



Programa de Maestría y Doctorado de Arquitectura

María Guadalupe Cuan Aguilar

Análisis de la vivienda en el trópico húmedo

Elementos bioclimáticos y arquitectura vernácula (caso Tuxpan, Veracruz)

2010





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Análisis de la vivienda en el trópico húmedo. Elementos bioclimáticos y arquitectura vernácula



Tesis que para obtener el grado de maestra en arquitectura

Campo de conocimiento tecnología

Presenta

Arq. María Guadalupe Cuan Aguilar

México

2010

## ***Jurado***

### ***Director de tesis:***

Dr. José Diego Morales Ramírez.

### **Sinodales:**

Dr. Álvaro Sánchez González.

M. en Arq. Francisco Reyan González.

Dra. Dolores Ana Flores Sandoval.

M. en Arq. Javier Velazco Sánchez.

## ***Agradecimientos***

A través de estas líneas quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que con su soporte científico y humano han colaborado en la realización de este trabajo de investigación.

Quiero agradecer en primer lugar a las instituciones que han hecho posible la realización del trabajo, por la ayuda económica brindada, por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), ya que con ese apoyo pude realizar viajes para la localización de la vivienda vernácula de la región, además de comprar el equipo de medición.

Muy especialmente a mi tutor y director de tesis al Dr. José Diego Morales Ramírez, por la acertada orientación, el soporte y discusión crítica que me permitió un buen aprovechamiento en el trabajo realizado, y que esta tesis llegara a un bien termino.

Agradezco al Mtro. Francisco Reyna Gómez por su inestimable ayuda, paciencia e insistencia para que concluyera mi trabajo de investigación; sus aportaciones a esta tesis han sido de mucha importancia.

A todos mis sinodales y profesores cuya colaboración ha sido importante en el desarrollo de este trabajo que me supieron guiar desde el principio hasta las últimas correcciones.

Finalmente, agradezco a mi familia por su comprensión, comunicación y constante apoyo desde Poza Rica Ver., por el estímulo para que me supere día con día, el apoyo incondicional y la ayuda de siempre; sin olvidar a mis compañeros de posgrado ya que también fueron motivo para continuar con mi labor.



INTRODUCCIÓN.....1

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN.....4

1.-MARCO TEORÍCO.....5

1. Origen y evolución de la vivienda

    1.1 La vivienda vernácula

    1.2 Vivienda vernácula mexicana

    1.3 La arquitectura tradicional y el desarrollo sustentable

2.- TECNOLOGÍA Y ARQUITECTURA.....12

2. Enfoque Bioclimático en Arquitectura

    2.1 Confort Térmico

    2.2 La climatología aplicada al diseño

    2.3 Factores del clima

    2.4 Elementos climáticos o parámetros ambientales

        2.4.1 Radiación solar

        2.4.2 El viento y sus efectos

        2.4.3 La temperatura

        2.4.4 La humedad

        2.4.5 La precipitación

        2.4.6 Estado del cielo (nubes y neblina)

    2.5 Elementos del bioclimatismo

        2.5.1 La ventana

        2.5.2 El muro

        2.5.3 El Techo

3.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DE TUXPAN VERACRUZ.....29

    3.1 La región Huasteca

    3.2 Aspectos demográficos y distribución territorial.

    3.3 Arquitectura vernácula de la región

        3.3.1 Características generales de la región (evolución de la vivienda vernácula)

    3.4 Materiales y sistemas constructivos

4.- CASOS DE ESTUDIO.....44

    4.1 Rangos de comodidad para cada mes

    4.2 Caso 1. Vivienda con materiales contemporáneos

    4.3 Caso 2. Vivienda con materiales de tierra, lodo y carrizo. (Embarre)

5. ADECUACION BIOCLIMATICA DE LA VIVIENDA.....63

CONCLUSIONES.....72

GLOSARIO.....a

BIBLIOGRAFÍA.....e

ANEXOS.....l



## I N T R O D U C C I Ó N

México se encuentra en constante desarrollo, actualmente presenta distintas características que hace 50 años, además que posee enormes riquezas en todos los ámbitos, como su cultura, tradiciones, raíces, seres vivos, paisajes y todos sus habitantes que formamos parte de él; es por eso que debemos crear alternativas que sean integrales, las cuales nos beneficien para seguir creando nuestros cimientos, pudiendo conservar nuestra calidad de vida y de nuestras futuras generaciones.

La relación de la arquitectura con el medio ambiente no puede definirse sin entender el vínculo del hombre con la naturaleza. La arquitectura es una manifestación cultural y, por ello, es un reflejo de las actividades, pensamientos y sentimientos del hombre.

Muchas de las culturas antiguas tenían una visión cosmogónica integral, adquiriendo profundos conocimientos de los factores naturales y los aplicó a la arquitectura que, en la mayoría de los casos, daba respuesta armónica e integrada al entorno natural; convirtiéndose en un elemento integrador y armónico entre el hombre y su medio ambiente.

Lamentablemente a partir de la revolución industrial, con la aparición de una sociedad de consumo, el hombre olvidó su alianza con la naturaleza, buscando así el beneficio económico que pueda obtenerse; esto trajo consigo problemas, como un producto carente de identidad y en ocasiones de dignidad. En la vivienda omitimos los factores ambientales, climáticos, regionales y culturales.

La dispersión de la población y el desarrollo de las comunicaciones modernas han acelerado el proceso de intercambio de ideas y tecnología. La valiosa intuición en el uso de materiales de la región y el de los elementos constructivos originales pueden perderse al quedar descartadas las tradiciones propias. Tipologías edificatorias y elementos constructivos se utilizan en diferentes entornos sin tener en cuenta sus efectos en el confort humano o incluso en el desempeño de los materiales; “El carácter regional no puede conseguirse a través de una interpretación sentimental o limitativa, incorporando antiguos emblemas o nuevas modas locales que desaparecen tan rápidamente como aparecen. Pero si uno adopta el diferencial básico impuesto al diseño arquitectónico por las condiciones climáticas puede obtener como resultado una diversidad de expresión, si el arquitecto utiliza la relación de contraste entre el interior y el exterior como idea para su concepción del diseño”<sup>1</sup>.

Nuestro país no escapa de este problema, con nuestra gran diversidad de climas, en algunos casos continuamos imitando soluciones arquitectónicas que se han aplicado en otras regiones sin tomar en cuenta que en ocasiones no corresponden a las características y exigencias para poder alcanzar el confort del lugar donde

---

<sup>1</sup> Gropius, Walter, Scope of total Architecture, Harper and Brothers, Nueva York, 1955.

estamos ubicados; es por eso que debemos saber más de nuestro entorno para crear estrategias que sean adecuadas para nuestras viviendas, así como no olvidar nuestras raíces. En esta investigación se toma como zona de estudio a la región de la huasteca veracruzana, siendo Tuxpan la ciudad más importante se caracteriza por sus bellezas naturales, como el río que lleva su mismo nombre, esteros, playas y montañas que lo rodean que forman parte de la Sierra Madre Oriental; su principal característica es su gente ya que posee raíces de distintos grupos étnicos que se asentaron en la zona como los nahuas, huastecos, totonacos, otomíes y tepehuas.



Figura 1. Ubicación de Tuxpan en la región Huasteca Veracruzana

Lamentablemente la vivienda está lejos de brindar las mismas condiciones a todos sus habitantes y los arquitectos no tomamos en cuenta la identidad de la gente ni los beneficios que la región nos pudiese brindar. Como resultado de esta problemática intento retomar la arquitectura de la región y la arquitectura bioclimática como una estrategia para mejorar la calidad de vivienda para distintas clases sociales, ya que es conocido que la mayoría no puede climatizar sus viviendas de manera artificial debido a los bajos ingresos económicos.

Los habitantes rurales en México, fuente generadora de la vivienda rural y vernácula del país; suelen ser campesinos, agricultores, pequeños ganaderos, silvicultores, empleados u obreros, que construyen bajo sus propios medios sus viviendas en forma individual o familiar.

La comunidad al perder su autonomía, con factores como la disminución de ingresos, se ven afectados la cantidad, calidad y personalidad de las viviendas, servicios y equipamiento. Se produce un fenómeno de integración de la comunidad al mercado, donde se adquiere cierto grado de dependencia de capitales externos, cuyo resultado es una asesoría técnica impuesta, generalmente con una gran falta de respeto hacia las tradiciones, cultura y valores locales.

Tal dependencia, ocasiona que el usuario pierda paulatinamente el control de las decisiones sobre su propia vivienda. En el proceso tradicional de la vivienda rural, el usuario era el personaje de mayor importancia, la toma de decisiones era regida por él; un proceso común que conlleva a la desaparición de la vivienda rural y vernácula, comenzaría con la disminución de empleo en el campo, por lo cual sobreviene una migración hacia las ciudades, provocando una inyección de capital que provee a las familias de los medios económicos para la tecnificación tanto de sus actividades como de su vivienda, dejando una puerta abierta a la integración de su comunidad a los procesos globales económicos donde el carente grado información sobre las raíces culturales de las comunidades, nos lleva a la pérdida de identidad y arraigo del patrimonio cultural.

La **hipótesis** de esta investigación se enfoca que al tomar en cuenta materiales de la región, técnicas locales, elementos del clima, y los elementos arquitectónicos que nos dejaron nuestros antepasados; se logrará obtener una arquitectura adaptada para la región, además de mejorar la calidad de las condiciones de bienestar térmico en el interior de las edificaciones, disminuyendo así el consumo energético.

