



PRISMA ODS
REVISTA MULTIDISCIPLINARIA
SOBRE DESARROLLO SOSTENIBLE
ISSN: 3072-8452

**ISLAS DE CALOR
URBANO (CENTRO
HISTÓRICO, PUEBLA)**

*URBAN HEAT
ISLANDS. (HISTORIC
CENTER, PUEBLA)*

AUTORES

JOSE FRANCISCO
TLAXCALTECA ROMO
UNIVERSIDAD
INTERAMERICANA B.C
MÉXICO

LUIS MARTIN ARPIDE
VARGAS
UNIVERSIDAD
INTERAMERICANA B.C
MÉXICO

ZIDONI MEXICANO
MENDOZA
UNIVERSIDAD
INTERAMERICANA B.C
MÉXICO

MARAEURA EVA REIATUA
LEYVA
UNIVERSIDAD
INTERAMERICANA B.C
MÉXICO

DIEGO HERNAN CUATE
GOMEZ
INSTITUTO TECNOLÓGICO
SUPERIOR PROGRESO
MÉXICO

Islas de Calor Urbano (Centro Histórico, Puebla)

Urban Heat Islands. (Historic Center, Puebla)

Jose Francisco Tlaxcalteca Romo

paco007asd@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0007-5975-9731>

Universidad Interamericana B.C

Puebla- México

Luis Martin Arpide Vargas

lmarpidev@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0000-4468-529X>

Universidad Interamericana B.C

Puebla- México

Zidoni Mexicano Mendoza

zid.mmedza230@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0009-7222-0508>

Universidad Interamericana B.C

Puebla- México

Maraeura Eva Reiatua Leyva

marareiatua@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0000-3521-8278>

Universidad Interamericana B.C

Puebla- México

Diego Hernan Cuate Gomez

dhcg.inv@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-1741-0009>

Instituto Tecnológico Superior Progreso

Yucatán -México

Artículo recibido: 06/01/2026

Aceptado para publicación: 15/02/2026

Conflictos de Intereses: Ninguno que declarar

RESUMEN

El estudio analiza el fenómeno de las Islas de Calor Urbanas (ICU) en el Centro Histórico de Puebla, donde el crecimiento urbano acelerado, la reducción de áreas verdes y decisiones arquitectónicas han generado aumentos notables de temperatura en zonas edificadas. Este patrón ha sido documentado en múltiples ciudades con rápida urbanización. Los materiales de construcción como concreto, asfalto, lámina metálica y particularmente la cantera oscura regional absorben grandes cantidades de calor solar durante el día y lo liberan lentamente por la noche, fenómeno ampliamente descrito en estudios sobre ICU superficiales. Esta acumulación térmica genera temperaturas del aire entre 6 y 15 grados Celsius más altas en el núcleo urbano comparado con zonas menos urbanizadas, hallazgo coincidente con investigaciones sobre centros urbanos densos con escasa vegetación. El incremento térmico afecta el confort de peatones y residentes, impacta la salud pública y aumenta el consumo energético por uso de sistemas de enfriamiento. Los factores agravantes específicos incluyen: alta densidad urbana, ausencia de vegetación que realiza evapotranspiración, y calles angostas que funcionan como cañones urbanos atrapando el calor, comportamiento documentado en estudios de morfología urbana y clima. El principal reto es medir la intensidad de la ICU y determinar qué características arquitectónicas y morfológicas la provocan, siguiendo enfoques metodológicos similares a los propuestos por autores especializados en clima urbano.

Palabras clave: islas de calor, centro histórico puebla, bajas áreas verdes, mediciones directas en campo, sistemas de información geográfica

ABSTRACT

The study analyzes the phenomenon of Urban Heat Islands (UHI) in the Historic Center of Puebla, where accelerated urban growth, reduction of green areas, and architectural decisions have generated notable temperature increases in built-up zones. This pattern has been documented in multiple cities with rapid urbanization. Construction materials such as concrete, asphalt, metal sheets, and particularly the regional dark quarry stone absorb large amounts of solar heat during the day and release it slowly at night, a phenomenon widely described in studies on surface UHI. This thermal accumulation generates air temperatures between 6 and 15 degrees Celsius higher in the urban core compared to less urbanized areas, a finding consistent with research on dense urban centers with scarce vegetation. The thermal increase affects pedestrian and resident comfort, impacts public health, and increases energy consumption due to the use of cooling systems. Specific aggravating factors include: high urban density, absence of vegetation that performs evapotranspiration, and narrow streets that function as urban canyons trapping heat, a behavior documented in studies of urban morphology and climate. The main challenge is to measure the intensity of the UHI and determine which architectural and morphological characteristics cause it, following methodological approaches similar to those proposed by authors specialized in urban climate.

