

Ciencia Nicolaita 87

ISSN: 2007-7068



Universidad
Michoacana
de San Nicolás
de Hidalgo

Habitar en un contexto de vulnerabilidad climática, durante una ola de calor en Torreón, Coahuila, México

Living in a context of climate vulnerability, during a heat wave in Torreon, Coahuila, Mexico

Alleck J. González Calderón*, Jaime Andrés Quiroa Herrera y Jorge Villanueva Solís

Para citar este artículo: González Calderón Alleck J., Quiroa Herrera Jaime Andrés y Villanueva Solís Jorge, 2023. Habitar en un contexto de vulnerabilidad climática, durante una ola de calor en Torreón, Coahuila, México. Ciencia Nicolaita no. 87, 208-227. DOI: <https://doi.org/10.35830/cn.vi87.700>



Historial del artículo:

Recibido: 19 de diciembre de 2022

Aceptado: 8 de febrero de 2023

Publicado en línea: abril de 2023



Ver material suplementario



Correspondencia de autor: alleck.gonzalez@uadec.edu.mx



Términos y condiciones de uso: <https://www.cic.cn.umich.mx/cn/about/privacy>



Envíe su manuscrito a esta revista: <https://www.cic.cn.umich.mx/cn/about/submissions>



Habitar en un contexto de vulnerabilidad climática, durante una ola de calor en Torreón, Coahuila, México

Living in a context of climate vulnerability, during a heat wave in Torreon, Coahuila, Mexico

Alleck J. González Calderón*, Jaime Andrés Quiroa Herrera y Jorge Villanueva Solís

Escuela de Arquitectura, Unidad Torreón, Universidad Autónoma de Coahuila. Carretera Torreón - Matamoros Km. 7.5. Ciudad Universitaria. Torreón, Coahuila

Resumen

Este trabajo sintetiza una investigación exploratoria con el objetivo de conocer la habitabilidad térmica y su relación con la salubridad y las formas de adaptación de viviendas ubicadas al sur de la ciudad de Torreón, en el noreste de México, en un clima con presencia de olas de calor. Para su desarrollo, se empleó un método mixto que incluye datos cuantitativos para el análisis térmico de las viviendas, así como, cualitativos para documentar los impactos a la salud y las formas de adaptación sociales y tecnológicas. Los resultados indican que las temperaturas internas rebasan los rangos de confort térmico saludables, mientras los habitantes expresan dificultades físicas producidas por calor, en tanto que las viviendas no están constructivamente adaptadas sino dependen de sistemas de enfriamiento evaporativo.

Palabras clave: Adaptación, Comportamiento térmico, Habitabilidad térmica, Ola de calor, Salubridad.

Abstract

This work synthesizes exploratory research with the aim of knowing the thermal habitability and its relationship with health and with the shapes of adaptation of dwelling located south of the city of Torreon, in northeastern Mexico, in a climate with the presence of heat waves. To develop it, a mixed method was used that includes quantitative data for the thermal analysis of the dwellings, and qualitative data to document the impacts on health and the shapes of social and technological adaptation. The results indicate that the internal temperatures exceed the ranges of healthy thermal comfort, while the inhabitants express physical difficulties produced by heat, while the dwellings are not constructively adapted but depend on evaporative cooling systems.

Keywords: Adaptation, Thermal behavior, Thermal habitability, Heat wave, Health.

Introducción

Uno de los mayores retos que enfrenta la humanidad es la mitigación y la adaptación frente al cambio climático. Fenómeno que se ha visto incrementado por intensos procesos de industrialización, que emiten grandes cantidades de gases de efecto invernadero (GEI) que al concentrarse en la atmósfera incrementan el calentamiento global, teniendo como consecuencia alteraciones climáticas con impactos negativos sobre el hábitat.

Si bien, entre los GEI se encuentran el dióxido de carbono (CO_2), óxido nitroso (N_2O), metano (CH_4), ozono (O_3), entre otros, el CO_2 es el gas con mayor acumulación en la atmósfera, por ello, se emplea como parámetro e indicador relacionado con incrementos en la temperatura global. Desde la segunda mitad del siglo XX, se predecía que para el año 2000 la concentración de CO_2 llegaría a 380 ppm (Meadows et al., 1972). Sin embargo, dicha concentración ha tenido un rápido aumento, de tal manera que en 2022 alcanzó un máximo de 418 ppm (ESRL, 2022). De continuar la tendencia de aumento de GEI, cada vez serán más recurrentes e intensos los impactos sociales, ecológicos y económicos causados por el cambio climático.

Uno de los efectos más alarmantes del cambio climático son las olas de calor, definidas como un periodo inusualmente cálido, que inicia y termina de forma abrupta, con una duración mínima de tres días. Después de la mega ola de calor que afectó 16 países de Europa en 2003, que tuvo como consecuencia 70000 muertes, quedó en evidencia el riesgo a la salud que puede generar dicho fenómeno. En América Latina y el Caribe, desde 2010 se han registrado 988 muertes causadas por olas de calor (OPS, 2019).

Por su parte, en México durante el periodo 2002 - 2010, murieron 393 personas por calor excesivo, la mayor parte en el noroeste del país, de los cuales 88.5% eran hombres entre 18 y 65 años, y el 62.1% no tenía acceso a servicios de salud (Díaz, Castro y Aranda, 2014). Datos recientes indican el número de defunciones causadas por temperaturas extremas durante la temporada de calor en México: 30 en 2018, 44 en 2019, 37 en 2020 (Gobierno de México, 2021). En tres años se registraron 111 defunciones.

Es evidente que las altas temperaturas pueden generar graves impactos sociales entre los grupos más vulnerables como los recién nacidos, niños, mujeres embarazadas, ancianos y personas con enfermedades crónicas. No obstante, la mortalidad en personas pobres es más frecuente en áreas urbanas donde ocurren de manera simultánea los fenómenos de ola de calor y de isla de calor (OPS, 2019). Aunque a menudo se indica que las altas temperaturas exteriores generan impactos negativos en la salud de las personas, también el exceso de calor en espacios interiores y su duración en horas puede afectar la calidad de vida.

Debido a que la vivienda es la edificación donde las personas permanecen por más tiempo, es indispensable contar con un planteamiento formal y constructivo que les permita adaptarse a contextos áridos y semiáridos, caracterizados por climas muy cálidos. Empero, en México de un total de 35.2 millones de viviendas, solo el 6% cuenta con aislamiento térmico para adaptarse a condiciones climáticas de frío o de calor (INEGI, 2020).

Por su parte, en julio de 2018 en Coahuila se registraron 24 días con temperaturas mayores de 40 °C (CONAGUA, 2018 b). En el mismo año, en la ciudad de Torreón se registró una temperatura máxima de 43.2 °C durante el mes de mayo (CONAGUA, 2018 a).

Sin embargo, los registros de temperatura superficial de la vivienda en Torreón están en un rango de 49 °C a 54 °C, superando hasta por más de 10 °C a los de la temperatura externa. En la Figura 1, se indica en color rojo las zonas con temperaturas superficiales más elevadas, que en su mayoría corresponden con viviendas ubicadas al sur y oriente de la ciudad (Villanueva, 2020).

Con base en lo anterior, se puede suponer que algunos sectores de Torreón, con presencia de viviendas sociales y autoconstruidas, pueden experimentar condiciones térmicas adversas y de insalubridad, por exposición a altas temperaturas interiores. De manera simultánea, también podrían existir formas de adaptación sociales y tecnológicas para mitigar los efectos de una ola de calor. Por ello, se plantearon los siguientes objetivos: 1) determinar la habitabilidad térmica de la vivienda; 2) identificar afectaciones a la salud de los habitantes; 3) documentar formas de adaptación, sociales y tecnológicas.

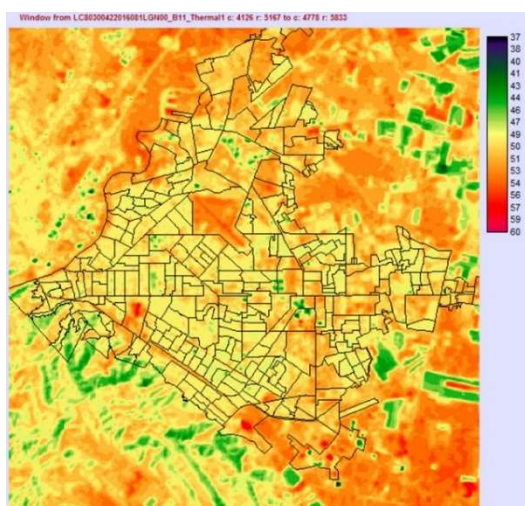


Figura 1: Temperaturas superficiales en Torreón, Coahuila.
Fuente: Villanueva, 2020.

