

LA VIVIENDA Y SU APROVECHAMIENTO EN EL DESEMPEÑO TÉRMICO. ESTUDIO DE CASO: TAMPICO, MÉXICO

*Housing and its use in thermal performance
Case study: Tampico, Mexico*

DR. EN ARQ. CARLOS ALBERTO FUENTES PÉREZ
Profesor de Tiempo Completo
Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo
Universidad Autónoma de Tamaulipas, México
cfuentes@uat.edu.mx

DR. EN ARQ. DANIEL CELIS FLORES
Profesor de Tiempo Completo
Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo
Universidad Autónoma de Tamaulipas, México
celisdaniel@msn.com

DR. EN ARQ. JULIO GERARDO LORENZO PALOMERA
Profesor de Tiempo Completo
Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo
Universidad Autónoma de Tamaulipas, México
jlorenzo@uat.edu.mx

Fecha de recibido: 26 octubre 2014
Fecha de aceptado: 10 diciembre 2014

pp: 77-92



FAD | UAEMéx | Año 10, No 17
Enero - Junio 2015

RESUMEN

El presente artículo es derivado de una investigación experimental aplicada para identificar patrones del comportamiento de temperatura y humedad relativa solamente en 2013, no realizados con anterioridad en este tipo de vivienda, cuyo estudio de caso se realiza en Tampico, México. La tecnología constructiva de la vivienda tradicional edificada de 1920 a 1950 en Tampico, es herencia arquitectónica de la población que transita por la ciudad a través del tiempo y espacio, recuperando así parte de la cultura de los que viven en otras latitudes, adaptándolas al clima. Uno de los puntos importantes de este tipo de vivienda es el manejo adecuado de la energía solar, de los materiales y soluciones constructivas, como elementos básicos de la climatización natural pasiva.

Palabras clave: aprovechamiento, diseño, higrotérmico.

ABSTRACT

This article is derived from an experimental applied research to identify patterns of behavior of temperature and relative humidity only in 2013, not previously performed in this type of housing case study in Tampico, Mexico. The construction technology of traditional housing built from 1920 to 1950 in Tampico, is architectural heritage of the people passing through the city through time and space, thus recovering part of the culture of those living in other parts of adapting to climate. One of the highlights of this type of housing is the proper management of solar energy, materials and construction solutions, as basic elements of passive natural air conditioning.

Key words: design, development, hygrothermal.

INTRODUCCIÓN

Para los habitantes de Tampico, la morada concebida a principios del Siglo xx,... se denomina “vivienda tradicional tampiqueña”. La información bibliográfica que existe en lo referente al estudio tipológico de ese periodo es escasa, por lo que en la presente investigación se realizan entrevistas a expertos, tales como: cronistas, historiadores, constructores y ciudadanos conocedores del tema, y de esta manera determinar las características tipológicas bien definidas en las edificaciones realizadas entre 1920-1950, emplazadas en la zona centro.

Para Sánchez (1998), las técnicas utilizadas también son producto de la transmisión consuetudinaria, aportando soluciones de mayor o menor complejidad, como lo referente a las orientaciones, la trabazón de los muros, las armaduras o las losas. La tecnología constructiva de la vivienda tradicional en Tampico, es herencia arquitectónica de la amalgama de población que transita por la ciudad a través del tiempo, recuperando así parte de la arquitectura de otras latitudes, adaptadas al clima y geografía de Tampico, Tamaulipas, México.

El tipo de cimentación en dicha vivienda se caracteriza por ser corrida y de piedra braza, un material arenisco, en aquel entonces típico de la zona, en el que su cementante es de mortero de cal-arena, proporción 1:4, con un escarpio de 60° como máximo recomendable, apoyado sobre pedacera del mismo material, producto natural del desperdicio resultante al cortar y darle forma a la piedra braza denominado “cascajo”.

Predominan los muros gruesos de 0.40 o 0.20 m. dando la rigidez al cuatraperio de los ladrillos de milpa, ya que se aprovecha su medida de 0.05 x 0.10 x 0.20 m. A cada dos hiladas se coloca una perpendicular al sentido que se instala normalmente en las esquinas y cruces de muros, donde se amarran haciendo un castillo del mismo ladrillo.