Keywords: heat islands, historic center puebla, low green areas, direct field measurements, geographic information systems

INTRODUCCIÓN

Las islas de calor urbanas (ICU) son un fenómeno ambiental que se observa cada vez más y que representa una gran preocupación en aquellas ciudades que, como Puebla, están experimentando un crecimiento rápido y constante. Este efecto es muy claro: se trata de un aumento de la temperatura que resulta inusual dentro de las zonas que están muy edificadas si las comparamos con los lugares que las rodean, como las áreas rurales o los suburbios (Oke, 1987). En la ciudad de Puebla, hemos visto cómo este problema se ha vuelto más intenso debido a tres factores principales: el acelerado crecimiento urbano, la evidente reducción de las áreas verdes, y ciertas decisiones específicas en el diseño de los edificios y las calles (Gutiérrez & Romero, 2021). El resultado de todo esto es un incremento térmico que no pasa desapercibido para nadie, especialmente en lugares como el Centro Histórico, donde las temperaturas son mucho más altas que las que se registran en las afueras o periferia de la ciudad.

El fenómeno de las ICU comienza o se desencadena cuando una ciudad alcanza una densidad muy alta. Aquí, los materiales de construcción y la forma en que se diseñan las calles y la infraestructura juegan un papel fundamental. La falta de vegetación es crítica, pues las plantas son las encargadas de refrescar el ambiente de forma natural a través de un proceso llamado evapotranspiración. Cuando no hay plantas, las superficies de la ciudad no tienen quien las ayude y, por lo tanto, absorben una gran cantidad de calor y lo acumulan (Santamouris, 2015). Desde el punto de vista de la arquitectura, la manera en que se planean los espacios y se construyen las estructuras influye de forma directa en si estas islas de calor se crean o si, por el contrario, se mitigan (es decir, si se reducen).

En Puebla, se observa que muchos edificios y pavimentos usan materiales que tienen un bajo albedo. El albedo es la capacidad de una superficie para reflejar la luz. Materiales como el concreto, el asfalto, la cantera oscura y la lámina metálica absorben la radiación del sol durante el día, calentándose mucho. Lo más importante es que luego liberan ese calor lentamente durante la noche, lo que impide que la zona urbana se enfrié de manera natural (Rosas *et al.*, 2020). Esta liberación de calor que ocurre por la noche se conoce como Isla de Calor Atmosférica Nocturna (ICUC), y es un desafío significativo porque evita que la población tenga el descanso térmico que es necesario para su bienestar (Oke, 1987).

El Centro Histórico, debido a su gran concentración de edificios y la escasa presencia de vegetación, es un lugar especialmente sensible a este problema. Las ICU en esta zona intensifican los riesgos para la salud de sus habitantes, aumentan el consumo de energía (por el uso de aires acondicionados, por ejemplo), y afectan seriamente el confort y la calidad de vida en este importante entorno patrimonial (Santamouris, 2015). Por todo esto, entender el rol

de la arquitectura como una herramienta clave para adaptarnos al clima se vuelve algo urgente. Esto es especialmente cierto en ciudades intermedias como Puebla, que están experimentando olas de calor que son cada vez más fuertes y frecuentes. Es fundamental pensar de nuevo en los materiales que usamos, en la forma en que se planea el crecimiento de la ciudad, y en cómo se relaciona el entorno natural con lo que construimos. Solo así podremos avanzar hacia un desarrollo urbano que sea sostenible y que pueda resistir mejor los efectos del cambio climático (Gutiérrez & Romero, 2021). Estudiar las ICU justo en esta zona que es patrimonio cultural no es solo una necesidad, sino también una acción estratégica para poder crear políticas de planificación urbana que realmente aseguren la sostenibilidad climática de toda la ciudad a largo plazo.

METODOLOGÍA

Esta investigación fue meticulosamente diseñada con el propósito principal y fundamental de cuantificar, describir y analizar en detalle la manera en que se comporta el fenómeno de las Islas de Calor Urbanas (ICU), centrándonos de forma específica dentro del área del Centro Histórico de Puebla. Para lograr estos ambiciosos objetivos de manera efectiva, el estudio ha optado por utilizar un enfoque multi método. Esto quiere decir que la metodología de trabajo no se limita a emplear una sola técnica de análisis, sino que, por el contrario, combina varias herramientas de medición y distintos tipos de análisis para obtener una visión mucho más completa y robusta del problema térmico.

El enfoque multi método integra de forma estratégica y organizada una serie de acciones: mediciones directas que se realizan en el campo (llevadas a cabo físicamente en las calles de la ciudad), análisis detallados utilizando imágenes capturadas por satélites (teledetección), la aplicación de herramientas geoespaciales avanzadas (como los Sistemas de Información Geográfica), la modelación del microclima (que permite simular el comportamiento del aire y la temperatura), y finalmente, la aplicación de técnicas estadísticas sólidas y rigurosas para la interpretación correcta de todos los datos recopilados (Voogt & Oke, 2003). Gracias a esta combinación poderosa de métodos, se hace posible obtener una visión completa y profunda de la manifestación del fenómeno de las ICU, permitiendo su observación y estudio tanto a una escala micro (que es el nivel más detallado, como la calle o un solo edificio) como a una escala meso (que es el nivel de la ciudad completa o el área urbana general).

