

---

# Adaptabilidad higrotérmica de la vivienda tradicional en Tampico, México.

Carlos Alberto Fuentes Pérez <sup>1</sup>

Recibido: 30/05/2013

Aceptado: 08/09/2014

## Resumen

El incremento anual de la concentración de CO<sub>2</sub> en el aire es por término medio de 1.5 partes por millón, es decir un 0.5% por año, producto de la antropogenia que genera un cambio climático global, las estimaciones a medio siglo pronostican un aumento de temperatura de unos 2.0°C. La población humana está confrontando un cambio ambiental intramuros y extramuros en la vivienda. La presente investigación tiene como objetivo determinar el grado de adaptabilidad higrotérmica, al interior de la vivienda tradicional durante el año de 2013 en Tampico, México. Según el nivel de conocimiento científico y observación al que llega el investigador, formula que el trabajo es en primera instancia diacrónico, conformado como estudio de caso, porque analiza el problema de investigación en su génesis y conformación histórica con una visión de conjunto. El comportamiento térmico es el hilo conductor, por lo tanto, la metodología a implementar es de tipo multimodal y por triangulación, ya que los diferentes métodos aplicados ofrecen el acercamiento cuantitativo y cualitativo a la investigación experimental aplicada para identificar patrones oscilantes de temperatura y humedad relativa solamente, no realizados con anterioridad en este tipo de vivienda.

**Palabras Clave:** Arquitectura tradicional, higrotérmia, oscilación, temperatura y humedad, Tampico

*Hygrothermal adaptability traditional housing in Tampico, Mexico*

## Abstract

The annual increase in the concentration of CO<sub>2</sub> in the air is on average 1.5 parts per million, is 0.5% per year, due to the anthropogony generating global climate change, estimates half a century predict a temperature rise of about 2.0°C. The human population is facing an environmental intramural and extramural change in housing. This research aims to determine the degree of hygrothermal adaptability into traditional housing during the year of 2013 in Tampico, Mexico. Depending on the level of scientific knowledge and observation the investigator arrives, makes that labour is diachronic first instance, made as a case study because it analyses the research problem in its genesis and historical conformation with an overview. The thermal behaviour is the thread, therefore, is the methodology to implement multimodal type and by triangulation, since different methods applied provide quantitative and qualitative research approach to the experimental oscillating applied to identify patterns of temperature and relative humidity only, not previously performed in this type of housing.

**Keywords:** Traditional architecture, higrotérmia, swing, temperature and humidity, Tampico.

---

<sup>1</sup> Doctor en Arquitectura y Profesor-investigador titular de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, Tampico (México). Líder del grupo disciplinar de calidad del hábitat y Presidente de difusión de políticas y objetivos de calidad de la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Correo electrónico: cfuentes@uat.edu.mx

## 1. Introducción

**U**no de los puntos importantes dentro de la vivienda tradicional, es el manejo adecuado de la energía solar, de los materiales y soluciones constructivas, como elementos básicos de la climatización natural. De hecho para Stagno (2005) la experiencia en este campo es muy vasta, ya que desde hace mucho tiempo las civilizaciones antiguas utilizan la geometría solar y las propiedades termofísicas de los materiales constructivos, a fin de lograr condiciones ambientales adecuadas al interior.

El comportamiento térmico es una de las variables más importantes a tomar en consideración en las estrategias de adaptabilidad bioclimática de viviendas. Se refiere básicamente a las condiciones del ambiente higrotérmico al interior, pero desde el punto de vista de la relación del equilibrio entre las condiciones de temperatura del aire y humedad relativa de un lugar determinado. Por lo tanto, para Brown and Gillespie (1995) expresan que los diseñadores trabajan con la naturaleza para crear espacios climáticamente agradables para las actividades humanas.

La investigación, tiene como finalidad conocer la importancia del aprovechamiento del comportamiento térmico y los factores ambientales conforme las ganancias energéticas caloríficas de la vivienda tradicional al observar y medir que para González (2006) son las condiciones del grado de adaptabilidad higrotérmica en Tampico, México. En el entendido que para atenuar los desplazamientos de calor al interior de la vivienda tradicional se debe considerar los sistemas de climatización, que por sus características, se denominan, como: sistemas pasivos, cuasipasivos, activos, híbridos, naturales, de autoclimatización, entre otros.

Existen varias definiciones acerca de lo que es un sistema pasivo. En sí, Evans y De Schiller (1994) el término pasivo, se empieza a aplicar hace sólo unos cuantos años a aquellos sistemas de climatización ambiental que, en contraste con los complejos y sofisticados equipos de aire acondicionado o calefacción modernos, resultan muy simples, tanto en concepto como en funcionamiento y mantenimiento. De hecho, tratan de ser lo menos dependiente posible de equipos auxiliares convencionales de apoyo, bombas, ventiladores y condensadores siendo, en la mayoría de los casos, totalmente independientes de éstos.

En consecuencia, los sistemas pasivos de climatización se caracterizan por la nula dependencia de energéticos convencionales como los de origen fósil, contribuyendo de manera contundente al ahorro y uso eficiente de los recursos renovables. Los sistemas pasivos se determinan por formar parte de la estructura misma de la vivienda, aunque incorporados de tal manera a las características del medio ambiente, que pueden captar, bloquear, transferir, almacenar o descargar energía en forma natural y casi siempre autorregulable, según el proceso de climatización implicado.

Existen tres opciones cuando menos de adecuar la vivienda al clima para Staines (2007) opción pasiva, activa y la híbrida o convencional.

En primera instancia se ubica la opción pasiva, que se fundamenta en la no utilización de energías tradicionales, se empieza con la búsqueda de otras fuentes alternas como la utilización de ventanas adecuadas para dar respuesta al clima, fuentes o deshumidificadores del aire o torres de ventilación.

La opción activa, se refiere al modelo tecnológico y se sustenta sobre la base del derroche energético, un sin número de aditamentos mecánicos, eléctricos y digitales de alto consumo y bajo rendimiento como los aparatos de aire acondicionado y de calefacción, estos se hacen necesarios cuando los materiales y procedimientos constructivos son antagónicos al clima.

Y por último se ubica la opción híbrida o convencional, que viene a ser la combinación de los dos modelos anteriores de manera racional retomando lo mejor de cada propuesta y adecuando en el caso de la opción pasiva a las condiciones si estas así lo requieren. En esta propuesta híbrida se considera el uso de la energía solar pasiva, activa y convencional como la electricidad y el gas de manera que el gasto sea racional, mínimo. Además de incorporar los aparatos que la tecnología descubra y que sean más eficientes con el entorno, al mismo tiempo una correcta orientación al momento de proyectar la vivienda, para minimizar costos de energía a emplear, si en su caso se requiere.

## **2. La vivienda tradicional y su comportamiento higrotérmico**

Se reconoce para Jacobo y Vedoya (2002) que el comportamiento térmico es definido como la condición mental que expresa satisfacción con el ambiente. Asimismo, viene a ser la actividad normal en la vivienda y en donde no intervienen los mecanismos termoreguladores del usuario, como el metabolismo y la sudoración entre otros, a lo que se entiende en fisiología como el grado de adaptabilidad higrotérmica, esta situación puede registrarse mediante índices de ganancia o pérdida de calor.

La investigación realiza la evaluación del comportamiento térmico, donde se comprueba si el sistema constructivo de la vivienda tradicional caso de estudio, determina el grado higrotérmico al interior de la misma. Ya que como expresan Bomberg and Thorsell (2008) el resultado del aumento de la preocupación por el consumo de energía en el mundo industrial, es natural de mirar hacia el sector de la construcción a buscar mejoras significativas para cumplir con las expectativas de la sociedad.