Habitabilidad térmica, salubridad y adaptación

La habitabilidad, en el caso de la vivienda, se entiende como el ambiente óptimo para el desarrollo humano, que tanto en sus dimensiones físico-espacial, sociocultural y socioeconómica, satisface integralmente las necesidades de los habitantes (Mena, 2011). En tanto, la habitabilidad térmica se define como un periodo de tiempo, medido en horas, en que la vivienda presenta condiciones de confort térmico durante el día y la noche, principalmente en las estaciones de invierno y verano (Sarmiento y Hormazábal, 2003).

Estudios pioneros sobre confort térmico sugieren que el humano prefiere permanecer en espacios donde la temperatura se encuentra entre el frío que puede soportar sin estar demasiado incómodo y el calor que puede tolerar sin comprometer su sistema circulatorio y de secreción. Incluso, en trabajos realizados con animales se afirma que algunos eligen permanecer en espacios con temperaturas de 21 °C, en la zona media entre los puntos que exigen un mayor gasto energético de adaptación al ambiente (Olgyay, 1998).

Algunos datos señalan que el rango de bienestar térmico se encuentra a los 18 °C como mínimo para invierno, si la humedad relativa es de 70% y de 28 °C como máximo para verano, si la humedad relativa es

de 40% (ASHRAE, 1993). También se indica que las temperaturas entre 21 °C y 26 °C se consideran dentro del rango de confort óptimo (Fuentes, 2002). Mientras, temperaturas entre 18 °C y 30 °C podrían considerarse dentro de un rango de confort aceptable (Auliciems y Szokolay, 2007; Rahman y Kojima, 2018). Para el caso de Torreón, con base en la aplicación del modelo de confort adaptativo de ASHRAE 55-2010, se establece como rango de confort las temperaturas entre un valor mínimo de 19.6 °C y máximo de 29.7 °C (Quiroa, 2022)¹.

Esto quiere decir que las temperaturas en espacios interiores mayores de 30 °C podrían considerarse fuera de rangos de confort térmico aceptables y generar disconfort, estrés térmico y en el peor de los casos problemas de salud y defunciones.

En situaciones de calor intenso y prolongado los lactantes, niños pequeños y ancianos tienen mayor probabilidad de morir o de sufrir hipertermia porque no tienen la capacidad óptima de regular su temperatura corporal (UNICEF, 2015). El calor corporal elevado y la deshidratación leve puede afectar el cerebro y generar confusión o pérdida de conciencia. Una deshidratación aguda puede ocasionar la generación de coágulos que pueden afectar distintos órganos e incrementar el riesgo de accidentes cerebrovasculares (OPS, 2019). El calor excesivo también puede generar alergias cutáneas, diabetes, insomnio, cataratas, estrés térmico, agotamiento, así como, enfermedades renales, infecciosas, respiratorias, cardiovasculares y neurológicas (Rocque et al., 2021).

Un aspecto importante para considerar es la duración de las altas temperaturas, ya que un golpe de calor aparece con frecuencia entre las primeras 24 y 48 horas de una ola de calor, cuando aún no se han puesto en marcha los mecanismos de aclimatación, sobre todo si las temperaturas ambientales superan los 30 °C y la humedad es superior al 60% (Morales et al., 2005).

Durante la grave ola de calor que azotó Europa en el verano de 2003 se evidenció la vulnerabilidad de la población ante este tipo de eventos climáticos. En Francia se cuantificaron 14802 decesos entre el 4 y el 13 de agosto del mismo año, cuando veintisiete estaciones climáticas registraron temperaturas máximas

¹ El rango de confort adaptativo para el caso de Torreón se calculó en el marco del proyecto de investigación PRODEP-

UACOH-CA-141. Documentado en el segundo capítulo del informe técnico del proyecto realizado por los autores.

superiores a 35 °C y temperaturas mínimas superiores a 20 °C (Díaz y Linares, 2005). Al analizar dicho fenómeno, se dedujo que a partir de 34 °C de temperatura máxima diaria comienza a aumentar la mortalidad por ola de calor de forma estadísticamente significativa (Linares et al., 2017).

Por ello, es indispensable mejorar las condiciones de habitabilidad de la vivienda para prevenir enfermedades y mejorar la calidad de vida, así como, ayudar a mitigar el cambio climático y contribuir con los Objetivos de Desarrollo Sostenible relacionados con la salud y las ciudades sostenibles (OMS, 2018).

No obstante, de manera histórica la humanidad ha sabido adaptarse social y tecnológicamente a climas adversos como los áridos para configurar su hábitat, dotándolo de condiciones de habitabilidad. Entre las formas de adaptación sociales, algunas se relacionan con la alimentación y la vestimenta, entre otras costumbres, que pueden ser estrategias individuales o colectivas. También existen ejemplos de adaptación tecnológica en climas áridos donde es tradicional el uso de la tierra para edificar, ya que de manera empírica y científica se sabe que dicho material tiene un bajo coeficiente de conductividad térmica, es decir, su uso reduce los efectos de la radiación solar hacia los espacios interiores.

En la actualidad, existen normas y recomendaciones para la adaptación de viviendas en climas cálidos. Algunas indican que la envolvente, conformada por techos y muros, sean de materiales que permitan retrasar la entrada de calor, implementando componentes y materiales de baja conductividad térmica.

La conductividad térmica de muros de tierra, con bloques de adobe, es menor que la de muros de concreto y de ladrillo. La resistencia térmica de un muro de adobe de 30 cm de espesor es de 0.65 m² K/W, mientras, para un muro de concreto del mismo espesor la resistencia es de 0.18 m² K/W. Si se pretendiera tener una resistencia similar a la del muro de adobe, sería necesario trabajar con un muro de concreto con un espesor aproximado a 106 cm, es decir, casi tres veces más espesor (Cuitiño, Esteves, Maldonado y Rondardo, 2015).

En algunos experimentos se destacan el uso de tierra como material de construcción en climas semiáridos. La incorporación de muros de adobe y techos con entramados de madera-tierra, tienen mejor adapta-

ción a las condiciones climáticas cálidas ya que la temperatura interior puede tener una diferencia de hasta 5 °C menos que la temperatura registrada en sistemas constructivos de concreto (Quiroa, Villanueva, González y Retana, 2020).

Debido a que las olas de calor generadas por el cambio climático son un fenómeno que será cada vez más frecuente e intenso, en distintas partes del mundo, es urgente conocer cuáles son los impactos negativos en la salud de las personas, así como, analizar las distintas formas de adaptación tecnológicas, tradicionales y contemporáneas. Dado que la mitigación del cambio climático es algo que se plantea a largo plazo, es necesario desarrollar estrategias de adaptación a corto y mediano plazo, de tal manera que las viviendas urbanas y rurales ofrezcan condiciones de habitabilidad térmica y salubridad, y con ello reducir la vulnerabilidad climática relacionada con altas temperaturas.