Enfoque y tipo de investigación

Desde el punto de vista puramente metodológico y académico, este estudio se clasifica formalmente como una investigación de tipo cuantitativo. Esta clasificación implica que el trabajo se centró en la medición sistemática y el conteo de datos numéricos, siendo el más importante el registro de las temperaturas. Además de ser cuantitativo, el diseño de la investigación es descriptivo-explicativo. Es descriptivo porque su meta principal fue detallar con precisión cómo se manifiesta y se distribuye el fenómeno de las ICU en el Centro Histórico, y es explicativo porque también buscó entender las razones y los factores subyacentes que lo provocan o lo intensifican (Hernández-Sampieri *et al.*, 2014).

Adicionalmente, el enfoque de recolección de datos es transversal, lo que significa que la información y los datos se recogieron en un momento o periodo de tiempo determinado y específico. Esta investigación también incorpora importantes elementos de un estudio correlacional, ya que se dedicó a explorar la relación y conexión que existe entre varias variables importantes que interactúan: por un lado, la temperatura superficial de los materiales y, por otro, la morfología urbana (es decir, la forma geométrica de las calles y la altura de los edificios), y los materiales de construcción que son característicos del patrimonio arquitectónico de Puebla (Voogt & Oke, 2003).

Zona de estudio y objetivos específicos

El Centro Histórico de Puebla fue cuidadosamente seleccionado y determinado como el área principal de estudio debido a una serie de razones clave que favorecen la investigación. En primer lugar, representa un entorno urbano muy compacto que posee una estructura que es relativamente homogénea o uniforme en sus características. Esta zona se caracteriza por tener calles angostas, alturas de edificación que son bastante similares entre un edificio y otro, y un uso repetido y tradicional de materiales pétreos (de piedra) típicos de la región. Esta uniformidad estructural y de materiales resulta muy útil en el proceso de investigación, ya que facilita controlar la variabilidad de los elementos de la zona y, por lo tanto, permite aislar con mucha mayor claridad aquellos factores específicos que realmente están influyendo en la formación y la intensificación de las ICU (Rosas *et al.*, 2020).

Es importante señalar que el alcance de este estudio es amplio y va más allá de la simple tarea de mapear dónde se localizan las islas de calor. La investigación también tiene el objetivo fundamental de comprender los mecanismos termodinámicos (que explican cómo se genera y se mueve el calor) que están directamente relacionados con el comportamiento de materiales comunes como el asfalto, el adoquín y la cantera, y al mismo tiempo, evaluar el efecto directo

y cuantificable que tiene la escasa vegetación o su ausencia total en la intensificación de este fenómeno térmico de calentamiento (Santamouris, 2015).

Componentes metodológicos

Para estructurar la recolección y análisis de datos, la investigación se apoya en cuatro grandes bloques o pilares metodológicos que operan de forma completamente integrada: la medición directa en campo, la teledetección (uso de satélites), la caracterización urbana (análisis detallado de la forma de la ciudad) y la modelación micro climática (simulación).

Medición Directa en Campo

Este componente es esencial y constituye la base de la evidencia empírica, ya que permite registrar el comportamiento térmico del microclima urbano en tiempo real y directamente en el sitio. Técnica de muestreo: Para asegurar una recolección de datos que fuera representativa, se establecieron rutas de medición predefinidas o transectos. Estas rutas fueron diseñadas para cubrir una muestra significativa de las avenidas principales, las calles secundarias y las plazas importantes dentro del Centro Histórico. Horarios de Recorrido: Los recorridos y las mediciones se llevaron a cabo de forma rigurosa en los horarios considerados como críticos o de mayor relevancia para la dinámica térmica de la ciudad. Estos momentos clave son: la mañana (entre las 8:00 y 9:00), el mediodía (entre las 13:00 y 14:00, que es la hora habitual de máximo calor y radiación solar) y la noche (entre las 20:00 y 21:00, un momento crucial para registrar la liberación del calor que se acumuló durante el día). Variabilidad Temporal: Los transectos fueron repetidos no solo en diferentes días de la semana, sino también en distintas estaciones del año (por ejemplo, en las temporadas de invierno y verano). Esto se hizo con el objetivo claro y bien definido de detectar la variabilidad temporal en la intensidad de las ICU, es decir, cómo el fenómeno cambia a lo largo de los meses. Objetivo de las Mediciones: El propósito central y más importante de estas mediciones es determinar los patrones térmicos a un nivel micro, lo que incluye la identificación precisa de los "cañones urbanos calientes" (que son las calles estrechas que atrapan el calor sin dejarlo escapar) y también la ubicación de las zonas donde la ventilación está restringida, lo que dificulta seriamente el enfriamiento natural del entorno.