El concepto del grado de adaptabilidad higrotérmica esta evolucionando hacia un concepto más amplio denominado adaptabilidad integral, donde los procedimientos metodológicos implementados en el presente trabajo de investigación, permiten a los proyectistas acceder a conocer el comportamiento térmico de sus obras en cualquier etapa de la vida útil de la vivienda.

Para Bomberg et al (1997) este enfoque requiere pruebas térmicas en la vivienda y desde numerosos requisitos son desarrolladas a través de organizaciones de pruebas de América y Europa. Este enfoque, sin embargo, se basa estrictamente en el conocimiento de los diseñadores de cómo ensamblar materiales y componentes constituyentes en la vivienda. Ya que se establece previamente que el diseñador debe asumir plena responsabilidad por el sistema de adaptabilidad higrotérmica, como un enfoque que ofrece mucha ayuda.

### **Desarrollo temático**

Para los habitantes de Tampico a decir de Calderón (2007) la vivienda concebida a principios del Siglo XX, se denomina vivienda tradicional tampiqueña. La información bibliográfica que existe en lo que se refiere al estudio tipológico de viviendas de ese tiempo es escasa, por lo tanto la presente investigación se realizan entrevistas a expertos tales como: cronistas, historiadores, constructores y ciudadanos conocedores del tema, para determinar las características tipológicas bien definidas y son las que se edifican de 1920 a 1950. Asimismo, Sánchez-González y Egea (2011) indican que se puede identificar en este tipo de vivienda la vulnerabilidad ambiental, explicada por los riesgos asociados al contexto ambiental del envejecimiento de la vivienda y barrio, que determina por factores socioeconómicos como los ingresos, condiciones de la vivienda, servicios y equipamientos urbanos, y factores de subjetividad espacial, proximidad a los familiares y vecinos, sentido del lugar, arraigo.

Las tipologías casos de estudio para la presente investigación son la de la vivienda tradicional, que es herencia arquitectónica de la amalgama de población que transitó por la ciudad a través del tiempo, la falta de Arquitectos, y la repetición de modelos constructivos que se adaptan al clima de su tiempo, aportando soluciones de mayor o menor complejidad, como en cuanto a las orientaciones, la trabazón de los muros de tabique, las armaduras o las losas de bóveda catalana. Para Erell et al (2010) la calidad de vida de millones de personas que viven en las ciudades puede mejorarse si su vivienda y la forma de la ciudad evolucionan de una manera adecuada a su contexto climático.

### **Características urbanas de la vivienda tradicional**

Para explicar donde se encuentra actualmente enclavada la vivienda tradicional, que sirve de caso de estudio para el presente trabajo de investigación, y que viene a aparecer en el segundo cuadro, de la zona centro de Tampico, se estipula lo siguiente: La tipificación del segundo cuadro se realiza mediante Acta de Cabildo del R. Ayuntamiento de Tampico el 23 de abril de 1993, las características urbanas es que comprende un área de 0.485 km<sup>2</sup>, con los siguientes linderos.

Delimita de la Plaza principal o Plaza de Armas a cuatro cuadras en su periferia. Para Fuentes (2011) está formado por 60 manzanas que comprenden aproximadamente 195 inmuebles con valor histórico y artístico construidos entre los siglos XIX y XX de los cuales se destinan algunos principalmente para el comercio, gobierno, culto religioso y vivienda tradicional, en los que se emplean materiales de la región para su construcción, así como detalles ornamentales cuyas características particulares definen estilos de la época adecuados a la zona.

Conserva, el antiguo trazo, de trama urbana, de manzana rectangular romana, que se desarrolla a partir de la repoblación en el Alto de Tampico el Viejo, por pobladores altamirenses y constituye actualmente la zona centro. El desarrollo arquitectónico de la zona centro a partir del siglo XX registra la influencia de varios estilos arquitectónico, pero se caracterizan por la creación de los diversos tipos de edificios que se adaptan a la cultura y forma de vida de los habitantes.

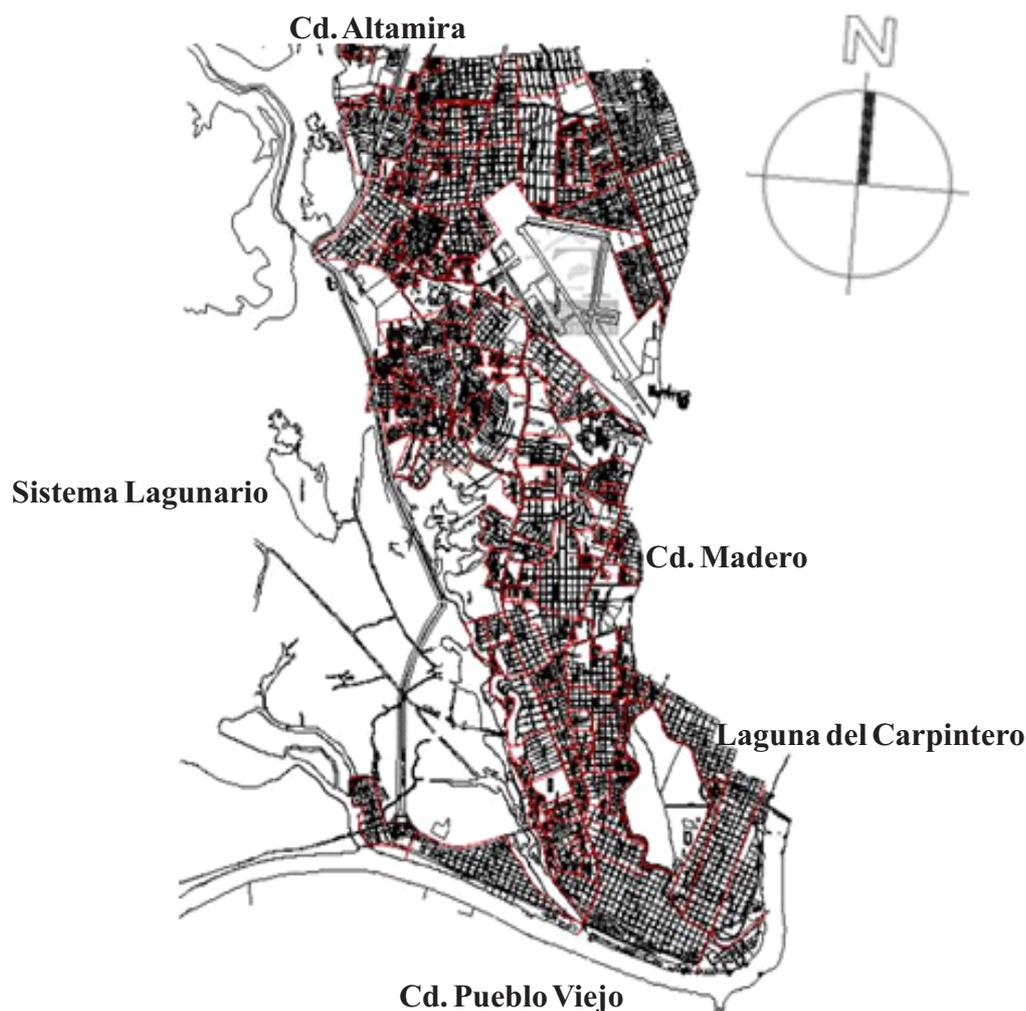
La zona centro en la actualidad deja hace tiempo de ser el principal polo de atracción, ya que la mancha urbana por falta de espacio físico, se conforma y desenvuelve por expansión al norte, donde se van creando varias zonas de afluencia tanto económica, social y cultural de la ciudad. La forma tipo de los lotes donde se edifica la vivienda tradicional, es de forma rectangular, como consecuencia de orientar las vialidades con los ejes norte-sur y este-oeste a manera de las implantaciones romanas, en el lado menor presenta su frente hacia la vialidad, con proporción a 1:3, en relación frente-fondo.