Metodología


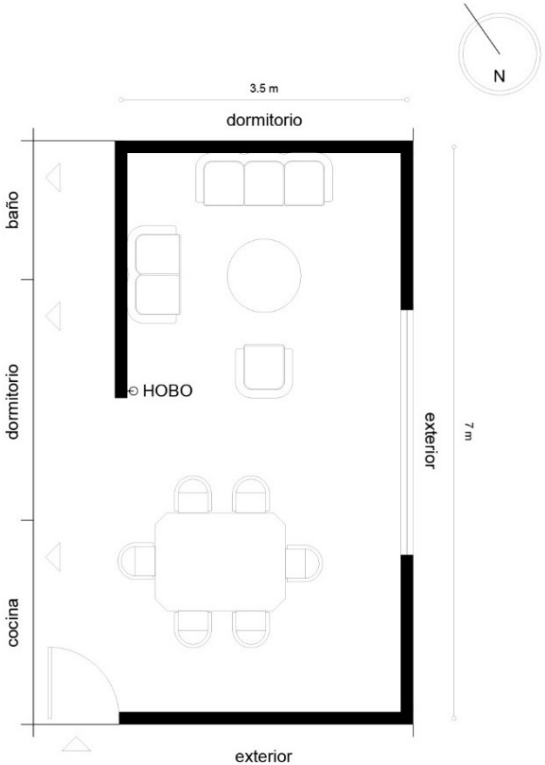

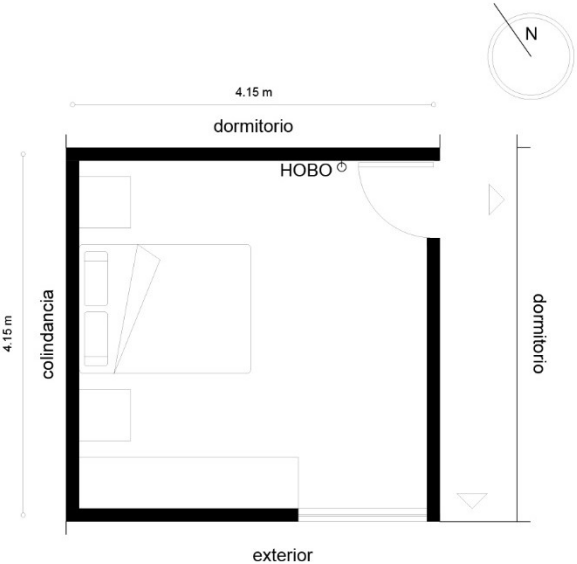
El trabajo se desarrolló con base en un método mixto que tiene como objetivo conocer las condiciones de habitabilidad térmica y su relación con la salubridad y con las formas de adaptación de viviendas ubicadas al sur de la ciudad de Torreón, en un contexto climático semiárido, con presencia de olas de calor. La justificación de los métodos mixtos es dar explicación de un fenómeno cuando un solo enfoque teórico-metodológico no alcanza para resolver un problema de investigación. Por ejemplo, cuando se intenta resolver un objetivo cualitativo dentro de un estudio primariamente cuantitativo, o viceversa, cuando se pretende desarrollar un estudio cualitativo con introducción de elementos cuantitativos (Guerrero, Do Prado y Ojeda, 2016).

En primera instancia, se seleccionaron ocho viviendas ubicadas al sur de Torreón, zona caracterizada por altas temperaturas superficiales, entre un rango de 49 °C a 54 °C (Villanueva, 2020). La elección de los casos se realizó con base en la cooperación de alumnos de la Escuela de Arquitectura, Unidad Torreón, de la Universidad Autónoma de Coahuila quienes aportaron datos de sus viviendas y familias. En la Figura 2, se observa la ubicación de las viviendas en la ciudad y una perspectiva del contexto urbano en un clima semiárido. En la Tabla 1, se describen las características espaciales y constructivas de las ocho viviendas analizadas.




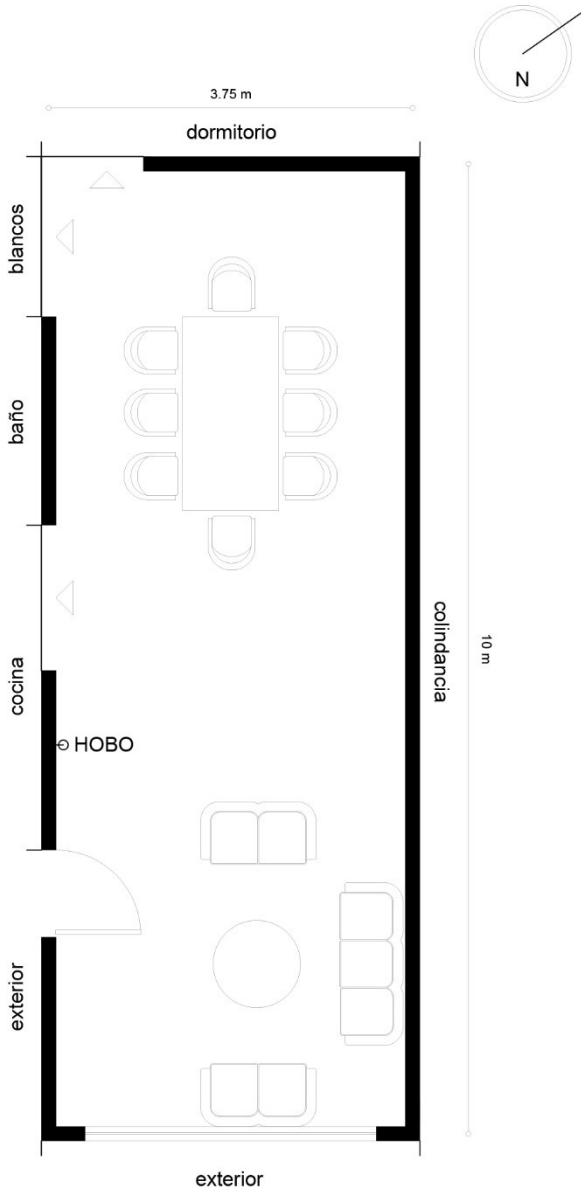
Figura 2: Ubicación de las viviendas analizadas y panorámica de la ciudad de Torreón, Coahuila, México.
Fuente: De los autores, con base en Google Maps.

Tabla 1
Características espaciales y constructivas de las ocho viviendas analizadas. Fuente: De los autores.


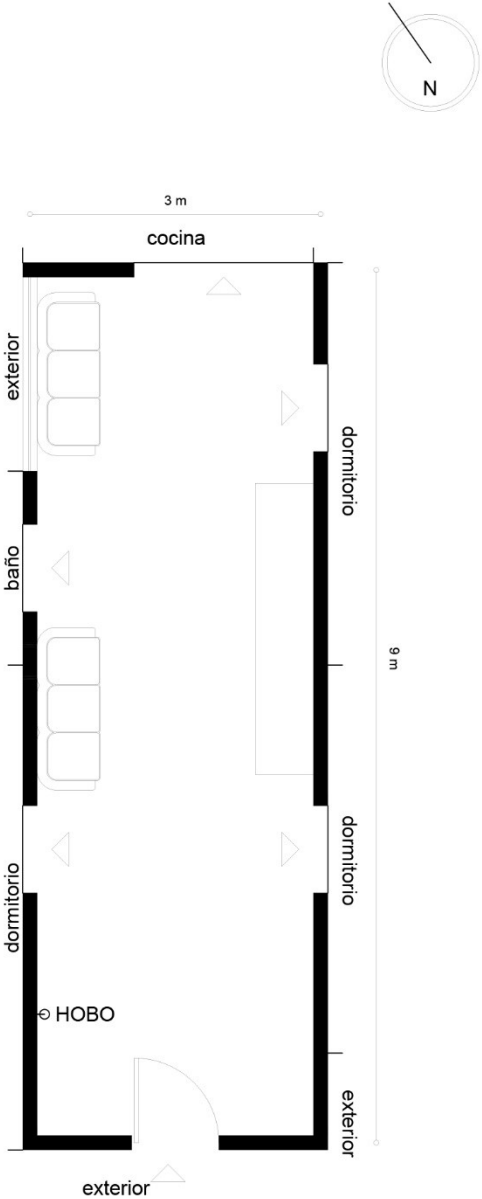
Vivienda	Características constructivas	Características espaciales
1	<p>De un nivel con 3 m de altura y techo plano. Muros de block hueco de concreto y losa maciza de concreto armado.</p> 	
2	<p>De un nivel con 3 m de altura y techo plano. Muros de block hueco de concreto y losa maciza de concreto armado.</p> <p>Nota: por sugerencia del habitante, en este caso el sensor se colocó dentro de una habitación.</p> 	



Continua Tabla 1. Características espaciales y constructivas de las ocho viviendas analizadas.
Fuente: De los autores.