Figura 1. Área seleccionada para la recolección de datos (centro histórico de Puebla)



Fuente: Elaboración propia.

Caracterización Urbana y Morfológica

Para poder comprender de manera profunda y muy clara cómo la forma física de la ciudad (que llamamos morfología) y los materiales que se usaron en el Centro Histórico influyen directamente en la formación y la intensidad de las Islas de Calor Urbanas (ICU), se llevó a cabo un análisis urbano y morfológico muy detallado. Este proceso de análisis no se realizó al azar o sin sustento, sino que se apoyó en diversas fuentes de información que son consideradas confiables y oficiales.

Entre estas fuentes primarias de información se incluyeron: la cartografía municipal (que son los planos y mapas oficiales de la ciudad), las bases catastrales (que contienen información legal y detallada de los terrenos y edificios), el inventario de materiales patrimoniales que maneja el INAH (Instituto Nacional de Antropología e Historia), y los Modelos Digitales de Elevación (MDE). Estos MDE son herramientas clave porque permitieron a los investigadores obtener una representación tridimensional y precisa del entorno construido, incluyendo las alturas reales de los edificios y el relieve del suelo (Oke *et al.*, 2017).

Con todos estos datos y herramientas como base de conocimiento, se procedió a analizar una serie de variables específicas que son determinantes para poder entender el comportamiento térmico de la ciudad. Entre estas variables fundamentales se analizaron:

La relación altura/ancho de calle (H/W), que es un indicador clave de cómo el calor queda atrapado en las calles. El Factor de Visión del Cielo (SVF) , que es una métrica que mide cuánto cielo se puede ver desde la calle y que indica la capacidad de la zona para liberar calor por radiación nocturna. Los tipos específicos de pavimentos y fachadas de los edificios. El índice de rugosidad urbana, que mide qué tan irregular es la superficie de la ciudad (altura y densidad).

Y, por último, el nivel de cobertura vegetal y la permeabilidad del suelo (qué tan fácil el agua puede filtrarse). Estas características físicas de la ciudad tienen una influencia directa en varios procesos clave: la radiación solar que queda atrapada en el espacio urbano (como en un horno), la ventilación natural de las calles, y la disipación del calor acumulado. Todos estos son factores reconocidos como fundamentales para que las ICU se intensifiquen o, por el contrario, se suavicen (Santamouris, 2015; Emmanuel & Krüger, 2012).

Para hacer que la caracterización física del área de estudio fuera aún más completa y detallada, se utilizaron técnicas avanzadas y modernas de captura de datos. Por ejemplo, se empleó la fotogrametría con drones para capturar múltiples imágenes y generar nubes de puntos y modelos 3D. Esto permitió a los investigadores obtener una lectura muy detallada de los volúmenes de los edificios, las sombras proyectadas y las texturas urbanas de las fachadas y calles. Además de la modelación 3D, se realizó un análisis solar exhaustivo para poder estimar con precisión los patrones de sombreado en distintos momentos del día. Esta es una herramienta esencial y muy útil para identificar aquellas zonas que tienen una mayor exposición al calor del sol durante las horas críticas (Voogt & Oke, 2003).

Integración de Datos y Elaboración de Resultados

Una vez que se logró reunir, organizar y verificar toda la información obtenida de las mediciones en campo, los satélites y los drones, el siguiente paso crítico fue el procesamiento de esos datos. Primero, se procedió a la normalización y depuración de los registros (es decir, limpiar los datos, corregir errores y hacerlos comparables) que se obtuvieron con los sensores y las herramientas de medición.

Luego, utilizando los Sistemas de Información Geográfica (SIG), se llevó a cabo la integración y la especialización de las distintas capas de información. Esto significa que los datos de la

temperatura superficial, la vegetación, los materiales urbanos y la morfología se colocaron y superpusieron en un mapa digital único. Esta integración geoespacial es crucial porque facilita observar el fenómeno de las ICU desde una perspectiva sistémica (viendo cómo todas las partes están conectadas e interactúan), tal como se recomienda en los estudios más actuales y avanzados sobre el clima urbano (Weng, 2009).

A partir de esta superposición o combinación de datos en el mapa, fue posible identificar con mucha claridad los llamados "hotspots térmicos" (los puntos específicos donde el calor es más intenso y concentrado), así como los gradientes de calor (la manera en que la temperatura cambia gradualmente al moverse por el Centro Histórico). Estos patrones de calor que se observaron reflejan la forma precisa en que interactúan tres elementos clave: los materiales densos (como el concreto y la piedra), la falta de sombra o su ausencia total, y la geometría urbana de las calles, para intensificar notablemente las temperaturas locales.

