línea: 2739-0063

Revisión integrativa sobre estrategias de diseño urbano adaptativo para el confort térmico en ciudades cálidas

An integrative review of adaptive urban design strategies for thermal comfort in hot cities

Recibido: 04/07/2026 - **Aceptado:** 04/09/2026

David Ramón Gutiérrez Moreno
https://orcid.org/0000-0001-8372-3447
drgutierrezmo@ucvvirtual.edu.pe
Universidad César Vallejo. Lima, Perú

Resumen

El diseño urbano adaptativo se ha consolidado como una estrategia clave frente al sobrecalentamiento y la necesidad de garantizar el confort térmico en ciudades de clima cálido. Esta investigación se desarrolló mediante una revisión integrativa, apoyada en los lineamientos del método PRISMA para la selección y depuración de fuentes, y tuvo como objetivo identificar las principales estrategias de diseño urbano adaptativo empleadas para garantizar el confort térmico en ciudades cálidas, a partir de la evidencia científica reciente. Para ello, se realizó una búsqueda en Google Académico y Scopus, obteniéndose un total de 1109 fuentes. Tras aplicar los criterios de selección, se escogieron 14 artículos, cuyos hallazgos se organizaron en cuatro categorías temáticas: modelos de confort adaptativo y gestión climática; morfología y diseño urbano; infraestructura verde y azul; y edificación con materiales sostenibles. Los estudios coinciden en que las medidas pasivas (ventilación cruzada, sombreamiento y uso de materiales reflectivos) y las soluciones basadas en la naturaleza (vegetación urbana, ventilación natural, techos y muros verdes e infraestructura hídrica) son fundamentales para mitigar las islas de calor urbanas y reducir el consumo energético. Asimismo, la literatura enfatiza que el confort térmico depende no solo de parámetros físicos, sino también de percepciones sociales y culturales, lo que refuerza la relevancia de los modelos de confort adaptativo.

Palabras clave: diseño urbano adaptativo, confort térmico, entornos urbanos cálidos.

Abstract

Adaptive urban design has established itself as a key strategy for addressing overheating and ensuring thermal comfort in cities with hot climates. This research was conducted as an integrative review, guided by the PRISMA guidelines for the selection and screening of sources, and aimed to identify the main adaptive urban design strategies used to ensure thermal comfort in hot cities, based on recent scientific evidence. To this end, a search was conducted on Google Scholar and Scopus, yielding a total of 1,109 sources. After applying the selection criteria, 14 articles were chosen, and their findings were organized into four thematic categories: adaptive comfort models and climate management; urban morphology and design; green and blue infrastructure; and construction with sustainable materials. The studies agree that passive measures (cross-ventilation, shading, and the use of reflective materials) and nature-based solutions (urban vegetation, natural ventilation, green roofs and walls, and water infrastructure) are essential for mitigating urban heat islands and reducing energy consumption. Furthermore, the literature emphasizes that thermal comfort depends not only on physical parameters but also on social and cultural perceptions, which reinforces the relevance of adaptive comfort models.

Keywords adaptive urban design, thermal comfort, warm urban environments.

Introducción

En el análisis de las condiciones climáticas y su influencia en el entorno urbano, resulta fundamental considerar la perspectiva del usuario y las necesidades que surgen en su interacción con el medio ambiente. En este sentido, el concepto de confort en arquitectura adquiere especial trascendencia al constituirse como un criterio que enriquece y orienta el diseño integral de los espacios construidos (Lin & Brown, 2021; Liu et al., 2025). Evaluar el confort implica, en primer lugar, examinar el nivel de satisfacción de los usuarios respecto al diseño de la edificación, lo que se vincula directamente con la organización y disposición de los espacios destinados a promover el bienestar físico y psicológico de quienes los habitan (Sholanke et al., 2022; Abedin et al., 2025).

El confort térmico en arquitectura se entiende como el bienestar de los usuarios de un edificio y el estado mental asociado con su satisfacción en un entorno determinado. A nivel internacional, la Norma ISO 7730:1994 y la Norma 55 de la ASHRAE (Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado) lo definen como el estado psicológico que refleja la conformidad de una persona con las condiciones térmicas de su entorno (Faraji et al., 2023; Aderinsola et al., 2025; Vaughan et al., 2025).

La percepción térmica de las personas, dentro de esta óptica, se relaciona con las sensaciones físicas y psicológicas que les genera el conjunto de estímulos del ambiente térmico, la actividad motriz, el nivel de vestimenta, la experiencia y las expectativas (Özbey & Turhan, 2024). De este modo, mientras las normas internacionales establecen parámetros de referencia, la sensación de confort térmico en la práctica es el resultado de un proceso de adaptación individual y colectiva frente a las condiciones cambiantes del entorno (Sansaniwal et al., 2022; Ma et al., 2024).

La adaptabilidad, si bien varía en diferentes contextos, se refiere a la capacidad de un edificio para responder a variables y condiciones cambiantes durante su ciclo de vida, ofreciendo alternativas regenerativas a edificios obsoletos (Askar et al., 2021; Mlote et al., 2024). Esto implica, además, la capacidad de las construcciones para responder a las demandas espaciales, funcionales y ambientales, que son cambiantes a lo largo del tiempo (Faragalla & Asadi, 2022).

Esta cualidad de los edificios se vincula con el equilibrio en el diseño de los espacios y sus conexiones, permitiendo a las personas un mayor control sobre la organización de su espacio vital (Makanadar, 2024). Se trata de un elemento importante en el diseño contemporáneo que posibilita que los edificios puedan cambiar de forma, adaptarse a las condiciones climáticas y satisfacer diversas necesidades de los usuarios (Jaušovec & Gabrovec, 2023).

El proceso adaptativo, en el plano de la arquitectura, evoca una respuesta a la rápida urbanización y al cambio climático, lo cual implica operar sobre nuevas necesidades de la población (Shafiei-Dastjerdi et al., 2022). Ante los nuevos servicios que traen los cambios socioeconómicos, la demografía o la tecnología, la arquitectura requiere modificaciones en las estructuras tradicionales, que se han caracterizado por ser rígidas, fijas y monofuncionales (Yazdani & Wilkinson, 2021).

Aquellas estructuras son obsoletas ante los grandes cambios que origina el incremento de la urbanización; como consecuencia, se produce una mayor inversión en nuevos materiales y un aumento desproporcionado de residuos sólidos (Egerer et al., 2021; Zeng et al., 2022). Esto indica que una mala gestión de la urbanización puede amplificar los efectos de la contaminación y, por ende, del cambio climático (Zhou et al., 2021).

El calentamiento global y el cambio climático afectan la vida urbana por el sobrecalentamiento, la luz continua, los cambios en el nivel del mar, las sequías severas y las inundaciones, lo que requiere una planificación estratégica en la construcción de edificios (Alavipanah et al., 2022). Esta situación hace necesaria la reestructuración de la forma urbana para mejorar el confort térmico de los espacios, reducir el impacto ambiental y promover la salud y el bienestar de los usuarios (Li et al., 2022; Kajjoba et al., 2025).

El diseño urbano adaptativo debe englobar estrategias para abordar el cambio climático y mejorar la planificación del espacio arquitectónico, incorporando para ello las preferencias de las personas y la capacidad de respuesta ambiental para escenarios futuros (Gorzka et al., 2025; Macaione et al., 2024). Actualmente, la distribución de la arquitectura de las ciudades depende de los cambios en el entorno. Por esa razón, la innovación en el diseño urbano debe acoplar la satisfacción de las personas como indicador fundamental, así como la integración de soluciones sostenibles y el fortalecimiento de la resiliencia urbana (Cassarino et al., 2021).