Siendo su **objetivo general** Investigar la relación entre las condiciones ambientales y los espacios arquitectónicos para establecer bases del diseño enfocadas a crear espacios ambientales habitables que cumplan con la finalidad funcional y expresiva, que sean confortables, física y psicológicamente; adecuados para los usuarios, privilegiando el uso eficiente de los recursos energéticos.

Los **objetivos particulares** son los siguientes:

1. Lograr identificar la tipología de vivienda propia de la localidad, para que sean característica predominante en el diseño de los anteproyectos, contribuyendo a revalorar su identidad.
2. Análisis de sistemas tradicionales aplicados en la arquitectura bioclimática.
3. Elaboración de mediciones, para el cálculo térmico de la vivienda vernácula y la contemporánea, por medio del cálculo térmico periódico, utilizando las ecuaciones del sistema TRNSYS y mediciones con equipo de medición en el sitio, para comprobar la hipótesis.
4. Elaboración de prototipo de ejemplo con uso de estrategias bioclimáticas y materiales de la región, para el mejoramiento en el mantenimiento y confort en la vivienda.

Tuxpan Veracruz y gran parte de la región Huasteca refleja gran deterioro de su vivienda vernácula, debido a la creciente influencia de las áreas urbanas cercanas con las que mantiene constante comunicación. Ello amenaza con suprimir las características que aún perdura en su arquitectura. Por ello es necesario detener su destrucción. Sus costumbres, tradiciones y arquitectura le confieren su identidad cultural.

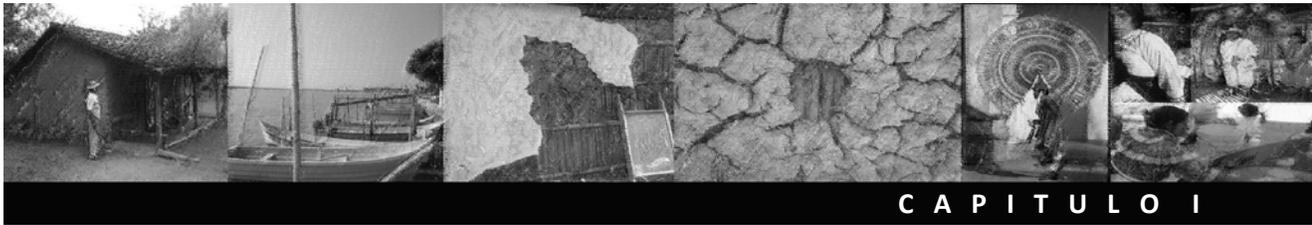
Construir con el clima es indispensable, la vivienda es un elemento fundamental que refleja y caracteriza la calidad de vida, el entorno ambiental y el carácter único que describe a la comunidad, donde se encuentra ubicada dándole un sentido integral con sus habitantes; estas deben ser diseñadas y planeadas de tal manera que tomemos en cuenta nuestros recursos, conservando nuestro entorno, estableciendo los espacios que permitan una estancia confortable.



## M E T O D O L O G Í A D E I N V E S T I G A C I Ó N

El método de trabajo utilizado en el desarrollo de este documento ha seguido las siguientes etapas:

1. Planteamiento del problema: se definirá el tema y/o problema a través de la búsqueda de antecedentes, delimitación del tema, objetivos y justificación.
2. Análisis y síntesis: se hará una búsqueda, clasificación, y recopilación de información este análisis se efectuó por medio de consulta bibliográfica; las cuales permitieron formular el marco teórico, ya que por medio de teorías, postulados, artículos; se logro encontrar aciertos y ¿por qué no? errores de otras investigaciones, las cuales posteriormente sirvieron para darle sustento y validez a la información y así fundamentar la investigación; esta bibliografía a su vez permitió lograr alcanzar; lo mayor posible; el estado del arte actual del tema investigado.
3. Conocimiento de la realidad: se investigará el contexto general de estudio, la región, clima, fisiografía y una descripción general del municipio; además de una síntesis de aspectos históricos, socioculturales, jurídicos administrativos, económicos, entre otros. Aquí los datos de clima fueron obtenidos del centro meteorológico de Tacubaya de la ciudad de México, para el cual se realizó un estudio del bioclima para determinar las condiciones óptimas de confort, así como los requerimientos de climatización y las estrategias de diseño bioclimático.
4. Análisis de ejemplo: se localizarán viviendas vernáculas de la región y se tomarán fotografías para ejemplificar la arquitectura, así como las tipologías arquitectónicas enunciando las características predominantes.
5. Comparativa vivienda de materiales industrializados y vivienda vernácula: este punto se resume en el análisis de materiales de cada vivienda, la cual contribuyo para la elaboración del cálculo térmico, utilizando las ecuaciones del sistema TRNSYS y otro por medio de equipos de medición para contrarrestar resultados; donde se elaboraran las correspondientes graficas de las ventajas o desventajas de cada vivienda con relación a la humedad y temperatura.
6. Adecuación bioclimática de la vivienda: con los resultados obtenidos, se procedió a simular una vivienda aplicándole elementos característicos de la vernácula como las propiedades térmicas de los materiales, un estratégico uso de la infiltración, entre otros.



C A P I T U L O I

Marco teórico

# 1. ORIGEN Y EVOLUCION DE LA VIVIENDA

El concepto de habitar es una de las necesidades más antiguas de la humanidad. La flexibilidad y la capacidad física de adaptación del hombre es relativamente débil comparada con la de los animales<sup>2</sup>. La inventiva del hombre le ha permitido desafiar los rigores ambientales utilizando el fuego para calentarse y pieles para cubrirse. Cuando el más débil de entre de los animales sustituyó el ingenio por la adaptación física similar a la de otras especies, el refugio se convirtió en la defensa más elaborada contra climas hostiles. Así mismo, le permitió ampliar el espacio de equilibrio biológico y asegurar un medio de productividad favorable. A medida que evolucionaba el refugio se acumulaban experiencias que, con ingenio, se diversificaban para afrontar los retos de la gran variedad de climas.

Si retrocedemos en la historia, desde épocas muy antiguas los primeros habitantes superaron en cierto modo las dificultades de la subsistencia, esto es, los factores adversos del entorno: principalmente la climatología y la amenaza de animales salvajes. Para ellos se vieron forzados a disponer de una vivienda cuyos materiales de construcción y características de diseño (orientación, forma; entre otros) les brindaran protección y abrigo contra los elementos y las clemencias meteorológicas.

El hombre de Neandertal antecedente del hombre del Cromagnon, apreció en Europa y África hace unos 100,000 años durante un periodo cálido antes de la última edad de hielo. Este hombre de Neandertal, el más conocido tipo Homosapiens era excelente cazador, fabricó excelentes herramientas y utensilios. Sus viviendas fueron cuevas naturales acondicionadas para poder vivir y resguardarse de la intemperie. También utilizó las copas de los árboles en climas cálidos, para protegerse de los ataques de los animales feroces. Otra de sus manifestaciones arquitectónicas para los grupos que eran nómadas fue la cabaña desmontable hecha con varas y pieles.



Figura 2. La organización de los campamentos Neandertales, © Stinger & Gamble.

Las primeras experiencias arquitectónicas humanas fueron cuevas o cavernas excavadas y adecuadas a las necesidades del hombre de aquella época. Sin embargo, fue el hombre de Neandertal, quien inició la construcción formal de los refugios, dando pie para iniciar el desarrollo de la arquitectura. Los sistemas constructivos de aquel tiempo contaban con tres materiales principales; la piedra, la madera, ramas y hojas y la

<sup>2</sup> Olgay, Victor, Arquitectura y clima, Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas, Barcelona España, 2006.

tierra en forma de adobes como los que conocemos actualmente, o en forma de tapiales. La clásica casa Neandertal consiste en una serie de troncos burdamente trabajados, clavados sobre la tierra con cubierta de hojas, ramas y pastos. Delimitada con una serie de piedras que además servían de contrafuertes.

Puede decirse, que la vivienda se manifiesta como una serie de exigencias y técnicas tanto más complejas, cuando más riguroso es el clima de su ubicación. Así encontramos en la arquitectura vernácula las diferentes respuestas que ha dado el hombre a las distintas condiciones del lugar, tratando de aprovechar, por un lado, las ventajas climáticas y disminuir, por otro, sus inconvenientes.



Figura 3. Contaminación por petróleo, © <http://quimicapuestorganicos.blogspot.com>

Con el uso de nuevos materiales y técnicas de construcción se dejan de lado estas prácticas arquitectónicas vernáculas. A partir de la crisis energética de 1973, nace la preocupación por la búsqueda de soluciones para un uso racional de la energía. Esta crisis tuvo lugar debido al agotamiento paulatino de los combustibles fósiles, con la consiguiente subida de los precios del petróleo y el deterioro del ambiente ante el grado de contaminación al que se estaba llegando, como consecuencia del uso incontrolado de los mismos.

De ahí la importancia de los elementos bioclimáticos que entran en juego en el diseño arquitectónico y que ha tomado de la arquitectura vernácula una serie de características básicas, como son: la adaptación al clima, naturaleza, paisaje, función, mínimo consumo energético, materiales locales, etc., que deberían tenerse en cuenta a la hora de diseño y la construcción actual de las viviendas.

Se puede decir que la vivienda se considera como el espacio social por excelencia, al ser tanto el reflejo fiel de la estructura social, como de aquellas condicionantes de índole natural o económica; en ella se sintetizan los aspectos geográficos del sitio en el que ésta se emplaza. Sólo a través de considerar las condiciones físico-naturales del territorio y las culturales de los individuos que lo habitan, así como su incidencia o capacidad de vinculación con el entorno, se podrá explicar la diversidad de las características existentes. La transformación de las estructuras sociales acontece por aspectos de diversa naturaleza, de entre los que destacan las variaciones en las relaciones económicas, ambientales, los índices de accesibilidad y comunicación, así como la dinámica migratoria.

