

## Forma urbana densa enfría el día pero retiene calor nocturno

Dense urban form cools the day but retains heat at night

A densidade urbana arrefece o dia, mas retém o calor noturno

Pérez-Guerrero, Miguel  
Universidad Técnica Estatal de Quevedo  
[mperezg3@uteq.edu.ec](mailto:mperezg3@uteq.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-8023-9972>



Chévez-Franco, Gabriel Andrés  
Universidad Técnica Estatal de Quevedo  
[gchevezf@uteq.edu.ec](mailto:gchevezf@uteq.edu.ec)  
<https://orcid.org/0009-0008-6237-5162>



Macías-Chan, Kelly Valentina  
Universidad Técnica Estatal del Quevedo  
[kmaciasc4@uteq.edu.ec](mailto:kmaciasc4@uteq.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0001-9860-5507>



Vinueza-Mendoza, Glenn Walter  
Universidad Técnica Estatal del Quevedo  
[gvinueza@uteq.edu.ec](mailto:gvinueza@uteq.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-6414-3532>



DOI / URL: <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v7/nE1/1290>

### Como citar:

Pérez-Guerrero, M., Chévez-Franco, G. A., Macías-Chan, K. V., & Vinueza-Mendoza, G. W. (2026). Forma urbana densa enfría el día pero retiene calor nocturno. *Código Científico Revista De Investigación*, 7(E1), 269–289.

Recibido: 05/02/2026

Aceptado: 03/03/2026

Publicado: 31/03/2026

### Resumen

La intensificación del calor urbano ha convertido a la forma de la ciudad en un factor decisivo para comprender los efectos microclimáticos de la urbanización contemporánea, por lo que este artículo analiza cómo la compactación urbana puede atenuar el calentamiento diurno y, al mismo tiempo, favorecer la retención térmica nocturna. Se empleó una metodología cualitativa de carácter exploratorio, sustentada en una revisión bibliográfica especializada de estudios teóricos, empíricos y de modelación urbana sobre morfología, densidad edificatoria, cañones urbanos, ventilación, almacenamiento térmico e isla de calor urbana. Los resultados muestran que la geometría densa puede reducir la exposición solar directa y moderar parte del estrés térmico durante el día mediante el sombreado, pero también restringe la pérdida radiativa, disminuye la ventilación y prolonga la permanencia del calor durante la noche. En consecuencia, se concluye que la forma urbana densa no enfría ni calienta de manera absoluta, sino que redistribuye temporalmente el calor, lo que exige estrategias de planificación que equilibren sombra diurna, ventilación y enfriamiento nocturno.

**Palabras clave:** forma urbana; isla de calor urbana; densidad edificatoria; calor nocturno; microclima urbano.

### Abstract

The intensification of urban heat has made the shape of cities a decisive factor in understanding the microclimatic effects of contemporary urbanization. This article analyzes how urban compactness can mitigate daytime warming and, at the same time, promote nighttime heat retention. An exploratory qualitative methodology was used, based on a specialized literature review of theoretical, empirical, and urban modeling studies on morphology, building density, urban canyons, ventilation, thermal storage, and urban heat islands. The results show that dense geometry can reduce direct solar exposure and moderate some of the thermal stress during the day through shading, but it also restricts radiative loss, decreases ventilation, and prolongs the permanence of heat during the night. Consequently, it is concluded that dense urban form does not cool or heat in an absolute sense, but rather temporarily redistributes heat, requiring planning strategies that balance daytime shade, ventilation, and nighttime cooling.

**Keywords:** urban form; urban heat island; building density; nighttime heat; urban microclimate.

### Resumo

A intensificação do calor urbano tornou a forma da cidade um fator decisivo para compreender os efeitos microclimáticos da urbanização contemporânea. Por isso, este artigo analisa como a compactação urbana pode atenuar o aquecimento diurno e, ao mesmo tempo, favorecer a retenção térmica noturna. Foi utilizada uma metodologia qualitativa de caráter exploratório, baseada numa revisão bibliográfica especializada de estudos teóricos, empíricos e de modelagem urbana sobre morfologia, densidade de edificação, canhões urbanos, ventilação, armazenamento térmico e ilha de calor urbana. Os resultados mostram que a geometria densa pode reduzir a exposição solar direta e moderar parte do stress térmico durante o dia por meio da sombra, mas também restringe a perda radiativa, diminui a ventilação e prolonga a permanência do calor durante a noite. Consequentemente, conclui-se que a forma urbana densa não arrefece nem aquece de forma absoluta, mas redistribui temporariamente o calor, o que exige estratégias de planejamento que equilibrem a sombra diurna, a ventilação e o arrefecimento noturno.

**Palavras-chave:** forma urbana; ilha de calor urbana; densidade de edificação; calor noturno; microclima urbano.

## Introducción

La intensificación del calor urbano se ha convertido en una de las expresiones más tangibles de la interacción entre urbanización acelerada y cambio climático. En ese contexto, la forma urbana ya no puede entenderse solo como una categoría morfológica o estética, sino como un determinante climático de primer orden. El problema central que articula este artículo radica en que la densificación, frecuentemente defendida por sus ventajas en eficiencia del suelo, movilidad y servicios, produce efectos térmicos ambivalentes: puede atenuar parte del calentamiento diurno mediante sombra y reducción de la exposición solar directa, pero a la vez favorecer la acumulación y liberación tardía del calor, intensificando el sobrecalentamiento nocturno. Esta asimetría diurna-nocturna es crucial, porque la isla de calor urbana suele alcanzar su máxima intensidad durante la noche, cuando el calor almacenado en superficies y volúmenes edificados se libera y reduce la velocidad de enfriamiento del tejido urbano frente a su entorno no urbanizado (Li et al., 2020; Oke, 1981).

