

## **EI DESEMPEÑO BIOCLIMÁTICO DE LA VIVIENDA TRADICIONAL DE TIERRA. CASO DE ESTUDIO: REGIÓN PURHÉPECHA, EN MICHOACÁN, MÉXICO**

**Héctor J. González Licón**

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Ciudad Universitaria, Morelia, Michoacán, México, C.P.  
58000, Teléfono (443) 327 2201, hglicon@hotmail.com

**Palabras clave:** tradicional, térmico, adecuación.

### **RESUMEN**

El trabajo a desarrollar como tema de investigación pretende ahondar en el comportamiento térmico de la casa construida con adobe, la cual, representa un baluarte de la vivienda purhépecha, el caso a investigar corresponde a la zona lacustre del Lago de Pátzcuaro asentamiento indígena con una altitud de 2000 m.s.n.m., y localizada en el estado de Michoacán, México.

La importancia y relevancia del proyecto estriba en abordar el estudio del comportamiento de la vivienda Purhépecha bajo el esquema del desempeño térmico, el grado de adecuación al medio ambiente, y su respuesta a los parámetros de confort, de forma tal que podamos conocer el desempeño térmico de la vivienda de tierra durante un año, y poder evaluar el grado de adecuación durante cada uno de los meses del mismo.

Los estudios con relación al desempeño bioclimático de la vivienda de tierra en la zona son escasos, aunado a lo anterior los trabajos realizados en la vivienda purhépecha, abordan el estudio de modo descriptivo, estilístico, a la fecha la arquitectura vernácula no ha sido estudiada como lo ha sido la arquitectura religiosa o la arquitectura civil relevante.

Es la insuficiente información generada a la fecha sobre la arquitectura de tierra en la región purhépecha lo que daría relevancia a una investigación en este campo, ya que vendría a contribuir a un conocimiento más preciso sobre las características bioclimáticas de la vivienda, y a conformar de esta manera los antecedentes de esta arquitectura que día a día se transforma a raíz de los acelerados cambios que propicia la modernidad. La forma de actuar e intervenir sobre ellos depende de la voluntad colectiva de conservarlos, consolidarlos o transformarlos, lo anterior solo es posible si tenemos los datos fehacientes del comportamiento térmico de las mismas.

La reflexión sobre el comportamiento bioclimático del patrimonio vernáculo construido representa un paso de gran importancia en el desarrollo y consolidación de la vivienda rural, en cuanto permite establecer fundamentos sólidos, tanto para la intervención y el manejo de la vivienda como para la definición de las disciplinas que lo sustentan: el urbanismo y la arquitectura, lo que conlleva a concebir el patrimonio arquitectónico y urbanístico vernáculo, no solo como parte integral del poblado, sino como elemento primordial en la construcción de su futuro.

Dentro de este panorama el estudio de la vivienda rural requiere de una línea de investigación, en la cual vivienda se aborde a partir, de su forma, su función y los materiales con los cuales está construida, en aras de conocer el grado de respuesta al medio ambiente.

La investigación pretende conocer el desempeño bioclimático de la vivienda de adobe, tomando como caso de estudio Santa Fe y Erongarícuaro, asimismo identificar y caracterizar la vivienda tradicional de la zona, su adecuación al medio ambiente, así como las características constructivas y estructurales.

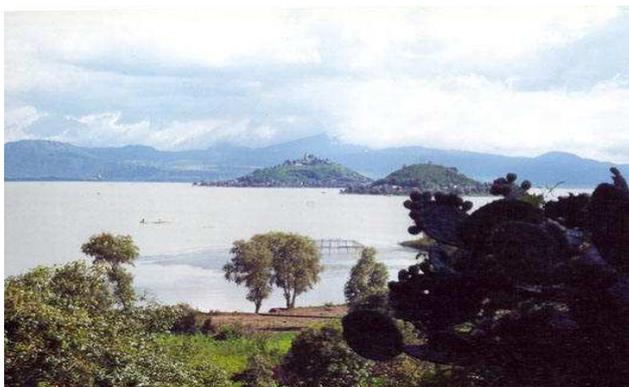
### **1 INTRODUCCION**

La cultura purhépecha se asienta principalmente en la zona lacustre del Lago de Pátzcuaro, la Cañada de los Once Pueblos, la Ciénega y la Sierra. tiene sus orígenes en el grupo étnico, extendido en el actual estado de Michoacán, se ubica en la parte noroeste del Estado de Michoacán, se trata de una región representativa en la cual sus pobladores de alguna manera han mantenido sus costumbres y tradiciones; sin embargo, se observan cambios paulatinos en la vivienda que están propiciando modificaciones en la forma de vida con repercusiones en la permanencia de la identidad cultural, lo cual ha propiciado transformaciones en las viviendas las cuales han deteriorado la tipología de los poblados.

Cabe destacar que en la vivienda vernácula de la región purhépecha hay dos aspectos que definen la forma y el espacio arquitectónico y que le dan el rango de identidad: uno es la cultura, y el otro, las características físicas, y dentro de estas últimas, se encuentran las condiciones bioclimáticas; lograr un confort ambiental adecuado en el diseño de una vivienda, eleva la calidad de vida de sus ocupantes. Figura 1

Cuando se habla de arquitectura vernácula se hace referencia a la tradicional, a las formas de construcción de la zona rural, producto de una cultura que responde al entorno que le rodea, con propuestas particulares que se adecuan a su medio ambiente; por lo general se refiere a lo típico de una región o país, algunas de las características principales son: su adecuación al medio físico donde se enclava, las características de los espacios que la conforman, y el empleo de materiales autóctonos, que, conjuntamente con los aspectos socioculturales y tecnologías, se convierten en factores modificantes de la arquitectura.

Durante toda la vida útil de una edificación, que en el caso de la vivienda popular alcanza dos o tres generaciones (King, Delia, 1994) las respuestas de diseño siguen siendo válidas mientras se den las mismas condiciones climáticas, lo anterior es adecuado para la vivienda tradicional purhépecha, la cual a través del tiempo ha permanecido en algunas poblaciones con el esquema funcional primigenio, aún con la introducción y uso de materiales industrializados<sup>1</sup>.