## 1.1 La vivienda Vernácula

La identificación de los componentes de la forma en la arquitectura vernácula, hace que este tema se convierta en un área de interés, que puede servir como influencia creativa en los diseños contemporáneos para uno mismo y para otros.

Con la finalidad de transmitir e influenciar, al lector y a los arquitectos diseñadores; a ser más creativos en sus diseños arquitectónicos, obteniendo así que los proyectos sean más



Figura 4. La arquitectura vernácula, © Ocampo Mónica.

coherentes y sensatos con el entorno, la cultura, y con la sociedad; buscando con lo anterior que la nueva Arquitectura sea integral, logrando unidad en la imagen urbana de cualquier asentamiento.

Siendo incongruencias formales de la Arquitectura cuando las edificaciones de alguna población, no corresponden al sitio; materiales, sistemas constructivos, condiciones climatológicas y topográficas, a su entorno, así como a su cultura.

La Arquitectura Vernácula se construye con materiales naturales y se desarrolla con tecnologías que nacen como resultado de la comprensión del ambiente. Es el producto de los hombres del campo, es la que no requiere de famosos constructores ni afamados arquitectos, sino de hombres sin academia pero con sensibilidad, tradición e identidad, que con sólo observar su ambiente aprendieron como resolver su vivienda adecuadamente y en consonancia con la naturaleza<sup>3</sup>. Es una Arquitectura espontánea que se ha convertido en símbolo, conservada tras muchas generaciones, dejando siempre el testimonio del entendimiento de la naturaleza y sus ciclos. El Consejo Mexicano de Monumentos y Sitios (ICOMOS) ha manifestado y reitera la preocupación por la conservación de la arquitectura vernácula, y la necesidad de estudiarla. En todos los rincones del mundo, la arquitectura muestra un control al impacto del clima con medios modestos e ingeniosos.

A través de la arquitectura vernácula se puede estudiar toda una forma de entender la vida humana frente al medio, diferentes tipologías constructivas y formales de los pueblos, así como sus culturas, comportamiento social y económico. Así pues, entre el hombre y el clima se establece un proceso que tiene como resultado una arquitectura vernácula distinta según la latitud, uso e importancia socioeconómica, todo ello derivado de una valoración de datos geográficos, climáticos, humanos y estructurales.

Este inicio del siglo XXI y ya desde hace 60 o 70 años la especulación y los criterios comercialistas han creado una arquitectura anónima de gran uniformidad constructiva, carente de elementos capaces de ambientar y hacer más amable la vida, de tal forma que se han destruido los hábitos de vecindad y comunicación espontánea entre los hombres, con lo que también se ha afectado significativamente el orden social. Separación, aislamiento, uniformidad y conformidad, igualdad y monotonía son las condiciones en todos los niveles socioeconómicos como consecuencia de esta edificación impersonal e igual en todas las latitudes.



Figura 5. Vivienda de la región, Tantoyuca  
Ver. 2010

Hoy se debe buscar en la Arquitectura Vernácula un medio para mejorar la calidad de vida en la vivienda, encontrando no en la repetición o imitación, sino en la inspiración de lo autóctono, una guía que nos comunique con el ambiente natural y una mayor armonía en contacto con la naturaleza. Esto no quiere decir que regresemos a la época de las cavernas y eliminemos de nuestras vidas los avances tecnológicos y las técnicas modernas, esto sería imposible; lo que se pretende es dar a conocer los orígenes de la arquitectura a través de los ejemplos autóctonos, y que ello nos sirva de inspiración para hacer un mundo más habitable.

<sup>3</sup> López Morales, Fra. , *Arquitectura Vernácula en México*, Editorial Trillas, México, 1ª Edición, 1993.

## 1.2 Vivienda vernácula mexicana

Esta sabia Arquitectura es una importante manifestación de la cultura, la tradición, la identidad, la historia y la comprensión que tenían quienes la crearon, del ambiente y las condiciones de comodidad que deben lograr sin recurrir a sistemas mecánicos o maquinarias sofisticadas para mantener una determinada temperatura en los espacios sin hacerlos dependientes de la energía comercial y la tecnología.

Por ello es muy importante conocer las raíces de nuestra Arquitectura habitacional para no recurrir a la imitación de estilos de otras latitudes, costumbres e historia diferente a la nuestra y para conservar, preservar y ponderar nuestra identidad, historia y tradición, inspirándonos en la enorme riqueza de la Arquitectura Vernácula mexicana.

México ofrece en su territorio una gama múltiple de sensibilidades emergentes de las distintas culturas. La casa campesina expone sentimiento, voluntad y esencia de la naturaleza libre.

La vivienda vernácula en México es producto de dos grandes géneros de influencia: una histórica y otra natural<sup>4</sup>.

**1. La histórica comprende esencialmente el efecto de dos tradiciones culturales en la vida rural de nuestro país: la indígena precolombina y la española.**

**2. La influencia rural consta de dos importantes elementos: el clima y los recursos naturales; quien a través de la vivienda, crea microclimas que favorecen su existencia.**

En las viviendas de influencia prehispánica se observan las variantes lógicas de las distintas culturas de nuestro país, como la náhuatl, maya, huichol, mixteca, zapoteca, entre otras. La herencia cultural expresada en los modos de vida, constituye un mundo arquitectónico completo con diferencias en conceptos y formas.

La influencia española contiene en sí, las diferencias de las culturas regionales que los conquistadores y colonos, según su lugar de origen, trajeron a México. Sea por razones de tipo religioso, económico, estético y táctico, lograron transmitir con gran fuerza la influencia de su cultura cambiando el paisaje arquitectónico de las ciudades, y de los pueblos de México.



Figura 6. SEMANART. Programa Nacional de Desarrollo Ecológico de los Asentamientos Humanos.

<sup>4</sup> Prieto, Valeria. , *Vivienda campesina en México*, México, 1994.

La Arquitectura prehispánica, al igual las demás las culturas del mundo, reflejó el concepto que se tenía de la realidad, según el grado de civilización alcanzado por los diferentes grupos indígenas. Por ejemplo, en las ciudades sagradas, se manifestó una Arquitectura monumental con el propósito explícito de rendir culto espectacular a los dioses. Así, en ellas quedó expresado, no sólo el ímpetu de la sensibilidad creadora, sino también los logros de una tecnología superior.

Durante el tiempo de conquista y colonia, los españoles imprimieron definitivamente una huella cultural, muy representativa dejándonos con ello, nuevos estilos y tecnologías. Una Arquitectura urbana, más elaborada y más duradera, que paradójicamente desapareció poco tiempo después de la Conquista; destruida o modificada paulatinamente; y sobreviviendo así; la campesina, en su mayoría con variables mínimas a las de su creación; gracias a aquellos grupos que por vivir en zonas menos accesibles, no recibieron tanta influencia, pudiendo preservar sus raíces culturales, que hoy vemos manifestadas en el campo mexicano.

### 1.3 La Arquitectura tradicional y el desarrollo sustentable

La cultura y el medio natural son dos recursos que si son preservados garantizan el desarrollo socioeconómico a largo plazo. El crecimiento económico puede fortalecerse si se asegura el uso sustentable de los recursos naturales, pero también es indispensable garantizar el uso sostenible de los bienes culturales que pueden ser fuente de conocimientos bienestar y de prosperidad a las personas.

El desarrollo sustentable es el progreso o mejoría económica que experimenta una comunidad cuando conserva los recursos naturales humanos y productos necesarios para sostener su productividad a través del tiempo; permitiendo aumentar la calidad de vida de la población de manera estable en el largo plazo. Esto sólo es posible cuando se mantiene saludable la base natural sobre la que se fundamenta la actividad productiva<sup>5</sup>.

La sustentabilidad de un modelo de desarrollo incluye preservar tanto los recursos naturales como los recursos culturales. Una nación puede tener expresiones culturales espectaculares, pero si sus métodos productivos no son sostenibles en el largo plazo tampoco sus expresiones culturales se conservarán. Las naciones más industrializadas por lo general son atentas conservadoras de su propio patrimonio cultural porque llegaron a un grado de desarrollo social y cultural que despertó la conciencia respecto a las ventajas de conservar sus recursos culturales, y los ejemplares que conservan son apreciados<sup>6</sup>.

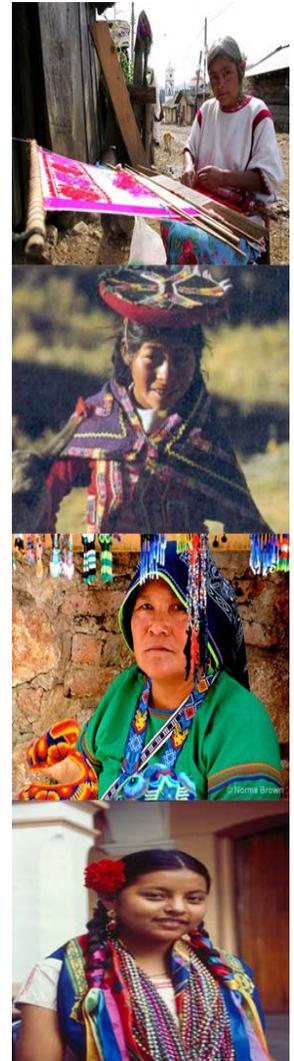


Figura 7. Culturas indígenas de México.

<sup>5</sup> Sepulveda, Leonardo. "Desarrollo sustentable ante la apertura comercial", revista Este País; num 30, septiembre 1993, pag. 25.