La aparente paradoja térmica de la ciudad compacta se explica por mecanismos físicos bien documentados. La reducción del factor de visión del cielo en tejidos densos limita la entrada de radiación solar en determinadas horas del día y genera sombreado sobre calles, muros y superficies peatonales; sin embargo, esa misma geometría restringe la pérdida radiativa nocturna y puede disminuir la ventilación, prolongando la permanencia del calor en el cañón urbano. En Beijing, Chen et al. (2021) mostraron que las áreas más obstruidas presentan temperaturas superficiales más altas por la noche, mientras que durante el día la relación entre factor de visión del cielo y temperatura cambia por efecto del sombreado. A escala experimental, Chen et al. (2020) encontraron que los cañones urbanos más anchos reciben más radiación y son más cálidos durante el día, pero también se enfrían más rápido por la noche; en paralelo, Ali-Toudert (2021) evidenció que construcciones masivas favorecen el

calentamiento nocturno, mientras que materiales más ligeros tienden a desplazar el calentamiento hacia el día, efecto que se intensifica en cañones profundos.

No obstante, la literatura no autoriza simplificaciones lineales. La influencia de la densidad depende de la escala de análisis, del indicador térmico empleado —temperatura superficial, temperatura del aire o estrés térmico—, del clima de fondo y de la combinación con otros atributos urbanos. Precisamente por ello, una parte del problema científico consiste en que resultados aparentemente contradictorios suelen provenir de métricas diferentes o de contextos morfoclimáticos no equivalentes. Stewart y Oke (2012) propusieron las Local Climate Zones como un marco comparativo para clasificar formas urbanas según estructura, cobertura y actividad humana, lo que permitió estandarizar estudios térmicos entre ciudades. Más recientemente, Yang et al. (2024) sostienen que los efectos de la morfología urbana sobre las islas de calor superficial y de dosel no admiten soluciones universales, y subrayan que la densidad edificatoria baja debe priorizarse especialmente cuando se pretende mitigar el calentamiento del dosel urbano. Así, el debate ya no es si la densidad “calienta” o “enfía” en términos absolutos, sino bajo qué condiciones enfía de día y retiene calor de noche.

Entre los factores que explican y agravan este problema destacan la densidad constructiva, la altura y volumen edificados, la relación altura-ancho del cañón, la fracción impermeable, la inercia térmica de los materiales, la reducción de cobertura vegetal, el calor antropogénico y la menor capacidad de ventilación. Li et al. (2020) muestran que la intensidad de la isla de calor urbana se relaciona directamente con la densidad y la morfología urbana; además, señalan que el calor nocturno futuro asociado a efectos urbanos puede intensificarse bajo escenarios de urbanización. Desde la física urbana, estos factores alteran simultáneamente el balance radiativo, el reparto entre flujos sensible y latente, la capacidad de almacenamiento térmico y la disipación turbulenta del calor. En consecuencia, la forma urbana densa no solo modifica temperaturas instantáneas, sino también la duración, el desfase y la persistencia

temporal del calor, aspecto decisivo para comprender la exposición térmica acumulada de la población.

Las afectaciones derivadas de esta retención térmica nocturna trascienden el plano climático y alcanzan la salud pública, el consumo energético y la equidad socioespacial. La evidencia disponible indica que las temperaturas mínimas elevadas son especialmente problemáticas porque limitan la recuperación fisiológica nocturna. En un análisis de cinco ciudades españolas, Cuervo-Vilches et al. (2023) observaron el efecto de la isla de calor urbana en las temperaturas mínimas, pero no en las máximas, lo que refuerza la centralidad del componente nocturno. En Londres, Murage et al. (2017) mostraron que las altas temperaturas nocturnas se asocian con un riesgo adicional de mortalidad relacionada con el calor. A ello se añade que las noches más cálidas incrementan la demanda de enfriamiento en viviendas, profundizando desigualdades en hogares con menor acceso a aislamiento, ventilación o climatización mecánica. Por tanto, la discusión sobre forma urbana densa no es meramente geométrica: involucra habitabilidad, salud y resiliencia urbana.

La relevancia contemporánea del tema se amplifica bajo escenarios de expansión urbana futura. Huang et al. (2021), al modelar la expansión urbana en China, India y Nigeria, encontraron un patrón diurno diferencial: la expansión urbana puede reducir ligeramente el estrés térmico durante el día, pero lo incrementa sustancialmente por la noche, en promedio alrededor de 1 °C y hasta 2–3 °C en varias mega-regiones urbanas. Incluso con medidas como cubiertas frías, el riesgo nocturno persiste. Este hallazgo es especialmente significativo para el Sur Global, donde el crecimiento urbano será más intenso en las próximas décadas y donde la vulnerabilidad social al calor puede ser mayor. De allí que el problema no consista únicamente en mitigar picos térmicos vespertinos, sino en evitar que la ciudad densa se convierta en una infraestructura de almacenamiento térmico que prolongue el estrés más allá del atardecer.

Desde esta perspectiva, la justificación del presente artículo de revisión es doble. En términos científicos, resulta necesario integrar hallazgos dispersos de estudios experimentales, modelaciones urbanoclimáticas, análisis satelitales y marcos tipológicos como las Local Climate Zones para esclarecer en qué condiciones la densidad urbana opera como moderadora diurna y como amplificadora nocturna del calor. En términos aplicados, dicha síntesis puede orientar decisiones de planificación, diseño de calles, selección de materiales, proporción entre compacidad y apertura, y combinación entre densificación y soluciones basadas en vegetación o ventilación. La viabilidad de esta revisión es alta porque existe un corpus robusto, acumulativo y metodológicamente diverso que permite contrastar mecanismos, escalas y climas, desde estudios fundacionales sobre geometría de cañones hasta investigaciones recientes sobre diferencias entre islas de calor de superficie y de dosel urbano (Oke, 1981; Stewart & Oke, 2012; Yang et al., 2024).