**Figura 1.** En la figura se muestra el entorno de la vivienda de la ribera del lago de Pátzcuaro en la cual se aprecia que en la construcción de la vivienda tradicional se hace uso de los materiales autóctonos, como la piedra la tierra y madera.

De la vivienda purhépecha destacan particularidades relativas al confort, dependiendo de la región donde se ubique, debido al clima, los materiales y sus relaciones socioculturales, manifestándose una función de abrigo acorde con el medio ambiente y la tecnología usada, se hace patente que la arquitectura es inseparable de su entorno, física y conceptualmente se forja a partir de comprender el medio donde se ubica, con las condicionantes y recursos materiales que el lugar le proporciona. La definición ambiental de la vivienda, requiere de elementos básicos observando las consideraciones que se sintetizan de la siguiente manera:

1. La vivienda tradicional, es un proceso dinámico inserto en las relaciones sociales de producción y por consiguiente, es un bien de consumo.
2. No hay duda que el clima determina, la solución de la vivienda, lo que se puede observar en los espacios, techumbres, y demás elementos, que adoptan diferentes características dependiendo del entorno.
3. Son también determinantes en la forma de la vivienda, las características de los materiales del lugar ya que, entre otros aspectos, determinan las alternativas de solución estructural.
4. No obstante las limitaciones, el habitante del medio rural, tiene la habilidad de manejar los elementos ordenadores del espacio arquitectónico.

Se aprecia que los aspectos que unifican y caracterizan la vivienda tradicional purhépecha, son el uso de un patio principal, espacio interno al solar con vegetación que propicia un microclima; se caracteriza también por el dominio del macizo sobre el vano en los sitios fríos para conservar un microclima cálido al interior de los recintos y, la formación de paredes celosía en los lugares cálidos para permitir la ventilación.

Cabe destacar que la cultura purhépecha tiene como una de sus aportaciones, la forma de construir y usar su vivienda, y dentro de sus características, la adecuación al medio natural con materiales similares al mismo, como son la madera, la piedra y el adobe; sin embargo, la paulatina escasez de estos materiales en la actualidad y la introducción de materiales industrializados y otros sistemas constructivos, está propiciando alteraciones a la vivienda, por lo tanto, es el conocimiento de las costumbres y tecnologías constructivas tradicionales lo que permitirá abordar el estudio de la vivienda tradicional actual de una manera integral.

El problema de investigación es analizar el desempeño higrotérmico de la vivienda tradicional y el grado de adecuación al medio ambiente, los datos corresponden a una amplia investigación, en la cual se monitorearon la temperatura exterior (microclima) e interior de la vivienda tradicional de adobe, y la construida con materiales industrializados, para comparar el desempeño bioclimático y la sustentabilidad térmica de las mismas, los casos de estudio corresponden a las poblaciones de Erongarícuaro y Santa Fe ubicadas en la ribera del Lago de Pátzcuaro, se sostiene que la vivienda tradicional es definitivamente un proceso cultural donde la técnica constructiva es consecuente con el clima, con los materiales de construcción locales, y las relaciones y concepciones comunitarias de la vivienda sin que la diversidad se niegue.

La metodología propuesta abarcó la investigación directa a base de la prospección y análisis del hecho arquitectónico, así como de la investigación documental, dentro de la cual se recurrió a las fuentes históricas, acervos de archivos monográficos, estadísticos y censos. Para el caso del estudio la unidad de análisis corresponde a la zona Lacustre del Lago de Pátzcuaro; dentro de las cuales se tomaron 2 localidades representativas de la misma y en cada una de ellas se seleccionó una vivienda que conserva la unidad básica tradicional (crujía, corredor, tapanco), dentro de las cuales se monitorearon las temperaturas y humedad relativa de las mismas y se analizaron los aspectos tipológicos.

Es sabido que el confort humano es una gran meta de la arquitectura, y en determinadas condiciones, el confort termo-fisiológico es uno de los estados más complejos de alcanzar en las disciplinas del diseño.<sup>2</sup> En ese mismo sentido se reconoce que la habitabilidad reside en factores que van mucho más allá de la comodidad basada en la incorporación de tecnologías de acondicionamiento y con gran consumo energético. Ésta es el resultado de un modo de vida integrado a las condiciones del medio natural y a sencillas soluciones totalmente congruentes con su entorno.

Son múltiples los métodos y las fórmulas elaboradas para el cálculo del confort térmico; no obstante, se aprecia que en la mayoría de ellos se establecen rangos de temperatura fijos a lo largo del tiempo, además no se consideran aspectos como la situación geográfica y otros factores socio culturales. Igualmente, se aclara que algunas propuestas de las llamadas zonas de confort, han sido elaboradas previendo el acondicionamiento por medios artificiales, sin tomar en cuenta la posibilidad de variación diaria o estacional de los rangos de consigna establecidos.

Por lo tanto, dada la amplia variedad de modelos para evaluar el confort térmico, que consideran distintos parámetros y factores del ambiente, referidos al usuario del espacio, se reconoce que el modelo para analizar y evaluar el ambiente y el confort térmico, debería considerar que la capacidad humana de adaptación es mejor, reforzando la antigua teoría de que al interior de las edificaciones, las preferencias térmicas de las personas varían en función de las condiciones climáticas.

Es importante destacar que la búsqueda del modelo adaptativo para determinar la zona de confort para la vivienda en estudio, es un aporte dentro de la investigación ya que permite hacer lecturas del desempeño térmico con mayor certeza, ya que se toma en cuenta la variabilidad de la zona de confort, en contraste con los modelos donde los límites de confort permanecen estáticos.