<sup>6</sup> Sánchez, Benito. "Estrategias medioambientales de la arquitectura vernácula como fundamento de sostenibilidad futura". Universidad de Sevilla. España

La Arquitectura tradicional contiene conceptos estéticos que permanecen vigentes a través del tiempo, como son colorido, adaptabilidad y sentido de la armonía. Dichas características fortalecen la identidad de ciertas zonas, y para que sirva como fuente de inspiración y creatividad para los proyectos del futuro.

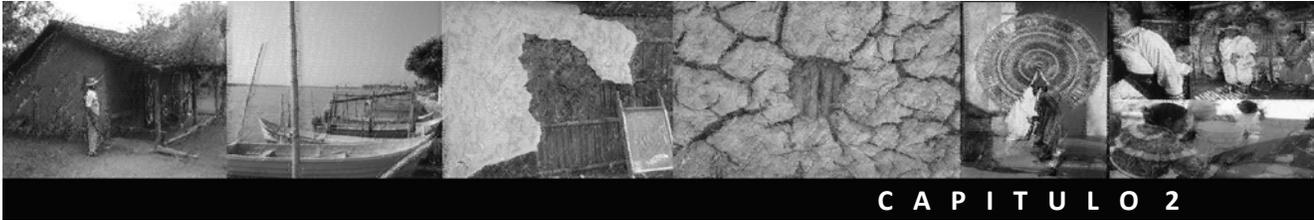
Los ejemplos de Arquitectura vernácula son el fruto de un lento proceso de ajuste que ha durado centenares y miles de años, destinado a la creación de condiciones de confort ambiental, utilizando del mejor modo los recursos locales. En los países industrializados se ha asistido a una recuperación parcial de los principios inspiradores de defensa del clima y del empleo racional de la radiación solar en el desarrollo de la Arquitectura Bioclimática (bioregionalismo). Se ha tratado obviamente de un uso inteligente de este patrimonio, tomando algunos principios inspiradores y revitalizándolos en función de la disponibilidad de nuevos materiales y conocimientos, con el fin de garantizar el bienestar térmico con una notable reducción del empleo de combustibles fósiles.

Pero en los países en vías de desarrollo, la riqueza de las enseñanzas de la Arquitectura espontánea corre el riesgo de disolverse bajo el empuje de una “modernidad” importada irreflexivamente. Y es precisamente en estos países donde una recuperación inteligente de las sugerencias arquitectónicas locales, más allá de un indudable valor cultural, puede representar la condición que aúne la creciente necesidad de mantener o mejorar la calidad de vida con un uso racional de los escasos recursos disponibles.

Como ejemplo de un proceso mucho más complejo, pensamos en el rapidísima difusión, en las grandes ciudades en desarrollo, de instalaciones de climatización. Es el resultado del naufragio de una Arquitectura que ha abandonado cualquier referencia a la interacción con las condiciones climáticas externas, confiando al control térmico a las instalaciones.

La necesidad de tomar un nuevo rumbo hacia la sostenibilidad, encuentra un aliado de enorme capacidad en la sabiduría inmemorial acumulada en las arquitecturas tradicionales; un patrimonio que no podemos abandonar ni menospreciar. Urge por tanto avanzar en un modo sostenible y, para ello, no podemos abandonar en el camino ninguna buena práctica que ya tengamos aprendida, como son las de las arquitecturas vernáculas.

Pero este conocimiento acumulado no es operativo sin una correcta transposición a las necesidades y técnicas contemporáneas y, lo que es más complejo, a una operativa que permita su pervivencia en escenarios futuros.



C A P I T U L O 2

Tecnología y Arquitectura



## 1. ENFOQUE BIOCLIMÁTICO EN LA ARQUITECTURA

La Arquitectura Bioclimática es uso adecuado de la energía solar en la arquitectura, por vías pasivas y también la adaptación real del espacio al clima del lugar donde se encuentra lo que se pone en cuestión.<sup>7</sup> Es la composición de soluciones arquitectónicas a partir de técnicas y los materiales, con miras a conseguir el resultado de confort deseado, conforme con las exigencias del usuario y a partir del clima local.

La Arquitectura que toma aspectos climáticos no es un tema de novedad; ya que se basa en el principio de la Arquitectura Vernácula; una vivienda que se adaptaba a la forma de vida con adaptación de la vivienda al clima local. “Lo vernáculo funciona” no puede ser aceptado como filosofía aunque es cierto que muchas de las enseñanzas que se pueden derivar del análisis de esta arquitectura son transferibles, con las debidas adaptaciones, a las metodologías y modelos proyectuales de hoy. La Arquitectura Bioclimática tiene algunas ventajas como; ahorro energético, identificación con la vivienda y su entorno.

El diseño bioclimático contemporáneo tendrá que considerar necesariamente los recursos de diseño empleados en la Arquitectura tradicional, que históricamente ha procurado aprovechar de forma pasiva las condiciones climáticas locales, en aras de producir espacios interiores confortables para el hombre. Esos principios básicos tendrán que ser reconsiderados a la luz de los nuevos materiales y tecnologías constructivas, los nuevos usos sociales y los nuevos valores estéticos.

Aspectos que incorpora la postura bioclimática

Se basa principalmente a la búsqueda del confort, y éste, se relaciona con la sensación de bienestar. Se puede decir que los aspectos que incorpora la postura bioclimática se desarrollan a partir de una búsqueda de confort físico, psicológico y cultural.

Al tomar en cuenta los factores climáticos de la región se lograrán beneficios como<sup>8</sup>:

- Ambiente interior sano y cómodo.
- Control de los impactos de la vivienda con el exterior.
- Conservación de los recursos naturales.
- Buen uso de la energía.

El ambiente físico está formado por numerosos elementos relacionados. Es posible intentar describir los constituyentes del entorno tales como: luz, sonido, clima, espacio<sup>9</sup>. Todos ellos inciden directamente en el cuerpo humano, el cual puede absorberlos o intentar contrarrestar sus efectos.

<sup>7</sup> Jean-Louis, Izard, *Arquitectura bioclimática*, Editorial G. Gili, México, 2ª Edición 1983.

<sup>8</sup> Guía CONAFOVI. *Uso eficiente de la energía en la vivienda*. México, Primera edición 2006.

<sup>9</sup> Scaétta, M. H., “*Terminologique, Bioclimatique, et Microclimatique*”, *Metereologique*, julio 1935, Pág. 342-347.

## 2.1 Confort Térmico

Se puede definir como confort al estado de completo bienestar físico, mental y social. Se basa en conseguir equilibrio entre el calor producido por el cuerpo y su disipación en el ambiente. El confort, depende de multitud de factores personales y parámetros físicos<sup>10</sup>.

El hombre se esfuerza por llegar al punto en el que se adaptarse a su entorno le requiera solamente un mínimo de energía. Las condiciones bajo las cuales consigue este objetivo se define como “zona de confort”, donde la mayor parte de la energía humana se libera para dedicarse a la productividad. De entre todos los factores, el confort térmico representa el sentirse bien, desde el punto de vista del ambiente higrotérmico exterior a la persona. Los límites extremos, desde el punto de vista térmico; pueden resultar dañinos, e incluso mortales, para el ser humano.

Los elementos principales que afectan al confort humano son:

Las fuentes energéticas básicas de que dependemos a nuestro alrededor son principalmente:

- Radiación solar: Es la principal fuentes que se incorpora al edificio a través del acristalamiento.
- El aire exterior.
- El calor tanto de las personas como de los electrodomésticos habituales.

Por otro lado, los principales sumideros son:

- El espacio, el edificio siempre trasvasa calor al espacio exterior.
- El aire exterior.
- Superficies húmedas. Tanto artificiales como naturales (fuentes, vegetación), ya que el calor que utilizan para evaporar el agua lo sacan de su entorno inmediato.

Dichos factores actúan sobre el ser humano que puede ser expresada en una compleja interrelación<sup>11</sup>; existen más factores los cuales pueden ser la actividad, la ropa, la edad y el sexo del individuo, además de ciertos aspectos del ambiente interior, como la temperatura en el aire y de las superficies, el ruido, la luz y los olores<sup>12</sup>.

Algunas investigaciones consideran que el límite superior de temperatura que puede resistir el hombre se da en el punto de insolación debido a la radiación solar y que el límite mínimo es el punto de congelación. La temperatura ideal del aire debe considerarse entonces a la mitad de camino entre dos extremos; las temperaturas que se consideran cómodas son más amplias de lo que se puede esperar, los individuos acostumbrados a altas temperaturas indican que las consideran aceptables, lo que sugiere un cierto grado de aclimatación que modifica el grado de aceptabilidad térmica. Esto significa que no es necesario que las

---

<sup>10</sup> Jean-Louis, Izard, *Arquitectura bioclimática*, Editorial G. Gili, México, 2ª Edición 1983. Pág. 15-19

<sup>11</sup> Winslow, C.E.A. y Herrington, L.P., *temperature and human Life*, Princeton University Press, Princeton, Nueva Jersey, 1949.

<sup>12</sup> James & James, *Un Vitruvio ecológico principios y práctica del proyecto arquitectónico sostenible*, Editorial G. Gili, SL, Barcelona, 2007. Pág. 37.

temperaturas interiores sean uniformes en todo el mundo: cada región podría adoptar temperaturas adecuadas al clima o la estación ponderante.

## 2.2 La climatología aplicada al diseño.

El clima en una región determinada, desempeña un importante papel en la composición del terreno, de las características de plantas, animales y de la actividad de los hombres<sup>13</sup>. Consiste en una serie de fenómenos atmosféricos periódicos que ocurren en una región determinada y que están relacionados con un conjunto de elementos geográficos y estadísticos, tales como la latitud, altitud, relieve, masas de agua, entre otros.