En consecuencia, el objetivo de este artículo es analizar críticamente, a partir de la revisión bibliográfica especializada, cómo la forma urbana densa modifica el comportamiento térmico de la ciudad a lo largo del ciclo diurno, con énfasis en los mecanismos por los cuales puede atenuar el calentamiento durante el día y, simultáneamente, favorecer la retención de calor durante la noche; asimismo, busca identificar los factores morfológicos y biofísicos que median este comportamiento y discutir sus implicaciones para la salud urbana, la eficiencia energética y la planificación climáticamente sensible.

## Metodología

La metodología empleada en este artículo corresponde a un enfoque cualitativo, de carácter exploratorio, sustentado en una revisión bibliográfica orientada a identificar, organizar e interpretar la producción científica relacionada con la influencia de la forma urbana densa sobre el comportamiento térmico diurno y nocturno. Dado que el objetivo del trabajo no es

medir empíricamente un fenómeno en un contexto local específico, sino examinar críticamente el estado del conocimiento disponible, se optó por una estrategia de revisión centrada en la recopilación sistemática de literatura especializada, con énfasis en estudios teóricos, empíricos y de modelación urbana vinculados con la isla de calor urbana, la morfología urbana, los cañones urbanos, la densidad edificatoria, el almacenamiento térmico y las diferencias entre el calentamiento diurno y la retención nocturna del calor.

La búsqueda bibliográfica se desarrolló mediante una exploración exhaustiva de fuentes académicas indexadas y literatura científica pertinente en bases de datos de alta visibilidad y rigor, priorizando artículos publicados en revistas arbitradas, libros académicos, capítulos de libro y documentos técnicos con respaldo institucional. Para ello, se definieron combinaciones de palabras clave en español e inglés relacionadas con los ejes conceptuales del estudio, entre ellas: forma urbana, densidad urbana, morfología urbana, isla de calor urbana, calor nocturno, enfriamiento diurno, cañón urbano, ventilación urbana, almacenamiento térmico y clima urbano. Estas expresiones se articularon mediante operadores booleanos para ampliar o restringir la búsqueda según la pertinencia de los resultados, procurando recuperar literatura que abordara tanto los mecanismos físicos del fenómeno como sus implicaciones para la planificación urbana, la salud y la resiliencia climática.

Como criterio general de selección, se priorizaron documentos que presentaran relación directa con el objetivo del estudio, es decir, aquellos que permitieran comprender de qué manera la compacidad urbana puede producir efectos térmicos diferenciados entre el día y la noche. En ese sentido, se incluyeron investigaciones que analizaran la influencia de variables morfológicas tales como densidad de edificación, altura y separación entre edificios, factor de visión del cielo, orientación urbana, materiales constructivos, cobertura vegetal y capacidad de ventilación. También se incorporaron estudios que compararan distintas escalas de análisis, desde el nivel del cañón urbano hasta el barrio o la ciudad, así como trabajos desarrollados en

diferentes contextos climáticos, con el propósito de reconocer regularidades, divergencias y condicionantes territoriales en la manifestación del fenómeno. Se excluyeron publicaciones sin respaldo académico verificable, documentos repetidos, trabajos con escasa relación temática y estudios cuya información resultara insuficiente para el análisis interpretativo planteado.

Una vez reunido el corpus documental, se procedió a una fase de revisión analítica basada en lectura comprensiva, clasificación temática y contraste de contenidos. En esta etapa, los textos seleccionados fueron organizados en matrices de análisis que facilitaron el registro de aspectos centrales como autoría, año de publicación, contexto geográfico, enfoque metodológico, variables urbanas examinadas, tipo de indicador térmico empleado y principales hallazgos. Este procedimiento permitió identificar patrones recurrentes, tensiones interpretativas y vacíos de investigación. De forma paralela, se diferenciaron los estudios según abordaran predominantemente la temperatura superficial, la temperatura del aire, el estrés térmico o la intensidad de la isla de calor urbana, ya que estas distinciones resultan fundamentales para evitar simplificaciones y para interpretar con mayor precisión los aparentes contrastes en la literatura.

El análisis de la información se realizó mediante una lógica de síntesis crítica e interpretación comparativa. No se buscó únicamente describir resultados previos, sino articularlos dentro de un marco de comprensión que explicara por qué ciertas configuraciones urbanas pueden reducir la exposición térmica diurna a través del sombreado y, al mismo tiempo, limitar el enfriamiento nocturno por efecto de la menor pérdida radiativa, la mayor masa térmica y la restricción de la ventilación. Bajo este enfoque, la revisión permitió relacionar dimensiones físicas, ambientales y urbanísticas que en numerosos estudios aparecen tratadas de forma fragmentada. Asimismo, se valoró la pertinencia de cada documento en función de su capacidad para aportar evidencia sobre la ambivalencia térmica de la ciudad densa, eje conceptual que estructura el presente artículo.

Por su naturaleza exploratoria, esta metodología no pretende agotar la totalidad de la producción científica existente, sino ofrecer una aproximación rigurosa, argumentada y coherente al estado actual del conocimiento sobre el tema. Su fortaleza radica en la integración de perspectivas diversas y en la posibilidad de construir una visión comprehensiva de un problema complejo, multidimensional y de creciente importancia para la investigación urbana contemporánea. En consecuencia, la revisión bibliográfica aquí desarrollada constituye una base válida para discutir implicaciones teóricas y prácticas, así como para orientar futuras investigaciones y decisiones de planificación climáticamente sensible en contextos urbanos cada vez más densos.