Con toda esta información consolidada, analizada y verificada, se elaboraron productos finales de gran importancia científica, como mapas temáticos detallados, perfiles térmicos y modelos predictivos. Estos modelos tienen el gran valor de permitir anticipar el comportamiento térmico futuro de la zona bajo diferentes escenarios y, lo que es aún más importante, respaldar la toma de decisiones para realizar intervenciones urbanas específicas que logren un entorno más fresco, más habitable y más sostenible a largo plazo (Oke *et al.*, 2017).

Figura 2. Vista satelital del área de muestreo



Fuente: Elaboración propia.

Ética y Limitaciones del Estudio

Ética en la investigación

En todo momento de la investigación, se mantuvo un estricto respeto por las regulaciones de acceso a las zonas que se consideran restringidas y a todos los sitios patrimoniales que forman parte integral del Centro Histórico de Puebla. Los investigadores pusieron un cuidado especial en garantizar de manera absoluta que el trabajo de campo que se llevó a cabo no alterara de ninguna manera la integridad física de los monumentos ni su valor histórico o cultural intrínseco. Este principio de respeto al patrimonio es fundamental y sigue las recomendaciones más importantes establecidas en estudios y guías sobre el manejo urbano y la investigación en zonas que son sensiblemente históricas y con un alto valor patrimonial (Fu *et al.*, 2022). La responsabilidad de proteger y preservar el patrimonio cultural fue una guía constante y esencial en la ejecución de toda la metodología de campo.

Limitaciones metodológicas

Se reconoció de antemano que la morfología compacta del Centro Histórico, que es propia de las ciudades coloniales, representa una limitación inherente y estructural que influye directamente en la medición precisa del fenómeno térmico. Esta área de estudio se caracteriza por tener calles muy angostas, edificaciones relativamente altas (formando "cañones urbanos") y, consecuentemente, un bajo Factor de Visión del Cielo (SVF). El SVF es, de hecho, el área del cielo visible desde el nivel de la calle. Esta combinación específica de factores urbanos genera sombras prolongadas durante una gran parte del día, y estas sombras, a su vez, influyen de forma directa y compleja en los resultados de las mediciones térmicas que fueron registradas (Colaninno & Morello, 2022). Esta condición urbana específica, que también ha sido señalada y estudiada en otras evaluaciones de ICU en ciudades con un rico patrimonio cultural en todo el mundo, afecta la forma en que la radiación solar se distribuye sobre las superficies. Por lo tanto, esta morfología urbana produce variaciones micro climáticas que deben ser consideradas cuidadosamente al interpretar los datos que fueron registrados por los sensores de temperatura.

Limitaciones temporales

Finalmente, un punto importante y crítico que se debe considerar para la correcta interpretación de los resultados es que las mediciones en campo se llevaron a cabo únicamente en temporadas específicas del año. Esta condición puede limitar la representación completa y exhaustiva del comportamiento térmico anual del Centro Histórico. No se puede asumir que el calor medido

en una estación se replica exactamente en otra. Estudios previos y muy relevantes sobre las islas de calor en otras ciudades advierten que la intensidad del fenómeno de las ICU puede cambiar de forma notable (es decir, puede fluctuar) a lo largo del año. Estas variaciones estacionales dependen de varios patrones climáticos que cambian, como la nubosidad, el ángulo solar (que es muy diferente en invierno y en verano) y la humedad atmosférica presente en el ambiente (Chiu *et al.*, 2022; Yuan *et al.*, 2022). Por esta razón fundamental, se establece que cualquier extrapolación de los resultados a un periodo de tiempo más largo, o la generalización de los hallazgos a todo el año, debe hacerse con mucha precaución y siempre teniendo en cuenta esta limitación temporal en la toma de datos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos a partir de esta investigación confirman de manera contundente la existencia y la intensidad de una Isla de Calor Urbana (ICU) bien definida en la capital del estado de Puebla. Este fenómeno térmico se encuentra particularmente focalizado y es más fuerte en la zona del Centro Histórico, que fue el área principal y objetivo central de este estudio.

Confirmación de la Presencia y Severidad de la ICU

La investigación utilizó varios métodos científicos para validar y dar solidez a este hallazgo. Gracias a la realización de recorridos termométricos llevados a cabo directamente en campo con instrumentos de medición de alta precisión, y complementado con un análisis satelital profundo (que utilizó imágenes capturadas por el satélite Landsat), se pudo confirmar sin lugar a dudas que la Isla de Calor Urbana está presente y es un fenómeno de intensidad considerable en la ciudad de Puebla (Voogt & Oke, 2003; Weng, 2009).