El término clima viene del griego *klima* y su significado etimológico es inclinación, pues en sus inicios hacía referencia a la forma en que inciden los rayos solares sobre la tierra. Los efectos del ambiente inciden directamente tanto en la energía como en la salud del hombre. La medida en que los factores climáticos afectan al ser humano se pueden describir como efectos negativos del clima en el hombre expresando en términos de tensión, dolor, enfermedad y muerte; otro método define las condiciones en las cuales la productividad, la salud, la energía mental y física alcanzan su máxima eficiencia.

Los elementos climáticos principales, con respecto al bienestar humano y al diseño de edificios, son la radiación solar, temperatura, humedad, viento y precipitaciones.

La **climatología** es el compendio de todas las variables meteorológicas. Las soluciones arquitectónicas a los diferentes problemas climáticos concretos deben tener en cuenta el conjunto de todos ellos, de esta forma se logrará una estructura climáticamente equilibrada. Para alcanzar este objetivo, el método a seguir para evaluar la importancia y la relación entre los elementos del clima, debe adaptarse a las necesidades de la práctica constructiva.

Cuando se conocen profundamente los elementos climáticos y las necesidades bioclimáticas de un lugar específico es posible determinar el balance de las fuerzas naturales que soportará una edificación.

## 2.3 Factores del clima

Los factores del clima son las condiciones físicas, no variables, de un sitio y que afectan de modo general al clima. Es importante que previamente al proceso de diseño; así como previo, al planteamiento de propuestas de reacondicionamiento de edificaciones, se realice un estudio de estos factores, pues estos pueden llegar a determinar en gran medida el buen comportamiento de la edificación desde el punto de vista ambiental y de confort; de entre los cuales se puede mencionar:

- ***Situación geográfica o latitud:*** es la distancia angular desde cualquier punto sobre la superficie terrestre hasta el Ecuador. Su análisis es importante porque determina los procesos térmicos como la incidencia solar y el movimiento de rotación de la tierra. Es de gran utilidad en la observación de la incidencia de los rayos

---

<sup>13</sup> Konya, Allan, *Diseño en climas cálidos, manual práctico*, Editorial Artigrafía, España, 1ª Edición 1981. Pág. 9.

solares sobre el lugar donde se ubican las viviendas y, además afecta la temperatura, el asoleamiento de muros ventanas y cubiertas.

- Altura sobre el nivel del mar. influye directamente en el clima del lugar, de modo que los valores de la temperatura reducen en la medida que se aumenta la latitud.
- Factor de continentalidad: situación de un lugar en función de la presencia o ausencia de masas de agua, la cual condiciona las variaciones de temperatura y humedad de la edificación.
- Factor orográfico. Se refiere a la presencia de montañas que generan obstrucción o permitir la incidencia directa de los rayos solares y del viento; así mismo, modifica las características microclimática de un sitio.
- Topografía: la forma del relieve determinará la incidencia de los vientos la radiación solar recibida y el porcentaje de reflexión de sus superficies en función de materiales que componen el suelo, así como la vegetación y humedad del lugar.

La altitud también influencia la Temperatura; la presión disminuye con la altitud, el aire se descomprime y se enfría, esta disminución es del orden de 0.7 grados por cada 100 m. Las variantes de soleamiento inducen a una variación de Temperatura entre la cumbre y los valles. Esta situación provoca fluctuaciones de presión y un movimiento de masas de aire. Las brisas remontan los valles durante el día mientras las cumbres se benefician del sol y un calentamiento superior al plano.

- Vegetación y fauna. Son concebidas como factores biológicos del clima, ya que de acuerdo al tipo de plantas y de animales presentes en una región podemos determinar el tipo climático. Desde el principio la vegetación ha sido un elemento importante en la arquitectura, no sólo para satisfacer una necesidad instintiva de protección o como decoración, sino como elemento esencial para determinar el ambiente físico inmediato, ya sea como pantalla visual, acústica, contra el viento, la lluvia, el sol, etc.

La presencia de vegetación en las ciudades, altera el balance energético del clima a escala local, provocando variaciones en la radiación solar que llega a la superficie, en la velocidad y dirección del viento, en la temperatura ambiente y en la humedad del aire. Estos efectos, aunque limitados, contribuyen, en gran medida, a mejorar la sensación de confort en los espacios exteriores urbanos, así como a amortiguar el impacto de los elementos climáticos sobre los edificios.

Los efectos de la vegetación son numerosos:

- **Oxigenación:** durante el día se establece la función clorofílica, y el gas carbónico producido por las actividades urbanas es absorbido en parte y el oxígeno es echado de nuevo.



Figura 9. Vena del río Tuxpan Veracruz. 2009

- Humedecimiento del aire: la vegetación emite vapor de agua por medio de follaje. La emisión de vapor de agua es debida a la evaporación de las lluvias y rocíos y a la transpiración fisiológica del vegetal.
- Fijación de las motas de polvo.
- Dosificación de las radiaciones de corta longitud de onda: los efectos de reflexión o de deslumbramiento debidos al sol pueden quedar muy atenuados por una luz difusa, facilitada por la presencia de una cubierta vegetal.

La vegetación por lo tanto, ofrece una protección contra los vientos fuertes. Barreras vegetales, avenidas de árboles, enredaderas, hiedras aumentan la rugosidad para el desperdicio del aire: la velocidad del viento se reduce y el desperdicio por convección en los edificios disminuye.

- Urbanización o modificaciones del entorno. Es un factor de gran importancia, ya que las modificaciones del entorno se deben principalmente a la presencia de edificios, pavimentos, vehículos, industrias, falta de árboles u otros elementos propios de urbanización, los cuales modifican el clima disminuyendo o aumentando la temperatura, la humedad, niveles de ruido y de contaminación del agua, e incluso, permitiendo o no el paso directo de los rayos solares.

Las construcciones esconden la radiación solar, protegen del viento, conservan el calor y elevan la Temperatura exterior. También crean corrientes de aire o reflejan los rayos solares, causando más deterioro ambiental. Las construcciones constituyen pantallas fijas para sus vecinos. Su influencia puede ser positiva si buscamos una protección contra el sol o negativa si los edificios vecinos esconden el sol cuando se necesitan sus beneficios. En la concepción solar pasiva, es importante medir el impacto de este ocultamiento.

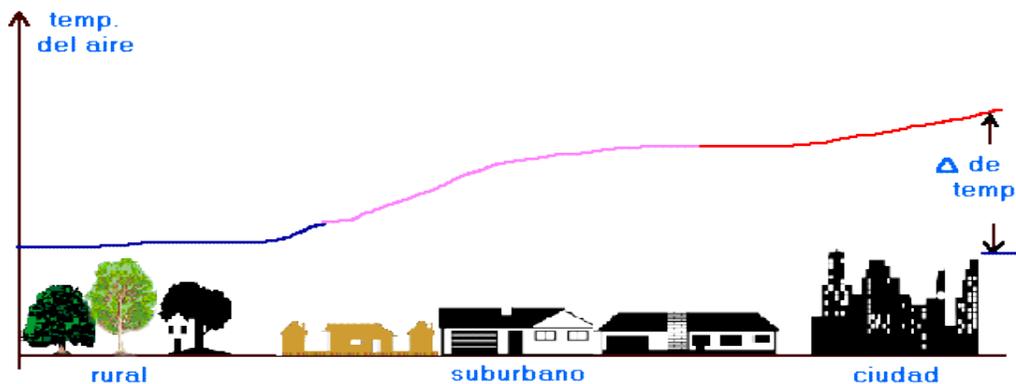


Figura 10. Gráfico de las diferencias de temperatura del aire debido a la urbanización.2009.

## 2.4 Elementos climáticos o parámetros ambientales

Los elementos del clima son las condiciones, variables o propiedades físicas de la atmósfera utilizadas para medir y describir el clima en un momento dado, lo cual quiere decir que afectan el tiempo atmosférico. Entre ellos, tenemos: la radiación solar, temperatura, humedad, el viento, precipitaciones, radiación de onda larga y presión atmosférica.

El estudio y análisis previo de estos elementos resulta fundamental para el diseño bioclimático, puesto que sirve para general planteamientos capaces de resolver problemas de acondicionamiento ambiental de las

viviendas o de otras edificaciones. Su conocimiento proporciona las características generales del sitio donde se situará el proyecto. Así mismo, permite establecer las características de la edificación en función de responder positivamente al ambiente y prever el posible comportamiento de la misma.

#### **2.4.1 Radiación solar**

Es un parámetro que suele variar constantemente, tanto de forma diaria como mensual, estacional y anual. Su estudio permite determinar la cantidad de energía que llega a una superficie de modo directo, difuso o reflejado, dependiendo de los movimientos relativos de la tierra y el sol. Dicho estudio resulta necesario pues la radiación produce un incremento de la temperatura en las superficies envolventes, que luego desprenden ese calor al interior de las edificaciones, genera movimiento de masas de aire por diferencias de temperatura entre las zonas expuestas al sol y las que están a la sombra.

Las cuatro formas principales en las que la transferencia de calor por radiación puede influir en los edificios son:

- 1.- Radiación de onda corta directa del sol.
- 2.- Radiación difusa de onda corta procedente de la bóveda celeste.
- 3.- Radiación de onda corta producto de la reflexión en los terrenos adyacentes.
- 4.- Radiación de onda larga procedente del suelo y de los objetos cercanos cuya temperatura es elevada.
- 5.- Radiación de onda larga expelida en intercambio desde el edificio hacia el cielo.