Las variaciones más notables se manifiestan en los materiales y sistemas constructivos empleados. Cabe mencionar que, en los primeros cincuenta años del siglo pasado se utilizó el sistema conocido como la bóveda curva o catalana, que no es más que un perfil de acero o polín de madera, como es llamado popularmente, el cual se sitúa en el sentido corto del claro, haciendo un arco rebajado con ladrillo de milpa de 0.03 x 0.10 x 0.20 pegados con yeso y una capa de compresión de caliche en proporción 1:4, mediante una cimbra de madera de 1:00 m .de largo, la cual va corriendo según el incremento de la envolvente.



Imagen 1. Vivienda tradicional en su fachada principal, sala, recámara y patio central.
Fuente: Fuentes, 2014.

Este tipo de vivienda, estudio de caso, presenta, en sus características arquitectónicas, una entrada principal por medio de un zaguán para los propietarios y un pórtico de acceso de servicio más reducido para la servidumbre, que conduce, por medio de un pasillo lateral, al patio central, con tres ventanales al frente de 2.00 x 1.00 m. de doble hoja con abatimiento interior y una tercera superior con abatimiento horizontal al igual que el zaguán para deshumidificar y eliminar el aire caliente del interior, la fachada principal comprende una altura máxima de 4.85 m.

Contempla, dentro de sus áreas, sala, comedor, tres recámaras, cocina, antecomedor y un baño, el corredor asume el papel de vínculo entre el exterior y el interior.

El aspecto arquitectónico, con respecto a los ventanales, ubicados en todos los muros que conectan con el exterior, son de relevancia pasiva en la vivienda tradicional, ya que presenta ventajas con respecto a la iluminación natural; por lo anterior, Fuentes (2011), comenta que en la mayor parte del día y del año ésta propicia un ahorro energético significativo, así como calidad y comodidad ambiental luminosa interna, ya que es la que mejor responde a la utilidad del usuario.

Para González (2013), la vivienda tradicional presenta así, en su concepción arquitectónica, un juego de volúmenes bajo la luz, dependiendo de ella para ser apreciada, concebir la una sin la otra, bioclimáticamente no tiene sentido.

ANÁLISIS CLIMÁTICO-HISTÓRICO DE TAMPICO, MÉXICO

En principio, se examinan los datos con base en las normales climatológicas de 1985 a 2010, que son 25 años para lograr las medias normales de todas las variaciones climáticas con un mínimo de equivocación, elementos proporcionados por la Estación Meteorológica de la Comisión Nacional de Agua (CONAGUA), localizado en la vecina ciudad de Altamira, México, donde se analiza la información.

Geográficamente, (Fuentes, 2014), Tampico colinda al Norte con el Municipio de Altamira, por el Sur con el de Pueblo Viejo, Veracruz y por el Este con el de Madero. Su territorio cubre 96 km², donde el 63% son cuerpos de agua, y es el 0.09% de la superficie del estado de Tamaulipas. Al Oeste, casi en los linderos de Pánuco, Veracruz a corta distancia del río.

FACTORES AMBIENTALES A MONITOREAR DE 1985-2010

Desde el punto de vista ambiental-arquitectónico, la temperatura (T) resulta fundamental en el análisis del comportamiento de la calidad del hábitat, ya que, junto con los resultados obtenidos de otros factores, se puede determinar si se ofrecen o no unas condiciones climáticas de comodidad térmica, al mismo tiempo que define, en gran medida, el sistema constructivo a emplear y las medidas correctoras en el reacondicionamiento, considerando también la media de humedad relativa (hr).

METODOLOGÍA

Las mediciones al interior de la vivienda tradicional se realizan con los *Hobo's* U10-003, *data loggers*. Equipo con el que se cuenta en ésta investigación. El *hobo*, es un instrumento electrónico confiable capaz de medir temperatura del aire y humedad relativa. Los cálculos térmicos son por espacio de un año en la vivienda caso de estudio tradicional, con intervalos de monitoreo cada hora, las 24 horas.

Para el experimento, los *data loggers* se ubican únicamente en dos espacios bien definidos para la vivienda caso de estudio, en un área social como la estancia y una zona íntima como la recámara principal, ya que las mediciones de temperatura de aire y humedad relativa de ambos espacios varía de acuerdo a los diversos factores y actividades que influyen en el día y la noche.