La problemática existente no solo determina cómo las ciudades muestran armonía con el paisaje natural en el que se encuentran, sino también las alternativas que poseen para enfrentar diferentes fenómenos de la naturaleza (Liu et al., 2024). Al respecto, las regiones con alto índice de calor muestran elementos en común que pueden generar aumentos progresivos de la temperatura, altas emisiones de gases de efecto invernadero, urbanización desordenada y aumento del uso de la energía eléctrica. El conjunto de estos elementos forma las denominadas «islas de calor urbanas» (ICU) (Almashhour et al., 2024; Sari, 2021).

Estas se encuentran influenciadas principalmente por el hidroclima local y los patrones de desarrollo de ciudades cálidas, impactan en el clima y requieren estrategias de adaptación sustentable, ya que afectan la salud poblacional con olas de calor y contaminación del aire urbano (Fu et al., 2024; Probst et al., 2022). Adoptar contramedidas para las temperaturas elevadas es indispensable para mejorar la calidad de vida de las personas; de no hacerlo, se incrementa la vulnerabilidad de las ciudades frente al cambio climático (Ferrario et al., 2024).

Teniendo en cuenta todos estos factores, se desarrolló una revisión integrativa con el propósito de analizar estrategias de diseño urbano adaptativo que se aplican actualmente en distintas ciudades, las cuales han mostrado resultados positivos en la mitigación del aumento de la temperatura. La investigación se orienta a

contrastar los estudios seleccionados, rescatando las estrategias más relevantes y evaluando sus alcances y limitaciones, a fin de generar un panorama comparativo que contribuya a enfrentar los desafíos del cambio climático, el incremento de las islas de calor urbanas y la necesidad de optimizar el confort térmico en entornos urbanos cálidos.

Metodología

En la presente investigación, se realizó una revisión integrativa con el propósito de identificar las principales estrategias de diseño urbano adaptativo empleadas para el confort térmico en ciudades cálidas, a partir de la evidencia científica reciente. En definitiva, este trabajo resulta indispensable para proponer marcos de trabajo funcionales para la medición, intervención y mejora de entornos urbanos cálidos. Por ello, siguiendo la metodología propuesta por Oermann y Knafl (2021) y el método PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) (Sánchez-Serrano et al., 2022), la revisión integrativa se segmentó en distintas etapas para mostrar cada fase de búsqueda, escrutinio y selección de artículos.

Los interrogantes orientadores de esta investigación fueron los siguientes: ¿Qué estrategias de diseño urbano adaptativo benefician el confort térmico? ¿Qué evidencia reporta la literatura científica sobre las estrategias de diseño urbano adaptativo? Estas preguntas se alinean con la posibilidad de enmarcar los procesos de diseño adaptativo y promover una nueva alternativa frente al problema del sobrecalentamiento en diversas ciudades del mundo.

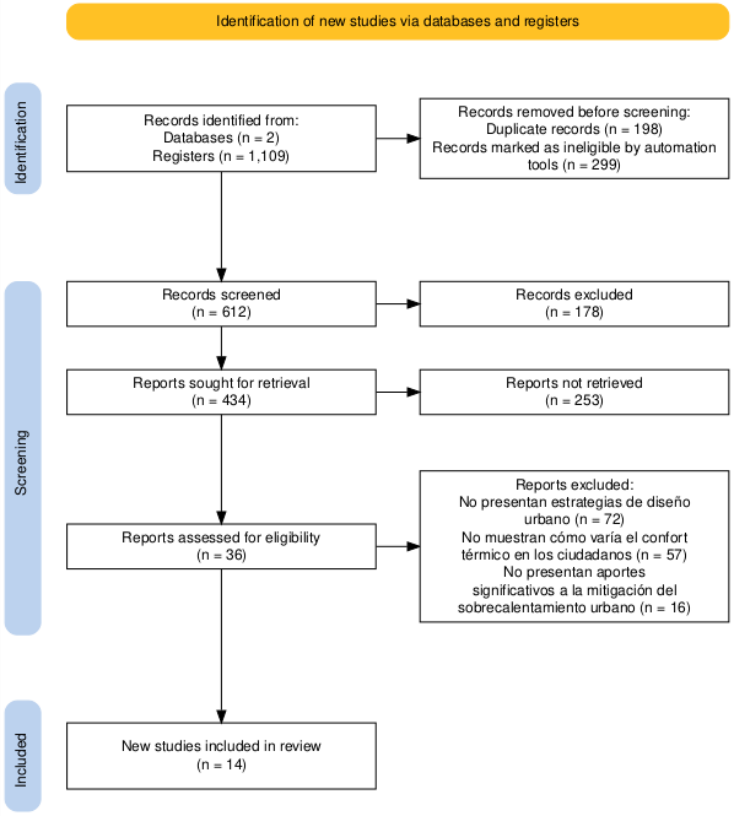
En la siguiente tabla, se señala la estrategia de selección en cada base de datos, incluyendo detalles como la cantidad de fuentes registradas en cada búsqueda y los operadores booleanos (AND, OR y NOT), que sirven para limitar o ampliar la selección en cada caso.

Tabla 1.
Estrategia de búsqueda

Base de datos	Palabras clave	Resultados
Google Académico	diseño urbano adaptativo	172
Scopus	TITLE-ABS-KEY (adaptative urban design)	19
	TITLE-ABS-KEY (adaptive urban design AND thermal comfort) AND PUBYEAR > 2018 AND PUBYEAR < 2026	124
	TITLE-ABS-KEY (thermal comfort AND urban design AND cities) AND PUBYEAR > 2018 AND PUBYEAR < 2026	794
	TOTAL	1109

El proceso de búsqueda, selección y depuración de la literatura se representó mediante un diagrama de flujo basado en la metodología PRISMA, con el fin de garantizar transparencia y rigor en la presentación de los resultados. En la Figura 1, se detallan las fases de identificación, cribado, elegibilidad e inclusión de los estudios, así como las principales razones de exclusión. Esta representación permite visualizar de manera clara cómo se filtraron los registros iniciales hasta obtener la muestra final de artículos considerados en la revisión.

Figura 1.
Diagrama de flujo de la selección de artículos



La figura muestra la ruta seguida en la selección de artículos, destacándose, en primer lugar, los recursos utilizados: la base de datos Scopus y el motor de búsqueda Google Académico. Estas dos fuentes de acceso a la información enriquecen el estudio debido a la gran cantidad de datos que ofrecen. En sus búsquedas se obtuvo un total de 1109 resultados.

Para el descarte de resultados, la metodología se estructuró en tres fases principales, en las que se aplicaron filtros específicos. Se delimitó el rango temporal de publicación entre 2019 y 2025, y se verificó la presencia de términos clave como «diseño adaptativo», «confort térmico», «ciudades cálidas», «adaptación climática», «edificios adaptativos» y «zonas urbanas cálidas» en resúmenes, títulos y palabras clave. Asimismo, se estableció como criterio la inclusión de publicaciones en inglés y español, con el propósito de ampliar el alcance de la revisión y asegurar la obtención de un volumen significativo de estudios en ambos idiomas. Como resultado, se descartaron 178 registros que no cumplían estos criterios.