## **2 EL ENTORNO**

En la región Purépecha localizada en la parte noroeste del estado, la vivienda se ha desarrollado tradicionalmente en forma coherente con el entorno natural de su emplazamiento, las zonas que conforman la región (De la Peña 1987)<sup>3</sup> presentan un clima templado con lluvias en verano, con respecto al clima, de la zona lacustre según la clasificación climática de Köppen modificada por E. García, el clima es (CW) templado con lluvias en verano, y del tipo (Ganges, g); es decir, la temperatura más alta se presenta antes del solsticio de verano, casi siempre en el mes de mayo, una temperatura media que oscila entre los 17 y los 22° C. y con una precipitación pluvial entre 800 y 1200mm, una vegetación de bosque principalmente de pino. Con respecto a la geografía, se tiene que la altura media del estado de Michoacán es de 1,343 msnm, resultando mayor que el promedio de la República Mexicana que es de 843 msnm y que el de todo el continente, que es de 823 metros.

De acuerdo con Correa Pérez, (1972) la variada morfología que presenta el Estado de Michoacán influye en la variedad de climas de su territorio y en la localización de la agricultura, ganadería y los bosques, en particular la distribución de la vegetación es uno de los elementos del medio geográfico de singular significación para valorar un territorio en su justa riqueza, por ser ella la base de la existencia económica de los pueblos.

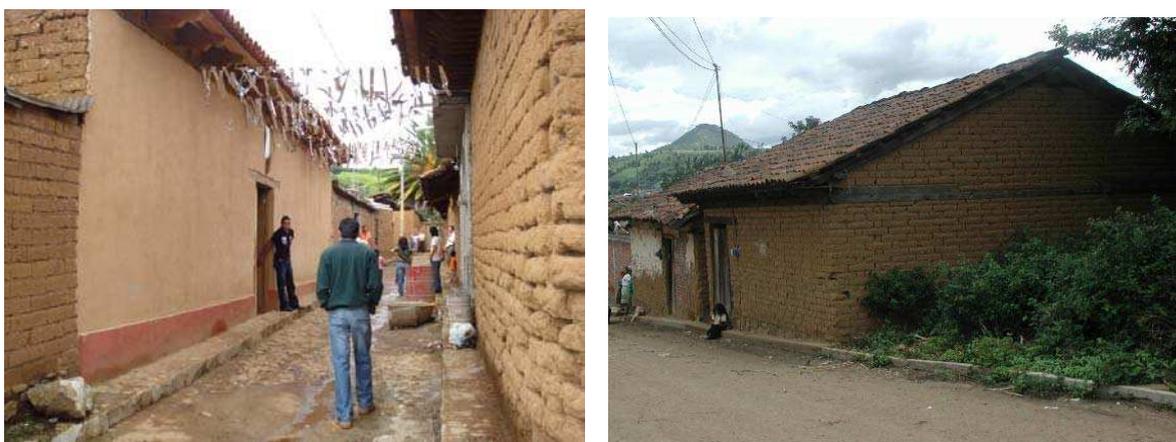
Para las mediciones que se realizaron en la región se escogieron viviendas que reunieran las características tradicionales de la zona de acuerdo al esquema considerado como unidad básica, es decir aquel que conserva la distribución espacial de: cuarto, pórtico, tapanco; y que por sus materiales responde al esquema de la vivienda tradicional: cimientos de piedra, muros de adobe, estructura de madera y cubierta de teja de barro<sup>4</sup>.

Las viviendas monitoreadas corresponden a la población de Santa Fe de la Laguna y Erongarícuaro que forman parte de la región de estudio, y se consideran representativas de la zona. Santa Fe, se encuentra ubicado en la ribera del Lago de Pátzcuaro con latitud de 19°49', longitud de 101°22' y altitud de 2056 msnm, la traza urbana tiene un desarrollo lineal, ajustándose a las características de la topografía y el contorno del lago. El tejido está conformado por manzanas irregulares con calles en direcciones oriente-poniente y norte-sur. El sistema de edificaciones está compuesto de volúmenes rectangulares, cubiertos con techos de vertientes inclinadas, cuyos paramentos delimitan el sistema de calles, predominando el macizo sobre el vano. Se observa que la tipología constructiva presenta una gran uniformidad por conservar los materiales, volumetría y sistemas distributivos de las edificaciones en la lotificación. Los espacios libres privados se encuentran en los interiores de los lotes en forma de patios y huertos.

La población de Erongarícuaro por su parte se localiza a los 19°35', longitud de 101°43' y a una altura de 2,080 msnm, el asentamiento se ubica en la ribera del Lago de Pátzcuaro, en terreno con partes planas y otras accidentadas. La traza urbana es una retícula, con manzanas cuadradas tendientes a la regularidad y calles que se cortan ortogonalmente.

El sistema de edificaciones que se distingue está compuesto de volúmenes rectangulares, cubiertos con techos de vertientes inclinadas, cuyos paramentos delimitan el sistema de calles y espacios abiertos públicos, predominando el macizo sobre el vano. Los espacios libres privados se encuentran en los interiores de los lotes en forma de patios y huertos, observándose que la subdivisión de los predios está alterando la morfología del tejido urbano. (Azevedo 2003)

Con respecto al sistema constructivo la vivienda tradicional rural, ésta se construye con cimientos de piedra y muros de adobe, y se cubre con estructuras de madera con cubiertas de teja de barro, los pisos son de tierra, o firmes de concreto. Dentro de las construcciones adicionales, se encuentran las destinadas a complementar las labores tanto del campo como de la casa, ubicadas en el exterior, alrededor del patio, el cual es evidente en todos los casos analizados, y en el cual se realizan actividades secundarias como las de lavado, mantenimiento de herramientas para labores de cultivo y el emplazamiento en algunos casos de la cocina de humo, el tejaban para el guardado de **herramientas o para el trabajo artesanal, además del pequeño huerto y la fosa séptica. Figura 2**



**Figura 2.** La mayoría de las viviendas tradicionales en la región, se construían a partir de formas geométricas sencillas, por ejemplo una planta rectangular rematada por una cubierta a una o dos o más aguas, utilizando como materiales los que le proporcionaba la naturaleza, se aprecian los paramentos de los solares dentro de los cuales destaca el predominio del macizo sobre el vano.