## Resultados

### Comportamiento térmico diferencial de la forma urbana densa

La literatura especializada coincide en que la forma urbana densa no actúa como un dispositivo térmico de efecto único, homogéneo ni constante a lo largo del día. Por el contrario, su incidencia sobre el microclima urbano es marcadamente diferencial y depende de la interacción entre geometría edificada, almacenamiento de energía, intercambio radiativo, ventilación y propiedades de los materiales. Esta complejidad explica por qué la compacidad urbana puede asociarse, en determinadas horas, con una moderación relativa del calentamiento y, en otras, con una intensificación de la persistencia térmica. Desde una perspectiva físico-climática, la densidad no elimina el calor; más bien lo redistribuye temporal y espacialmente dentro del sistema urbano. Li et al. (2020) muestran que la intensidad de la isla de calor urbana no solo está relacionada con el tamaño de la ciudad, sino también con la densidad edificatoria y con un efecto de amplificación mutua entre los distintos espacios urbanos. De manera complementaria, Oke, Mills, Christen y Voogt (2017) plantean que la estructura tridimensional de la ciudad modifica simultáneamente los flujos radiativos, el almacenamiento térmico y la

ventilación, de modo que la respuesta térmica de los tejidos compactos debe analizarse como una dinámica de balance energético y no como una simple elevación lineal de temperatura.

En ese marco, el comportamiento térmico diferencial de la forma urbana densa se comprende mejor cuando se distingue entre escalas y variables. No es lo mismo estudiar temperatura superficial que temperatura del aire, ni resulta metodológicamente equivalente evaluar el fenómeno desde el confort térmico peatonal, la intensidad de la isla de calor de dosel o la isla de calor superficial derivada de sensores remotos. Yang et al. (2024) advierten precisamente que las islas de calor superficial y de dosel obedecen a explicaciones parcialmente distintas en función del clima de fondo y de la morfología urbana, por lo que las respuestas de mitigación no pueden universalizarse. Este señalamiento es fundamental para evitar lecturas reduccionistas: una forma urbana compacta puede mostrar superficies relativamente menos expuestas a la radiación durante el día y, sin embargo, mantener aire urbano más cálido o condiciones menos favorables de disipación térmica por la noche. La densidad, por tanto, no debe juzgarse en términos absolutos de “enfría” o “calienta”, sino en relación con el momento del ciclo diario, el mecanismo dominante y el indicador utilizado para medir sus efectos.

### **Atenuación del calentamiento durante el día por efecto del sombreado urbano**

Durante el periodo diurno, uno de los mecanismos más citados para explicar la moderación térmica en tejidos urbanos compactos es el sombreado producido por la geometría edificada. Cuando la altura de los edificios aumenta y la anchura efectiva del cañón urbano disminuye, se reduce el factor de visión del cielo y, con ello, la exposición directa de calles, fachadas y superficies peatonales a la radiación solar incidente. En términos microclimáticos, ello puede traducirse en una menor ganancia de calor por radiación de onda corta y en una reducción de la temperatura radiante media, variable decisiva para el confort humano en exteriores. Oke et al. (2017) subrayan que la geometría urbana condiciona de manera directa el acceso de la radiación solar al espacio de calle y, por ende, altera el balance energético del

cañón urbano. Esta premisa ha sido ampliamente confirmada por investigaciones posteriores centradas en relaciones de aspecto, orientación y obstrucción celeste.

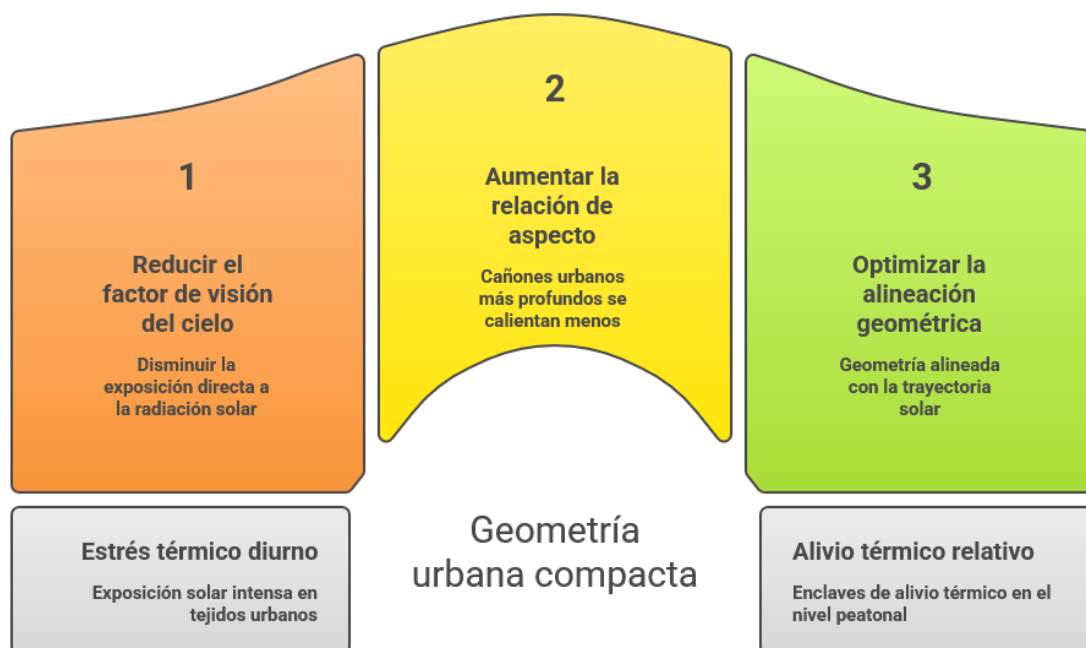
Los resultados experimentales recientes fortalecen esa interpretación. Hang y Chen (2022), a partir de mediciones escaladas en cañones urbanos con relaciones altura-ancho variables, observaron que la temperatura superficial presentó una correlación negativa con el aumento de la relación de aspecto durante el día. En otras palabras, los cañones más profundos tendieron a calentarse menos en horario diurno, precisamente porque el sombreado redujo la carga radiativa directa sobre las superficies. En consonancia con ello, Johansson (2006), al comparar un cañón extremadamente profundo y otro somero en Fez, mostró que la geometría urbana modifica significativamente las condiciones de confort exterior en climas cálidos y secos, destacando el valor protector de los espacios más sombreados frente a la exposición solar extrema. Estos hallazgos sugieren que la forma compacta puede actuar, bajo determinadas circunstancias, como una estrategia pasiva de atenuación del estrés térmico diurno, sobre todo en contextos donde la radiación solar constituye el principal forzante del discomfort.