Mediante la comparación de datos térmicos, se observó una diferencia de temperatura muy marcada entre lo que se registra en el Centro Histórico y lo que ocurre en las zonas más alejadas (las áreas periféricas) o en aquellas partes de la ciudad que cuentan con mayor vegetación (como parques o zonas suburbanas). El núcleo urbano más denso (el Centro Histórico, con muchos edificios y pocas áreas verdes) registra temperaturas del aire (UHI) y temperaturas de la superficie (SUHI) que son considerablemente más altas que sus alrededores. Estas mediciones llegaron a mostrar que las temperaturas son entre un 6% y un 15% superiores a las que se encuentran en las zonas suburbanas o rurales cercanas, lo que indica una severidad notable del fenómeno (Santamouris, 2015; Rosas *et al.*, 2020).

Zonas Críticas Identificadas: El estudio no solo confirmó la existencia general de la ICU, sino que también fue capaz de identificar con precisión cuáles son las áreas de riesgo térmico más elevado dentro de la ciudad. Entre estas zonas que acumulan calor de forma crítica (los llamados *hotspots* térmicos), destacan el propio Centro Histórico, la zona de La Paz y el corredor de Angelópolis. Estas áreas específicas presentan condiciones urbanas —como densidad de construcción o falta de vegetación— especialmente desfavorables en términos de la acumulación de calor, lo que las convierte en puntos de atención prioritaria para futuras acciones e intervenciones de mitigación urbana (Pérez *et al.*, 2021).

Distribución Espacial y Factores Impulsores

Las mediciones detalladas realizadas a nivel de calle, combinadas con el análisis satelital avanzado, permitieron a los investigadores mapear la distribución exacta de la intensidad térmica en el Centro Histórico de Puebla.

Puntos de Máxima Intensidad Térmica

Se identificaron con claridad los puntos dentro del área de estudio que muestran la mayor intensidad de calor. Estas zonas son cruciales para entender dónde se debe actuar primero: Plazas Amplias con Poca Vegetación: Las grandes extensiones abiertas, como algunas plazas principales, que tienen una baja presencia de árboles o áreas verdes, se calientan mucho durante el día y retienen ese calor. Calles con Alta Densidad de Tráfico Vehicular: Las vías donde hay un flujo constante y pesado de vehículos (coches, camiones, autobuses) también contribuyen significativamente. El calor residual que sale de los motores de los vehículos es un factor que eleva la temperatura local. Puntos con Alta Concentración de Materiales de Bajo Albedo: Son las áreas donde se usan materiales que tienen poca reflectividad (absorben más luz solar que la que reflejan). Esto es notable en lugares específicos como el Zócalo, debido al uso extensivo de cantera oscura y asfalto.

Impacto de Materiales y Morfología Urbana

Los resultados de la investigación permitieron aislar la influencia de dos factores clave en la formación de la ICU: Materiales Urbanos: El uso de materiales con bajo albedo, como el asfalto en las calles y la cantera oscura en las fachadas y pisos, es un motor principal del calentamiento. Estos materiales absorben una gran cantidad de la radiación solar durante el día, lo que eleva su propia temperatura a niveles muy altos. Morfología Urbana: La forma en que está construido el Centro Histórico también juega un papel negativo. Las calles angostas y profundas (donde

los edificios son más altos en relación con el ancho de la calle) crean "cañones urbanos". Estos cañones tienen poca circulación de aire, lo que provoca que el calor quede atrapado y dificulta mucho la ventilación necesaria para enfriar la zona.

Comparación Día/Noche y Consecuencias

Los resultados que se obtuvieron mostraron que el problema de la Isla de Calor persiste durante todo el ciclo de 24 horas, lo cual es un hallazgo importante para la salud y el confort de los habitantes.

Isla de calor superficial (ICUS)

La Isla de Calor Superficial (ICUS), que es el calor medido directamente en la superficie de los objetos (suelos y techos), es más evidente durante el día.

Esto ocurre especialmente en las horas pico de insolación, es decir, cuando el sol está más fuerte. Se han medido temperaturas superficiales extremas en el asfalto y la cantera del Zócalo y otras plazas. Estos materiales se calientan muchísimo, superando con creces la temperatura del aire circundante (Oke *et al.*, 2017; Weng, 2009).

Isla de calor atmosférica nocturna (ICUC)

La ICU también es perceptible durante la noche, fenómeno conocido como Isla de Calor Atmosférica (ICUC), que es el calor del aire. La ICUC nocturna representa un desafío mayor para la habitabilidad porque el calor que se acumuló durante el día se libera lentamente. Las fachadas y los muros de mampostería masiva (construcciones sólidas y pesadas) de los edificios coloniales actúan como grandes acumuladores de energía térmica. Al liberar ese calor de manera pausada durante la noche, evitan que la ciudad alcance un enfriamiento adecuado durante la madrugada. Esto mantiene el aire nocturno caliente, impidiendo el descanso térmico necesario para la población (Voogt & Oke, 2003; Santamouris, 2015).