Posteriormente, la literatura científica seleccionada fue cotejada y sintetizada considerando criterios como el enfoque, el tipo, el método y el diseño de investigación. Dado que la revisión integrativa ofrece flexibilidad en la inclusión de estudios, se contemplaron artículos con enfoques cualitativos, cuantitativos y mixtos; métodos como el experimental, el estudio de caso y la revisión documental; tipos de investigación descriptiva, exploratoria, explicativa, correlacional y aplicada; así como diseños transversales, longitudinales y no experimentales.

Aquellas fuentes que no fueron consideradas para la revisión y el análisis presentaban una metodología distante de las particularidades ya explicadas. Por ello, los textos descartados fueron capítulos de libro, tesis de grado, ensayos, monografías y conferencias. La aplicación de este criterio provocó la eliminación de 253 archivos. En la última etapa de selección, se precisó que los contenidos temáticos y los hallazgos de los artículos seleccionados se vincularan con el tema principal de la revisión. De esta forma, se garantizó que el análisis mostrara aportes importantes que respondieran a las preguntas de investigación.

Se identificaron temáticas relacionadas con el diseño urbano adaptativo y el confort térmico, este último indispensable para obtener información valiosa en el campo de la arquitectura. Además, el tema del sobrecalentamiento urbano mostró intervenciones pasivas y activas en la arquitectura, cada una de las cuales engloba estrategias vinculadas con los ambientes naturales y el uso de materiales de absorción de la luz solar.

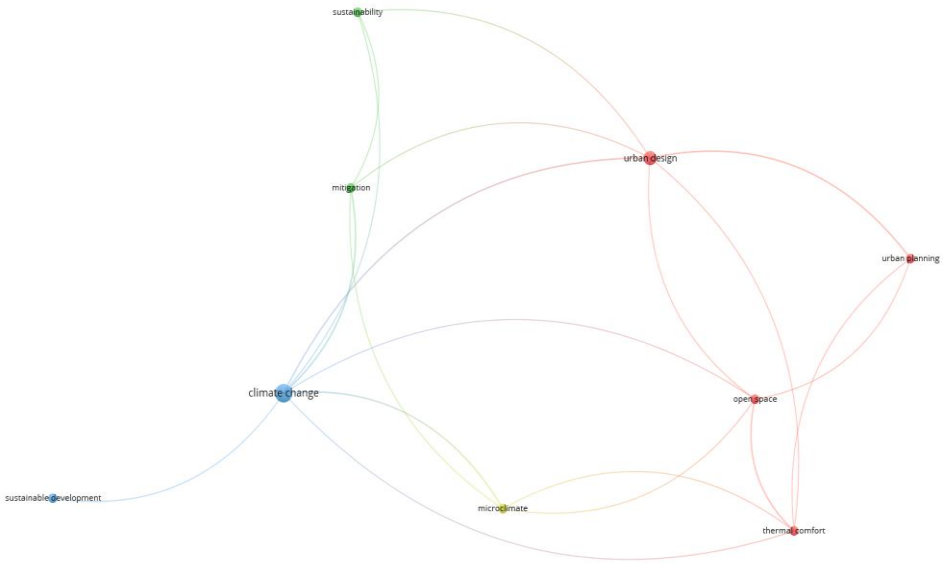
Asimismo, la importancia de la perspectiva de los ciudadanos frente a los cambios adaptativos de la arquitectura urbana sirvió para reducir 145 resultados.

La selección de estudios, basada en los criterios presentados, dio como resultado un total de 14 artículos. Estos fueron revisados, analizados y contrastados entre sí para obtener aportes importantes, lo que permitió desarrollar mejoras en el ámbito de la arquitectura. Dentro de los estudios que abarcan estas variables, se identificaron distintas estrategias que se presentan en el siguiente apartado.

A continuación, se exponen diferentes figuras elaboradas mediante el software VOSviewer, en las cuales se observan múltiples redes bibliométricas trazadas a partir de las búsquedas realizadas en la base de datos Scopus. De esta manera, las redes de coocurrencia grafican los temas de investigación con mayor presencia y desarrollo dentro de los resultados obtenidos en la búsqueda de información.

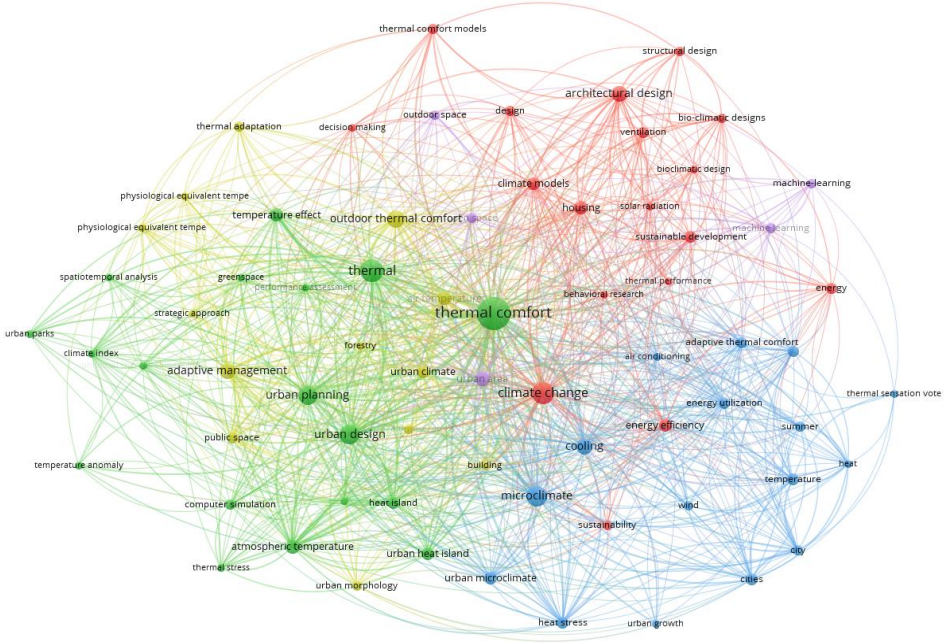
En la primera figura, se observa un mapa bibliométrico sencillo, en el que el nodo central corresponde a *climate change*, término que concentra la mayor cantidad de vínculos. Alrededor de él, se organizan tres grupos principales: el verde, que conecta con *sustainability*, *mitigation* y *microclimate*, lo cual refleja un enfoque orientado a la respuesta ambiental; el rojo, centrado en *urban design*, que se enlaza con *urban planning*, *open space* y *thermal comfort*, lo que evidencia la relevancia del diseño urbano en la adaptación al cambio climático; y un tercer grupo de color azul, donde aparece el término *sustainable development* de manera más aislada, lo que indica una menor coocurrencia con los otros conceptos.