Ahora bien, el beneficio diurno del sombreado urbano no siempre se expresa con igual intensidad en todas las variables térmicas. Nasrollahi, Namazi y Taleghani (2021), en un estudio realizado en Ahvaz, evidenciaron que las sombras urbanas mejoran de forma importante el confort térmico peatonal al reducir el PET, especialmente en configuraciones geométricas expuestas a elevada radiación; sin embargo, también señalaron que dicho efecto no necesariamente implica cambios equivalentes en la temperatura del aire sobre la acera. Esta diferencia es teóricamente significativa porque demuestra que el enfriamiento experimentado por las personas en calles sombreadas puede estar más vinculado a una disminución de la carga radiante que a un descenso sustancial del aire ambiente. En consecuencia, cuando se afirma que la forma urbana densa “enfriá” durante el día, conviene precisar que, en numerosos casos,

lo que verdaderamente se modera es la intensidad de la exposición térmica percibida y no siempre la totalidad del sistema térmico urbano.

A esta lectura se suma la evidencia sobre factor de visión del cielo. Chen et al. (2021), en el caso de Beijing, demostraron que la relación entre SVF y temperatura superficial urbana varía entre el día y la noche, y que durante el día aparece con fuerza el denominado efecto de enfriamiento por sombra alrededor de los edificios. Este resultado aporta un matiz crucial: los sectores más obstruidos pueden mostrar un comportamiento térmico aparentemente más benigno bajo radiación intensa, precisamente porque la masa edificada actúa como barrera solar. En términos urbanísticos, ello confirma que la compacidad puede generar microambientes relativamente protegidos frente al calor diurno, especialmente cuando la geometría está alineada con la trayectoria solar y cuando la obstrucción del cielo reduce la insolación directa sobre pavimentos y fachadas. Sin embargo, ese mismo rasgo morfológico que ofrece protección transitoria durante el día puede convertirse en una desventaja horas más tarde, cuando el sistema urbano requiere liberar el calor acumulado.

Por ello, la atenuación del calentamiento diurno por efecto del sombreado urbano debe entenderse como un beneficio contextual, no como una propiedad universal de toda forma compacta. Su eficacia depende de la latitud, del clima regional, de la orientación de las calles, del albedo de los materiales, de la presencia o ausencia de vegetación, del ancho del cañón y de la intensidad de ventilación disponible. Estudios de simulación y revisión recientes muestran incluso que ciertos incrementos de altura y ciertas configuraciones más compactas mejoran el confort exterior en unas franjas horarias, pero pueden generar patrones espaciales de calor menos favorables en otras, sobre todo cuando la ventilación se ve comprometida. En suma, la geometría densa no reduce de manera indiscriminada el calor diurno; más bien reorganiza la exposición radiativa y puede producir enclaves de alivio térmico relativo en el nivel peatonal, sin resolver necesariamente el problema energético total del tejido urbano.

**Figura 1***Atenuación del estrés térmico diurno mediante sombreado urbano**Nota:* (Autores, 2026).

### **Retención y liberación del calor durante la noche en tejidos urbanos compactos**

Si durante el día la compacidad puede ofrecer resguardo frente a la radiación directa, durante la noche emerge con mayor claridad su dimensión problemática. La explicación clásica fue formulada por Oke (1981), quien demostró que la geometría del cañón urbano influye decisivamente en la isla de calor nocturna porque los tejidos más cerrados enfrían más lentamente que los espacios abiertos. Posteriormente, Oke (1982) sistematizó la base energética del fenómeno, señalando que la ciudad retiene energía en sus materiales, modifica la rugosidad del flujo atmosférico y dificulta la pérdida radiativa hacia el cielo nocturno. Desde esta perspectiva, la forma urbana densa no solo acumula calor durante el día, sino que también prolonga su permanencia una vez desaparecido el forzamiento solar, configurando un metabolismo térmico urbano marcado por la inercia y el desfase temporal.

La retención nocturna del calor se ve reforzada por dos mecanismos complementarios: el almacenamiento térmico de materiales masivos y el atrapamiento radiativo en cañones con bajo factor de visión del cielo. Cuando las superficies urbanas han absorbido energía a lo largo

del día, esa energía se libera paulatinamente en forma de radiación de onda larga y calor sensible; sin embargo, en tejidos compactos dicha liberación no se traduce en un enfriamiento eficiente, porque una parte de la radiación emitida es interceptada y reabsorbida por otras superficies del mismo cañón. Theeuwes et al. (2014) explican que la relación entre isla de calor y relación de aspecto de calle se sustenta en la competencia entre el sombreado diurno y el atrapamiento nocturno de radiación de onda larga. Aunque el sombreado pueda reducir el calentamiento previo, el efecto nocturno del encierro geométrico tiende a sostener temperaturas elevadas, sobre todo en condiciones atmosféricas favorables al desarrollo de islas de calor urbanas.