También existen los *hobo* U23 Prov2 para la temperatura y humedad relativa de intemperie de algunas de las viviendas estudio de caso, para así contrastar el microclima con la información proporcionada por CONAGUA de la Ciudad de Tampico.

BITÁCORA DIARIA DE MONITOREO

Las mediciones que presenta cada *Hobo* U10-003 *data logger* de Tmr de los espacios internos y los *Hobo* U23 Prov2 con valores de t. y h.r. del exterior, donde se encuentran colocados, se exportan a una hoja de cálculo de Microsoft Office Excel, en la que se realiza una tabla con las mediciones íntegras exportadas de temperatura del aire en °C y de la humedad relativa.

MODELO DE CONFORT TÉRMICO DE HUMPHREYS, M.A.

Humphreys 1997, hace una revisión de los datos de estudios de campo, en la que encuentra una fuerte dependencia estadística de las neutralidades térmicas (T_n), o temperaturas en las que un mínimo estrés es reportado en escalas verbales, en niveles medios de temperatura del aire, o temperatura de globo (T_i), experimentadas por los encuestados en interior o exterior, en un periodo de aproximadamente un mes. Se encuentra que el valor de T_n oscila unos 13.0°C , esto es, entre 17.0°C y 30.0°C y aplica la siguiente ecuación:

$$T_n = 2.56 + 0.83 \cdot T_i \quad (1)$$

Un análisis posterior realizado por Humphreys (2001), afirma que si se sustituye la temperatura interior por la media exterior se producen resultados similares en viviendas sin sistemas de acondicionamiento mecánico del aire:

$$T_n = 11.9 + 0.534 \cdot T_m \quad (2)$$

Una vez determinado el modelo adaptativo, dependiendo del clima de la región donde se encuentra la vivienda caso de estudio, es necesario determinar la zona de comodidad térmica (T_n).

ZONA DE COMODIDAD TÉRMICA, CON LÍMITES CONSTANTES

El ancho de la franja de tolerancia con límites constantes, como lo menciona Humphreys (2001), se considera una anchura directamente proporcional a la posibilidad de los usuarios de realizar acciones adaptativas, en dicho caso, la zona de confort térmica puede ser considerablemente más ancha que $+2.0^\circ\text{C}$ en torno a la temperatura media preferida. Para el cálculo en función de los valores medios mensuales de temperaturas externas, Szokolay (1994), indica una tolerancia de $+2.0^\circ\text{C}$ y de $+1.75^\circ\text{C}$ en función de los promedios anuales.

MÉTODOS DE COMODIDAD TÉRMICA CON GRÁFICOS HIGROTÉRMICOS EN TAMPICO, MÉXICO

Los gráficos determinan, durante el 2013, los días de comodidad, demasía y pérdida con respecto a la variable de la temperatura en los meses críticos; se obtienen a partir de la temperatura de neutralidad de acuerdo al modelo de confort térmico adaptativo de Humphreys (2001).

$$T_n = 11.9 + 0.534 \cdot T_m \quad ^\circ\text{C} = \quad \text{Límites constantes en } ^\circ\text{C}$$

Límite superior = +2.5°C

Límite inferior = - 2.5°C

Los gráficos determinan, en 2013, los días de comodidad, demasía y pérdida con respecto a la variable de humedad relativa en los meses críticos, discurre lo estipulado en la (Norma ISO 7730, 2006) que la ubica idealmente en 50.0% y se determinan de la siguiente manera:

HRn = 50.0%

Límite superior = 60.0%

Límite inferior = 40.0%

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

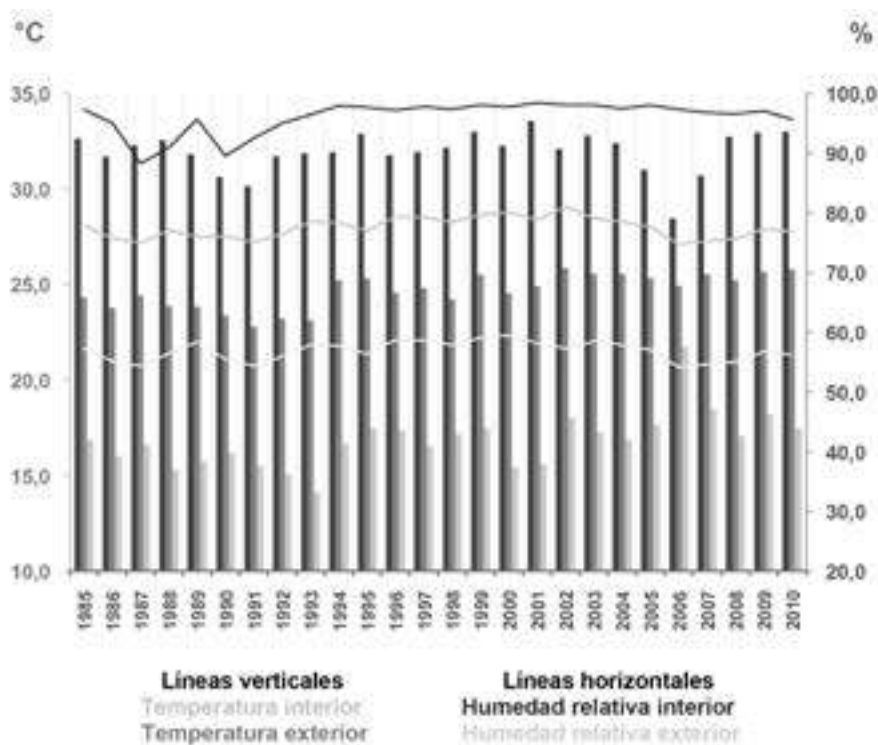


Imagen 2. Temperatura y humedad relativa media anual de 1985-2010.
Fuente: Fuentes, 2014.

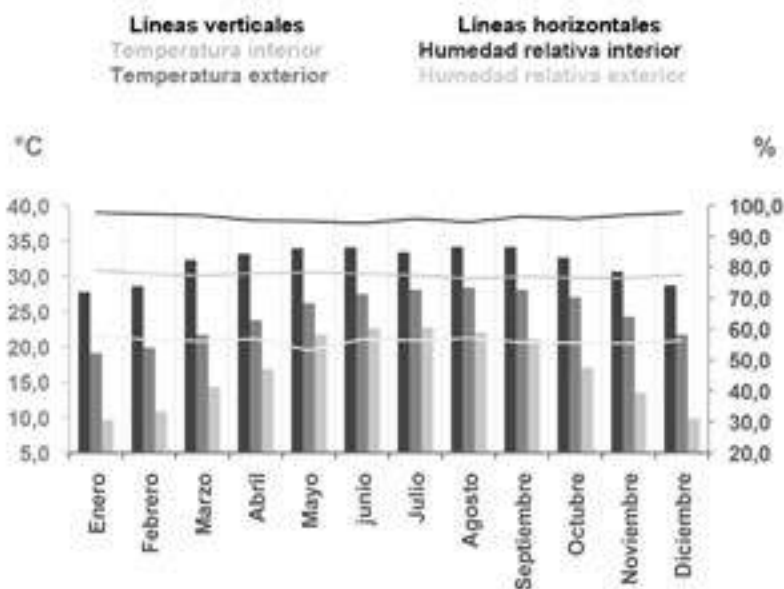


Imagen 3. Temperatura y humedad relativa media mensual de 1985-2010.

Fuente: Fuentes, 2014.

Relación de estadística climatológica en Tampico, México

La humedad relativa media anual es	77.5%
La temperatura media anual es	24.7°C
El año que mayor humedad relativa media presenta es 2002 ..	81.1%
2006 muestra menor humedad relativa media con	74.8%
El año con temperatura media más alta es 2002	25.9°C
1991 es el año con temperatura media más baja	22.8°C
La humedad relativa media mensual es de	77.5%
La temperatura media mensual es de	24.7°C
Enero es el mes que mayor humedad relativa media tiene	79.0%
Agosto presenta menor humedad relativa media	76.3%
El mes con temperatura más baja media es enero	19.1°C
(Mes crítico)	
Agosto es el mes con temperatura más alta media	28.4°C
(Mes crítico)	
La temperatura media de primavera es de	23.9°C
La temperatura media de verano es de	28.0°C
(Estación crítica)	
La temperatura media de otoño es de	26.5°C
La temperatura media de invierno es de	20.2°C
(Estación crítica)	
La humedad relativa media de primavera es de	77.9%
La humedad relativa media de verano es de	77.2%
La humedad relativa media de otoño es de	76.7%
La humedad relativa media de invierno es de	78.1%

Para la presente investigación se determina que los meses más críticos corresponden a enero y agosto, las estaciones más críticas y pertinentes para poder realizar el experimento de investigación son verano e invierno, respectivamente.