El municipio de Tampico se localiza en el Sureste del Estado de Tamaulipas en la zona costera del Golfo de México, concretamente en el área metropolitana de Tampico, México, en las coordenadas 22° 15' 19" latitud Norte y 97° 52' 07" longitud Oeste, y colindando al Norte y al Este con los municipios tamaulipecos de Altamira y Ciudad Madero, respectivamente, al Oeste con el sistema lagunario Chairel-Tamesí, y al Sur, a través del río Pánuco, con los municipios de Pánuco y Pueblo Viejo, ambos en el Estado de Veracruz (Sánchez-González, 2011a y 2011b), como se observa en la figura N° 1.

### **Soluciones constructivas artesanales de la vivienda tradicional**

A decir de Sánchez (1998) las técnicas utilizadas también son producto de la transmisión consuetudinaria, aportando soluciones de mayor o menor complejidad, como en cuanto a las orientaciones, la trabazón de los muros, las armaduras o las losas, realizando con ello una verdadera vivienda tradicional artesanal.

**Figura N° 1.** Ciudad y puerto de Tampico, México

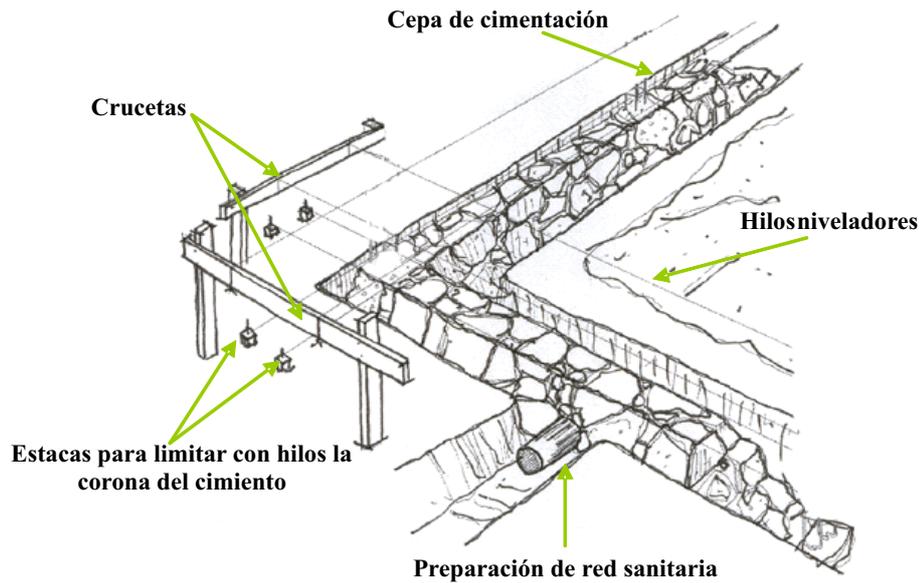


FUENTE: Dirección de Obras Públicas de Tampico

A continuación se describe la elaboración de sus elementos arquitectónicos. 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, y recupera parte de los que viven en otras latitudes y las adaptan al clima.

El tipo de cimentación en la vivienda tradicional en los primeros cincuenta años del siglo pasado en Tampico, se caracteriza por ser corrida y de piedra braza como se presenta en la figura N° 2, con un material arenisco, en aquel entonces típico en la zona el cual su cementante es de mortero de cal-arena proporción 1:4, con un escarpio de 60° como máximo recomendable, apoyado sobre una plantilla de concreto pobre, o de pedacera del mismo material, producto natural del desperdicio producido al cortar y darle forma a la piedra braza denominado casajo, como se observa en la figura N° 3.

**Figura N° 2.** Boceto de cimientos corridos de la vivienda tradicional

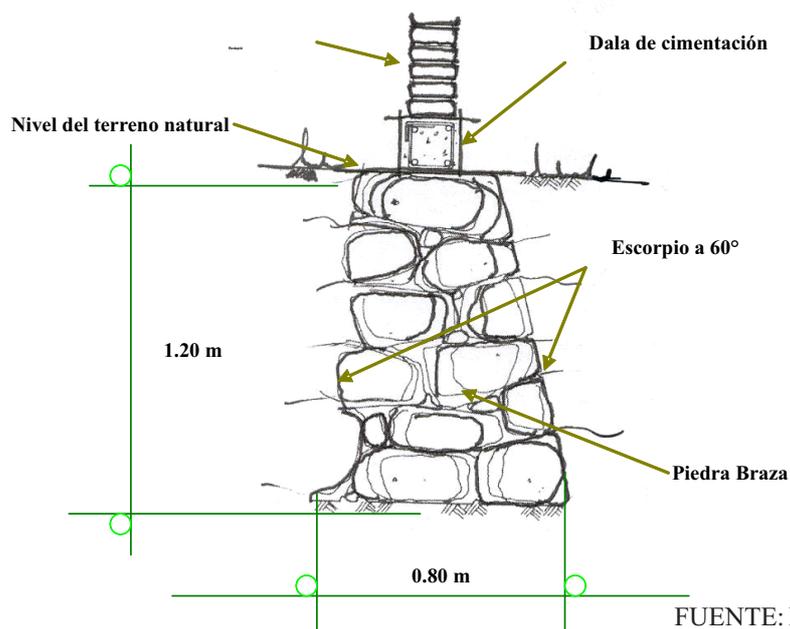


FUENTE: Elaboración Propia.

Posteriormente, se recubre con asfalto la dala de cimentación, que esta sobre la mampostería, que sirve como impermeabilizante para evitar la filtración por capilaridad.

En la dala de cimentación, ubicada sobre la corona de mampostería, en la parte superior se desplanta el muro. Este sistema constructivo, es bastante trabajado en esa época, hasta que en la década de los años cincuenta, la piedra braza se desplaza por las zapatas de concreto o concreto armado con la cadena de desplante.

**Figura N° 3.** Boceto de cimiento de piedra braza de la vivienda tradicional



FUENTE: Elaboración Propia.

El cambio principal se produce cuando aparece el rodapié, elemento constructivo sobre la zapata, por lo general de ladrillo de milpa, unido con mortero de cal-arena en proporción 1:4, hasta llegar a la altura de desplante de los muros deseada.

Los muros empleados son de mampostería, a finales del siglo XIX se emplean los de piedra brasa de 0.30 cms. de espesor; más adelante a principios del siglo XX el ladrillo es de arcilla de milpa, o simplemente ladrillo de milpa producido en las parcelas de la región. Cabe aclarar que se le denomina ladrillo de milpa, ya que la milpa no es simplemente un campo sembrado de maíz, como tienden a definir, en afán de síntesis algunos autores.

Warman (1985) expresa que la milpa deriva del náhuatl *milli*, parcela sembrada, y por encima, literalmente, lo que se siembra encima de la parcela". "Hacer milpa" significa realizar todo el proceso productivo, desde la selección del terreno hasta la cosecha. En este sentido, la milpa significa un sistema de conocimientos de la naturaleza y de la agricultura, sinónimo de sobrevivencia biológica y de reproducción social, como la realización del ladrillo de arcilla de milpa.

La producción del ladrillo de milpa es 100% artesanal realizado con arcillas de la región en hornos superficiales de barro fresco, los cuales se introducen encasetonados apoyado uno sobre otro cuatrapeados, dejando dos ladrillos cruzados sobre otros dos, para cocerse, al secarse estos tenían franjas a su lados de color más claro que al centro.

Los hornos de barro fresco en un inicio para su combustión utilizan petróleo, ya que en la zona las manchas de este aceite de roca afloraban en las parcelas, se recoge con pala en carretillas y se vertían en la parte inferior del horno para su combustión. Con el tiempo desaparecen los florecimientos de petróleo y se reemplaza por negro de ferrocarril que es el combustible que usaban las locomotoras de ese entonces.