Los estudios empíricos más recientes refuerzan esta interpretación con mediciones de microclima urbano. Hang y Chen (2022) reportaron que, durante la noche, la temperatura superficial se correlacionó positivamente con el incremento de la relación de aspecto, al tiempo que la ventilación convectiva se redujo conforme los cañones se volvieron más profundos. Es decir, los espacios urbanos más cerrados no solo pierden peor la radiación almacenada, sino que también renuevan con menor eficacia el aire calentado en el interior del cañón. Chen et al. (2021) hallaron de forma convergente que las zonas más obstruidas de Beijing mostraron temperaturas superficiales nocturnas más elevadas que las áreas más abiertas. Tales resultados consolidan la idea de que la compacidad urbana puede desplazar el problema térmico desde el día hacia la noche, generando un entorno aparentemente más soportable bajo insolación intensa, pero climáticamente más inercial una vez que el sistema debería enfriarse.

Este comportamiento nocturno reviste una importancia extraordinaria desde la perspectiva de la habitabilidad y de la salud urbana. Las temperaturas nocturnas altas impiden la recuperación fisiológica tras la exposición al calor diurno, incrementan la necesidad de climatización artificial y profundizan desigualdades en hogares con baja capacidad adaptativa. Aunque el presente apartado se concentra en el mecanismo morfológico, la literatura general

sobre clima urbano advierte que el verdadero riesgo térmico de las ciudades compactas no radica solo en sus máximas diurnas, sino en su incapacidad para disipar con rapidez el calor acumulado. En ese sentido, Oke et al. (2017) recalcan que la isla de calor urbana es, ante todo, una consecuencia del balance energético alterado por la urbanización, y que el componente nocturno constituye una de sus expresiones más persistentes y características. Así, la noche urbana compacta debe entenderse como una fase de liberación lenta, radiativamente restringida y aerodinámicamente desfavorable del calor previamente almacenado.

En síntesis, la forma urbana densa exhibe una ambivalencia térmica estructural. Durante el día, la obstrucción del cielo y la profundidad de los cañones pueden disminuir la radiación solar directa sobre el nivel peatonal y suavizar parte del estrés térmico mediante el sombreado. Durante la noche, esas mismas condiciones geométricas se convierten en factores que restringen la pérdida radiativa, reducen la ventilación y favorecen la persistencia del calor en el tejido construido. La ciudad compacta, por tanto, no puede valorarse térmicamente desde una mirada instantánea o monocausal; requiere una lectura diacrónica del ciclo urbano del calor. Lo que la literatura revisada demuestra con claridad es que la densidad no anula el calor, sino que modifica su cronología, redistribuye sus manifestaciones y transforma la experiencia térmica urbana en un fenómeno simultáneamente mitigado en ciertas horas y agravado en otras.

## Discusión

La discusión derivada de esta revisión confirma que la forma urbana densa no puede ser interpretada mediante categorías binarias o simplificadoras, porque su incidencia térmica está atravesada por una lógica de compensaciones microclimáticas. Los hallazgos examinados muestran que la compacidad modifica el balance energético urbano a través de mecanismos simultáneos y, en ocasiones, contrapuestos: por un lado, el incremento de la obstrucción del cielo y de la profundidad de los cañones urbanos reduce la exposición solar directa y modera

parte de la carga radiante diurna; por otro, esos mismos rasgos morfológicos disminuyen la pérdida radiativa nocturna y enlentecen el enfriamiento del tejido edificado. En ese sentido, el resultado más consistente no es que la ciudad densa enfríe o caliente en términos absolutos, sino que redistribuye temporalmente el calor y desplaza una fracción importante del problema hacia la noche. Esta interpretación es coherente tanto con los planteamientos clásicos sobre la geometría del cañón urbano y la base energética de la isla de calor, como con estudios recientes que vinculan intensidad térmica, densidad y morfología a distintas escalas urbanas (Li et al., 2020; Oke, 1981, 1982; Oke et al., 2017).

A partir de ello, uno de los aportes analíticos más relevantes de la revisión consiste en demostrar que varias aparentes contradicciones de la literatura responden, en realidad, a diferencias metodológicas y conceptuales. No todos los estudios miden el mismo fenómeno: algunos se concentran en temperatura superficial, otros en temperatura del aire, otros en índices de confort térmico y otros en la isla de calor del dosel urbano. Esta heterogeneidad conduce a conclusiones que solo parecen incompatibles cuando se omite la especificidad del indicador utilizado. Precisamente por ello, la discusión debe subrayar que el efecto benéfico del sombreado urbano durante el día suele expresarse con mayor claridad en la temperatura radiante media y en la experiencia peatonal del calor que en descensos equivalentes de la temperatura del aire. Asimismo, el marco de las Local Climate Zones resulta especialmente útil para ordenar comparaciones entre tejidos urbanos, pues ofrece una base tipológica para distinguir configuraciones morfológicas y evitar extrapolaciones acríicas entre contextos disímiles (Nasrollahi et al., 2021; Stewart & Oke, 2012; Yang et al., 2024).