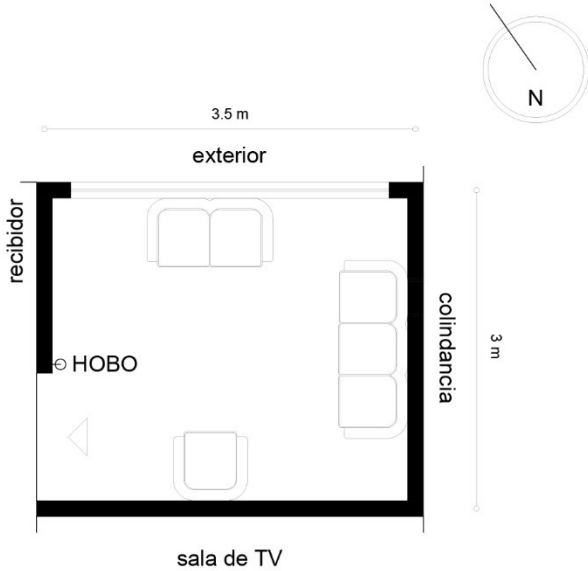

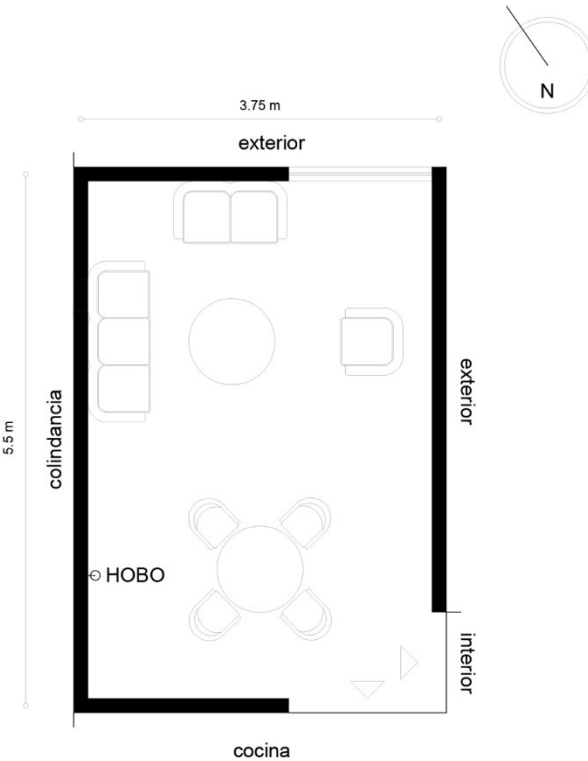
Vivienda	Características constructivas	Características espaciales
3	<p>De dos niveles con 5.4 m de altura y techo plano. Muros de block hueco de concreto y losa maciza de concreto armado.</p> 	

Continua Tabla 1. Características espaciales y constructivas de las ocho viviendas analizadas.
Fuente: De los autores.


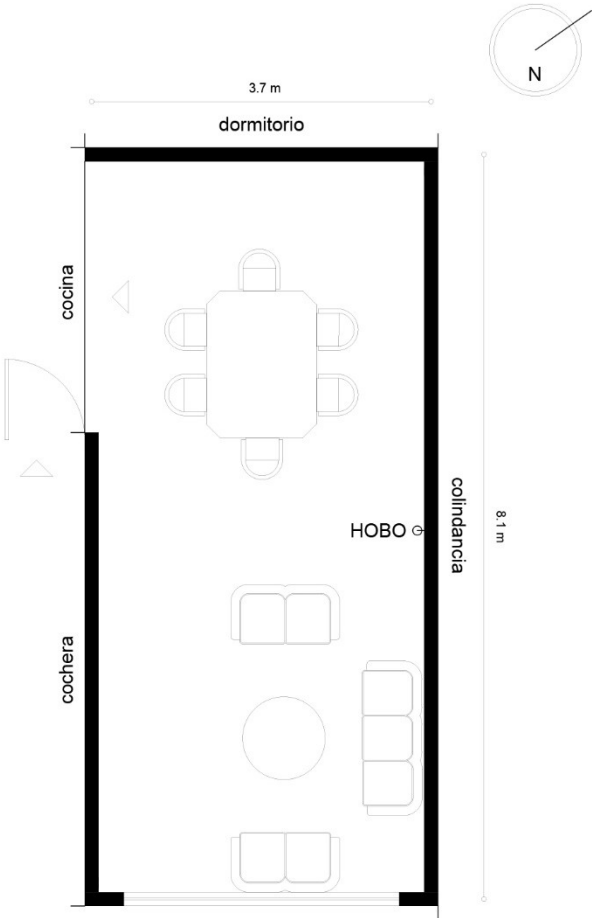
Vivienda	Características constructivas	Características espaciales
4	<div>De un nivel con 3 m de altura y techo plano. Muros de block hueco de concreto y losa maciza de concreto armado.</div> <div></div>	<div></div>



Continua Tabla 1. Características espaciales y constructivas de las ocho viviendas analizadas.
Fuente: De los autores.

Vivienda	Características constructivas	Características espaciales
5	<p>De dos niveles con 5.4 m de altura y techo plano. Muros de ladrillo rojo cocido y losa maciza de concreto armado.</p> 	
6	<p>De un nivel con 2.7 m de altura y techo plano. Muros de ladrillo rojo cocido y losa maciza de concreto armado.</p> 	

Continúa Tabla 1. Características espaciales y constructivas de las ocho viviendas analizadas.
Fuente: De los autores.

Vivienda	Características constructivas	Características espaciales
7	<div>De dos niveles con 6 m de altura y techo plano. Muros de block hueco de concreto y techo de lámina metálica con capa de compresión de concreto armado.</div> <div></div>	<div></div>



Continua Tabla 1. Características espaciales y constructivas de las ocho viviendas analizadas.
Fuente: De los autores.

Vivienda	Características constructivas	Características espaciales
8	<p>De un nivel con 3 m de altura y techo plano. Muros de block hueco de concreto y losa maciza de concreto armado.</p> <p>Nota: con idénticas características de la vivienda 1.</p>	

Análisis climático y periodo de estudio

Para determinar si las viviendas se encuentran en condiciones de habitabilidad térmica se tomó como referencia el método empleado por Quiroa, Villanueva, González y Retana (2020), en el que se establece un periodo experimental, un periodo representativo, y un día representativo, en el cual se analiza el comportamiento térmico de las viviendas en una situación de calor.

Para este caso, se adaptó de la siguiente manera. Como periodo experimental se registraron temperaturas externas durante la temporada de calor por treinta días. Como periodo representativo se identificó un episodio de ola de calor con duración de cinco días, dentro del mes de mediciones. Finalmente, como día representativo se eligió el día más cálido de la ola de calor.

Para identificar el periodo y el día representativo, caracterizado por un episodio de ola de calor, se tomaron mediciones de humedad y temperatura externa del 11 de septiembre al 11 de octubre de 2021, lo que comprende el periodo experimental de treinta días. Las mediciones se realizaron con intervalos de 30 minutos, empleando una estación Davis Instruments, Vantage Pro-2 Plus, instalada en la Escuela de Arquitectura, Unidad Torreón, de la Universidad Autónoma de Coahuila.

Para analizar la habitabilidad térmica de las ocho viviendas seleccionadas, a cada una se le realizaron mediciones de temperatura interna durante todo el periodo experimental, esto permitió analizar los datos recolectados durante la ola de calor que se presentó entre el 16 y el 20 de septiembre de 2021. Las mediciones de temperatura se realizaron con intervalos de 30 minutos utilizando registradores ONSET, HOBO U12-13, instalados en la estancia-comedor de las ocho viviendas, por considerarse el espacio donde permanecen más tiempo los habitantes.

Finalmente, se analizó y comparó el desempeño térmico de las ocho viviendas durante el día representativo, identificado como el más caluroso al final de la ola de calor, el 20 de septiembre de 2021 con una temperatura máxima de 35.7 °C. De esta manera, se obtuvieron datos de temperaturas máximas y mínimas, así como, la duración del tiempo-horas de confort y discomfort al interior de las viviendas.

Análisis cualitativo

Por otra parte, para identificar las afectaciones a la salud, así como, las formas de adaptación de quienes habitan en viviendas con altas temperaturas interiores, se diseñó un formato de entrevista aplicado durante el periodo representativo a un representante familiar.