La vivienda tradicional presenta de manera recurrente el siguiente esquema dentro de la arquitectura tradicional el cual se ha ido adaptando con el transcurso del tiempo.

El zaguán, que es el espacio de transición entre el exterior y el interior, el cual se conecta directamente con el pórtico o el patio.

La crujía que sirve como dormitorio, es un espacio cerrado generalmente sin ventanas y que comunica con el corredor.

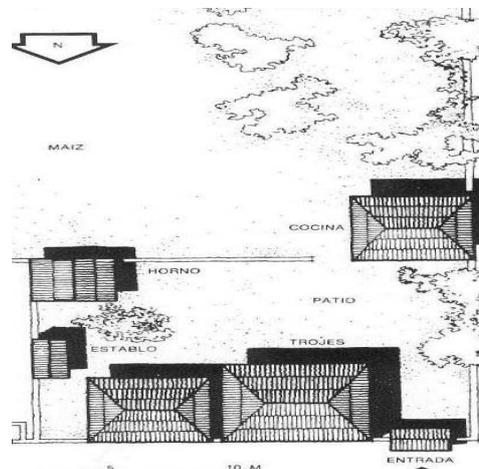
El pórtico o corredor siempre asociado a la crujía siendo el espacio de transición entre la unidad básica, el patio o el zaguán.

El patio como elemento del dintorno funciona como elemento distribuidor de la vivienda, el pórtico o corredor, al igual que el tapanco funcionan como un dispositivo térmico que actúa como un elemento de protección de los muros interiores de la crujía, retardando la transmisión de calor hacia el interior del área habitacional, por su parte la doble cubierta del tapanco proporciona un retardo térmico, disminuyendo la oscilación térmica.

### 3. Tipología de la vivienda

La traza de los pueblos de la ribera del Lago de Pátzcuaro conserva de manera general el esquema virreinal de las instituciones civiles y religiosas localizadas en torno a una plaza abierta; aunado a la traza, una característica en cuanto a la fisonomía de los pueblos vernáculos es que mantienen cierta unidad y una gran congruencia con su entorno, ya que los materiales utilizados en su construcción como la piedra, el adobe madera y la teja son productos que en su base ofrece el medio físico. La arquitectura de la zona conserva reminiscencias del esquema y tradición indígena, la cual se manifiesta en el programa arquitectónico; una unidad se componía de espacios mínimos privados y espacios para almacenar los granos, esta plurifuncionalidad es la que caracterizaba a las construcciones de los indígenas en general, en que un solo espacio podía ser aprovechado para diversas funciones.

En la ribera del lago el sistema de edificaciones que se distingue está compuesto de volúmenes rectangulares, cubiertos con techos de vertientes inclinadas, cuyos paramentos delimitan el sistema de calles y espacios abiertos públicos, predominando el macizo sobre el vano. Figura 3



**Figura 3.** El esquema muestra la disposición de la vivienda sobre el paramento y los diferentes espacios alrededor del patio.

La mayoría de las viviendas tradicionales en la región, se construían a partir de formas geométricas sencillas, por ejemplo una planta rectangular rematada por una cubierta a una, dos o más aguas, utilizando como materiales los que le proporcionaba la naturaleza.

La forma de estas viviendas se repetía a lo largo de todo el asentamiento, originando en ocasiones composiciones integrales. Se aprecia dentro de la tipología arquitectónica de la región Purhépecha varios tipos de vivienda acorde a su emplazamiento; en el caso de la zona que corresponde a la Cañada presenta la disposición del zaguán como acceso al solar y crujías como espacios de habitación o cocina. (Azevedo 2002)

El módulo habitacional dentro de la vivienda purhépecha, tanto la construida en la zona en la Cañada, la zona lacustre del Lago de Pátzcuaro así como la de la Sierra, comparten generalmente la misma

organización espacial de cuarto-portal-tapanco. La organización espacial de la vivienda: cuarto, portal, tapanco, es un elemento de identidad cultural; generalmente de planta rectangular o cuadrada; los muros pueden ser de adobe o madera en algunas zonas, los techos pueden ser: cubierta plana con una inclinación, inclinada en dos sentidos, inclinada en tres o cuatro sentidos y cubiertas a base de estructura de madera, con cubierta de tejamanil o teja de barro.

Cabe mencionar que la vivienda tradicional presenta de manera recurrente el siguiente esquema el cual se ha ido adaptando con el transcurso del tiempo:

El zaguán, que es el espacio de transición entre el exterior y el interior, el cual se conecta directamente con el pórtico o el patio.

La crujía que sirve como dormitorio, es un espacio cerrado generalmente sin ventanas y que comunica con el pórtico.

El pórtico o corredor siempre asociado a la crujía siendo el espacio de transición entre la unidad básica, el patio o el zaguán.

El patio como elemento del dintorno que funciona como elemento distribuidor de la vivienda.

El pórtico o corredor, al igual que el tapanco funciona como un dispositivo térmico ya que actúa como un elemento de protección de los muros interiores de la crujía, retardando la transmisión de calor hacia el interior del área habitacional, al provocar un área sombreada entre el patio y las crujías, se genera un espacio que sirve como separador entre el sol y la sombra. Por su parte la doble cubierta que proporciona el tapanco a la crujía tiene los siguientes efectos:

1) El espacio hueco del tapanco proporciona un aislamiento adicional durante los días calurosos, mientras la capacidad térmica del adobe defiende de las temperaturas diurnas. 2) El adobe conserva el calor durante las noches frías y el tapanco y cubierta le ayuda a retenerlo por más tiempo al reducir la pérdida de calor al frío de la noche. 3) El techo de teja despiden el agua y protege el adobe en la estación de lluvias, así como del sol directo, reduciendo la acumulación del calor y, en consecuencia, el calentamiento de la casa.

#### **4. LA ZONA DE CONFORT**

Con respecto a la denominada zona de confort, actualmente, no existen indicadores prácticos relativos a la percepción de las condiciones de comodidad térmica para diferentes tipos de edificios, regiones climáticas y ocupantes. Los estándares de confort actuales, se basan en un “modelo estático”, en el cual, las respuestas fisiológicas y psicológicas con respecto al ambiente térmico son básicamente las mismas durante todo el año.