Figura 2.
Coocurrencia de palabras clave basada en el vínculo entre cambio climático y el confort térmico



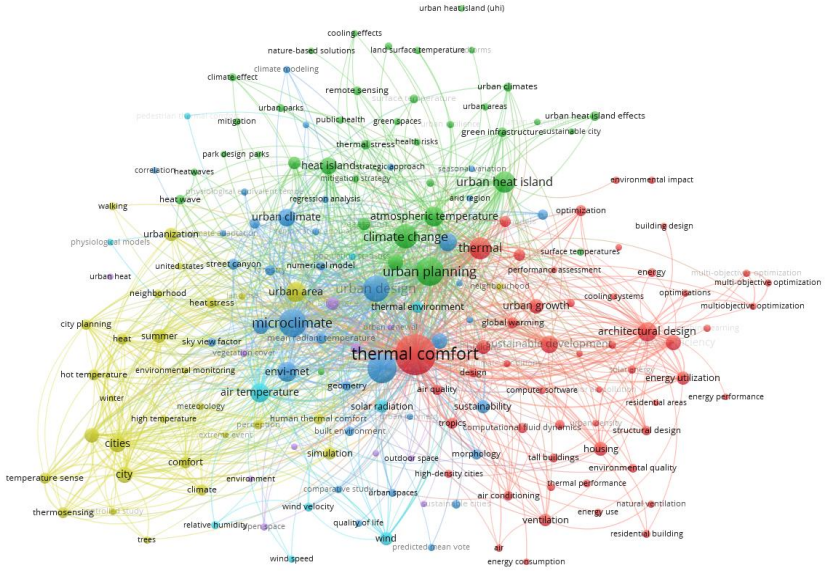
En la segunda figura, el mapa se presenta con mayor densidad de nodos y relaciones, lo que permite observar una red más compleja de interconexiones. Aquí, además de los términos ya señalados, aparecen nuevos vínculos conformados por palabras clave como *adaptation*, *resilience* y *environmental impact*, lo que amplía la perspectiva hacia un enfoque integral de sostenibilidad urbana. La presencia de varios *clusters* interconectados resalta que el campo de estudio no se limita al confort térmico o al diseño urbano, sino que abarca estrategias más amplias de planeamiento y gestión frente al cambio climático.

Figura 3.
Relación de coocurrencia de términos clave sobre el confort térmico y la sostenibilidad urbana



La tercera figura muestra que el concepto de *thermal comfort* ocupa una posición central y actúa como eje articulador en la investigación, conectando diferentes enfoques que se agrupan en cuatro grandes *clusters*: el rojo, centrado en *architectural design*, *simulation* y *energy utilization*; el azul, orientado a *urban planning* y *microclimate*; el verde, relacionado con *climate change*, *urban heat island* y *green infrastructure*; y el amarillo, vinculado a *cities*, *trees* y la percepción individual del confort. Estas asociaciones revelan que el *thermal comfort* constituye un campo multidisciplinario en el que convergen estudios de arquitectura, urbanismo, sostenibilidad y bienestar humano, desde la escala del edificio hasta la ciudad.

Figura 4.
Mapa bibliométrico de relaciones conceptuales en estudios de clima urbano y diseño arquitectónico



Resultados

Tras la adquisición de estos 14 artículos, se presenta la siguiente tabla, que busca describir los detalles de cada fuente y categorizarlas en temáticas relevantes. El análisis de estos textos permite organizar la información de manera sistemática, identificando los enfoques metodológicos empleados, los aportes principales y las áreas de coincidencia o divergencia entre los autores. La categorización temática facilita, igualmente, el reconocimiento de las líneas de investigación más frecuentes, así como aquellas que aportan perspectivas innovadoras, lo que constituye una base sólida para comprender el estado del conocimiento en torno al diseño urbano adaptativo y su impacto en el confort térmico.

Tabla 2.

Cuadro de características de los hallazgos

N.°	Autores	Título	Revista	Metodología	Tema central
1	López-Pérez, L. A., Flores-Prieto, J. J., & Ríos-Rojas, C. (2019)	Adaptive thermal comfort model for educational buildings in a hot-humid climate	Building and Environment	Cuantitativa	Modelos de confort adaptativo y gestión climática
2	Luo, M., Ke, Z., Ji, W., Wang, Z., Cao, B., Zhou, X., & Zhu, Y. (2019)	The time-scale of thermal comfort adaptation in heated and unheated Buildings	Building and Environment	Cuantitativa	Modelos de confort adaptativo y gestión climática
3	Jeong, B., Kim, J., Chen, D., De Dear, R. (2022)	Comparison of residential thermal comfort in two different climates in Australia	Building and Environment	Cuantitativa	Modelos de confort adaptativo y gestión climática
4	Elkhayat, K., Hassan, M. H., Altaf, F., Sharples, S., Alshenaifi, M. A., Alfraidi, S., Aldernosi, A., Albaqawy, & Ragab, A. (2025)	Urban geometry as a climate adaptation strategy for enhancing outdoor thermal comfort in a hot desert climate	Frontiers of Architectural Research	Cuantitativa	Morfología y diseño urbano
5	Afolabi, S. A., & Adedire, F. (2023)	Adaptive Strategies Used in Urban Houses to Overheating:	Journal of Contemporary Urban Affairs	Cualitativa	Morfología y diseño urbano

		A Systematic Review			
6	Cascone, S., & Leuzzo, A. (2023)	Thermal Comfort in the Built Environment: A Digital Workflow for the Comparison of Different Green Infrastructure Strategies	Atmosphere	Cuantitativa	Infraestructura verde y azul
7	Saifudeen, A., & Mani, M. (2024)	Adaptation of buildings to climate change: an overview	Frontiers in Built Environment	Cualitativa	Edificación y materiales sostenibles
8	Aghakarimi, A., Abdolhadi, S., & Kheyroddin, R. (2024).	Investigation of the Physical Components and Indicators Responsive to Climate Change and Thermal Comfort with emphasis on hot-dry climate	Journal of Urban Management and Energy Sustainability	Mixta	Morfología y diseño urbano
9	Mohamed, N. M., Aboulsaadat, A. H., El-Darwish, I. I., & Abdel, A. G. E. A. (2024)	A Review of Effective Urban Strategies for Enhancing Pedestrian Thermal Comfort in High-Temperature Urban Environments	Journal of Engineering Research	Cualitativa	Modelos de confort adaptativo y gestión climática, infraestructura verde y azul
10	Zou, M., & Zhang, H. (2021)	Cooling Strategies for Thermal Comfort in Cities: A Review of Key Methods in Landscape Design	Environmental Science and Pollution Research	Cualitativa	Morfología y diseño urbano, infraestructura verde y azul

11	García, C., Zambrana-Vasquez, D., & Bartolomé, C. (2024)	Building Resilient Cities: A Comprehensive Review of Climate Change Adaptation Indicators for Urban Design	Energies	Cualitativa	Infraestructura verde y azul, modelos de confort adaptativo y gestión climática
12	Nsair, H., & Alnuaimi, A. (2025)	Advancing Sustainable Urban Design Through Semi-Transparent Photovoltaic Windows: A Comprehensive Review for Hot Climates	Civil Engineering and Architecture	Cualitativa	Edificación y materiales sostenibles
13	Mandic, L., Đjukic, A., Mari´c, J., & Mitrovic, B. (2024)	A Systematic Review of Outdoor Thermal Comfort Studies for the Urban (Re)Design of City Squares	Sustainability	Cualitativa	Morfología y diseño urbano, modelos de confort adaptativo y gestión climática
14	Santos, M. M., Ferreira, A. V., Lanzinha, J. C. G. (2022)	Passive Solar Systems for the Promotion of Thermal Comfort in African Countries: A Review	Energies	Cualitativa	Edificación y materiales sostenibles

La tabla que se presenta seguidamente organiza los artículos revisados en categorías temáticas que posibilitan identificar los distintos enfoques desde los que se aborda el diseño urbano adaptativo. Esta clasificación ofrece una visión más clara de cómo las investigaciones se distribuyen en torno a diferentes escalas y perspectivas, lo que facilita el análisis comparativo y la extracción de estrategias relevantes para el confort térmico en entornos urbanos cálidos.