Influyendo en los edificios de dos maneras:

- La radiación que entra por las ventanas siendo absorbidos por las superficies interiores.
- La que es absorbida por las superficies exteriores del edificio originando una aportación de calor, gran parte transmitida por conducción a través de los materiales, emitiéndose finalmente al interior.

#### **2.4.2 El viento y sus efectos.**

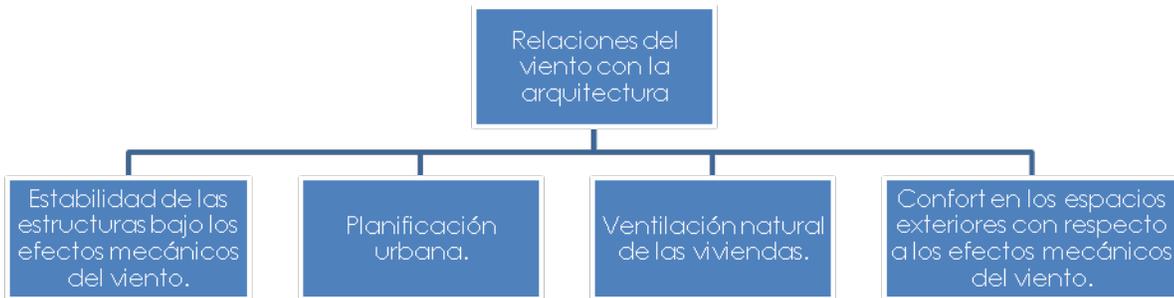
Sus manifestaciones son numerosas en nuestro ambiente. Nuestros antepasados han sabido protegerse del viento e incluso para la obtención de beneficios del mismo. Es un desplazamiento de aire generado por las diferencias de presión entre las masas de aire: el aire se mueve de las zonas altas presiones (anticiclón) a las zonas bajas presiones (depresión). Su movimiento no es rectilíneo, si no que toma forma de "S", curvándose y divergiendo del anticiclón y convergiendo hacia depresión<sup>14</sup>.

Así mismo, el viento es considerado un parámetro fundamental en el análisis ambiental de las edificaciones, puesto que del mismo modo que puede ser una forma de climatización, también puede generar sensaciones de malestar en los ocupantes de un espacio e incluso ocasionar problemas de estabilidad en las edificaciones. El viento es uno de los parámetros más importantes a considerar en la arquitectura, ya sea para captarlo, evitarlo o controlarlo. Para lograr una adecuada ventilación en la arquitectura es necesario comprender como se

---

<sup>14</sup> Jean-Louis, Izard, *Arquitectura bioclimática*, Editorial G. Gili, México, 2ª Edición 1983. Pág. 27-30.

comporta el viento y de qué manera pueden aprovecharse los patrones que sigue en su recorrido a través de las edificaciones<sup>15</sup>.



En el interior de los edificios, la velocidad del viento es normalmente a 0.2 m/s. En el pasado, los constructores utilizaban medidas protectoras contra los inoportunos efectos del viento, y organizaban las distribuciones para intentar aprovechar sus beneficios. Los movimientos favorables del aire deben utilizarse para refrescar durante las épocas calurosas y como alivio en aquellos períodos en que los valores de humedad absoluta son muy altos. La valoración de los movimientos del aire proporciona un análisis bioclimático de la región el cual divide el año en dos períodos, el frío y el cálido, definiendo así las exigencias del confort.

- 4m/s: sensación débil.
- 10 m/s: no hay perjuicio grave.
- 15 m/s: perjuicio grave.
- Más de 15 m/s: peligroso para peatones.

Las fuerzas que la ventilación natural en la edificación pueden agruparse de distintas formas:

- 1.- Movimientos del aire producidos por diferencias de presión.
- 2.- Intercambio del aire por diferencia de temperatura.

Ambas fuerzas pueden actuar solas, en conjunto o en posición, siempre dependiendo de las condiciones atmosféricas y del diseño del edificio.

La diferencia de calor específico entre las masas de agua y la tierra dan lugar a la brisa y al terral. Durante el día la tierra se calienta más que el agua, el aire tiende a subir por convección produciendo una zona de baja presión hacia la cual fluye el aire frío en contacto con la superficie del agua<sup>16</sup>.



Figura 11. Temperatura de la tierra > Temperatura del mar

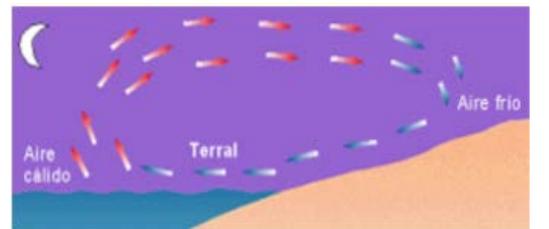


Figura 12.<sup>16</sup> Temperatura de la tierra < Temperatura del mar.

<sup>15</sup> **García Chávez**, José Roberto, *Viento y Arquitectura*, Editorial trillas, 3ª edición, México, 2005

Por la noche la tierra se enfría más rápido que el agua que mantiene una temperatura más elevada, el aire sobre su superficie tiende a subir por convección produciendo una zona de baja presión hacia donde fluye el aire frío en contacto con la superficie de la tierra.

### **2.4.3 La Temperatura.**

Es probablemente uno de los parámetros fundamentales del clima. Aunque básicamente consiste en el estado relativo de calor o frío, la temperatura está muy condicionada por otros parámetros y factores. Asimismo, hay que señalar que su valor influye, a su vez, en la evaporación, radiación y movimiento del aire a través de sus variaciones diarias y estacionales.

Desde el punto de vista arquitectónico resulta fundamental en el análisis del comportamiento de las edificaciones, ya que junto con los resultados obtenidos de otros parámetros podríamos determinar si se ofrecen o no unas condiciones climáticas de confort, al mismo tiempo que determina, en gran medida, el sistema constructivo a utilizar y las medidas correctoras en el reacondicionamiento.

### **2.4.4 La Humedad**

Es entendida como la cantidad de vapor de agua que contiene el aire, como resultado de la evaporación de las masas de agua producto del calentamiento generado por la radiación solar y la evapotranspiración animal y vegetal. Este valor varía de acuerdo al tiempo y lugar y, junto con la temperatura, es fundamental para determinar el clima de un sitio.

Generalmente, como ocurre en este estudio, lo que se toma en consideración es el valor de la humedad relativa que, aunque es de tipo macro climático, puede modificarse debido a las variaciones micro-climáticas. Por otra parte, hay que señalar que este elemento resulta de gran importancia tanto en el diseño como en el planteamiento de medidas correctoras.

### **2.4.5 La precipitación**

Es un fenómeno climatológico que surge cuando el movimiento del aire por convección produce elevaciones de aire que forman pequeñas gotas las que caen en forma de llovizna, lluvia, granizo o nieve. La precipitación es un elemento del clima que influye en la humedad relativa, vegetación y contaminación, entre otros. Así mismo, desde el punto de vista arquitectónico, puede resultar un parámetro de gran importancia en algunas zonas climáticas debido principalmente a su frecuencia, a la elevada o escasa cantidad de agua que puede caer y a su estado físico, determinando muy especialmente el tipo de cubierta a utilizar, su inclinación y/o materiales constructivos a emplear.

Además, como aspecto positivo, puede proveer a los usuarios de agua no potable para determinados usos<sup>17</sup>.

---

<sup>16</sup> **Bown, G. Z.**, *Sol, luz y viento: estrategias para el diseño arquitectónico*. México, Trillas 1994.

<sup>17</sup> **Ji, J.** *A climate-vegetation interaction model: simulating physical and biological processes at the surface*, Journal of Biogeograph.

#### 2.4.6 Estado del cielo (nubes y neblina).

El estado del cielo es un parámetro relacionado con la proporción del cielo que está cubierto por las nubes. Puede ser analizado observando la cantidad y la forma de las nubes en la atmosfera en determinados periodos de tiempo.

Sin embargo, como se ha mencionado, la nubosidad es un valor importante para el estudio bioclimático, ya que nos permite determinar las condiciones de iluminancia de un lugar, así como prever las condiciones bajo las cuales pueden estar sometidos los sistemas que emplean la radiación solar directa y que pueden utilizarse para el reacondicionamiento.

### 2.5 Elementos del bioclimatismo

Al diseñar se deben tomar en cuenta las posibilidades que ofrecen ciertos elementos tradicionales de la arquitectura en la gestión térmica de los edificios. Estos elementos son partes de la envoltura del edificio ya que por medio de estos se manifiestan los intercambios térmicos entre el edificio y su medio ambiente. La piel del edificio permite mantener los valores de las variables esenciales, como la temperatura, soleamiento, ruido o privacidad en los niveles de bienestar. Los edificios, tienen rostro, se comunican, se dirigen al espacio común urbano.<sup>18</sup>

#### 2.5.1 La ventana

La ventana ocupa el límite entre el exterior y el interior, allí donde el muro se delimita para conseguir iluminar y ventilar. Es el elemento más importante dentro de un edificio, y su adecuada formulación, colocación y composición son fundamentales<sup>19</sup>.

Con respecto a la radiación solar, la ventana funciona como un colector. Una ventana colocada de forma conveniente será un excelente colector.

Para una latitud dada, la cantidad de energía que atraviesa una ventana depende; refiriendo esto al aspecto geométrico del curso aparente del sol:

- El medio ambiente exterior: donde impone la duración del sol en la ventana.
- La exposición de la ventana: determina la duración del sol, pero también la distribución diurna y anual de la energía incidente.
- El tipo de acristalamiento utilizado.