De acuerdo al “Modelo de Confort Térmico Adaptivo”, los factores contextuales y los históricos de la percepción térmica modifican las expectativas y preferencias térmicas de los ocupantes. Una de las consecuencias que se predicen en este Modelo indica que las personas que habitan en climas predominantemente cálidos prefieren temperaturas interiores más cálidas que las personas que habitan en climas fríos. Esta situación es contraria a las suposiciones que se presentan en los estándares de confort actuales. Existen investigaciones experimentales realizadas en una cámara de ambiente controlado con individuos que habitan en un clima típicamente templado con gran oscilación térmica diurna y estacional, variando la temperatura de bulbo seco, la humedad relativa y el movimiento del aire para analizar el umbral de las condiciones de confort en estos ocupantes. Los resultados obtenidos han demostrado que los ocupantes tienen preferencias que rebasan el límite superior de la zona de confort aceptada en los estándares internacionales de referencia. (García 2000)

Acerca del confort térmico investigadores como Givoni, Olgay e Izard, lo definen de la siguiente manera:

Según Givoni (1977) el confort térmico “es una variedad de condiciones climáticas consideradas confortables y aceptables dentro de los edificios. Implica la ausencia de cualquier sensación de disconfort térmico de calor o de frío”.

Olgay, (1963) por su parte, define la zona de confort como “las condiciones en que el hombre consigue obtener el equilibrio biológico con el medio ambiente, gastando para ello el mínimo de energía y así la mayor parte de su energía estará libre para realizar otras tareas.”

Conforme a Izard y Guyot (1980) “el confort térmico existe cuando, para una actividad sedentaria, con determinada vestimenta, el sistema termorregulador del cuerpo humano no tiene que intervenir para obtener el equilibrio térmico entre el cuerpo humano y el medio ambiente”.

Una de las definiciones más aceptadas de confort térmico establece que es la “condición mental bajo la cual expresan satisfacción la mayoría de los ocupantes de un determinado ambiente térmico”.

En 1963, Víctor Olgyay fue el primero en conjuntar los descubrimientos de varias disciplinas e interpretarlos para propósitos prácticos en la arquitectura. Olgyay desarrolló un “Diagrama Bioclimático” y presentó en él la “zona de confort”, así como las “medidas correctivas” para retornar a esta zona mediante el manejo de la radiación solar, la temperatura del bulbo seco, el movimiento del aire, la humedad del aire y el sombreado. Todos estos índices y zonas de confort fueron elaborados a partir de investigaciones realizadas en determinadas poblaciones, llevando a cabo cierta actividad, con determinada vestimenta y condiciones climáticas específicas. Sirven de referencia más no deben ser aplicadas directamente en otras situaciones climáticas o en diferentes poblaciones.

Por lo anterior cabe destacar que hoy en día la mayoría de los índices de confort que se utilizan son de tipo cuantitativo y sin variabilidad temporal, horaria, diaria y estacional. Desde principios de 1980 hasta 1990 algunos autores han expuesto sus reflexiones sobre la necesidad de incorporar las variantes cualitativas y de variabilidad temporal a los índices de confort.

La hipótesis que se plantea es que el ambiente térmico dentro de la vivienda tradicional debe tener oscilaciones temporales parecidas, aunque en diferente escala, a las que se dan en el ambiente exterior, lo que permite una mejor adecuación de la vivienda tradicional que una vivienda convencional construida con materiales industrializados.

Con respecto a la zona de confort térmico, actualmente, no existen indicadores prácticos relativos a la percepción de las condiciones de comodidad térmica para diferentes tipos de edificios, regiones climáticas y ocupantes. Los estándares de confort actuales, tales como el ISO/7730 y el ANSI/ASHRAE 55/92 se basan en un “modelo estático”, en el cual, las respuestas fisiológicas y psicológicas con respecto al ambiente térmico son básicamente las mismas durante todo el año.

Una de las definiciones más aceptadas de confort térmico establece que es la “condición mental bajo la cual expresan satisfacción la mayoría de los ocupantes de un determinado ambiente térmico”. Sin embargo, para entender el confort térmico en las edificaciones, es indispensable analizar diversas variables, directas e indirectas, que interactúan para dar como resultado una percepción psicofisiológica integral de las condiciones ambientales circundantes en las que desarrollan sus actividades los ocupantes. A lo anterior García Chávez anota que la interacción de las variables del clima exterior y las edificaciones determinan la percepción de las condiciones de confort térmico de los ocupantes y el consumo de energía. Consigna que el confort es una condición esencial para lograr la satisfacción de los ocupantes, y que estudios recientes han demostrado que los factores psicológicos y conductuales tienen una relación directa en la percepción del confort humano.

Entre los diversos índices o zona de confort más utilizados, para determinar el confort térmico, destacan como ya se mencionó la Carta Bioclimática de Olgyay, según el autor, la zona de confort comprende las temperaturas de bulbo seco entre los 22 y 30°C y humedad relativa entre los 30 y 65% para actividad sedentaria, y un clo de vestimenta para climas calientes, entre las restricciones hechas a esta carta es que fue elaborada para condiciones de ambiente externo y no de ambiente interno.

La carta Bioclimática para Edificios de Givoni<sup>5</sup> propone una zona de confort indicada sobre una gráfica psicrométrica que relaciona la temperatura del aire, la humedad relativa y absoluta, y que se basa en las temperaturas internas del edificio en vez de las temperaturas del aire externo. La BBCC (Building Bio-Climatic Chart) sugiere límites para condiciones climáticas deseables, así como estrategias de proyecto para alcanzar esas condiciones. Cabe destacar que hoy en día la mayoría de los índices de confort que se utilizan son de tipo cuantitativo y sin variabilidad temporal, horaria, diaria y estacional. Desde principios de 1980 hasta 1990 algunos autores han expuesto sus reflexiones sobre la necesidad de incorporar las variantes cualitativas y de variabilidad temporal a los índices de confort.