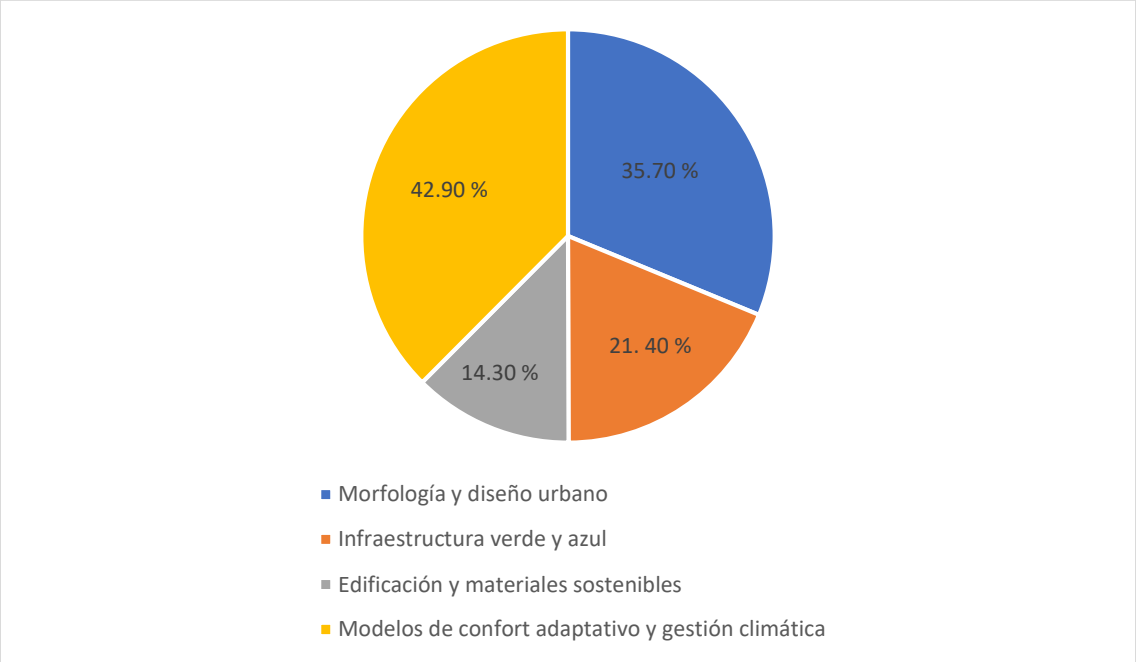
Tabla 3.
Categorías de los artículos seleccionados

Morfología y diseño urbano	Elkhayat et al. (2025); Aghakarimi et al. (2024); Zou y Zhang (2021); Mandic et al. (2024); Abimbola y Adedire (2023)
Infraestructura verde y azul	Cascone y Leuzzo (2023); García et al. (2024); Mohamed et al. (2024); Zou & Zhang (2021)
Edificación y materiales sostenibles	Santos et al. (2022); Saifudeen y Mani (2024); Nsair y Alnuaimi (2025)
Modelos de confort adaptativo y gestión climática	López-Pérez et al. (2019); Luo et al. (2019); Jeong et al. (2022); Mandic et al. (2024); García et al. (2024); Mohameed et al. (2024)

La figura 5 refleja que los artículos se concentran principalmente en los modelos de confort adaptativo y gestión climática (42,9 %), lo que sugiere un interés destacado por las estrategias de diseño arquitectónico vinculadas a la adaptación frente al cambio climático. También se observa una presencia importante de la morfología y el diseño urbano (35,7 %), que pone de relieve la preocupación por la organización espacial de las ciudades.

En proporciones menores aparecen la infraestructura verde y azul (21,4 %) y la edificación y materiales sostenibles (14,3 %), categorías que, si bien tienen menor peso relativo, aportan perspectivas complementarias en torno a la sostenibilidad urbana. En conjunto, la distribución muestra un panorama donde la adaptación climática y el diseño urbano ocupan un lugar central, sin dejar de lado enfoques materiales y ambientales que enriquecen la discusión académica.

Figura 5.
Porcentaje de categorías temáticas de los artículos



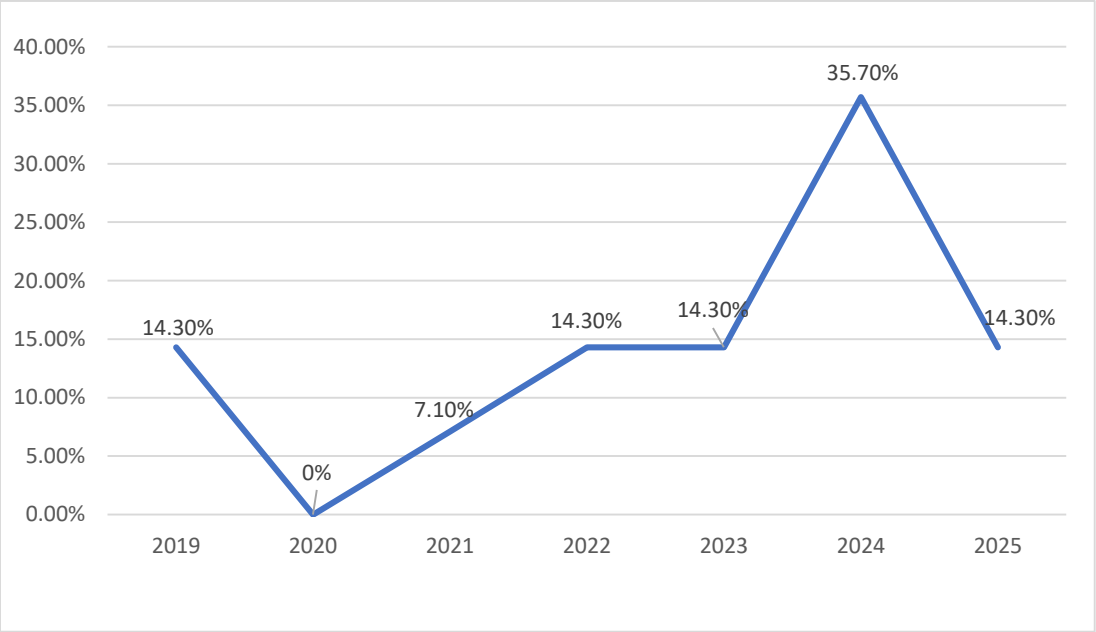
En la figura 6 se evidencia una evolución de la representatividad de los artículos a lo largo del periodo considerado en los criterios de selección. Tras una presencia inicial en 2019 (14,3 %), se observa una ausencia total de publicaciones en 2020, seguida de una recuperación progresiva en 2021 (7,1 %) y una estabilización

variable en 2022 y 2023 (14,3 % en ambos casos). El año 2024 marca un punto de inflexión con el valor más alto de la serie (35,7 %), lo que sugiere un incremento significativo en la atención investigativa en ese periodo.

Finalmente, en 2025 se retorna a un nivel más moderado (14,3 %), que, si bien implica una disminución respecto al año anterior, mantiene una presencia comparable a la de los primeros años analizados. En conjunto, la distribución sugiere una tendencia de consolidación reciente en este campo de investigación, con un auge marcado en 2024 que contrasta con la variabilidad de los años previos.

Figura 6.

Representatividad de los artículos seleccionados en función de su año de publicación



Discusión

El diseño urbano adaptativo se configura como un campo de estudio que articula soluciones multiescalares frente al reto del sobrecalentamiento y la mejora del confort térmico en entornos cálidos (Elkhayat et al., 2025; Santos et al., 2022). Estos estudios evidencian que la eficacia de estas estrategias no radica únicamente en intervenciones técnicas, sino también en la integración de dimensiones socioculturales y perceptuales que condicionan el confort térmico de los habitantes (Cascone & Leuzzo, 2023).