En lo referente al periodo diurno, los resultados revisados permiten sostener que la atenuación del calentamiento en tejidos compactos no constituye un enfriamiento integral del sistema urbano, sino una moderación selectiva de la exposición radiativa. Los cañones profundos, especialmente en climas cálidos y secos, pueden generar microambientes

relativamente más tolerables para el peatón al disminuir la insolación directa sobre pavimentos y fachadas; sin embargo, ello no equivale necesariamente a una reducción generalizada de la temperatura urbana. Esta precisión es clave porque una lectura superficial podría llevar a concluir que la compacidad representa por sí misma una estrategia climática suficiente, cuando la evidencia sugiere que su rendimiento depende de la orientación de las calles, del factor de visión del cielo, del albedo, de la ventilación disponible y del régimen climático regional. En otras palabras, el sombreado urbano es térmicamente valioso, pero su eficacia está condicionada y puede verse erosionada cuando la obstrucción geométrica compromete otros procesos de disipación del calor (Chen et al., 2021; Hang & Chen, 2022; Johansson, 2006; Nasrollahi et al., 2021).

La penalización nocturna, en cambio, aparece como el componente más robusto y estructural de la forma urbana densa. Tanto los estudios fundacionales como la evidencia reciente convergen en que los bajos valores del factor de visión del cielo, el atrapamiento de radiación de onda larga y la reducción de la ventilación convectiva dificultan la descarga térmica del sistema urbano después del ocaso. De este modo, el calor absorbido durante el día permanece más tiempo en calles, fachadas y masas construidas, configurando una inercia térmica que prolonga la exposición al calor cuando el organismo humano debería recuperar equilibrio fisiológico. La relevancia de este hallazgo se amplía al considerar estudios prospectivos que indican que la expansión urbana puede generar beneficios diurnos limitados, pero mantener e incluso intensificar el estrés térmico nocturno aun bajo medidas de mitigación, como ciertas cubiertas frías. Desde esta perspectiva, la discusión no solo valida el argumento del comportamiento térmico diferencial, sino que lo sitúa dentro de un problema mayor de resiliencia climática y salud urbana, en el que la noche se convierte en el intervalo más crítico del metabolismo térmico de la ciudad (Huang et al., 2021; Oke, 1981; Theeuwes et al., 2014).

En términos de planificación urbana, la principal implicación de esta discusión es que la densificación no debería formularse como un fin térmicamente neutro ni como una receta universal de sostenibilidad. La revisión permite inferir que la compacidad puede ofrecer ventajas urbanas en eficiencia territorial, accesibilidad y control de radiación diurna, pero tales ventajas se vuelven climáticamente ambiguas cuando no se acompañan de estrategias que restituyan ventilación, permeabilidad, vegetación y capacidad de enfriamiento nocturno. Así, el verdadero desafío no consiste en optar de manera dogmática entre ciudad compacta y ciudad dispersa, sino en diseñar formas urbanas capaces de equilibrar sombra diurna y disipación nocturna. Esta inferencia se alinea con estudios recientes que rechazan soluciones únicas frente a la isla de calor y subrayan que los efectos de la morfología varían según el tipo de isla de calor analizada y las condiciones climáticas de fondo (Li et al., 2020; Oke et al., 2017; Yang et al., 2024).

Finalmente, desde el punto de vista epistemológico, esta revisión exploratoria evidencia que el estudio del calor urbano requiere una lectura integrada de escalas, indicadores y temporalidades. El problema no puede agotarse en una fotografía térmica de mediodía ni en una correlación aislada entre densidad y temperatura; exige considerar la secuencia diaria del almacenamiento, transferencia y liberación de energía, así como las distintas formas en que esa energía es percibida por superficies, atmósfera y cuerpos humanos. En consecuencia, la discusión respalda una comprensión más refinada de la forma urbana densa: no como una morfología intrínsecamente benéfica o perjudicial, sino como una configuración que reorganiza el régimen térmico urbano mediante un intercambio desigual entre alivio radiativo diurno y persistencia térmica nocturna. Ese balance, lejos de resolverse con postulados generales, demanda investigaciones comparativas más finas y políticas urbanas que articulen compacidad, confort y adaptación climática bajo criterios específicos de contexto (Stewart & Oke, 2012; Theeuwes et al., 2014; Yang et al., 2024).

## Conclusión

La revisión realizada permite concluir que la forma urbana densa configura un comportamiento térmico marcadamente diferencial, en el que la ciudad compacta no actúa como un sistema homogéneo de enfriamiento o calentamiento, sino como una estructura que redistribuye el calor a lo largo del ciclo diario. En términos generales, la compacidad urbana favorece la atenuación parcial del calentamiento durante el día debido al efecto de sombreado generado por la masa edificada y por la reducción de la exposición directa a la radiación solar; sin embargo, esa misma configuración incrementa la capacidad de almacenamiento térmico y dificulta la disipación del calor acumulado durante la noche. En consecuencia, el principal aporte interpretativo del estudio radica en demostrar que el problema térmico de los tejidos urbanos densos no puede analizarse desde visiones dicotómicas, sino desde una comprensión temporal y dinámica del balance energético urbano.

Asimismo, se concluye que los efectos de la morfología urbana sobre el clima local están condicionados por la interacción de múltiples variables, entre ellas la relación altura-ancho de los cañones urbanos, el factor de visión del cielo, la ventilación, las propiedades térmicas de los materiales, la orientación de las calles y el contexto climático de base. Esto significa que la densidad, por sí sola, no explica de manera suficiente el comportamiento térmico de la ciudad, sino que debe ser interpretada en articulación con otras dimensiones físicas y ambientales. De este modo, la revisión evidencia que las aparentes contradicciones presentes en la literatura obedecen en buena medida a diferencias en las escalas de análisis, en los indicadores utilizados y en las condiciones territoriales de los estudios, por lo que resulta indispensable abordar el fenómeno con mayor precisión conceptual y metodológica.