#### **4.1 Métodos de Evaluación de Confort Térmico.**

El estudio del confort térmico ha permitido el desarrollo de diferentes índices térmicos subjetivos y objetivos, así como gráficas que pretenden identificar el modo de incidencia de los diferentes factores y parámetros sobre el equilibrio térmico.

La propuesta para una zona variable de confort será retomada del modelo adaptativo de Humphreys, basada en trabajos desarrollados por Roriz (2003), el cual menciona que una corrección a la zona de confort resulta de considerar que la temperatura media de confort sufra alguna oscilación, sincronizada con lo que ocurre en la temperatura externa. A lo anterior, Nicol sugiere que sean aceptadas variaciones de temperaturas internas que no sean superiores a la mitad de las oscilaciones externas.

Para la determinación de la zona de confort se retoma la hipótesis expuesta por Roriz, con la finalidad de tener más argumentos para sustentar la hipótesis planteada, "el ambiente higrotérmico dentro de la vivienda tradicional de la región purépecha debe tener oscilaciones temporales parecidas, aunque en diferente escala, a las que se dan en el ambiente exterior, lo que permite una mejor adecuación de la vivienda tradicional que una vivienda convencional construida con materiales industriales". Lo anterior se demuestra con las gráficas anexas, en las cuales se plantea que la oscilación de la temperatura de neutralidad queda comprendida en un rango del 40% de la amplitud de la temperatura exterior.

Para el trazo de la temperatura neutra para determinar la zona de confort variable se parte de la propuesta de Humphreys donde:  $T_c = 11.9 + 0.534(tme)$ ; la (tme) corresponde a la temperatura media exterior del mes analizado, de la amplitud resultante entre la Tc y la temperatura exterior monitoreada se toma el 40%, cuyo resultado permite el trazo de la temperatura de neutralidad variable (tn), para las 24 horas.

Las gráficas de temperaturas monitoreadas y medidas bajo las fluctuaciones horarias de la zona variable de confort propuesta por Humphreys y adaptada por Roriz presentan una oscilación del 40% de la amplitud de la temperatura exterior, con una franja de confort entre el límite superior de temperatura y el límite inferior de 5.0°C. equivalente a 2.5°C. (Figura 3)

#### 4.2 Descripción del Instrumento Utilizado.

Las mediciones se realizan con equipos data logger tipo HOBO, marca Onset Computer, con sensores que almacenan la información de temperatura y humedad relativa, la información se recaba por medio del software que permite decodificar la información. Los Hobos al interior de la vivienda se fijan al muro o sobre un mueble a una altura promedio de 1.50m.

### 5. RESULTADOS

Para ilustrar el desarrollo de la zona de confort variable y las temperaturas monitoreadas, se presenta como ejemplo las Figura 4 y 5, en las cuales se presentan un modelo de zona de confort variable para evaluar el comportamiento térmico de las viviendas. Las gráficas muestran los resultados monitoreados durante los meses mas fríos y más cálidos en las poblaciones de Santa Fe y de Erongarícuaro respectivamente, en la que se manifiestan las temperaturas monitoreadas al interior de la vivienda tradicional de adobe.

En las gráficas se destaca el superávit o déficit de temperatura monitoreado y en el cual el superávit corresponde a las temperaturas registradas sobre el límite superior de la zona de confort, °ChC= grados centígrados hora de calor; y el déficit °ChF a las temperaturas registradas bajo el límite inferior de confort = grados centígrados hora de frío)

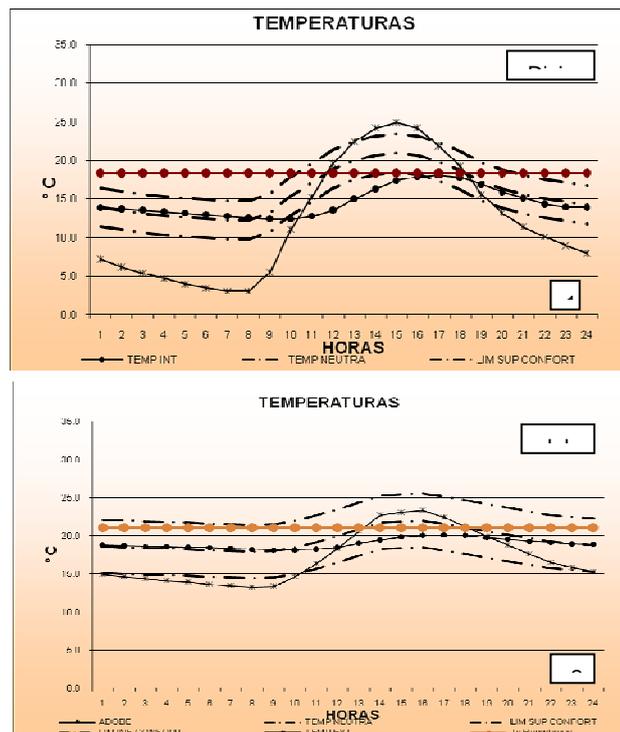


Figura 4): Las gráficas 1 muestra la temperatura monitoreada en el mes de diciembre, el cual manifiesta un déficit de temperatura de 11°C al interior de la vivienda de adobe el cual se presenta entre las 10.00 y las 14.00 horas, una temperatura mínima a las 9.00 horas con 12,4°C y una máxima interior registrada de 18.1°C a las 16.00 horas. La amplitud de temperatura interior es del rango de 5.7°C . La amplitud exterior equivalente a los 21.8°C con una mínima de 3.1°C a las 6.00horas y una temperatura máxima de 24.9°C a las 14.00 horas.

La gráfica 2 Muestra la temperatura monitoreada en el mes de julio, el cual indica que la temperatura interior monitoreada se encuentra dentro de la zona de confort, una temperatura mínima interior a las 8.00 horas con 18.2°C y una máxima interior registrada de 20.1°C a las 16.00 horas. La amplitud de temperatura interior es del rango de 1.9°C . La amplitud exterior equivalente a los 10.0°C con una mínima de 13.3°C a las 7.00 horas y una temperatura máxima de 23.3°C a las 15.00 horas.