En este sentido, si bien se plantea el uso de la tecnología de aire acondicionado como herramienta de regulación térmica en zonas urbanas, la conducta de los ocupantes puede generar desbalances en el nivel de calentamiento interno (Luo et al., 2019). Por lo tanto, se debe priorizar la reducción del consumo energético en los edificios y la mitigación de las islas de calor urbanas. Para ello, se proponen soluciones basadas en la naturaleza que armonicen la relación entre el entorno urbano y las condiciones climáticas locales (Mohamed et al., 2024).

Se puede aprovechar la ventilación natural, por ejemplo, al tener un alto potencial refrigerante para los edificios. Con este fin, se deben tomar en cuenta dos cuestiones: las características del viento (velocidad, variabilidad, temperatura y forma) y el tamaño de la construcción (Santos et al., 2022). Si bien estas dos variables sirven para medir la capacidad del viento natural, es crucial estudiar sus características porque el aumento o reducción de la cantidad del viento condiciona el uso indiscriminado del aire acondicionado (Mandic et al., 2024).

Una alternativa al uso excesivo de energía es la ventilación cruzada y el uso de corrientes de aire, que mejoran significativamente la percepción de confort y reducen la necesidad de climatización mecánica. Además, se destaca que el sombreamiento de fachadas y ventanas disminuye la radiación directa y ayuda a mantener temperaturas interiores aceptables en edificios urbanos (López-Pérez et al., 2019; Abimbola & Adedire, 2023).

La incorporación de árboles y parques urbanos también reduce significativamente la radiación solar que reciben los peatones y las superficies, al mismo tiempo que disminuye la temperatura del aire mediante el proceso de evapotranspiración (Zou & Zhang, 2021; Jeong et al., 2022; Saifudeen & Mani, 2024). Los techos y muros verdes, entre otros, funcionan como aislantes térmicos que reducen las temperaturas superficiales de los

edificios, contribuyendo no solo a la regulación microclimática del entorno urbano, sino al bienestar de los habitantes (Cascone & Leuzzo, 2023).

El sombreado natural mediante arbolado urbano y vegetación en calles y plazas reduce igualmente la radiación solar directa y mejora la sensación térmica de los peatones. Aun así, se recomienda el uso de cubiertas y fachadas verdes como mecanismos de aislamiento térmico por su capacidad de disminuir tanto la temperatura superficial de los edificios como la del aire circundante (Zou & Zhang, 2021; García et al., 2024). Estas medidas favorecen el confort y contribuyen a reducir la demanda energética de refrigeración (Mohamed et al., 2024).

La vegetación y las superficies permeables son, asimismo, estrategias adaptativas esenciales, ya que contribuyen a enfriar el entorno mediante evapotranspiración y reducción del albedo urbano (Nsair & Alnuaimi, 2025; Aghakarimi et al., 2024). Se subraya que la combinación de soluciones basadas en la naturaleza con innovaciones tecnológicas genera un impacto mayor en el confort térmico que su aplicación aislada (Mandic et al., 2024).

De manera complementaria, la “infraestructura azul” se plantea como un recurso significativo para regular el microclima urbano. Elementos como fuentes, estanques, láminas de agua o corredores hídricos favorecen el enfriamiento evaporativo gracias a la capacidad térmica del agua para amortiguar las variaciones de temperatura (García et al., 2024). Esto provoca que los espacios urbanos próximos a cuerpos de agua sean más frescos durante los periodos de calor extremo. La integración de agua con vegetación potencia los beneficios de ambas, generando microclimas más estables y confortables (Cascone & Leuzzo, 2023).

Factores como la orientación de las calles, la relación de altura-ancho en cañones urbanos y la disposición de los edificios también inciden directamente en la circulación del aire y en la acumulación de calor (Elkhayat et al., 2025). En tal sentido, una planificación adecuada permite aprovechar la ventilación natural y evitar la formación de bolsas de aire caliente en áreas residenciales o de uso público. La ventilación cruzada, en particular, se identifica como clave para mantener la renovación del aire fresco, reduciendo así la dependencia de sistemas mecánicos de climatización (Mohamed et al., 2024; García et al., 2024).

El tejido urbano tradicional y compacto, con calles estrechas y trazado orgánico, puede contribuir, del mismo modo, a reducir la radiación solar en superficies y a limitar la penetración de vientos calientes durante el día (Luo et al., 2019; López-Pérez et al., 2019). Este patrón genera sombreamiento y confinamiento espacial, lo que atenúa el calor en horas diurnas, aunque dificulta la entrada de vientos fríos durante la noche. En contraste, los tejidos más abiertos y con materiales oscuros, como los asfaltos o fachadas incompatibles con el clima, presentan temperaturas más altas y menor capacidad de regulación térmica (Aghakarimi et al., 2024).

Los diseños que son capaces de responder a cambios en las condiciones climáticas extremas integran tipologías edificatorias, materiales y configuraciones espaciales adaptadas al contexto local. La creación de corredores de ventilación y el uso de materiales de alta reflectancia se presentan como medidas eficaces para esta función (Mandic et al., 2024; Jeong et al., 2022; Cascone & Leuzzo, 2023).

Las estrategias de adaptación edilicia frente a escenarios de calentamiento global se concentran en diversas medidas pasivas y activas. Entre otras, es necesaria la disposición de ventanas que faciliten la ventilación cruzada, algo que reduce la acumulación de calor (Saifudeen & Mani, 2024). Además, el uso de techos fríos, pavimentos reflectantes y colores claros ayuda a disminuir la absorción de calor y a mantener temperaturas interiores más estables (Abimbola & Adedire, 2023).

Las estrategias pasivas, como la ventilación cruzada, el sombreamiento urbano, el uso de materiales reflectantes y la incorporación de techos o muros verdes, representan una primera línea de defensa contra el sobrecalentamiento. Pese a ello, estas estrategias deben complementarse con soluciones activas eficientes (absorción de energía solar y conductos de agua fría) que aseguren un desempeño sostenible de los edificios a lo largo del tiempo (Luo et al., 2019; Elkhayat et al., 2025). En conjunto, estas medidas constituyen una respuesta adaptativa indispensable para reducir la vulnerabilidad de las ciudades frente a escenarios de calor extremo cada vez más frecuentes (Cascone & Leuzzo, 2023).

Para la protección solar, se requiere que en las zonas acristaladas existan elementos arquitectónicos que protejan de las ganancias solares. También pueden utilizarse dispositivos fijos, como las lamas horizontales y verticales, para reducir la incidencia de la luz solar antes de que atraviese el vidrio (Mohamed et al., 2024). Estas lamas deben permanecer a una distancia considerable para que la radiación térmica absorbida no se expanda al interior de todo el edificio (Santos et al., 2022).

Otras estrategias pasivas clave identificadas son los materiales urbanos sostenibles y reflectivos, tales como pavimentos fríos, superficies de alto albedo y materiales permeables que contribuyen a disminuir la absorción y retención de calor en calles y edificios (Zou & Zhang, 2021; Nsair & Alnuaimi, 2025). Esto no solo reduce las temperaturas en los exteriores, sino que favorece la eficiencia energética en interiores (García et al., 2024).

El denominado retrofitting emerge como la vía más relevante para adaptar el entorno edificado existente a la sostenibilidad y al cambio climático (Santos et al., 2022). Se trata de un proceso de intervención que toma en cuenta parámetros críticos que incluyen la relación ventana-muro, el coeficiente de ganancia solar de los acristalamientos, los valores de transmisión térmica (U-values) y el grosor del aislamiento (Saifudeen & Mani, 2024; Mandic et al., 2024).