Se realizaron un total de ocho entrevistas aplicadas a madres de familia, por ser quienes pasan la mayor parte del tiempo en casa, con rango de edad entre 40 y 50 años, quienes ofrecieron información de los demás integrantes de su grupo doméstico. Generalmente conformado por su esposo con el mismo rango de edad, con hijos entre 15 y 25 años y en ocasiones por un integrante de la tercera edad. De esta manera, se obtuvo información acerca de 32 sujetos que experimentan múltiples dificultades y distintas formas de adaptación ante una ola de calor.

El registro de las grabaciones se hizo con una grabadora de audio SONY, ICD-UX560F, para su posterior transcripción y análisis. Algunas de las preguntas planteadas a los habitantes fueron las siguientes:

- ¿Qué dificultades físicas le genera estar dentro de su vivienda durante días muy cálidos?
- ¿Qué enfermedades le han diagnosticado por habitar en espacios con altas temperaturas?
- ¿Qué adaptaciones constructivas ha realizado para mejorar la temperatura interior de su vivienda durante la temporada de calor?
- ¿Qué tecnologías usa para enfriar su casa durante la temporada de calor?

Por último, se relacionan los datos cuantitativos del registro de temperaturas con la información cualitativa obtenida de las entrevistas, con la finalidad de explicar los objetivos de investigación planteados en este trabajo.

Resultados

Habitabilidad térmica de la vivienda

En la Figura 3 se observan las mediciones de temperatura externa registradas dentro de un periodo experimental de treinta días, del 11 de septiembre al 11 de octubre de 2021. Durante casi todo el periodo, excepto tres días, las temperaturas máximas diarias estuvieron por encima de 30 °C, con un promedio de

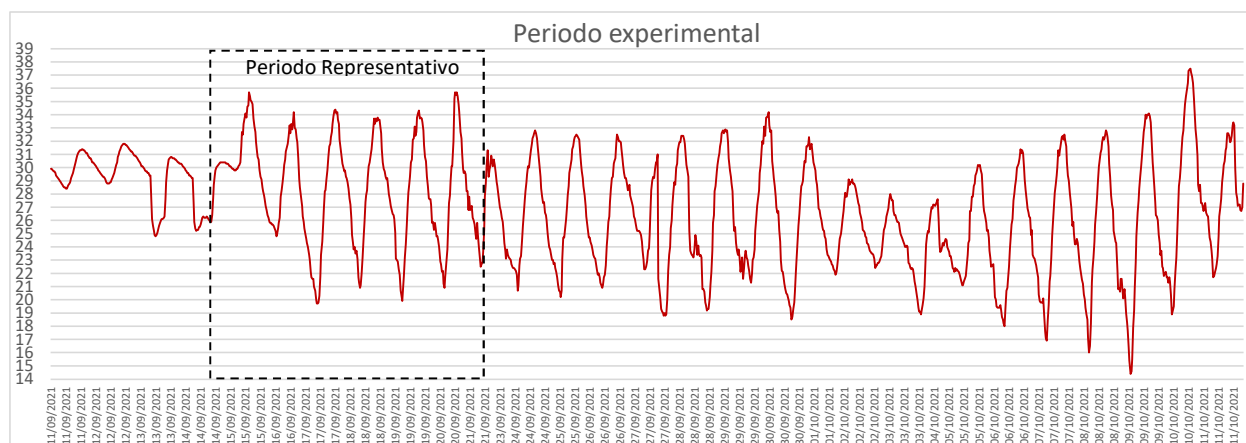


Figura 3: Periodo experimental de 30 días. Fuente: De los autores.

temperatura máxima de 32.3 °C y un promedio de temperatura mínima de 21.5 °C.

En cuanto al periodo representativo, en la Figura 4 2 (izquierda) se aprecia el registro de una ola de calor con duración de cinco días, del 16 al 20 de septiembre de 2021, con temperaturas máximas aproximadas a 35 °C. Primer día 34.2 °C, segundo día 34.4 °C, tercer día 33.8 °C, cuarto día 34.3 °C, quinto día 35.7 °C. Dichas temperaturas se presentaron entre 5 pm y 7 pm. En cuanto al número de horas-día con temperaturas >30 °C, se obtuvieron las siguientes: primer día 8.5 horas, segundo día 9 horas, tercer día 8.5 horas, cuarto día 9 horas, quinto día 10.5 horas. Estas mediciones se registraron entre 12 pm y 9 pm. En cinco días se sumó un total de 45.5 horas con temperaturas superiores a 30 °C, con un promedio de 9.1 horas por día.

Por su parte, en la Figura 4 (derecha) se observa el día representativo caracterizado por ser el más cálido dentro de la ola de calor, el 20 de septiembre de 2021, con una temperatura máxima de 35.7 °C y con 10.5 horas de temperaturas >30 °C. En tanto que la temperatura mínima fue de 20.9 °C, lo cual muestra una amplitud térmica de 14.8 °C, como diferencia entre la temperatura más cálida y la más fría durante un día. Aunque se muestran los registros de humedad, los valores indican que no tiene un impacto mayor en la sensación térmica producida por altas temperaturas, puesto que, en las horas más cálidas del día el porcentaje de humedad no rebasa el rango de confort adaptativo.

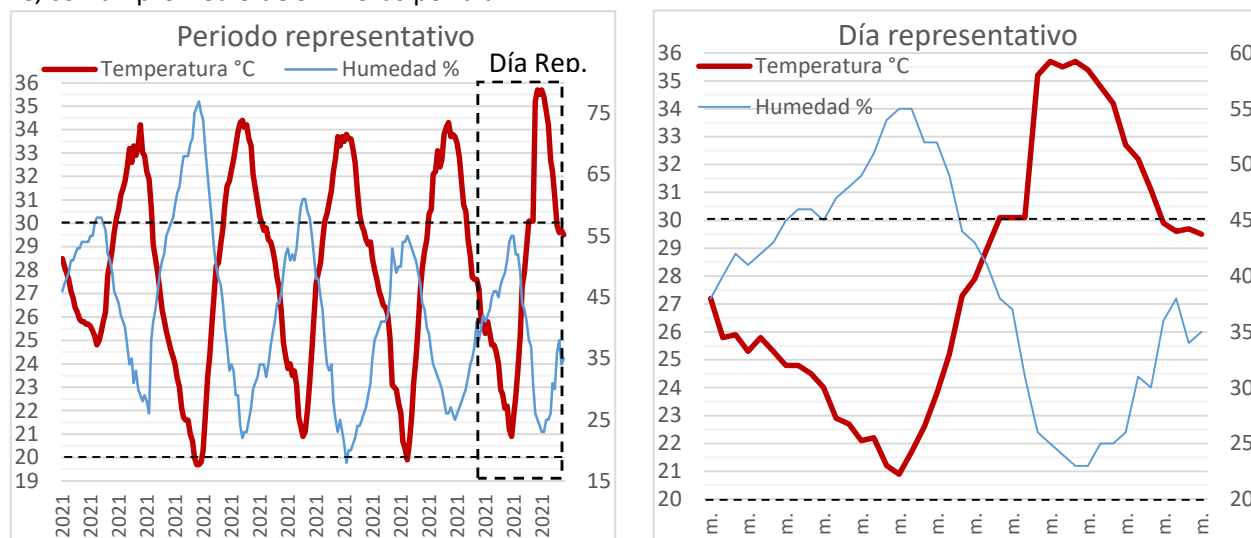


Figura 4: Periodo representativo: ola de calor registrada del 16 al 20 de septiembre de 2021 (izquierda). Día representativo: el más cálido de la ola de calor, el 20 de septiembre de 2021 (derecha). Fuente: De los autores.

Tabla 2

Comportamiento térmico de ocho viviendas durante día representativo.
Fuente: De los autores.

Día Representativo: 20-09-21								
Vivienda	1	2	3	4	5	6	7	8
Temperatura máxima en °C	35.2	34.9	30.1	29.4	28.0	32.7	38.1	30.5
Temperatura mínima en °C	28.8	28.0	28.9	25.9	24.6	28.5	26.1	28.7
Diferencia de temperaturas	6.4	6.9	1.2	3.5	3.4	4.2	12.1	1.8
Temperatura promedio	32.2	31.4	29.5	28.1	26.3	30.6	31.4	29.6
Confort térmico en Horas / Día	5.0	8.0	20.0	24.0	24.0	9.0	10.5	14.5
Disconfort térmico en Horas / Día	19.0	16.0	4.0	0.0	0.0	15.0	13.5	9.5

Tabla 3

Diferencia de temperaturas máximas interiores entre la vivienda 7 y la 5, y diferencia con la temperatura máxima exterior durante día representativo. Fuente: De los autores.