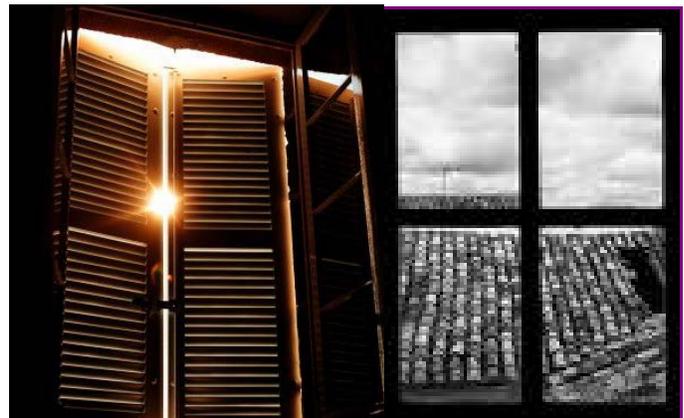


Figura 13. La ventana como elemento del bioclimatismo. Imagen tomada de la red con fines didácticos. Getty Images2009.

<sup>18</sup> Navarro, Juan. *Envolventes*. Tectónica 2. Madrid, España. 1995

<sup>19</sup> López, Víctor. *El Hueco*. Tectónica 4. Madrid, España. 1997

- La Arquitectura del edificio como obstáculos (balcones, voladizos, dinteles, etc.), estos elementos sirven para regular la aportación solar de calor al interior.
- El parasol: es un dispositivo que sirve para regular la penetración solar en el interior del edificio o incluso impedirla. Puede ser fijo (láminas horizontales, verticales, inclinadas, entre otras) o móvil (toldos, persianas, contraventana).

La ventana constituye el colector más sencillo y más eficaz; una de las principales misiones que cumple una ventana es la de ventilación, permitiendo a través de ella la comunicación del interior de la estancia con el exterior.

En los **climas calientes y húmedos**, las ventanas tienen por objeto permitir una buena iluminación, garantizar por lo menos una renovación de aire por hora y no permitir en lo posible el contacto directo con el ambiente climático exterior. Las superficies de las ventanas deben estar protegidas de la radiación solar y es conveniente que sean ubicadas en las fachadas norte y sur. Para permitir una buena iluminación, es recomendable que el área de la ventana no sea inferior al 15% de la superficie del espacio habitable correspondiente<sup>20</sup>.

En zonas donde la dirección del viento es constante, la abertura es única y debe ser orientada hacia esa dirección, mientras que en otros lugares donde existe diferentes direcciones predominantes se combinan diversas entradas de aire. La radiación solar que entra a través de una ventana sin protecciones solares representa un gran aporte calorífico a los ambientes. Esta radiación es espectralmente muy cercana a la radiación infrarroja, por lo que este calor podría aumentar muy por encima la temperatura interior respecto a la temperatura del aire exterior, debido al denominado efecto invernadero.

Los vidrios simples de las ventanas son transparentes a la radiación infrarroja (RI) de onda corta, por lo que ésta es absorbida y re irradiada entre las superficies y objetos interiores en forma de radiación infrarroja (RI) de onda larga. El vidrio resulta opaco para la radiación de onda larga, por lo cual este calor radiante quedará atrapado dentro del ambiente. El vidrio simple claro transmite más del 80% de la radiación incidente.

En las zonas cálidas lo ideal es ubicar la mayor área de ventanas o fachadas de vidrios hacia el norte, donde es mínima la radiación directa, o en el sur, en donde pueden ser diseñadas con protecciones solares horizontales para resguardarlas de la radiación solar que incide de noviembre a marzo. Los parasoles en fachadas este y oeste no protegen todo el año los ángulos de incidencia del sol. En este caso, la mejor técnica es no proponer fachadas de vidrio en las fachadas este y oeste.

Los tipos de ventanas varían sustancialmente en su tamaño neto de apertura, el grado de protección que ofrecen de la lluvia, y su capacidad de flujo de aire directa. El modelo de ventana más eficiente para la ventilación natural es el de hojas batientes con un índice de eficiencia de 90%; aunque el modelo de romanillas, de una eficiencia de 75%, resulta más aconsejable por su funcionalidad en caso de lluvias.

---

<sup>20</sup> Chris Reardon. Passive Cooling. Australia.

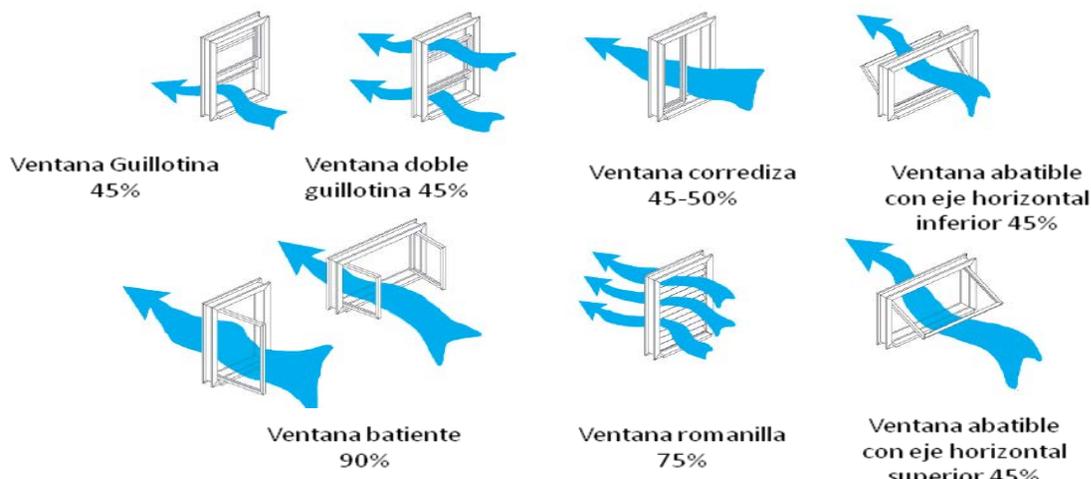


Figura 14. Fuente basada en Field Guide for Energy Performance, Confort and Value in Hawaii)

### 2.5.1.2 Sistemas generadores de movimiento de aire

Son componentes de una vivienda que fuerzan el paso del aire, estos sistemas de ventilación se caracterizan por el caudal del aire que hacen ingresar o salir de la vivienda.

F1: El Primero y más sencillo de los sistemas para mover el aire es la **ventilación cruzada** que consiste en favorecer el movimiento del aire de un espacio de una sucesión de espacios asociados, mediante la colocación de aberturas que abren hacia fachadas opuestas.

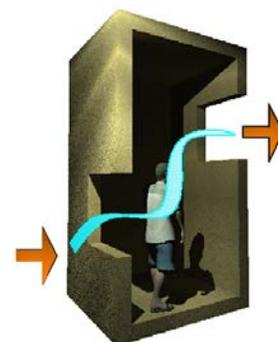


Figura 15. Ventilación

Es aconsejable en climas cálidos húmedos y también en climas templados en verano. Las aberturas se deben situar en fachadas que estén en comunicación con espacios exteriores con condiciones de radiación o de exposición al viento que sean muy diferentes<sup>21</sup>.

F2: **Sistema de aspiración estática.** Favorece o fuera la salida de aire interior, esta extracción se completará con una entrada de aire, situada en la parte inferior del circuito, para asegurar el funcionamiento correcto.

F3: Este sistema favorece el movimiento del aire interior por el efecto de una extracción forzada por medio de la radiación solar es la **Cámara solar o Chimenea solar.**

El funcionamiento de este sistema consiste en calentar el aire que hay dentro de una cámara con un captador de color oscuro protegido por una cubierta de cristal. Al

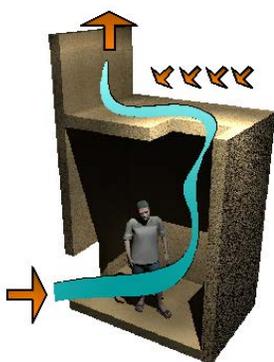


Figura 16. Sistema de aspiración estática.2009.

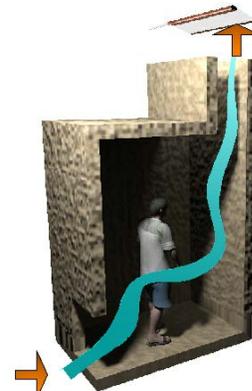
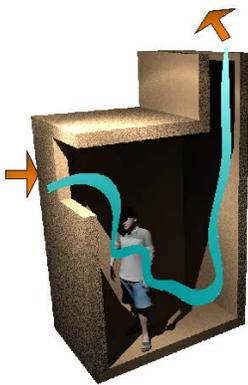


Figura 17. Cámara solar o Chimenea Solar.

<sup>21</sup> Rafael Serra. Arquitectura y energía natural. 22 de septiembre de 2009.

calentarse el aire y disminuir su densidad, se produce un efecto de succión en las aberturas inferiores que están en contacto con el ambiente interior y por lo tanto una extracción del aire interior hacia el exterior.



**F4: Torres de viento.** Esta introducción de aire exterior al ambiente se hace mediante una torre que se eleva hasta una altura suficiente por encima de la cubierta del edificio y recoge el viento donde es más intenso. El aire así captado se conduce hasta la parte baja de los locales mediante conductos.

Figura 18. Torres de Viento.



Figura 19. Muro de embarre, Tamiahua  
Ver. © Cuán, María. 2009.

### 2.5.2 El muro

Los muros forman parte de la vivienda. Sus características para adecuarse al medio ambiente son: composición material, espesor, orientación, color y textura. Cuando la superficie exterior de la vivienda está expuesta a los rayos solares, el color, tono, y textura de los muros influyen en la absorción y reflexión de calor.