El ladrillo de milpa se pegaba para el desplante de muros con cal y arena, al igual que los aplanados del mismo tanto al interior como al exterior y se le denomina caliche en proporción 1:4. Elaborar caliche en ese entonces también es muy artesanal, para la arena existían bancos en el ejido arenal al Norte de la Ciudad para lo cual no era mayor dificultad su obtención, pero la cal, se recoge en una zona de Ciudad Madero en forma de piedra de cal que se colocaban en barriles de petróleo rellenos de agua. para realizar el tratamiento que se conocía como apagar la cal; dicho proceso es de temperaturas altas, al irse evaporando el líquido los albañiles le agregaban más y se dejaba tres días, a continuación se cernía para eliminar los grumos y dejarla completamente polvo.

Dependiendo de la constitución de los materiales de cómo están realizados los muros se debe identificar la magnitud de los efectos del flujo de aire sobre la resistencia térmica de los muros en estado estacionario, así como demostrar que el rendimiento térmico de la parte superior del muro difiere de la que en la parte inferior de la vivienda (Thorsell and Bomberg, 2011).

En la vivienda tradicional tampiqueña predominan los muros gruesos de 0.40 ó 0.20 m. dando la rigidez al cuatrapeo 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 coloca normalmente en las esquinas y cruces de muros, donde se amarran haciendo un cuatrapeo del mismo ladrillo, como se presenta en la fotografía del figura N° 4.

Se usan los muros de ladrillo de milpa por muchos años en la zona de Tampico, se trabajan por medio del cuatrapeo, permitiendo con ello la disminución de los puentes térmicos al interior con respecto del clima exterior.

**Figura N° 4.** Desplante de muro de ladrillo de milpa de vivienda tradicional  
Con cuatrapeo en las esquinas



FUENTE: Elaboración Propia.

La losa de la vivienda tradicional siempre reviste gran importancia, porque en sí es la que más sensación de seguridad brinda al individuo, le protege del asoleamiento y la lluvia, así como también le permite generar un espacio de convivencia social íntima, pues, la techumbre sumada a los muros dan como resultado el espacio interno, el más importante en toda obra arquitectónica, delimitando la morada de la familia con el exterior.

La forma básica de la techumbre varía básicamente en los materiales empleados y en su altura sobre el nivel natural del terreno. Sin embargo, esta regla no siempre se cumple, pues es notorio observar en Tampico, México que una buena cantidad de viviendas tradicionales son de losa sensiblemente plana.

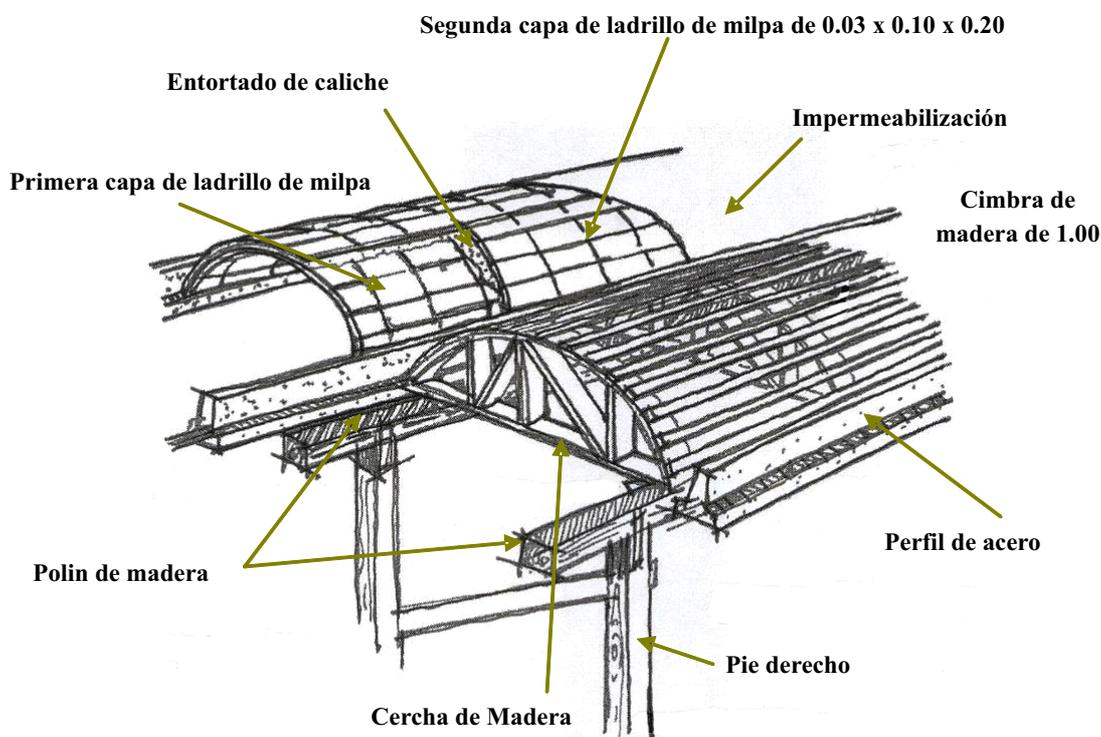
Asimismo las dimensiones interiores de los espacios en su mayoría son de 3.50 m de altura y la cubierta de bóveda catalana que trabaja a manera de colchón térmico hace que disminuya en un buen porcentaje la temperatura media radiante al interior de la vivienda, como se puede observar en la figura N° 5.

Las variaciones más notables se manifiestan en los materiales y sistemas constructivos empleados, ya que en los primeros cincuenta años del siglo pasado, se utiliza el sistema conocido como la bóveda curva, que no es más que un perfil de acero o polin de madera como es llamado popularmente, colocado en el sentido corto del claro, haciendo un arco rebajado con ladrillo de milpa de 0.03 x 0.10 x 0.20 m 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 se va corriendo según va creciendo la envolvente.

En la parte superior de la bóveda catalana tanto para entepiso como para azotea si se deseaba el acabado plano se rellenaba con tezontle y se cubría con una capa de compresión de caliche de 0.02 cms. como firme.

La parte inferior de la bóveda catalana se denomina cielo raso, el cual se elaboraba colocando una manta restirada la cual se le daba un baño de yeso. Posteriormente se pintaba con cal y en las esquinas se dejaban rondanas para ventilar el colchón térmico que se producía.

**Figura N° 5.** Boceto de detalle de bóveda curva o catalana de la Vivienda tradicional



FUENTE: Elaboración Propia.

La vivienda tradicional despliega 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, el cual conduce por medio de un pasillo lateral al patio central de la vivienda, 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, 3 recámaras, cocina, antecomedor y un baño, el corredor exterior asume el papel de vínculo entre el exterior y el interior, dispuesta la vivienda tradicional con orientación Norte-Sur.

Los ventanales son de madera de cedro de 3.00 m de altura y con doble hoja que se abre de 1.00 m de ancho con abatimiento interior y una tercera hoja con abatimiento horizontal al interior de la vivienda de 0.15 m, por medio de un mecanismo de palanca de acero fácil de abrir, con acristalamiento de 9mm en todo el ventanal, como se aprecia en la figura N° 6.

**Figura N° 6.** Fachada principal de la vivienda tradicional

FUENTE: Elaboración Propia.

Ostentan los ventanales grandes ventajas, ya que este tipo de solución con respecto a la iluminación natural, al interior en la mayor parte del día y del año en cuanto al ahorro energético es significativo, asimismo a la calidad y comodidad ambiental luminosa interior, ya que es la que mejor responde con respecto a la utilidad del usuario. Por ello la iluminación natural siempre se contempla en la vivienda bajo dos aspectos distintos. El primero es puramente energético, ya que supone una reducción de la dependencia del alumbrado artificial, del consumo de energía y de la contaminación generada en su producción.