GRÁFICOS HIGROTÉRMICOS DE T Y HR EN LA VIVIENDA TRADICIONAL

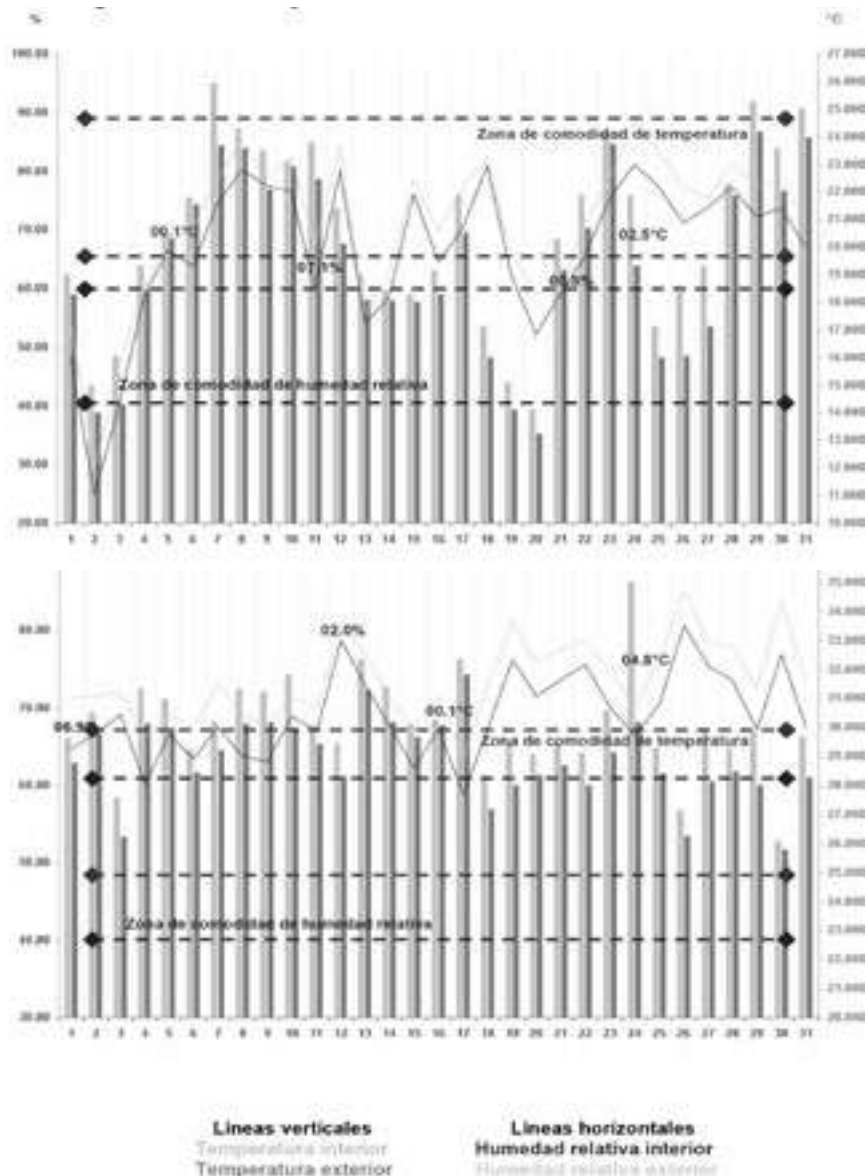


Imagen 4a y 4b. Zonas de comodidad constante de T y hr en la sala enero, 2013.
Fuente: Fuentes, 2014.