Diferencias de Temperaturas Interiores Máximas Registradas				
	Vivienda	Valor °C	Diferencia Temp. Ext Max.	Incremento %
Mayor	7	38.1	+2.4	6.7
Menor	5	28	-7.7	-21.5
Diferencia		10.1	10.1	27.3

En la Tabla 2 se sintetiza el análisis térmico de las ocho viviendas seleccionadas, durante el día representativo, el 20 de septiembre de 2021.

Temperatura máxima: La vivienda 7 presentó la temperatura máxima interior más elevada con 38.1 °C, y una diferencia de 2.4 °C, que representa un incremento del 6.7%, en comparación con la temperatura máxima exterior que fue de 35.7 °C. Contrariamente, la vivienda 5 registró la menor temperatura máxima interior con 28 °C, y una diferencia de 7.7 °C, que representa una disminución de 21.5%, al compararse con la temperatura máxima externa. Sin embargo, al contrastar las temperaturas máximas interiores de las dos viviendas se muestra una diferencia de 10.1 °C, que representa -27.3%, lo cual indica que la vivienda 5 tiene un mejor comportamiento térmico ante una situación de calor (ver Tabla 3).

A pesar de que la vivienda 7 tiene un espacio con doble altura que supera por 3m a los espacios de las otras siete viviendas, presenta una desventaja térmica debido a que posee un techo de lámina metálica con un ligero recubrimiento de concreto. Debido a que los componentes metálicos tienen un coeficiente de conductividad térmica incluso mayor que materiales como el concreto, el espacio donde se realizaron las mediciones alcanzó la mayor temperatura máxima interior.

Temperatura mínima: La vivienda 5 mostró la temperatura mínima interna más baja con 24.6 °C, y una diferencia de 3.7 °C, que representa un incremento de 17.7% en comparación con la temperatura mínima exterior que fue de 20.9 °C. Inversamente, la vivienda 3 tuvo la temperatura mínima interna más alta con 28.9 °C, y una diferencia de 8 °C, que representa un aumento de 38.2% al compararse con la temperatura mínima externa. Al cotejar las temperaturas mínimas internas de las dos viviendas se exhibe una diferencia de 4.3 °C, que representa -14.8%, lo cual señala que la vivienda 5 tiene un mejor comportamiento térmico ante una situación de calor (ver Tabla 4).

Si bien, ambas viviendas tienen dos niveles de la misma altura y losa plana de concreto armado, presentan una diferencia constructiva en los muros ya que la vivienda 3 emplea block hueco de concreto, mientras que la vivienda 5 incorpora ladrillo de barro cocido. Aun cuando el block hueco tiene una menor conductividad térmica que el ladrillo macizo, por su doble cámara de aire interna, la vivienda 5 tiene un mejor comportamiento térmico debido al uso constante, durante el día y la noche, de un sistema de enfriamiento evaporativo conocido localmente como aire lavado. No obstante, el uso prolongado de este sistema conlleva un alto consumo hídrico y energético que podría considerarse insostenible.

Tabla 4

Diferencia de temperaturas mínimas interiores entre la vivienda 3 y la 5, y diferencia con la temperatura mínima exterior durante día representativo. Fuente: De los autores.

Diferencias de Temperaturas Interiores Mínimas Registradas				
	Vivienda	Valor °C	Diferencia Temp. Ext. Min.	Incremento %
Mayor	3	28.9°C	8°C	38.2
Menor	5	24.6°C	3.7°C	17.7
Diferencia		4.3°C	4.3°C	20.5

Tabla 5

Horas con temperaturas superiores a 30 °C al interior de las viviendas durante día representativo. Fuente: De los autores.

Horas de Disconfort		
	Vivienda	Valor Horas
Mayor	1	19 (T> 30 °C)
Menor	4 y 5	0 (T> 30 °C))

Horas de confort: las viviendas 4 y 5 presentaron el mayor tiempo de confort térmico con 24 horas de temperaturas internas < 30 °C, pero la vivienda 5 registró una menor temperatura promedio con 26.3 °C. De manera inversa, la vivienda 1 tuvo el menor tiempo de confort térmico con 5 horas de temperaturas inferiores a 30 °C y una temperatura promedio de 32.2 °C. Además de que la vivienda 5 tuvo hasta 19 horas más de confort térmico que la vivienda 1, también poseyó una diferencia de 5.9 °C en relación con la temperatura promedio. Lo cual indica que tiene una mejor adaptación ante una situación de altas temperaturas.

Horas de disconfort: la vivienda 1 tuvo el mayor tiempo de disconfort térmico con 19 horas de temperaturas internas >30 °C. En contraste, las viviendas 4 y 5 presentaron la menor cantidad de horas de disconfort térmico con 0 horas de temperaturas > 30 °C (ver Tabla 5).

Pese a que la vivienda 1 tiene muros de block hueco de concreto y la vivienda 5 tiene muros de ladrillo rojo, la diferencia de temperaturas radica en el uso de un sistema de enfriamiento evaporativo. También influye que la vivienda 1 es de un nivel en tanto que la vivienda 5 cuenta con dos niveles, dado que el espacio donde se registraron las mediciones está en planta baja, la vivienda de dos niveles tiene una menor transferencia de calor hacia el primer nivel.

En conclusión, de las ocho viviendas analizadas, la vivienda 5 es la que tiene un mejor comportamiento térmico ante una situación de calor, ya que tuvo las

temperaturas máximas, mínimas y promedio más bajas, así como, la mayor cantidad de horas de confort térmico. Como ya se ha mencionado esto se debe al uso intensivo del sistema de enfriamiento evaporativo. A pesar de que la vivienda 7 presentó la mayor temperatura máxima con 38.1°C, la vivienda 1 es la que tuvo el peor comportamiento térmico, ya que registró una temperatura máxima de 35.2 °C, y la mayor temperatura promedio con 32.2 °C, así como la mayor cantidad de tiempo de disconfort con un total de 19 horas durante el día representativo.

Análisis cualitativo: Salubridad y adaptación

Se ha documentado ampliamente que la exposición a altas temperaturas puede ocasionar afectaciones físicas y psicológicas, moderadas o graves (OPS, 2019), también se argumenta que dichas afectaciones pueden aparecer entre las primeras 24 / 48 horas de una ola de calor, cuando la temperatura es superior a 30 °C (Morales et al., 2005). No obstante, el escenario más crítico de una ola de calor es cuando se mantienen altas temperaturas hasta por 24 horas durante días consecutivos.

Con base en el análisis del apartado anterior, se evidencia que existen viviendas que pueden presentar hasta 19 horas de temperaturas internas > 30° C. Por ello, resulta indispensable conocer las dificultades físicas y enfermedades generadas por habitar en espacios con altas temperaturas interiores, así como, las formas de adaptación sociales y tecnológicas implementadas para mitigar los efectos de una ola de calor.