El volumen medio de la vivienda tradicional es de 500.00 M<sup>3</sup>, con un área de losa de 130.00 M<sup>2</sup>, con un área de envolvente sin contemplar la losa de 200.00 M<sup>2</sup>, con un área total de aberturas de 50.00 M<sup>2</sup>, dando un porcentaje de aberturas en la envolvente del 30.00%, como se observa en la figura N° 7.

La relevancia bioclimática de la vivienda tradicional es que en su concepción arquitectónica presenta un pórtico lateral el cual conduce a un pasillo o corredor abierto ornamentado con plantas y arbustos nativos de la región y que sirve como colchón térmico con respecto al poniente amortiguando los cambios de la temperatura entre el exterior y el interior de la vivienda.

Lograr para Taib et al (2014) el confort térmico en el ambiente al aire libre es crucial, sobre todo en entornos de clima tropical donde es muy afectada por las condiciones microclimáticas, como la temperatura del aire, el viento, la humedad y la radiación solar.

Ya que, dicho corredor abierto actúa como un dispositivo térmico, ya que funciona como elemento de protección de los muros interiores de la vivienda, retardando la transmitancia térmica hacia el interior del área habitacional, como se percibe a la derecha de la figura N° 8, provocando con ello un área sombreada a manera de fuelle térmico, el cual genera un espacio que sirve como separador entre el sol y la sombra.

Figura N° 7. Planta arquitectónica de la vivienda típica tradicional

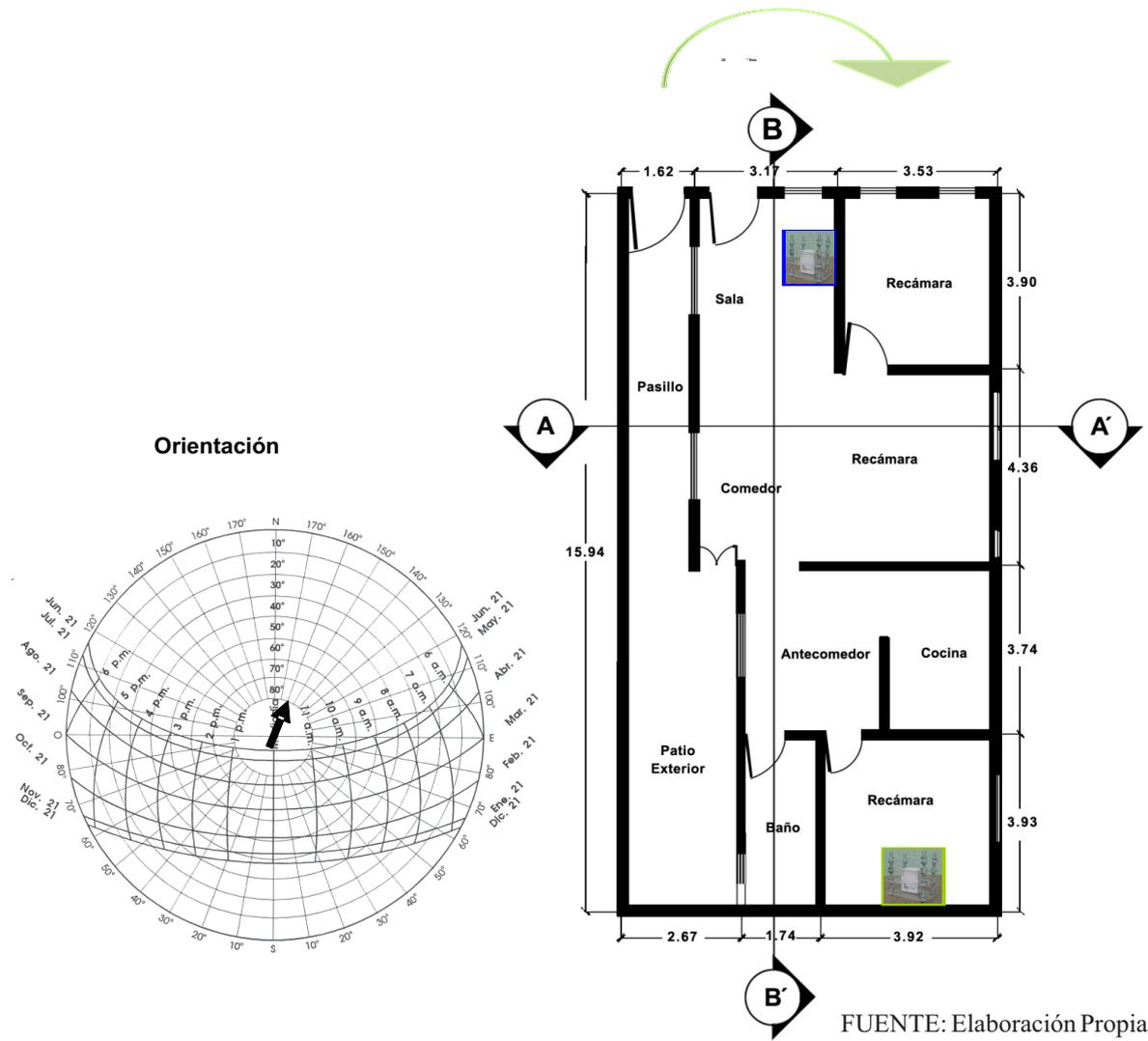
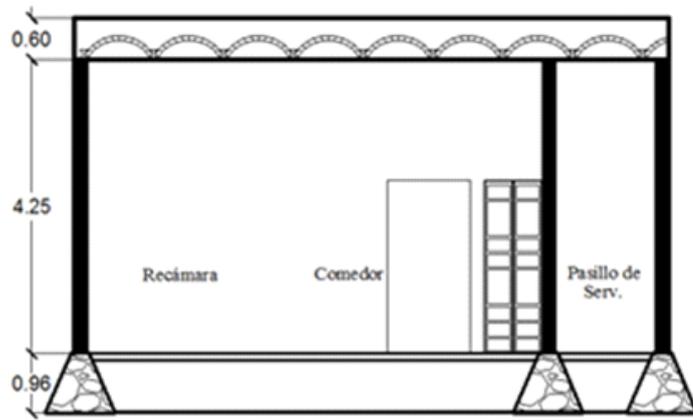


Figura N° 8. Corte transversal A-A'



La vivienda tradicional en la zona centro de la ciudad conserva hasta la actualidad los patios traseros todos juntos con una serie de vegetación nativa de la zona y grandes árboles frutales hace que el aspecto térmico de esos espacios, con ello se atenúa las altas temperaturas que se presentan en el Centro de la Ciudad por su gran movimiento, ya que el 94% de las edificaciones pasaron a ser comercios.

El usuario de la vivienda tradicional para Lstiburek and Bomberg (1996) percibe el calor que absorbe de las superficies calientes y el aire más caliente; y él mismo emite calor a las superficies más frías y el aire más fresco. Él responde fisiológicamente a la humedad, al movimiento del aire, a la radiación y a la frescura de propio aire.

Para la vivienda tradicional el crecimiento desmedido de la ciudad de Tampico, México en el siglo XX 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 arquitectura tradicional de la ciudad de Tampico, México, es decir, la simple experiencia, pragmática de ensayar formar, vanos, materiales y demás elementos constructivos, hasta encontrar los más adecuados para la localidad y clima específico de ese entonces.

### **3. Factores ambientales a monitorear entre los años 1987-2012**

Para Sánchez-González (2011a) Tampico, por su situación geográfica e histórica, ligada a peligros naturales, como ciclones tropicales, como Hilda (1955), Gilbert (1988) y Gert (1993), y precipitaciones extremas y procesos de remoción en masa (Sánchez-González, 2011b), es probablemente el área metropolitana más poblada y vulnerable del Golfo de México.

En primera instancia, según CONAGUA y SENEAM (2010) el análisis climático histórico de los últimos 25 años en Tampico, México desprende que la temperatura media anual es de 24.7°C, la humedad relativa media anual es de 77.4%, la precipitación media estándar es de 1, 008.59 mm, y la precipitación media mensual es de 84.6 mm, el mes de mayor precipitación media es septiembre con 241.98 mm, y el de menor precipitación media es marzo con 19.88 mm<sup>3</sup>.