En las imágenes 4a y 4b de las zonas de comodidad constante de temperatura y humedad relativa, la temperatura neutral es de 22.3°C con un límite superior de 24.8°C y un límite inferior de 19.8°C . Presenta un total de 14 días de comodidad, 3 de demasía y 14 de pérdida de temperatura. La ampliación mínima de temperatura entre la interior y la exterior es de 00.1°C y la máxima es de 02.5°C . La humedad relativa de comodidad es del 50.0% con un límite superior del 60.0% y un límite inferior del 40.0%, dando como resultado 7 días de comodidad, 23 de demasía y 1 de pérdida de humedad relativa. La ampliación mínima de humedad relativa con respecto al interior y el exterior es de 00.8%, y la máxima es de 07.1%. La temperatura media es de 20.5°C al interior, al exterior es de 19.5°C , y la humedad relativa media interior es de 66.6% y al exterior es de 71.0%.

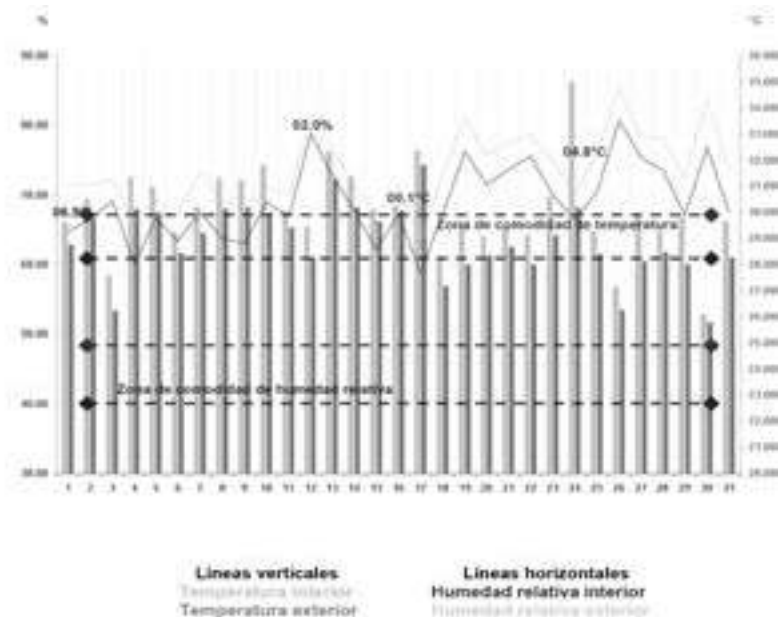


Imagen 5. Zonas de comodidad constante de T y hr en la sala agosto, 2013.

Fuente: Fuentes, 2014.

En la imagen 5 de las zonas de comodidad constante de temperatura y humedad relativa, la temperatura neutral es de 27.3°C con un límite superior de 29.8°C y un límite inferior de 24.8°C . Presenta un total de 14 días de comodidad, 17 de demasía, y ningún día de pérdida de temperatura. La ampliación mínima de temperatura entre la interior y la exterior es de 00.2°C , y la máxima es de 04.8°C . La humedad relativa de confort es del 50.0% con un límite superior del 60.0% y un límite inferior del 40.0%, dando como resultado 1 día de comodidad, 30 de demasía y ningún día de pérdida de humedad relativa. La ampliación térmica mínima de humedad relativa con respecto al interior y el exterior es de 02.9%, y la máxima es de 06.9%. La temperatura media es de 30.1°C al interior, al exterior es de 28.9°C , y la humedad relativa media interior es de 69.1% y al exterior es de 73.6%.