Tabla 6
Síntesis de categorías analizadas por vivienda. Fuente: De los autores

Vivienda	Dificultades físicas	Enfermedades diagnosticadas	Adaptación física	Adaptación tecnológica y constructiva
1	<ul style="list-style-type: none"> • Sofoco • Dolor de cabeza • Sudoración 	<ul style="list-style-type: none"> • Rozaduras cutáneas 	<ul style="list-style-type: none"> • Ropa corta y holgada 	<ul style="list-style-type: none"> • Apertura de ventanas • Enfriamiento evaporativo
2	<ul style="list-style-type: none"> • Estrés • Sudoración 	<ul style="list-style-type: none"> • Deshidratación 	<ul style="list-style-type: none"> • Ducha fría 	<ul style="list-style-type: none"> • Apertura de ventanas • Enfriamiento evaporativo
3	<ul style="list-style-type: none"> • Dolor de cabeza • Calor excesivo • Estrés 	<ul style="list-style-type: none"> • Sin información 	<ul style="list-style-type: none"> • Sin información 	<ul style="list-style-type: none"> • Apertura de ventanas • Enfriamiento evaporativo
4	<ul style="list-style-type: none"> • Calor excesivo 	<ul style="list-style-type: none"> • Golpe de calor 	<ul style="list-style-type: none"> • Permanencia en planta baja • Beber agua fría 	<ul style="list-style-type: none"> • Enfriamiento evaporativo
5	<ul style="list-style-type: none"> • Calor excesivo 	<ul style="list-style-type: none"> • Sin información 	<ul style="list-style-type: none"> • Permanencia en planta baja • Beber agua fría • Ducha fría 	<ul style="list-style-type: none"> • Enfriamiento evaporativo
6	<ul style="list-style-type: none"> • Dolor de cabeza • Calor excesivo • Sudoración 	<ul style="list-style-type: none"> • Sin información 	<ul style="list-style-type: none"> • Ropa corta y holgada • Beber agua fría 	<ul style="list-style-type: none"> • Ventilador • Enfriamiento evaporativo
7	<ul style="list-style-type: none"> • Dolor de cabeza • Sudoración • Sangrado nasal 	<ul style="list-style-type: none"> • Sin información 	<ul style="list-style-type: none"> • Ropa corta y holgada • Ducha fría 	<ul style="list-style-type: none"> • Apertura de ventanas • Ventilador • Enfriamiento evaporativo • Aire acondicionado • Recubrimiento térmico
8	<ul style="list-style-type: none"> • Agotamiento • Somnolencia • Dolor de cabeza 	<ul style="list-style-type: none"> • Vértigo 	<ul style="list-style-type: none"> • Ropa corta y holgada 	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de vegetación • Recubrimiento térmico • Enfriador evaporativo

En la Tabla 6, se observan una síntesis de las categorías y la información obtenida de entrevistas aplicadas a los habitantes de las ocho viviendas analizadas.

Dificultades físicas y enfermedades

Algunos habitantes identificaron dificultades físicas generadas por exposición a altas temperaturas internas. Aun cuando no todos experimentan las mismas molestias, se pueden señalar al menos ocho: sofoco, dolor de cabeza, sudoración, estrés, sensación de calor, sangrado nasal, agotamiento, somnolencia. Cabe señalar que las mujeres y adultos con sobrepeso son quienes experimentan mayores dificultades físicas ante una situación de calor.

En cuanto a las enfermedades diagnosticadas, existe escasa evidencia porque son pocas las personas que sufren alguna patología. Con base en las entrevistas, se identificaron las siguientes: rozaduras cutá-

neas, deshidratación, golpe de calor y vértigo. Sin embargo, la deshidratación y el golpe de calor podrían considerarse como eventos no repetitivos, mientras que las rozaduras cutáneas y el vértigo podrían ser patologías recurrentes que se presentan anualmente durante la temporada de calor, y con ello, se podría ver disminuida la calidad de vida de quienes experimentan estos problemas de salud.

Si bien, OPS (2019) y Rocque et al. (2021), indican que el calor puede generar deshidratación, confusión, accidentes cerebrovasculares, alergias de la piel, diabetes, alteración del sueño, cataratas, estrés térmico, agotamiento, así como, enfermedades renales, infecciosas, respiratorias, cardiovasculares y neurológicas, en los casos analizados se hallaron solo algunas de las patologías mencionadas. Aun así, es posible que algunas personas, sin diagnóstico médico, sufran enfermedades originadas por exposición al calor, y se relacionen erróneamente con otras causas.



Adaptaciones sociales y tecnológicas

A partir de las entrevistas aplicadas a los habitantes de las viviendas, se identifican cuatro formas de adaptación sociales: uso de ropa ligera, baños de agua fría, permanencia en planta baja y beber agua fría. Si bien, casi todos mencionan el uso de ropa ligera y beber agua fría, son las mujeres quienes toman uno o dos baños de agua fría durante el día. Lamentablemente, la estrategia no puede replicarse en zonas urbanas donde la dotación de agua es escasa o intermitente, o cuando no se puede pagar el costo económico de un mayor consumo de agua. Además, esta práctica tendría impactos ecológicos por elevar el consumo del recurso hídrico por individuo por día.

Por su parte, se documentan seis estrategias de adaptación tecnológicas tales como: apertura de ventanas, uso de enfriadores evaporativos, ventiladores de techo y aparatos aire acondicionado, así como, recubrimientos térmicos y uso de vegetación.

Aunque, el uso de enfriadores evaporativos es bastante frecuente en la mayoría de las viviendas, puede haber diferencias en cuanto al número de aparatos instalados, así como, en el tiempo de uso de las tecnologías. En pocas ocasiones se emplean ventiladores de techo porque no son efectivos y sistemas aire acondicionado como mini Split, que son más eficaces, pero tienen un costo de adquisición elevado, así como, un mayor consumo de energía eléctrica que incrementa el pago de las facturas.

No obstante, de manera paralela a los baños de agua fría, el uso intensivo del aire lavado conlleva un mayor consumo hídrico y energético. De esta forma, se evidencia que durante el verano cuando las temperaturas son más altas en comparación con el resto del año, y en especial cuando ocurren olas de calor, se puede generar una mayor demanda de servicios urbanos de electricidad y de agua, por el uso de estrategias sociales y tecnológicas de adaptación ante situaciones de calor. Desafortunadamente, la sociedad con vulnerabilidad económica y marginación urbana tiene menores oportunidades de desplegar dichas estrategias, porque resultan costosas y porque en ocasiones la dotación de agua es intermitente, o insuficiente para realizar otras actividades básicas de la vida cotidiana.

Por su parte, las formas de adaptación constructivas son escasas, solo en algunas viviendas se tuvo la intención de aplicar recubrimientos térmicos. Aun cuando, la estrategia pudiera parecer adecuada para

mitigar los efectos de la radiación solar y de las altas temperaturas interiores, no cumplen su función porque se trata de impermeabilizantes en forma de pasta que se aplican en el techo, que a pesar de ser de color oscuro se promocionan con cualidades térmicas, pero debido a la delgada película que se forma al aplicarse no tiene la capacidad de funcionar adecuadamente como aislante térmico.

Conclusiones

Algunos de los aspectos climáticos que más impacta en las condiciones de habitabilidad en climas áridos y semiáridos son las escasas precipitaciones y las altas temperaturas que predominan durante gran parte del año. Cuando las viviendas no están adaptadas a dichas condiciones climáticas suelen tener temperaturas internas que pueden superar las del exterior. Como se ha podido evidenciar, los habitantes que participaron en esta investigación experimentan distintos malestares físicos y enfermedades provocadas por exposición a altas temperaturas interiores durante periodos de tiempo prolongados. Lo cual reafirma la relación que existe entre la aparición de patologías y las altas temperaturas al interior de las viviendas.

Si bien, la temperatura máxima, así como el retraso y el amortiguamiento térmico son variables para considerar en análisis térmicos, en estudios de temperatura relacionados con la salubridad también se puede considerar como parámetro e indicador la duración-horas de temperaturas dentro de un rango establecido por la temperatura promedio y la temperatura máxima. Debido a que la temperatura máxima puede durar algunos minutos, la persistencia de temperaturas inferiores, pero de similar intensidad estarían generando distintos impactos en la salubridad de las personas.

Aunque el concepto de habitabilidad generalmente suele integrar dimensiones socioculturales y socioeconómicas, entre otras, no cabe duda de que en climas áridos y semiáridos donde predominan las altas temperaturas la variable térmica también es muy importante de considerar. En este sentido, las condiciones de habitabilidad térmica se hacen presentes cuando existen espacios habitables que ofrecen un tiempo considerable, en horas-día, de temperaturas confortables que permiten desarrollar las actividades

cotidianas de los habitantes, y que al mismo tiempo que se previene la aparición de enfermedades.

Sin embargo, como se ha expuesto en este estudio, se pueden identificar viviendas que no ofrecen condiciones de habitabilidad térmica, debido a un deficiente planteamiento formal y constructivo, en el que predomina el uso de materiales como el acero y el concreto en gran parte de su envolvente, que tienen altos coeficientes de conductividad térmica. Por tal motivo, se considera relevante el diseño de sistemas constructivos que mejoren el comportamiento térmico de espacios interiores. A pesar de que el agua es un recurso escaso en climas áridos y la energía producida a partir de combustibles fósiles genera gases de efecto invernadero que contribuyen con el cambio climático, se podrían diseñar sistemas constructivos que contribuyan con la reducción del consumo hídrico y del energético generado por sistemas artificiales de enfriamiento.