La velocidad de los vientos reinantes media anual es de 3.54 m/s destacando con dirección Sureste, la velocidad de los vientos dominantes, quienes someten en intensidad a los reinantes producen una velocidad media anual de 15.23 m/s e influyen principalmente con dirección Norte.

Asimismo el comportamiento anual de temperatura media mensual de 2013 es de 25.1°C con un diferencial térmico superior de 0.4°C en contraste con la histórica. Es por lo tanto, la que viene a determinar las temperaturas medias mensuales para los cálculos de las ecuaciones de los modelos adaptativos y simulación a emplear en la actual investigación experimental aplicada.

Como consecuencia se emite de las isotermas de las islas de calor para invierno, que la zona de estudio donde se encuentra la vivienda tradicional se ubica en el círculo poli-lineal de temperatura media de 22.0 a 21.5°C, por lo tanto la zona de estudio de la vivienda común con respecto al círculo poli-lineal presenta una temperatura media de 22.0 a 19.5°C.

De igual manera, las isotermas de las islas de calor para verano donde se ubica la zona de estudio de la vivienda tradicional se localiza el círculo poli-lineal de temperatura media es de 28.0 a 27.5°C, por lo tanto la zona de estudio de la vivienda común con respecto al círculo poli-lineal presenta una temperatura media de 28.0 a 25.5°C.

Por lo tanto, la investigación es un procedimiento que permite centrar la atención en el comportamiento de la vivienda tradicional caso de estudio, para obtener información amplia y profunda en contraste con el clima del ambiente exterior. Se utiliza la entrevista, la observación, el análisis de documentos y la medición térmica. Para Minella (2014) analizar los impactos durante el día en el confort térmico al aire libre de este tipo de intervención en el entorno urbano, a partir de las mediciones de campo microclimáticas determinan los niveles de estrés por calor.

#### 4. Metodología

Según el nivel de conocimiento científico y observación al que espera llegar el investigador, formula que la presente investigación es en primera instancia, un estudio diacrónico, y conformado como estudio de caso, de acuerdo al tipo de información que se espera obtener, así como el nivel de análisis que se debe realizar, considerando el objetivo de investigación.

Asimismo, la investigación es un procedimiento que permite centrar la atención en el confort térmico de la vivienda tradicional como estudio de caso, para obtener información amplia y profunda, para contrastarla térmicamente. Se utiliza la entrevista, la observación, el análisis de documentos y la medición térmica.

Con la revisión de los datos de entrada de datos higrotérmicos para Yu et al (2012) es frecuente encontrar variabilidad de las propiedades higras de los materiales de construcción. Dos factores que causan la variabilidad de estos resultados son la incertidumbre del método de ensayo y caracterización inadecuada de la muestra de material.

Por lo tanto, es una investigación experimental aplicada realizada en el año 2013 para identificar patrones del confort de temperatura (T) y humedad relativa (HR) solamente, no realizados con anterioridad en este tipo de viviendas en Tampico, México.

La metodología a implementar es de tipo multimodal y por triangulación, ya que los diferentes métodos aplicados ofrecen el acercamiento cuantitativo y cualitativo del objetivo facilitando el análisis del caso de estudio y así poder evaluarlo. Al mismo tiempo, la presente investigación se apoya en varios tipos de estudio para lograr resultados idóneos como el descriptivo, bibliográfico y de campo.

La investigación permite desmembrar, con base en la hipótesis de trabajo, toda una idea, con el propósito de determinar en el ambiente interior oscilaciones temporales de temperatura y humedad relativa de la vivienda tradicional, estableciendo el grado de adaptabilidad higrotérmica.

El comportamiento térmico es el hilo conductor de la investigación, por medio de los factores que influyen en la comodidad interior de la vivienda, por la tendencia del microclima que viene a ser el efecto de la isla de calor urbano y sus variaciones en Tampico, México.

Por ser el presente trabajo una investigación experimental aplicada, se establece tipificar en el documento, el comportamiento térmico de la vivienda caso de estudio considerando las que no emplean climatización artificial, habitada, y en la que se realizan sus funciones habituales para no interferir en el monitoreo puntual de temperatura y humedad relativa durante el año de 2013.

### ***Instrumentos de medición***

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

Las mediciones con los data logger se realizan con intervalos de una hora, por lo que el instrumento se coloca en un lugar alejado del usuario de la vivienda, y no tenga contacto alguno con él, ya que puede distorsionar el monitoreo de temperatura y humedad relativa. Se coloca a una altura que represente la mitad de la total del espacio a monitorear, pues es donde no se afectan las mediciones por estar en el límite de la temperatura baja y alta. Para ello se fabrica especialmente un mueble que mida exactamente lo que se especifica, si el caso lo requiere.

Para el experimento se ubican los data loggers, únicamente en dos espacios bien definidos para la vivienda caso de estudio, en un área social como lo es la sala y una área íntima como lo es 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 HOB0 U23 Prov2 para la temperatura y humedad relativa de intemperie de las viviendas estudio de caso, para así contrastar el microclima con la información proporcionada por CONAGUA y SENEAM de la Ciudad de Tampico, México, y colocados a una altura considerable como mínimo 4.00 m de altura, sin importar el punto cardinal hacia donde estén orientados, con la salvedad que se protejan por algún alero de la vivienda para no dejarlos en contacto directo con las precipitaciones pluviales y alterar los monitoreos.

Las mediciones térmicas al exterior en la vivienda caso de estudio, con intervalos de monitoreo cada hora, las 24 horas. El sensor de T/HR permite una rápida respuesta y durabilidad superior en condiciones húmedas con el uso de sensores externos de reducido diámetro para instalación en espacios reducidos o conductos en viviendas.

### ***Bitácora diaria de monitoreo***

Las mediciones que presenta cada Hobo U10-003 data logger de T<sub>mr</sub> 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 donde se realiza una tabla con las mediciones íntegras realizadas en el año 2013, exportadas de temperatura del aire en °C y de la humedad relativa expresada en %, las cuales se contrastan con las mediciones de temperatura del aire y humedad relativa exteriores proporcionadas para el análisis climático histórico por CONAGUA y para realizar y administrar la información de la temperatura y humedad relativa media por hora, día, semana y mes; contrastada por las horas-grado de la información climatológica proporcionada por el SENEAM.

### ***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 de un mes. Se encuentra que el valor de  $T_n$  oscila unos  $13.0^\circ\text{C}$ , esto es, entre  $17.0^\circ\text{C}$  y  $30.0^\circ\text{C}$  y aplica la siguiente ecuación:

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

Un posterior análisis realizado por Humphreys (2001) sustituyendo la temperatura interior por la media exterior, produce 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 confort térmica, con límites constantes***

El ancho de la franja de confort o tolerancia con límites constantes, como se menciona para Humphreys et al (2001) consideran 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  $\pm 2.0^\circ\text{C}$  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  $\pm 2.0^\circ\text{C}$  y de  $\pm 1.75^\circ\text{C}$ , en la función de los promedios anuales.

Por consiguiente, las situaciones de oportunidades adaptativas son posibles y adecuadas a la zona de comodidad puede ser considerablemente más ancha. Para  $TME = TMM$ , Szokolay indica una tolerancia de  $\pm 2.0^\circ\text{C}$  y en el modelo de Mahoney la tolerancia media es de  $\pm 3.5^\circ\text{C}$ .

Para el cálculo en función de los promedios mensuales o  $T$  medias, Szokolay (1991) indica una tolerancia de  $\pm 2.0^\circ\text{C}$  y de  $\pm 1.7^\circ\text{C}$  en la función de los promedios anuales. Por consiguiente, la propuesta de Szokolay es que los promedios externos de periodos más cortos implican en las franjas más anchas de tolerancia.