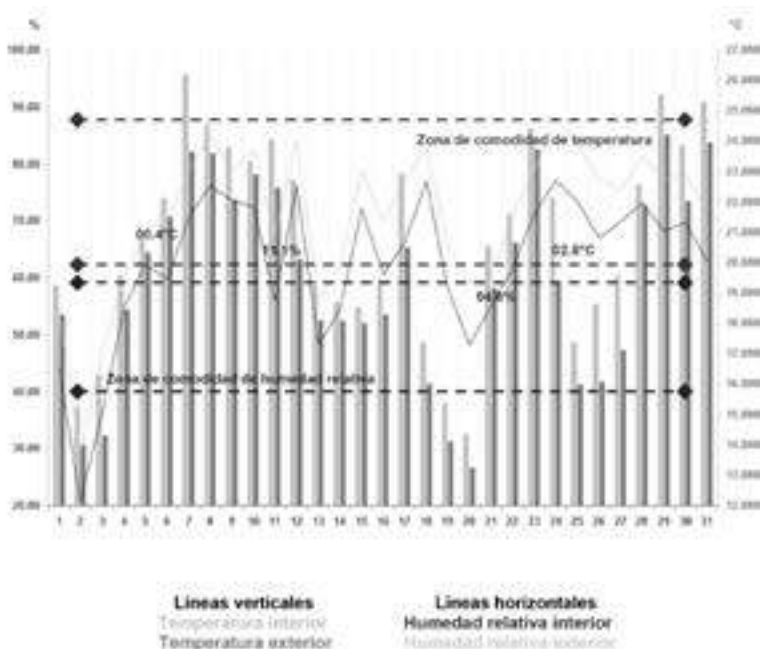


Imagen 6. Zonas de comodidad constante de T y hr en la recámara enero, 2013.
Fuente: Fuentes, 2014.

En la imagen 6 de las zonas de comodidad constante de temperatura y humedad relativa, la temperatura neutral es de 22.3°C con un límite superior de 24.8°C y un límite inferior de 19.8°C . Presenta un total de 14 días de comodidad, 3 de demasía, y 14 de pérdida de temperatura. La ampliación mínima de temperatura entre la interior y la exterior es de 00.4°C , y la máxima es de 02.8°C . La humedad relativa de comodidad es del 50.0% con un límite superior del 60.0% y un límite inferior del 40.0%, dando como resultado 9 días de comodidad, 20 de demasía y 2 de pérdida de humedad relativa. La ampliación mínima de humedad relativa con respecto al interior y el exterior es de 04.8%, y la máxima es de 11.1%. La temperatura media es de 20.9°C al interior, al exterior es de 19.5°C , y la humedad relativa media interior es de 62.5% y al exterior es de 71.0%.

En la imagen 7 de las zonas de comodidad constante de temperatura y humedad relativa, la temperatura neutral es de 27.4°C con un límite superior de 29.9°C y un límite inferior de 24.9°C . Presenta un total de 12 días de comodidad, 19 de demasía, y ningún día de pérdida de temperatura. La ampliación mínima de temperatura entre la interior y la exterior es de 00.4°C , y la máxima es de 05.0°C . La humedad relativa de comodidad es del 50.0% con un límite superior del 60.0% y un límite inferior del 40.0%, dando como resultado 6 días de comodidad, 25 de demasía y ningún día de pérdida de humedad relativa. La ampliación mínima de humedad relativa con respecto al interior y el exterior es de

06.0%, y la máxima es de 11.9%. La temperatura media es de 30.4°C al interior, al exterior es de 28.9°C, y la humedad relativa media interior es de 65.1% y al exterior es de 73.6%.

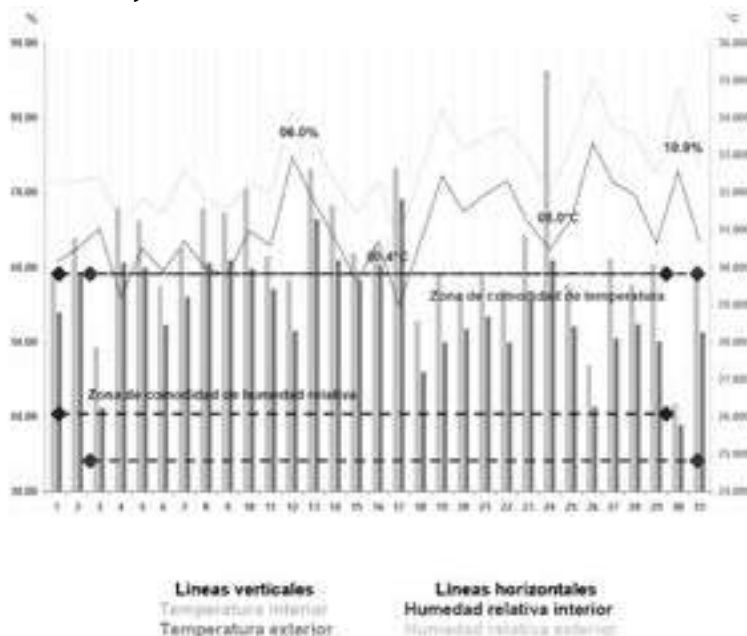


Imagen 7. Zonas de comodidad constante de T y hr en la recámara agosto, 2013.
Fuente: Fuentes, 2014.