Con respecto a los datos de temperatura monitoreados en la población de Erongarícuaro en la figura 5 en los gráficos 3 y 4 se aprecian los datos de temperatura monitoreados en la vivienda de adobe y en una vivienda construida con muro de tabique de barro recocido y loza de azotea de concreto armado (Hormigón)

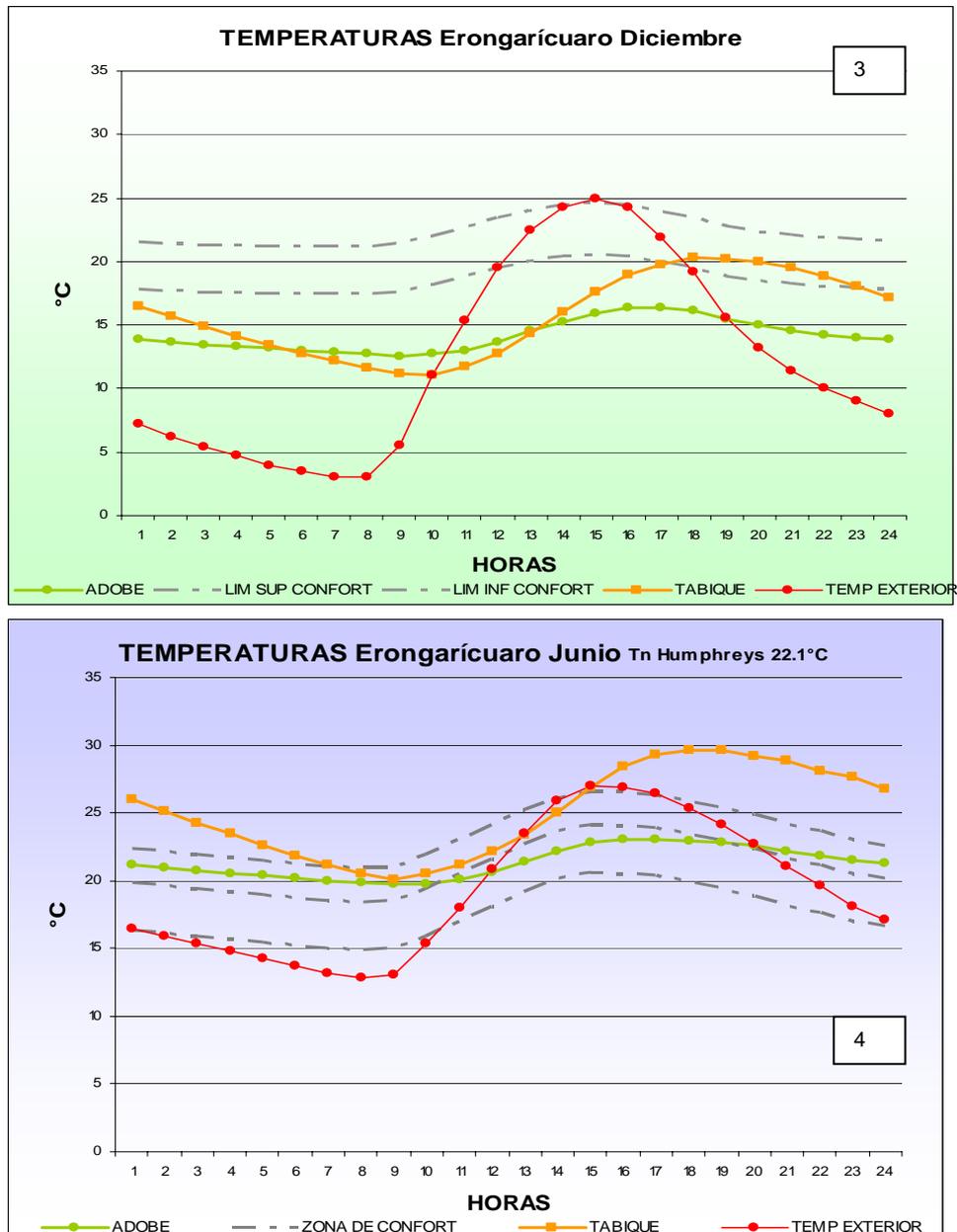


Figura 5: Los datos monitoreados en el mes de junio al interior de la vivienda de adobe en el mes más frío se aprecian en la gráfica 3 y muestra un déficit de temperatura de 16°C que se da entre las 8.00 y las 13.00 horas, y en el mes más cálido gráfico 4, las temperaturas monitoreadas se encuentra dentro de la zona de confort.

El resultado de las temperaturas monitoreadas bajo el esquema del modelo adaptativo de Humphreys propuesto por Mauricio Roriz arroja los siguientes resultados, en los cuales se muestra la vivienda de adobe no muestra superávit de temperatura durante el año en los meses más cálidos, y presentan un déficit de temperatura en los meses más frío.

Se anexan los datos de temperatura monitoreados en una vivienda testigo en la población de Erongarícuaro y construída con losa de concreto armado (hormigón armado) y muros de tabique de barro recocido (7x14x28), la cual presenta mayores requerimientos de energía para enfriar y calentar la vivienda. Tabla 6

<b>VIVIENDA</b>	<b>ADOBE</b>		<b>TABIQUE</b>	
<b>SANTA FE</b>	<b>Superávit</b>	<b>Déficit</b>	<b>Superávit</b>	<b>Déficit</b>
Diciembre	0	11		
Julio	0	0		
Suma	<b>0</b>	<b>11</b>		
<b>ERONGARÍCUARO</b>				
Diciembre	0	16	5.9	14.7
Julio	0	0	25.1	47.5
<b>Suma</b>	<b>0</b>	<b>16</b>	<b>31.0</b>	<b>62.2</b>

Tabla 6: Se destacan los resultados del monitoreo de un día típico del mes más frío y el más cálido en las poblaciones estudiadas.