### ***Se evalúa lo siguiente:***

Los meses y días típicos medio anuales de 2013 determinando la demasía y pérdida, para determinar la diferencia térmica positiva y negativo con respecto a la variable de la temperatura, la cual se obtienen a partir de considerar la temperatura de neutralidad de acuerdo al modelo de comportamiento térmico adaptativo de Humphreys (2001).

$T_n = 11.9 + 0.534 \cdot T_m$	°C =	Límites constantes en °C
Límite Superior =		+2.5°C
Límite Inferior =		-2.5°C

Los meses y días típicos medio anuales de 2013 determinando la demasía y pérdida con respecto a la variable de humedad relativa, considera lo estipulado en la Norma ISO 7730 (2001) la cual ubica idealmente en 50.00% y se determinan de la siguiente manera:

Hrn=	50.0%
Límite Superior=	60.0%
Límite Inferior=	40.0%

Comprobando de la vivienda tradicional caso de estudio monitoreada lo siguiente:

- La oscilación entre la temperatura máxima y mínima tanto interior como exterior.
- La ampliación térmica de temperatura máxima y mínima.
- La oscilación entre la humedad relativa máxima y mínima tanto interior como exterior.
- La ampliación térmica de la humedad relativa máxima y mínima.

El comportamiento higrotérmico de la vivienda tradicional caso de estudio, se representa a manera de gráficos y su interpretación adjunta en una tabla, para mejor comprensión y entendimiento.

Las mediciones se realizan con los data loggers, también denominados Hobo's, es un instrumento electrónico confiable capaz de medir temperatura del aire y humedad relativa al interior de la vivienda.

Las mediciones térmicas son por espacio de un año en la vivienda tradicional caso de estudio, con intervalos de monitoreo a cada hora, las 24 horas del día.

Para la presente investigación se colocan los data loggers en la vivienda tradicional caso de estudio a una altura que represente la mitad de la total del espacio a monitorear, ya que es donde no se afectan las mediciones por estar en el límite de la temperatura baja y alta.

## 5. Resultados

Por lo tanto como resultado de los gráficos higrotérmicos, al interior de la vivienda tradicional su comportamiento anual de temperatura media mensual en la zona de comodidad constante, presenta 18 días de comodidad que representa un 60%, 10 días de demasía con un 32%, y 3 días de pérdida de temperatura con el 8%.

El comportamiento anual de humedad relativa media mensual, presenta 4 días de comodidad que representa un 11%, 26 días de demasía con un 87%, y 1 día de pérdida de humedad relativa con el 2%.

Por lo tanto la temperatura del día típico media anual en la zona de comodidad constante, presenta 21 horas de comodidad dando el 87%, 3 horas de demasía arrojando un 13%, y de pérdida de temperatura con ninguna hora.

La humedad relativa del día típico media anual en la zona de comodidad constante, presenta 0 horas de comodidad dando el 0%, 24 horas de demasía arrojando un 100%, y de pérdida de humedad relativa con ninguna hora dentro.

El comportamiento anual de temperatura media mensual en zona de comodidad constante, distingue 221 días en comodidad. El comportamiento anual de humedad relativa media mensual establece 42 días en comodidad. En contraste con la zona de comodidad variable de temperatura, muestra 163 días en comodidad.

La temperatura del día típico media anual en la zona de comodidad constante, expone 21 horas en comodidad. El comportamiento de anual de humedad relativa media mensual establece 0 horas en comodidad. En contraste con la zona de comodidad variable de temperatura, presenta 13 horas en comodidad.

En la vivienda tradicional el comportamiento anual de la temperatura media mensual interior es de 26.5°C, en contraste con el comportamiento anual de la temperatura media mensual exterior es de 25.1°C. El diferencial de la amplitud anual de la temperatura media mensual interior-exterior es de 1.4°C.

Con respecto al comportamiento anual de la humedad relativa media mensual interior es de 69.2%, en contraste con el comportamiento anual de la humedad relativa media mensual exterior es de 73.4%. El diferencial de amplitud anual de la humedad relativa media mensual interior-exterior es de 4.2%.

La oscilación de temperatura interior del día típico media anual es de 1.2°C, en contraste con la oscilación de temperatura exterior media anual es de 1.7°C. El diferencial de la amplitud de temperatura mínima interior-exterior es de 0.8°C y la amplitud de temperatura máxima interior-exterior es de 1.8°C.

La oscilación de humedad relativa interior del día típico media anual es de 5.1%, en contraste con la oscilación de humedad relativa exterior media anual es de 4.0%. El diferencial de la amplitud de humedad relativa mínima interior-exterior es de 2.2% y la amplitud de humedad relativa máxima interior-exterior es de 6.4%.

Asimismo con respecto al comportamiento anual de la temperatura media mensual interior la diferencia térmica negativa es de 25.1°C y la diferencia térmica positiva es de 259.0°C. De igual manera en lo que refiere al comportamiento de temperatura del día típico media anual interior la diferencia térmica negativa es de 0.0°C y la diferencia térmica positiva es de 101.3°C.

Con respecto al análisis de temperatura y humedad relativa media según hora-mes de la vivienda tradicional caso de estudio, se indica que el mes con temperatura más baja interior es enero con 20.5°C y el mes con temperatura más alta interior es agosto 30.1°C.

De la misma manera el mes con el porcentaje de humedad relativa interior más baja es marzo con 63.1% y el mes con el porcentaje de humedad relativa más alta interior es julio con 71.9%. El mes con la temperatura exterior más baja es enero con 19.5°C y el mes con temperatura exterior más alta es agosto con 28.9°C. Con respecto al porcentaje de humedad relativa exterior más baja es en marzo con 67.1% y el mes con el porcentaje de humedad relativa exterior más alta es diciembre con 81.6%.

La temperatura interior más baja se expone a las 09:00 a.m. con 25.8°C, con la respectiva humedad relativa interior más alta entre las 09:00 y las 10:00 a.m. con 70.9%. La temperatura interior más alta se muestra a las 09:00 p.m. con 27.0°C, con la respectiva humedad relativa interior más baja de 04:00 a 05:00 p.m. con un 66.8%.

La temperatura exterior más baja se manifiesta a las 09:00 a.m. con 24.3°C, con la respectiva humedad relativa exterior más alta de las 09:00 a 10:00 a.m. con 75.1%. La temperatura exterior más alta se evidencia a las 07:00 y 08:00 p.m. con 26.0°C, con la respectiva humedad relativa exterior más baja de 05:00 a 06:00 p.m. con un 71.5%.

Del comportamiento anual de temperatura media mensual exterior que se monitorio con el Hobo exterior ProV2 es de 26.8°C, en contraste con la exterior de SENEAM que es de 25.1°C, se obtiene un diferencial de temperatura de  $\pm 1.7^\circ\text{C}$ .

Asimismo del comportamiento anual de humedad relativa media mensual exterior que se monitorio con el Hobo exterior ProV2 es de 65.5%, en contraste con la exterior de SENEAM que es de 73.4%, se obtiene un diferencial de  $\pm 7.9\%$ .

Diferenciales que coinciden con el comportamiento anual de temperatura media mensual de las isotermas de las poli-lineales del efecto islas de calor urbano, realizadas para el presente estudio en Tampico, México.

## 6. Discusión y conclusiones

Con base en la temperatura mínima y máxima mensual y su correspondiente humedad relativa la vivienda tradicional en el año de 2013 se encuentra dentro de la zona de comodidad de invierno y requiere ventilación cruzada e influye a mejor ganancia interna, siendo un espacio moderado. Por lo tanto, la temperatura mínima y máxima mensual y su correspondiente humedad relativa la vivienda tradicional en el año de 2013 se encuentra dentro de la zona cálida húmeda en verano y requiere ventilación cruzada y demanda deshumidificación, siendo un espacio húmedo.