CONCLUSIONES

Son la síntesis de los resultados por medio de datos emanados del trabajo de investigación de los gráficos higrotérmicos.

Por lo tanto, se determina en lo conclusivo del desarrollo del análisis climático-histórico, las estrategias de adaptabilidad y los gráficos de T y hr, establecer el grado de desempeño térmico al interior de la vivienda tradicional.

El desempeño anual de temperatura media mensual exterior que se monitorea en el 2013, con el *Hobo* exterior ProV2 en la vivienda tradicional es de 26.8°C, en contraste con la exterior de CONAGUA, que es de 24.7°C, se obtiene un diferencial de temperatura de +02.1°C, por el impacto del microclima.

La vivienda tradicional en la sala y recámara, brinda una arquitectura de opción pasiva, se encuentran en la zona de comodidad tanto en invierno como en verano, requieren de ventilación cruzada y condicionan a la deshumidificación del espacio. La clasificación bioclimática media anual son espacios moderados y cálidos húmedos.

El principal aspecto negativo es que revela una elevada acumulación de humedad relativa, impidiendo la deshumidificación de las mismas. Por lo tanto, se manifiestan como espacios cálidos húmedos que vienen a ser aquellos que producen calor sofocante, pero a mayor humedad relativa al interior más caliente se percibe el espacio.

Se concluye que el desempeño térmico de la vivienda tradicional en 2013 es de temperatura media mensual en zona de comodidad constante, distingue 221 días en confort. El desempeño anual de humedad relativa media mensual establece 42 días en comodidad.

El crecimiento desmedido de la ciudad de Tampico, México, en el siglo ^{XXI} y la actitud radical en el movimiento moderno, trae como consecuencia la transformación de la arquitectura, dándole un carácter especulativo y alejándola cada vez más de la lógica constructiva, basada en la experiencia y el respeto al ambiente.

Se tiene una enorme tradición arquitectónica que no se debe desperdiciar, hay mucho que aprender de la arquitectura tradicional de la ciudad de Tampico, México, es decir, de la simple experiencia del diseño en la vivienda para el aprovechamiento del desempeño térmico.

FUENTES DE CONSULTA

BIBLIOHEMEROGRAFIA

1. Auliciems, A. y Szokolay, V. (1997), "Thermal comfort" en *Notes passive and low energy architecture international*, Queensland, Australia.
2. Fuentes Pérez, Carlos Alberto (2011), Evaluación del comportamiento de la vivienda tradicional y la vivienda común en Tampico, México, Tesis doctoral, Programa de Doctorado con Énfasis en Vivienda de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Tampico, Tamaulipas, México.
3. Fuentes Pérez, Carlos Alberto (2014), "Islas de calor urbano en Tampico, México. Impacto del microclima a la calidad del hábitat", en *Redalyc.org*, Vol. 7, México.
4. González Licón, Héctor (2013), "Vivienda tradicional en la región purépecha. Adecuación al medio ambiente, espacios y configuración formal", Unpublished doctorado, Programa Interinstitucional de Doctorado en Arquitectura, México.
5. Humphreys, M. A. and Nicol, F. (2001), "The validity of iso-pmv for predicting comfort votes in every-day thermal environments" in *Proceedings of Moving Thermal Comfort Standard s Into the 21 st Century*, Windsor, Reino Unido.
6. Norma ISO 7730 (2006), *Ergonomía del ambiente térmico, determinación analítica e interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices PMV y PPD y los criterios de bienestar térmico local*, Asociación Española de Normalización y Certificación, Madrid, España.
7. Sánchez Gómez, María del Pilar (1998), *Proyección Histórica de Tampico*, Monografía, Instituto de Investigaciones Históricas, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Ciudad Victoria, Tamaulipas, México.
8. Szokolay, Steve (1991), "Design enviroment", Memoria 1, Encuentro Nacional de Diseño y Medio Ambiente, Universidad de Colima, Comisión Federal de Electricidad, Colima, México.
9. Szokolay, Steve (1994), *Passive and low energy design for thermal and visual comfort*, PLEA. México.