La efectividad de estas soluciones, no obstante, depende de su adaptación al contexto local, donde factores como la acumulación de polvo, la durabilidad de los materiales frente a temperaturas extremas y las regulaciones urbanísticas condicionan su viabilidad (Jeong et al., 2022; Luo et al., 2019). A ello se suma la dimensión estética y cultural, pues la aceptación social de estas medidas se incrementa cuando las intervenciones se integran armónicamente al diseño arquitectónico y respetan elementos tradicionales de la identidad urbana (García et al., 2024).

La incorporación de medidas pasivas y activas debe considerar las prácticas cotidianas de los usuarios, así como su percepción del confort. Por ello, se debe tener en cuenta la relevancia de los modelos de confort adaptativo, que reconocen la capacidad de las personas para ajustarse a condiciones ambientales mediante hábitos, expectativas y uso de los espacios (López-Pérez, 2019; Elkhayat et al., 2025). Este enfoque plantea que el confort no depende solo de parámetros físicos (temperatura, humedad y radiación solar), sino también de factores sociales y culturales que inciden en la forma en que los ciudadanos experimentan el calor (Jeong et al., 2022).

Conclusiones

La revisión integrativa permitió identificar que las estrategias de diseño urbano adaptativo más eficaces para mejorar el confort térmico en entornos urbanos cálidos combinan medidas pasivas y activas orientadas tanto a la configuración espacial como a la gestión ambiental. Entre ellas destacan la ventilación cruzada y natural, el sombreamiento urbano, la incorporación de infraestructuras verdes y azules y el uso de materiales sostenibles y reflectivos, todas con un impacto positivo en la mitigación de las islas de calor urbanas y la reducción de la demanda energética.

La evidencia científica analizada coincide en que el confort térmico no depende únicamente de variables físicas, sino que se vincula estrechamente con factores socioculturales y perceptuales, lo que refuerza la relevancia de los modelos de confort adaptativo. Asimismo, se observa un énfasis creciente en soluciones basadas en la naturaleza, las cuales, integradas con innovaciones tecnológicas, ofrecen resultados más consistentes frente a escenarios de cambio climático. En suma, las estrategias revisadas muestran un campo de estudio en crecimiento que apunta hacia un urbanismo resiliente y sostenible, donde la adaptación climática y el bienestar de los habitantes constituyen ejes centrales del diseño arquitectónico contemporáneo.

Referencias

Abedin, T., Rahman, M. M., Hasan Joy, Z., Alnamasi, K., Badruddin, I. A., Bashir, M. N., & Nur-E-Alam, M. (2025). Advancing comfort and efficiency: Radiant heating and cooling systems for sustainable architecture. *Building and Environment, 282*, Article 113234. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2025.113234

Afolabi, S. A., & Adedire, F. (2023). Adaptive strategies used in urban houses to overheating: A systematic review. *Journal of Contemporary Urban Affairs, 7*(2), 106–126. https://doi.org/10.25034/ijcua.2023.v7n2-7

Aderinsola, A., Dare-Abel, O., Arayela, O., & Ajayi, O. (2025). Evaluating thermal comfort standards of residential housing in tropical climates: A systematic review. *Journal of Built Environment and Geological Research, 8*(4), 341–354. https://doi.org/10.70382/ajbegr.v8i4.045

Aghakarimi, A., Abdolhadi, S., & Kheyroddin, R. (2024). Investigation of the physical components and indicators responsive to climate change and thermal comfort with emphasis on hot-dry climate. *Journal of Urban Management and Energy Sustainability, 5*(3), 197–219. https://doi.org/10.22034/ijumes.2024.2024967.1204

Alavipanah, S. K., Mansourmoghaddam, M., Gomeh, Z., Galehban, E., & Hamzeh, S. (2022). The reciprocal effect of global warming and climatic change (new perspective): A review. *Desert, 27*(2), 291–305. https://doi.org/10.22059/jdesert.2022.90831

Almashhour, R., Kolo, J., & Beheiry, S. (2024). Critical reflections on strategies for mitigating and adapting to urban heat islands. *International Journal of Urban Sustainable Development, 16*(1), 144–162. https://doi.org/10.1080/19463138.2024.2350205

Askar, R., Bragança, L., & Gervásio, H. (2021). Adaptability of buildings: A critical review on the concept evolution. *Applied Sciences, 11*(10), Article 4483. https://doi.org/10.3390/app11104483

Cascone, S., & Leuzzo, A. (2023). Thermal comfort in the built environment: A digital workflow for the comparison

of different green infrastructure strategies. *Atmosphere, 14*, Article 685. https://doi.org/10.3390/atmos14040685
Cassarino, M., Shahab, S., & Biscaya, S. (2021). Envisioning happy places for all: A systematic review of the impact of transformations in the urban environment on the wellbeing of vulnerable groups. *Sustainability, 13*, Article 8086. https://doi.org/10.3390/su13148086
Egerer, M., Haase, D., McPhearson, T., Frantzeskaki, N., Andersson, E., Nagendra, H., & Ossola, A. (2021). Urban change as an untapped opportunity for climate adaptation. *npj Urban Sustainability, 1*(1), Article 22. https://doi.org/10.1038/s42949-021-00024-y
Elkhayat, K., Abdelhafez, M. H. H., Altaf, F., Sharples, S., Alshenaifi, M. A., Alfraidi, S., Aldersoni, A., Albaqawy, G., & Ragab, A. (2025). Urban geometry as a climate adaptation strategy for enhancing outdoor thermal comfort in a hot desert climate. *Frontiers of Architectural Research, 14*(2), 525–544. https://doi.org/10.1016/j.foar.2024.08.004
Faragalla, A. M., & Asadi, S. (2022). Biomimetic design for adaptive building façades: A paradigm shift towards environmentally conscious architecture. *Energies, 15*(15), Article 5390. https://doi.org/10.3390/en15155390
Faraji, A., Rashidi, M., Rezaei, F., & Rahnamayiezekavat, P. (2023). A meta-synthesis review of occupant comfort assessment in buildings (2002–2022). *Sustainability, 15*(5), Article 4303. https://doi.org/10.3390/su15054303
Ferrario, F., Mourato, J. M., Rodrigues, M. S., & Dias, L. F. (2024). Evaluating nature-based solutions as urban resilience and climate adaptation tools: A meta-analysis of their benefits on heatwaves and floods. *Science of the Total Environment, 950*, Article 175179. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.175179
Fu, Q., Zheng, Z., Sarker, M. N. I., & Lv, Y. (2024). Combating urban heat: Systematic review of urban resilience and adaptation strategies. *Heliyon, 10*(17), Article e37001. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e37001
García, C., Zambrana-Vasquez, D., & Bartolomé, C. (2024). Building resilient cities: A comprehensive review of climate change adaptation indicators for urban design. *Energies, 17*, Article 1959. https://doi.org/10.3390/en17081959
Gorzka, J., Burda, I., & Nyka, L. (2025). Walkability and flood resilience: Public space design in climate-sensitive urban environments. *Urban Planning, 10*, Article 9561. https://doi.org/10.17645/up.9561
Jaušovec, M., & Gabrovec, B. (2023). Architectural evaluation of healthcare facilities: A comprehensive review and implications for building design. *Buildings, 13*(12), Article 2926. https://doi.org/10.3390/buildings13122926
Jeong, B., Kim, J., Chen, D., & De Dear, R. (2022). Comparison of residential thermal comfort in two different climates in Australia. *Building and Environment, 211*, Article 108706. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108706
Kajjoba, D., Wesonga, R., Lwanyaga, J. D., Kasedde, H., Olupot, P. W., & Kirabira, J. B. (2025). Assessment of thermal comfort and its potential for energy efficiency in low-income tropical buildings: A review. *Sustainable Energy Research, 12*(1), Article 25. https://doi.org/10.1186/s40807-025-00169-9
Li, X., Stringer, L. C., & Dallimer, M. (2022). The impacts of urbanisation and climate change on the urban thermal environment in Africa. *Climate, 10*(11), Article 164. https://doi.org/10.3390/cli10110164
Lin, J., & Brown, R. D. (2021). Integrating microclimate into landscape architecture for outdoor thermal comfort: A systematic review. *Land, 10*(2), Article 196. https://doi.org/10.3390/land10020196
Liu, C., Lu, S., Tian, J., Yin, L., Wang, L., & Zheng, W. (2024). Research overview on urban heat islands driven by computational intelligence. *Land, 13*(12), Article 2176. https://doi.org/10.3390/land13122176
Liu, T., Wang, Y., Zhang, L., Xu, N., & Tang, F. (2025). Outdoor thermal comfort research and its implications for landscape architecture: A systematic review. *Sustainability, 17*(5), Article 2330. https://doi.org/10.3390/su17052330
López-Pérez, L. A., Flores-Prieto, J. J., & Ríos-Rojas, C. (2019). Adaptive thermal comfort model for educational buildings in a hot-humid climate. *Building and Environment, 150*, 181–194. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.12.011
Luo, M., Ke, Z., Ji, W., Wang, Z., Cao, B., Zhou, X., & Zhu, Y. (2019). The time-scale of thermal comfort adaptation in heated and unheated buildings. *Building and Environment, 151*, 175–186. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.01.042
Ma, Q., Qian, G., Yu, M., Li, L., & Wei, X. (2024). Performance of windcatchers in improving indoor air quality, thermal comfort, and energy efficiency: A review. *Sustainability, 16*(20), Article 9039. https://doi.org/10.3390/su16209039
Macaione, I., Raffa, A., & Andaloro, B. (2024). Climate-adaptive nature-based regenerative urban green