## 6 CONCLUSIONES

Como resultado del trabajo de investigación, podemos destacar que la arquitectura tradicional rural presenta características particulares, dependiendo de la zona donde se ubique, del clima y de los materiales. Debemos señalar que dentro de los aspectos que unifican y caracterizan a la vivienda purhépecha, está el uso de un patio principal, espacio interior con vegetación que propicia un microclima.

La vivienda en las distintas zonas que conforman la región purhépecha, mantiene en muchos casos, el mismo patrón constructivo y de uso del espacio, patrón cuyo origen proviene de las costumbres del indígena que habitaba en la región desde la etapa mesoamericana. Hasta hoy en muchas localidades, la forma de vida, así como las soluciones de viviendas, son elementos que se conservan y constituyen tradición cultural.

No obstante las permanencias de sistemas de habitabilidad y construcción tradicionales, donde el uso de materiales naturales ha sido fundamental, se ha observado un deseo de modernidad que ha generado sensibles transformaciones en las formas de construir.

Con respecto a los datos correspondientes a la Humedad Relativa (HR), los valores monitoreados durante el año en las viviendas estudiadas se presentan dentro de los parámetros de confort.

El característico corredor elemento relevante de este tipo de resolución y de intenso uso colectivo, tiene la finalidad de servir de transición entre el espacio exterior e interior, responde a las necesidades de protección de la luz y el calor y protege a las habitaciones vecinas de la radiación solar directa. Las aberturas al exterior son mínimas, hecho motivado por la intensa luz solar., los anchos muros de adobe y piedra, al igual que teja de barro que va sobre la cubierta del tapanco, ofrecen una mayor inercia y permiten almacenar calor durante el día (proveniente de la radiación solar intensa) y transmitido al interior en horas de la noche, para paliar así el brusco descenso de la temperatura que se produce en estas horas y mantener los espacios más confortables

## 7 RECONOCIMIENTOS

El presente estudio presenta una síntesis del trabajo de investigación que se realiza con el apoyo de CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología) y los apoyos de la Coordinación Científica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

## 8 BIBLIOGRAFÍA

- AZEVEDO, Eugenia, *Espacios Urbanos Comunitarios. Durante el Período Virreinal en Michoacán*. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México, 2003
- CORREA, Genaro "Provincias Fisiográficas del Estado de Michoacán". En *VI Congreso Nacional de Geografía*, Gobierno del Estado de Michoacán, 1972
- CHÁVEZ Del Valle, Francisco, *Zona Variable de Confort Térmico*, Barcelona Universidad Politécnica de Cataluña, 2002
- DE LA PEÑA, Guillermo comp, *Antropología social de la región purépecha*, Colegio de Michoacán, 1987
- GARCÍA, José, "Análisis experimental del umbral de las condiciones de confort térmico de los ocupantes y el consumo de energía". *Memorias COTEDI 2000*, Universidad de Zulia, Maracaibo, Venezuela, 21 -23 junio 2000
- GÓMEZ, Adolfo, "Las formas de vida y el confort, conceptos culturales de calidad ambiental, y sus consecuencias en la tradición espacial del trópico sub-húmedo", En: *Evolución y estrategias del desarrollo urbano ambiental en la Península de Yucatán*, Mérida, Universidad Autónoma de Yucatán, 2003, pp. 231-233.
- GONZÁLEZ, Héctor, *Vivienda Tradicional de la Región Purhépecha*, Tesis de Doctorado Programa Interinstitucional de Doctorado PIDA, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia Michoacán, México, 2006
- GIVONI, B. *Climate considerations in building and urban design*. Van Nostrand Reinhold, New York: 1997.
- IZARD, J. L., *Arquitectura bioclimática*. Barcelona: Gustavo Gilli, 1980.
- KING, Delia., *Acondicionamiento Bioclimático*, México, UAM Xochimilco, 1994
- OLGAY, Victor, *Design with climate*. New Jersey: Princeton, 1963
- RORÍZ, Mauricio, "Flutuações horárias dos limites de conforto térmico: Uma hipótese de modelo adaptativo" " ENCAC-COTEDI 2003, VII Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído Curitiba - PR, Brasil, 5 a 7 de noviembre de 2003

---

<sup>1</sup> Delia, King Binelli, *Acondicionamiento Bioclimático*, México, UAM Xochimilco, 1994, p.15.

<sup>2</sup> El definir tal estado es complicado, de modo que se ha convenido que es la ausencia de estrés; es una situación de bienestar o grado de insensibilidad de las condiciones del entorno. La fisiología del confort parte del hecho de que mientras los mecanismos fisiológicos estén funcionando, sin generar molestia, no se toma conciencia de las condiciones del medio ambiente. Adolfo, Gómez Amador y Armando Alcántara Lomelí "Las formas de vida y el confort, conceptos culturales de calidad ambiental, y sus consecuencias en la tradición espacial del trópico sub-húmedo", en Lucía, Tello Peón y Alfredo Alonso Aguilar Coord. *Evolución y estrategias del desarrollo urbano ambiental en la Península de Yucatán*, Mérida, Universidad Autónoma de Yucatán, 2003, pp. 231-233.

<sup>3</sup> El trabajo corresponde a una recopilación de Guillermo de la Peña sobre los estudios antropológicos desarrollados en la región en la década de los cuarentas.

<sup>4</sup> Los trabajos desarrollados en la región en los años 40's en la región Purhépecha por antropólogos culminaron en una serie de publicaciones, entre ellas la de: Stanislawski, Dan, *The Anatomy of Eleven Towns in Michoacán*, Austin TX., Institute of Latin American Studies, University of Texas Press, 1950

<sup>5</sup> Givoni, B. *Climate considerations in building and urban design*, New York, Van Nostrand Reinhold, 1997, en Silveira, et al, *op. cit.*, pp. 351-352.

**Héctor Javier González Licón:** Doctor en Arquitectura, Profesor Investigador de tiempo completo de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Líneas de investigación: restauración del patrimonio edificado, arquitectura de tierra, tecnología y medio ambiente. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores nivel I