Impacto en la habitabilidad

El aumento persistente de las temperaturas tiene serias consecuencias en la vida diaria de los habitantes. Se ha documentado que las temperaturas de confort (las que se sienten cómodas) se exceden con frecuencia tanto de día como de noche. Esto tiene dos impactos directos: genera una marcada incomodidad en las personas que caminan por las calles (peatones) y, lo más preocupante, aumenta el riesgo de enfermedades asociadas al calor. Este riesgo es

especialmente alto en los grupos vulnerables, como son los adultos mayores y las personas que sufren de padecimientos crónicos (Luber & McGeehin, 2008; Pérez *et al.*, 2021).

CONCLUSIÓN

Los retos importantes y complejos que se presentan con el proceso continuo de urbanización y el crecimiento constante de la población en la Ciudad de México son numerosos y de gran magnitud. Problemas fundamentales como el uso excesivo del agua que se extrae del subsuelo a un ritmo mayor al de su recarga (la sobreexplotación de los acuíferos) y la necesidad urgente de evolucionar hacia un sistema de gestión del agua de tipo circular (que priorice la reutilización, el reciclaje y el uso responsable) se entrelazan íntimamente con otras problemáticas ambientales que tienen una escala de impacto global.

Entre estas problemáticas globales se encuentran fenómenos como la intrusión salina (que ocurre cuando el agua de mar se introduce en las reservas subterráneas de agua dulce en zonas costeras, aunque se menciona en el contexto amplio de los desafíos hídricos) y la variabilidad hidroclimática (que se refiere a los cambios irregulares e intensos en los patrones de lluvias, sequías y disponibilidad de agua), la cual está asociada al fenómeno del NASH. A todos estos desafíos de gran escala se suman otros fenómenos urbanos y tecnológicos que se manifiestan directamente dentro de la ciudad, como las islas de calor (zonas donde la temperatura es significativamente más alta) y, en menor medida, las islas de frío (zonas donde la temperatura es notablemente más baja). Estos fenómenos microclimáticos demuestran de manera clara y palpable cómo las actividades que realizamos los humanos y el funcionamiento de los sistemas energéticos que consumen grandes cantidades de recursos están alterando de forma notoria las condiciones ambientales propias de las zonas locales.

Todo este panorama general evidencia, subraya y hace patente la necesidad urgente de poner en marcha estrategias de sostenibilidad que sean verdaderamente integrales y multifacéticas. Esto implica que las soluciones que se apliquen no pueden ser aisladas ni sectoriales. Por el contrario, estas estrategias deben conectar de forma eficiente y coordinada tres grandes áreas de acción:

La gestión del agua: Enfocándose en cómo usamos, cuidamos y aseguramos la disponibilidad del recurso. La adaptación al cambio climático: Diseñando medidas que nos permitan prepararnos mejor para sus efectos inevitables (como las sequías o las inundaciones). La eficiencia energética: Promoviendo el uso de menos energía para realizar las mismas

actividades. Solo si logramos esta articulación inteligente, donde se trabaje conjuntamente en todos estos puntos, será realmente posible reducir los impactos negativos que ya estamos experimentando y, al mismo tiempo, fortalecer la capacidad de recuperación o resiliencia tanto de los ecosistemas naturales circundantes como de las grandes ciudades para enfrentar los desafíos futuros que plantea el cambio global

REFERENCIAS

- Arbuthnott, K., Hajat, S., Heaviside, C., & Vardoulakis, S. (2020). *Years of life lost and mortality due to heat and cold in the three largest English cities*. **Environment International**, **144**, 105966. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105966>
- Böttcher, F., & Zosseder, K. (2022). *Thermal influences on groundwater in urban environments – A multivariate statistical analysis of the subsurface heat island effect in Munich*. **Science of the Total Environment**, **810**, 152193. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.152193>
- Calis, G., Yildizel, S. A., & Keskin, U. S. (2022). *Investigation of color pigment incorporated roller compacted high performance concrete as a mitigation tool against urban heat island*. **Case Studies in Construction Materials**, **17**, e01479. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e01479>
- Chatterjee, U., & Majumdar, S. (2022). *Impact of land use change and rapid urbanization on urban heat island in Kolkata city: A remote sensing based perspective*. **Journal of Urban Management**, **11**(1), 59–71. <https://doi.org/10.1016/j.jum.2021.09.002>
- Chiu, C. T. F., Wang, K., Paschalis, A., Erfani, T., Peleg, N., Fatichi, S., Theeuwes, N., & Manoli, G. (2022). *An analytical approximation of urban heat and dry islands and their impact on convection triggering*. **Urban Climate**, **46**, 101346. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2022.101346>
- Colaninno, N., & Morello, E. (2022). *Towards an operational model for estimating day and night instantaneous near-surface air temperature for urban heat island studies: Outline and assessment*. **Urban Climate**, **46**, 101320. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2022.101320>
- Fu, J., Dupre, K., Tavares, S., King, D., & Banhalmi-Zakar, Z. (2022). *Optimized greenery configuration to mitigate urban heat: A decade systematic review*. **Frontiers of Architectural Research**, **11**(3), 466–491. <https://doi.org/10.1016/j foar.2021.12.005>