streetscapes: Design exploration from the city of Matera. *Sustainability, 16*(16), Article 6811. https://doi.org/10.3390/su16166811
Makanadar, A. (2024). Neuro-adaptive architecture: Buildings and city design that respond to human emotions, cognitive states. *Research in Globalization, 8*, Article 100222. https://doi.org/10.1016/j.resglo.2024.100222
Mandić, L., Đjukić, A., Marić, J., & Mitrović, B. (2024). A systematic review of outdoor thermal comfort studies for the urban (re)design of city squares. *Sustainability, 16*(12), Article 4920. https://doi.org/10.3390/su16124920
Mlote, D. S., Budig, M., & Cheah, L. (2024). Adaptability of buildings: A systematic review of current research. *Frontiers in Built Environment, 10*, Article 1376759. https://doi.org/10.3389/fbuil.2024.1376759
Mohamed, N. M., Aboulsaadat, A. H., El-Darwish, I. I., & Abdel, A. G. E. A. (2024). A review of effective urban strategies for enhancing pedestrian thermal comfort in high-temperature urban environments. *Journal of Engineering Research, 8*(4), 1–21. https://search.emarefa.net/detail/BIM-1757578
Nsair, H., & Alnuaimi, A. (2025). Advancing sustainable urban design through semi-transparent photovoltaic windows: A comprehensive review for hot climates. *Civil Engineering and Architecture, 13*(4), 3429–3446. https://doi.org/10.13189/cea.2025.130441
Oermann, M. H., & Knafl, K. A. (2021). Strategies for completing a successful integrative review. *Nurse Author & Editor, 31*(3–4), 65–68. https://doi.org/10.1111/nae2.30
Özbey, M. F., & Turhan, C. (2024). Investigating the relationship between thermal comfort and human psychology: A review. *Journal of Building Design and Environment, 3*(2). https://doi.org/10.37155/2811-0730-0302-16
Probst, N., Bach, P. M., Cook, L. M., Maurer, M., & Leitão, J. P. (2022). Blue-green systems for urban heat mitigation: Mechanisms, effectiveness and research directions. *Blue-Green Systems, 4*(2), 348–376. https://doi.org/10.2166/bgs.2022.028
Saifudeen, A., & Mani, M. (2024). Adaptation of buildings to climate change: An overview. *Frontiers in Built Environment, 10*, Article 1327747. https://doi.org/10.3389/fbuil.2024.1327747
Sánchez-Serrano, S., Pedraza-Navarro, I. P., & Donoso-González, M. D. (2022). ¿Cómo hacer una revisión sistemática siguiendo el protocolo PRISMA?: Usos y estrategias fundamentales para su aplicación en el ámbito educativo a través de un caso práctico. *Bordón: Revista de Pedagogía, 74*(3), 51–66. https://doi.org/10.13042/Bordon.2022.95090
Sansaniwal, S. K., Mathur, J., & Mathur, S. (2022). Review of practices for human thermal comfort in buildings: Present and future perspectives. *International Journal of Ambient Energy, 43*(1), 2097–2123. https://doi.org/10.1080/01430750.2020.1725629
Santos, M. M., Ferreira, A. V., & Lanzinha, J. C. G. (2022). Passive solar systems for the promotion of thermal comfort in African countries: A review. *Energies, 15*(23), Article 9167. https://doi.org/10.3390/en15239167
Sari, D. P. (2021). A review of how building mitigates the urban heat island in Indonesia and tropical cities. *Earth, 2*(3), 653–666. https://doi.org/10.3390/earth2030038
Shafiei-Dastjerdi, M., Ghaffari, A., & Lak, A. (2022). Unveiling the concept of spatial resilience in urban design: A systematic qualitative review. *Bāgh-e Nazar, 19*, 69–80. https://doi.org/10.22034/BAGH.2022.285630.4884
Sholanke, A., Ekhaese, O., Faleti, M., & Ukaigwe, K. (2022). Users' perception of comfort experienced in academic buildings of selected universities in Ogun State, Nigeria. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1054*, Article 012026. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1054/1/012026
Vaughan, J., Alghamdi, S., & Tang, W. (2025). Thermal comfort in classrooms in NSW Australia: Learning from international practice: A systematised review. *Sustainability, 17*(13), Article 5879. https://doi.org/10.3390/su17135879
Mehr, S. Y., & Wilkinson, S. (2021). A model for assessing adaptability in heritage buildings. *International Journal of Conservation Science, 12*(1), 88–104.
Zeng, X., Yu, Y., Yang, S., Lv, Y., & Sarker, M. N. I. (2022). Urban resilience for urban sustainability: Concepts, dimensions, and perspectives. *Sustainability, 14*(5), Article 2481. https://doi.org/10.3390/su14052481
Zhou, W., Pickett, S. T., & McPhearson, T. (2021). Conceptual frameworks facilitate integration for transdisciplinary urban science. *npj Urban Sustainability, 1*(1), Article 11. https://doi.org/10.1038/s42949-020-00011-9
Zou, M., & Zhang, H. (2021). Cooling strategies for thermal comfort in cities: A review of key methods in landscape design. *Environmental Science and Pollution Research, 28*(44), 62640–62650. https://doi.org/10.1007/s11356-021-15172-y