Algunas soluciones se relacionan con el diseño de sistemas constructivos adaptados a la cultura y al clima, con base en la reinterpretación de sistemas constructivos tradicionales que al paso del tiempo han demostrado ser eficientes en cuanto a su adaptación en climas áridos y semiáridos. Tal es el caso de la arquitectura de tierra que persiste en distintas partes del mundo porque es económica, es parte de una tradición constructiva y porque se han demostrado sus cualidades térmicas en climas áridos con altas temperaturas. Por ello, es recomendable además de revalorar dichos sistemas de construcción, que se reinterpreten e innoven las técnicas con posibilidad de aplicarse en la vivienda contemporánea.

Por otra parte, aunque este trabajo cumple con los objetivos planteados, en futuras investigaciones se pretende realizar un análisis de mayor extensión territorial y temporal, con más casos y que permita establecer comparaciones entre distintos sectores urbanos. Además, se prevé la conformación de un grupo interdisciplinario que incluya la participación de expertos en salud para determinar de manera más precisa las patologías generadas por olas de calor y sus impactos en la vivienda.

Debido a que no existen datos locales sobre enfermedades producidas por altas temperaturas interiores, sería importante realizar investigaciones en las que se generen hipótesis sobre género, edad, peso,

entre otras, y su relación con enfermedades producidas por permanencia prolongada en espacios interiores de viviendas con altas temperaturas. Además, se invita a otros investigadores a realizar análisis en otras regiones áridas y semiáridas del país y de contextos similares en Latinoamérica, con la finalidad de conocer con mayor profundidad el fenómeno abordado en este trabajo.

Agradecimientos

Este trabajo se desarrolló en el marco del proyecto de investigación PRODEP-UACOH-CA-141, denominado “Vivienda y vulnerabilidad climática. Caso de estudio Torreón Coahuila”, en México, y fue posible gracias al financiamiento otorgado por el Programa para el Desarrollo Profesional Docente, Tipo Superior (PRODEP). Así mismo, se agradece el apoyo brindado por el Laboratorio de Ambiente Construido y Resiliencia en Zonas Áridas, de la Escuela de Arquitectura, Unidad Torreón, de la Universidad Autónoma de Coahuila. Finalmente, al Sistema Nacional de Investigadores (SNI) de CONACYT por las becas otorgadas a los autores de esta investigación.

Referencias

- ASHRAE (1993). *Fundamentals*. Atlanta, EUA: ASHRAE.
- Auliciems, A. y Szokolay, S. (2007). *Thermal comfort*. Queensland, Australia: The University of Queensland.
- Comisión Nacional del Agua - CONAGUA (2018a). Temperaturas Naturales Extremas (Temporada de calor 2018). Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/331762/TNE_Calor_SE21.pdf
- Comisión Nacional del Agua - CONAGUA (2018b). Reporte del clima en México. Disponible en: <https://smn.conagua.gob.mx/tools/DATA/Climatolog%C3%ADa/Diagn%C3%B3stico%20Atmosf%C3%A9rico/Reporte%20del%20Clima%20en%20M%C3%A9xico/RC-Julio18.pdf>
- Cuitiño, G., Esteves, A., Maldonado, N. y Rotondaro, R. (2015) Análisis de la transmitancia térmica y resistencia al impacto de los muros de quincha. *Informes de la construcción*, 67 (537), 1-11. DOI: <http://dx.doi.org/10.3989/ic.12.082>



- Díaz, J. y Linares, C. (2005). Temperaturas extremas en verano. Implicaciones en salud. *Revista de salud ambiental*, 5 (2), 113-117. Disponible en: <https://ojs.diffundit.com/index.php/rsa/article/view/305/264>
- Díaz, R., Castro, A. y Aranda, P. (2014). Mortalidad por calor natural excesivo en el noroeste de México: Condicionantes sociales asociados a esta causa de muerte. *Frontera Norte*, 26 (52), 155-177. DOI: <https://doi.org/10.17428/rfn.v26i52.107>
- Earth System Research Laboratory – ESRL (2022). Disponible en: <https://www.esrl.noaa.gov/>
- Fuentes, V. (2002). *Metodología de diseño bioclimático: El análisis climático* (Tesis de maestría). Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, Ciudad de México.
- Gobierno de México (2021). Informe semanal de vigilancia epidemiológica. Temperaturas extremas. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/630569/TNE_2021_SE12.pdf
- Guerrero, R., Do Prado, M. y Ojeda, M. (2016). Reflexión crítica epistemológica sobre métodos mixtos en Investigación de Enfermería. *Enfermería Universitaria*, 13 (4), 246-252. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.reu.2016.09.001>
- INEGI (2020). Encuesta Nacional de Vivienda 2020. Presentación de resultados. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/envi/2020/doc/envi_2020_presentacion.pdf
- Linares, C., Carmona, R., Ortiz, C., Mirón I. y Díaz, J. (2017). Temperaturas extremas y salud en España en un contexto de cambio climático: Algunas líneas de investigación. *Revista de salud ambiental*, 17 (1), 57-69. Disponible en: <https://ojs.diffundit.com/index.php/rsa/article/view/836/804>
- Meadows, D., Meadows, D., Randers, J. and Behrens, W. (1972). *The limits to growth: A report for the of Rome's project on the predicament of mankind*. Universe Books, New York, USA.
- Mena, E. (2011). Habitabilidad de la vivienda de interés social prioritaria en el marco de la cultura. *Cuadernos de Vivienda y Urbanismo*, 4 (8), 296-314. Disponible en: <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/cvyu/article/view/5477>
- Morales, M., Nogués, M., Borrás, A. y García, Á. (2005). Golpe de calor. A propósito de un caso. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-medicina-familia-semergen-40-pdf-13073963>
- Olgay, V. (1998). *Arquitectura y clima. Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. Gustavo Gili, Barcelona, España.
- Organización Mundial de la Salud – OMS (2018). *Directrices de la OMS sobre vivienda y salud. Resumen de orientación*. OMS, Ginebra, Suiza. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/279743>
- Organización Panamericana de la Salud – OPS (2019). *Olas de calor y salud. Medidas a tomar*. OMS, Washington, Estados Unidos de América. Disponible en: <https://www.paho.org/es/documentos/ola-calor-medidas-tomar-revision-preliminar>
- Quiroa, A., Villanueva, J., González, A. y Retana, A. (2020). Capacidad de mitigación de tres materiales constructivos de acuerdo con su desempeño térmico en zonas áridas, Caso de estudio: Torreón, Coahuila. *Academia XXII*, 11 (22), 216-231. DOI: <https://doi.org/10.22201/fa.2007252Xp.2020.22.77413>
- Rahman, A. y Kojima, S. (2018). Study of indoor and outdoor thermal comfort for public space and houses in around river. Case study: Banjarmasin city, Indonesia. *ADEIJ*, 1(2), 29-41. Disponible en: <https://air-ccse.com/adeij/papers/1216adeij03.pdf>
- Rocque R., Beaudoin C., Ndjaboue R., et al. (2021). Health effects of climate change: an overview of systematic reviews. DOI: <http://dx.doi.org/10.1136/bmjopen-2020-046333>
- Sarmiento, P., y Hormazábal, N. (2003). Habitabilidad térmica en las viviendas básicas de la zona central de Chile, a la luz de los resultados preliminares del proyecto FONDEF D00I1039. *Revista INVI*, 18 (46), 23-32. DOI: <https://doi.org/10.5354/0718-8358.2003.62242>
- UNICEF (2015). *Las consecuencias del cambio climático en los niños*. UNICEF, Nueva York, Estados Unidos de América. Disponible en: <https://www.unicef.org/honduras/sites/unicef.org.honduras/files/2020-08/A%20menos%20que%20actuemos%20ahora.%20El%20impacto%20del%20cambio%20climático%20en%20la%20ni%C3%B1ez.2015.pdf>
- Villanueva, J. (2020). *Zonas climáticas locales y uso de suelo en Torreón. Vínculos entre ciencia y política para el desarrollo urbano*. Saltillo, México: Universidad Autónoma de Coahuila. DOI: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.29556.17281>