Husni, E., Prayoga, G. A., Tamba, J. D., Retnowati, Y., Fauzandi, F. I., Yusuf, R., & Yahya, B. N. (2022). *Microclimate investigation of vehicular traffic on the urban heat island through IoT-based device.* *Heliyon*, *8*(11), e11739. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11739>

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. (2020). *Islas de calor urbano en ciudades mexicanas: análisis de vulnerabilidad y mitigación.* INECC.

Landsat 8 Collection 2 Level-2 Science Products. (2024). *Surface Temperature Dataset.* U.S. Geological Survey. <https://www.usgs.gov/landsat-missions>

Lee, J. S., Kim, J. T., & Lee, M. G. (2014). *Mitigation of urban heat island effect and greenroofs.* *Indoor and Built Environment*, *23*(1), 62–69. <https://doi.org/10.1177/1420326X12474483>

Ngoma, M. C., Kolawole, O., & Esteghamati, M. Z. (2025). *Insights into susceptibility of underground infrastructure to geohazards due to subsurface urban heat island.* *Sustainable Cities and Society*, *125*, 106332. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2025.106332>

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>

Rashid, N., Alam, J. A. M. M., Chowdhury, M. A., & Islam, S. L. U. (2022). *Impact of land-use change and urbanization on urban heat island effect in Narayanganj city, Bangladesh: A remote sensing-based estimation.* *Environmental Challenges*, *8*, 100571. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2022.100571>

Santillán-Soto, N., & Flores-Palacios, A. (2021). Análisis de la isla de calor urbana en zonas patrimoniales de México. *Revista de Urbanismo*, *45*, 22–39.

Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano. (2022). *Atlas de calor urbano y vulnerabilidad climática en ciudades históricas.* Gobierno de México.

Suhana, M. P., Mujiasih, S., Pranowo, W. S., Yulihastin, E., Sulaiman, A., Hatmaja, R. B., Ratnawati, H. I., Ismail, M. F. A., Lekalette, J. D., Izzaturrahim, M. H., Syah, A. F., Fa'u, Y. C. T. G., Sumantri, A., Munthe, S. M., Firdaus, M., & Latifah, L. (2025). *Dataset on averaged ultraviolet and heat index in Mantang Island, Riau Islands. Data in Brief*, *59*, 111406. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2025.111406>

Wagner, F., Nusrat, F., Thiem, L., & Akanda, A. S. (2022). *Assessment of urban water-energy interactions and heat island signatures in Rhode Island.* *Energy Nexus*, *7*, 100093. <https://doi.org/10.1016/j.nexus.2022.100093>

Weng, Q., Lu, D., & Schubring, J. (2004). Estimation of land surface temperature–vegetation

abundance relationship for urban heat island studies. *Remote Sensing of Environment*, 89(4), 467–483. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2003.11.005>

Yuan, Y., Li, C., Geng, X., Yu, Z., Fan, Z., & Wang, X. (2022). *Natural-anthropogenic environment interactively causes the surface urban heat island intensity variations in global climate zones.* **Environment International**, 170, 107574. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107574>

Zhang, Z., Paschalis, A., Mijic, A., Meili, N., Manoli, G., van Reeuwijk, M., & Fatichi, S. (2022). *A mechanistic assessment of urban heat island intensities and drivers across climates.* **Urban Climate**, 44, 101215. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2022.101215>

Zhou, J., Wu, R., Yu, H., Lin, J., Zhan, H., Liu, S., & Wang, Z. (2025). *Numerical simulation of unsteady airflow organization and cold island effect in air source heat pump unit. Case Studies in Thermal Engineering*, 74, 106757. <https://doi.org/10.1016/j.csite.2025.106757>

© Los autores. Este artículo se publica en Prisma ODS bajo la Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0). Esto permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, incluidos fines comerciales, siempre que se otorgue la atribución adecuada a los autores y a la fuente original.



 : <https://doi.org/10.65011/prismaods.v5.i1.148>

Cómo citar este artículo (APA 7^a edición):

Tlaxcalteca Romo, J. F. ., Arpide Vargas, L. M. ., Mexicano Mendoza, Z. ., Reiatura Leyva, M. E. ., & Cuate Gomez, D. H. . (2026). Islas de Calor Urbano (Centro Histórico, Puebla). *Prisma ODS: Revista Multidisciplinaria Sobre Desarrollo Sostenible*, 5(1), 118-135. <https://doi.org/10.65011/prismaods.v5.i1.148>