Finalmente, se concluye que la planificación urbana orientada a la adaptación climática no debería limitarse a promover o cuestionar la densificación en términos absolutos, sino a diseñar configuraciones espaciales capaces de equilibrar la protección solar diurna con una

adecuada capacidad de enfriamiento nocturno. La ciudad densa puede ofrecer ventajas funcionales y ambientales en ciertos aspectos, pero también puede intensificar riesgos térmicos si no incorpora criterios de ventilación, materialidad apropiada, vegetación y permeabilidad climática. Por ello, el estudio reafirma la necesidad de concebir la forma urbana como un componente estratégico en la construcción de ciudades más habitables, resilientes y sensibles al clima, especialmente en un escenario de urbanización creciente y de intensificación del calentamiento global.

## Referencias bibliográficas

- Ali-Toudert, F. (2021). *Exploration of the thermal behaviour and energy balance of urban canyons in relation to their geometrical and constructive properties. Building and Environment*, 188, 107466 <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.107466>
- Barberán-Zambrano, G. S., & Guerrero-Calero, J. M. (2025). Análisis de susceptibilidad y vulnerabilidad a deslizamientos en la comunidad Naranjal de la parroquia Abdón Calderón, Portoviejo. *Revista Científica Zambos*, 4(2), 118-134. <https://doi.org/10.69484/rcz/v4/n2/111>
- Chen, Q., Cheng, Q., Chen, Y., Li, K., Wang, D., & Cao, S. (2021). *The influence of sky view factor on daytime and nighttime urban land surface temperature in different spatial-temporal scales: A case study of Beijing. Remote Sensing*, 13(20), 4117. <https://doi.org/10.3390/rs13204117>
- Cuerdo-Vilches, T., Díaz, J., López-Bueno, J. A., Luna, M. Y., Navas, M. A., Mirón, I. J., & Linares, C. (2023). *Impact of urban heat islands on morbidity and mortality in heat waves: Observational time series analysis of Spain's five cities. Science of the Total Environment*, 890, 164412. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.164412>
- Gaibor-Garófalo, A. M., & Paucar-Camacho, J. A. (2025). Estrategias para el fortalecimiento de la gestión de riesgos de desastres en el uso de suelo del área urbana de la parroquia Salinas, cantón Guaranda. *Revista Científica Zambos*, 4(2), 71-86. <https://doi.org/10.69484/rcz/v4/n2/117>
- Hang, J., & Chen, G. (2022). *Experimental study of urban microclimate on scaled street canyons with various aspect ratios. Urban Climate*, 46, 101299. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2022.101299>
- Huang, K., Lee, X., Stone, B., Jr., Knievel, J., Bell, M. L., & Seto, K. C. (2021). *Persistent increases in nighttime heat stress from urban expansion despite heat island mitigation. Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 126, e2020JD033831. <https://doi.org/10.1029/2020JD033831>
- Johansson, E. (2006). *Influence of urban geometry on outdoor thermal comfort in a hot dry*

- climate: A study in Fez, Morocco. Building and Environment*, 41(10), 1326–1338. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2005.05.022>
- Li, Y., Schubert, S., Kropp, J. P., & Rybski, D. (2020). *On the influence of density and morphology on the urban heat island intensity. Nature Communications*, 11, 2647. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-16461-9>
- Lizarraga-Aguirre, H. R. (2024). Evaluación de materiales sostenibles en la construcción de pavimentos urbano. *Revista Científica Ciencia Y Método*, 2(1), 41-54. <https://doi.org/10.55813/gaea/rcym/v2/n1/30>
- Murage, P., Hajat, S., & Kovats, R. S. (2017). *Effect of night-time temperatures on cause and age-specific mortality in London. Environmental Epidemiology*, 1(2), e005. <https://doi.org/10.1097/EE9.000000000000005>
- Nasrollahi, N., Namazi, Y., & Taleghani, M. (2021). *The effect of urban shading and canyon geometry on outdoor thermal comfort in hot climates: A case study of Ahvaz, Iran. Sustainable Cities and Society*, 65, 102638. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102638>
- Oke, T. R. (1981). *Canyon geometry and the nocturnal urban heat island: Comparison of scale model and field observations. Journal of Climatology*, 1(3), 237–254. <https://doi.org/10.1002/joc.3370010304>
- Oke, T. R. (1982). *The energetic basis of the urban heat island. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 108(455), 1–24. <https://doi.org/10.1002/qj.49710845502>
- Oke, T. R., Mills, G., Christen, A., & Voogt, J. A. (2017). *Urban climates*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781139016476>
- Palacios-López, L. A., Pinargote-Bravo, V. J., Cárdenas-Lituma, M. G., & Solórzano-Cedeño, A. L. (2025). Análisis correlacional de vulnerabilidad ante deslizamientos en el barrio San José de Montecristi. *Journal of Economic and Social Science Research*, 5(2), 16-33. <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v5/n2/186>
- Rivadeneira-Moreira, J. C. (2024). Implementación de gemelos digitales probabilísticos en el monitoreo de infraestructuras geotécnicas. *Revista Científica Ciencia Y Método*, 2(1), 27-40. <https://doi.org/10.55813/gaea/rcym/v2/n1/29>
- Stewart, I. D., & Oke, T. R. (2012). *Local Climate Zones for Urban Temperature Studies. Bulletin of the American Meteorological Society*, 93(12), 1879–1900. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-11-00019.1>
- Theeuwes, N. E., Steeneveld, G. J., Ronda, R. J., Heusinkveld, B. G., van Hove, L. W. A., & Holtslag, A. A. M. (2014). *Seasonal dependence of the urban heat island on the street canyon aspect ratio. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 140(684), 2197–2210. <https://doi.org/10.1002/qj.2289>
- Yang, L., Li, Q., Li, Q., Zhao, L., Luo, Z., & Liu, Y. (2024). *Different explanations for surface and canopy urban heat island effects in relation to background climate. iScience*, 27(3), 108863. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2024.108863>