Al observar y medir la oscilación de las condiciones del ambiente interior en la vivienda tradicional caso de estudio, se determina que entre las dos variables estudiadas temperatura y humedad relativa, existe una correlación perfectamente lineal pero inversa, de tal manera que un cambio en una variable permite predecir adecuadamente el cambio en la otra. Sin embargo, las dos variables se mueven en direcciones opuestas.

Se ha comprobado que la humedad relativa establece la temperatura al interior de la vivienda tradicional en Tampico, México.

Por lo tanto, el sistema constructivo, determina el grado de adaptabilidad higrotérmica al interior de la misma. Asimismo, se ha estipulado que la vivienda tradicional brinda una arquitectura de opción pasiva, que se encuentra en la zona de comodidad tanto en invierno y cálida húmeda en verano. Además, se requiere de ventilación cruzada y condiciona a la deshumidificación interior.

*La clasificación bioclimática media anual es moderada y cálida húmeda.*

Su principal aspecto negativo es que revela una elevada acumulación de humedad relativa, impidiendo la deshumidificación de las mismas.

*Por lo tanto, se manifiesta como cálida húmeda que vienen a ser aquella que produce calor sofocante, pero a mayor humedad relativa al interior más caliente se percibe el interior.*

Desafortunadamente, este tipo de construcción tradicional no se continúa edificando en Tampico por la llegada de los materiales industrializados de construcción y su acompañada globalización, la migración de la gente de las pequeñas comunidades a la ciudad, así como el fenómeno de la transculturación, entre otros.

Así, la mayoría de la vivienda tradicional se sustituye por vivienda moderna común sin carácter y mayor función arquitectónica que la del refugio, obligada a la opción activa de arquitectura climatizada sin propuestas sustentables.

Se concluye que la vivienda tradicional por el contexto urbano alterado donde esta emplazada, se ve afectada por el efecto de la isla de calor urbana, determinando que el diseño arquitectónico no es erróneo, pero el aumento de temperatura por el microclima la coloca en desventaja con respecto al grado de adaptabilidad higrotérmica por la necesidad de deshumidificación.

Vale la pena retomar las soluciones constructivas artesanales de la vivienda tradicional en la vivienda que se construye en la actualidad, para lograr un aceptable grado de adaptabilidad higrotérmica en Tampico, México.

## 7. Referencias bibliográficas

- Bomberg, Mark; Lstiburek, Joseph; and Nabhan, Fadi (1997). *Long-Term, Hygrothermal Performance of Exterior Insulation and Finish Systems (EIFS)*, *Journal of Building Physics*, Vol. 20, N° 3, July 1997, pp. 227-248.
- Brown, Robert D.; and Gillespie, Terry J. (1995). *Microclimatic Landscape Design: Creating Thermal Comfort and Energy Efficiency*. New York: John Wiley & Sons Inc.
- Calderón Aguilera, Claudia Marcela. (2007). *Vivienda tradicional en la ciudad y puerto de Ensenada Baja California, México 1882-1930*. Adecuación climática. Programa Interinstitucional de Doctorado en Arquitectura. Ensenada, Baja California. México.
- Evans, J. Martin y De Schiller, Silvia. (1994). *Diseño bioambiental y arquitectura solar*. Secretaría de Extensión Universitaria y Bienestar Estudiantil. Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina.
- Erell, Evyatar; Pearlmutter, David; and Williamson, Terence (2010). *Urban Microclimate: Designing the Spaces between Buildings*. London: Routledge.
- 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.
- Gauzin-Müller, Dominique, et al. (2001). *Arquitectura ecológica*. Editorial Gustavo Gilli. Barcelona, España.

- González Licón, Héctor. (2006). *Vivienda tradicional en la región purépecha. Adecuación al medio ambiente, espacios y configuración formal*. Unpublished Doctorado, Programa Interinstitucional de Doctorado en Arquitectura. Morelia, Michoacán. México.
- Humphreys, M. A. and Nicol, F. (2001). *The validity of ISO-PMV for predicting comfort votes in every-day thermal environments*. Proceedings of Moving Thermal Comfort Standards into the 21 St. Century. Windsor - UK.
- Jacobo, Guillermo J. & Vedoya, Daniel E. (2002). *Optimización energética de la edificación arquitectónica*. Situación tecnológica y situación energética. Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas de la UNNE-2002, Resistencia, Argentina.
- Lacomba, Ruth compiladora. (2005). *Las casas vivas: proyectos de arquitectura sustentable*. 1ª reimpresión. Editorial Trillas. México, Distrito Federal. México.
- Manríquez Campos, Rosalía. (2003). *La arquitectura tradicional como referencia para el diseño bioclimático*. Caso de estudio: Tecozauatla, Hidalgo., Universidad Autónoma Metropolitana. México, Distrito Federal, México.
- Minella, Flávia Osaku; Krüger, Eduardo; Honjo, Susan; Goyette, Stéphane; and Hedjazi, Alexandre (2014): "Daytime microclimatic impacts of the SOVALP project in summer: A case study in Geneva, Switzerland", *Simulation*, Vol. 90, N° 8, August 2014, pp. 857-873.
- Lstiburek, Joseph; and Bomberg, Mark (1996). Performance Linkage Approach: Environmental Control of Buildings Part I: *Construction Today*. *Journal of Building Physics*, Vol. 19, N° 3, January 1996, pp. 244-278.
- Sánchez Gómez, María del Pilar. (1998). *Proyección histórica de Tampico*. Monografía. Instituto de Investigaciones Históricas. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Segunda Edición. Ciudad Victoria, Tamaulipas. México.
- Sánchez-González, Diego; y Egea Jiménez, Carmen (2011). *Enfoque de vulnerabilidad social para investigar las desventajas socioambientales. Su aplicación en el estudio de los adultos mayores*. *Papeles de Población*, Vol. 17, N° 69, Jul-Sept, pp. 151-185.
- Sánchez-González, Diego (2011a). *Peligrosidad y exposición a los ciclones tropicales en ciudades del Golfo de México. El caso de Tampico*, *Revista de Geografía Norte Grande*, N° 50, Diciembre 2011, pp. 151-170.
- Sánchez-González, Diego (2011b). *Precipitaciones extremas y sus implicaciones en procesos de remoción en masa en la planificación urbana de Tampico, México*, *Cuadernos Geográficos*, N° 48, Abril-Septiembre, pp. 135-159.
- Stagno, Bruno. (2005). *Office building in Costa Rica*. Measuring up to the criteria of Sustainable construction. Holcim Foundation for sustainable construction. Switzerland.
- Staines Orozco, Elidé. (2007). *Opciones de adecuación al clima*. Editorial Cigome. S.A. de C.V. Toluca, Estado de México. México.

- Taib, Nooriati; Abdullah, Aldrin; Ali, Zalila; Fadzil, Sharifah Fairuz Syed; and Yeok, Foong Swee (2014). *Trends in the air temperature of transitional spaces of a high-rise office building: The effects of season and location*, Indoor and Built Environment, Vol. 23 N° 4, July 2014, 1420326X13499361.
- Thorsell, Thomas; and Bomberg, Mark (2011). *Integrated methodology for evaluation of energy performance of the building enclosures: part 3 - uncertainty in thermal measurements*. *Journal of Building Physics*, Vol. 35, N° 1, July 2011, pp. 83-96.
- Warman, Arturo. (1985). *Estrategias de sobrevivencia de los campesinos mayas*. UNAM. México, Distrito Federal. México.
- Yu, Shui; Bomberg, Mark; and Zhang, Xu (2012). *Integrated methodology for evaluation of energy performance of the building enclosures: Part 4 - material characterization for input to hygrothermal models*. *Journal of Building Physics*, Vol. 35, N° 3, January 2012, pp. 194-212.