Tiene las funciones de captación, de almacenamiento y restitución del calor irradiante del sol. La función de captación se refiere al balance radiativo de un muro, el cual esta esencialmente ligado a:

- Latitud, orientación e inclinación.
- Configuración del paraje.
- Factor de transmisión de la cubierta.
- Factor de absorción de la superficie.
- Factor de emisión y pérdidas radiativas.
- Protección de los muros colectores.

Si el sol siempre se ubicara en la posición más alta del mediodía, el trabajo sería simple, pero no lo es. En la mañana, comienza brillando, en la parte baja del cielo oriental; una de las paredes del edificio es calentada durante varias horas antes de que se levante suficiente para que la sombra del techo pueda protegerla de la energía radiante. Por la tarde, el sol poniente tiene el mismo efecto en la pared occidental.



Figura 20. Pared del bloque de cemento decorativo, permite la ventilación y proporciona la cortina, transmitiendo solamente la luz. Imagen tomada de la red con fines didácticos.

Las técnicas utilizadas para controlar el acceso de calor a través de las paredes deben darle prioridad a la orientación, a los elementos de protección solar y a los materiales constructivos. Estas acciones concebidas en forma coherente podrán garantizar una buena calidad térmica en el caso de acondicionamiento pasivo, y un uso racional de la energía cuando se empleen sistemas de aire acondicionado.

Los tonos y materiales oscuros absorben mayor cantidad de calor, por lo cual el revestimiento exterior de las paredes debe ser de una alta reflectancia. Para lograr esto, las pinturas blancas son las más recomendables, pues reflejan entre un 70% y 80% de la radiación solar incidente. Si se requiere combinar materiales o tonos de colores oscuros, es recomendable utilizarlos en los elementos menos expuestos al sol o aislados térmicamente del exterior, ya sea en corredores, atrios o galerías.



Figura 21. Los colores claros en paredes permiten rechazar parte del calor incidente. Manual de diseño para edificaciones energéticamente eficientes en el trópico. IDEC. Venezuela.

Material	Reflectancia %	Absortancia %
Ladrillo rojo	12	88
Madera lisa	22	80
Concreto	35	65
Hoja de aluminio pulido	88	12
Pintura negra	5	95
Pintura gris oscura	9	91
Pintura marrón media	16	84
Pintura blanca semi-brillante	43	57
Pintura blanca brillante	75	25

Las propiedades de reflectancia y absortancia para diferentes materiales y acabados de paredes se indican en la tabla a continuación:

Figura 22. Datos de reflectancia y absortancia para diferentes materiales y pinturas de paredes. Manual de diseño para edificaciones energéticamente eficientes en el trópico. IDEC. Venezuela.

### 2.5.3 El Techo

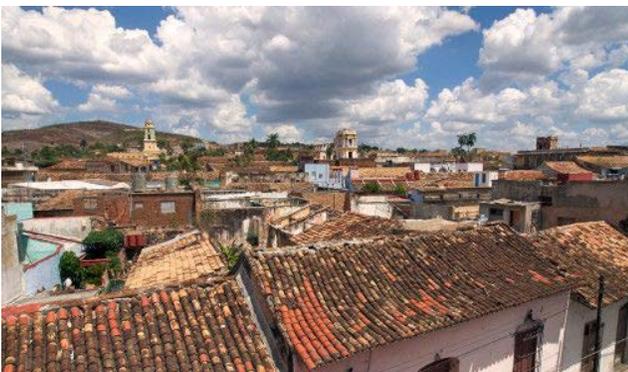


Figura 23. Papantla Veracruz. Imagen tomada con fines didácticos. © Cuán, María. 2009.

El techo es el elemento de mayor ganancia térmica por radiación solar, debido a esto, su mejoramiento debe desarrollarse con sumo cuidado. Los techos, al igual que los muros, forman parte de la envolvente de la vivienda. Sus principales características para adecuarse al medio ambiente son: la forma, la orientación, la altura y los materiales.

El techo es el elemento de la edificación que mayor cantidad de calor recibe durante el día, durante la noche es el que más irradia calor al espacio, esta característica debe ser aprovechada para perder el calor acumulado

durante el día, en las horas más frescas de la noche. La altura del techo en relación al piso de la vivienda, regula la influencia del calor de la techumbre sobre los usuarios, habiendo mayor calor cuando es más baja y menos calor cuando es más alta.

A través del techo puede penetrar gran cantidad de calor a los ambientes interiores. Debido a su posición recibe radiación solar en cualquier época del año, por lo cual alcanza temperaturas superficiales exteriores de hasta 65°C cuando la temperatura exterior del aire, a la sombra, es de sólo 27 °C. Debe prestarse una gran atención al diseño y los materiales del techo para garantizar el confort de los ambientes interiores y reducir el consumo de electricidad en el caso de acondicionamiento activo<sup>22</sup>.



Figura 24. Orientación de un techo a 4 aguas con las mayores superficies orientadas sur y norte

En las zonas tropicales, próximas a la línea ecuatorial, las superficies horizontales reciben la máxima intensidad solar, puesto que el ángulo de incidencia es muy cercano a la perpendicular a la superficie durante un gran número de horas al día. Estos techos pueden recibir hasta 50% más de calor que los techos inclinados. Los techos de una sola agua deben inclinarse hacia el norte pues el sol incidirá con un ángulo muy pequeño la mayor parte del año, mientras que con dos aguas deben orientarse preferiblemente norte-sur.

Los aleros de techo, pérgolas y corredores perimetrales son una solución apropiada para minimizar las ganancias solares sobre paredes y ventanas. Los colores claros en el techo pueden reflejar entre 25% y 30% de la energía radiante del sol.

Tanto el color como el tipo de material afectan la cantidad de calor reflejado, medido como reflectancia. A continuación se indican los valores de reflectancia para diferentes materiales de techo:

Material	Reflectancia con acabado original %	Reflectancia con acabado blanco %
Capa de asfalto	5-15	31-35
Teja de arcilla	25-35	70-80
Teja de concreto	10.-30	70-80
Capa o lámina de meta	70	70-80

Figura 25. Efecto de los materiales y color de techo en la absorción de calor. Manual de diseño para edificaciones energéticamente eficientes en el trópico. IDEC. Venezuela.

El empleo de **cámaras de aire** en los cerramientos constructivos es adecuado para mitigar las ganancias de calor, debido a que el aire es un material aislante con un coeficiente de conductividad térmico  $K= 0.028$ , igual al de la fibra de vidrio. Las cámaras de aire pueden ser ventiladas o no ventiladas; las que funcionan mejor son las ventiladas, debido a que eliminan por convección las ganancias de calor rápidamente hacia el exterior. Esto se logra con un buen diseño, tal como se muestra en la siguiente figura.

<sup>22</sup> Manual de diseño para edificaciones energéticamente eficientes en el trópico. Venezuela 2006.

Las cámaras de aire no ventiladas no son tan efectivas como las ventiladas o como la utilización de un material aislante. Aunque la sencillez del procedimiento constructivo y lo costoso de los materiales aislantes justifica su aplicación. Las cámaras aislantes no ventiladas en techos horizontales o inclinados tienen mayor poder aislante que en cerramientos verticales (paredes). Asimismo, la cámara de aire más eficaz responde a unos 5 cms de espesor, ya que en espesores mayores los intercambios de calor convectivos y radiativos aumentan, y por lo tanto disminuyen los efectos de la propiedad de material aislante del aire.

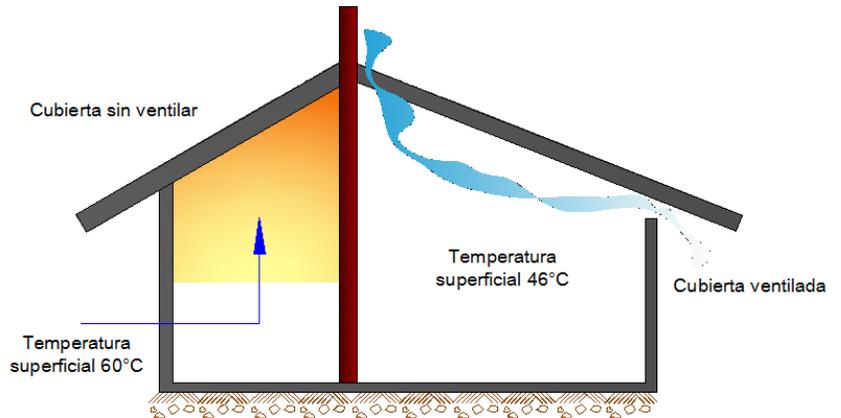


Figura 26. Comparación de los efectos de cubiertas ventiladas y no ventiladas en la temperatura del aire de los espacios interiores. © Cuán, María. 2010.

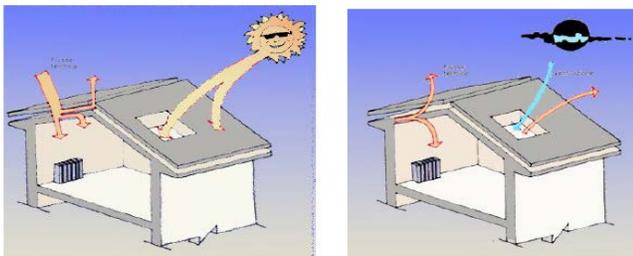


Figura 27. Efecto de las cámaras de aire en las cubiertas.

- Ventajas:
- Reduce el discomfort debido al sobrecalentamiento
  - Reduce la humedad manteniendo en buenas condiciones el material constructivo.

A continuación se enlista una tipología de cámaras de de aire en cubiertas:

- Micro ventilación bajo teja: (o bajo revestimiento) ventilando la cámara situada entre la teja y la capa inferior con un grueso de 3-4 cm. Es un sistema obligado para tener cubiertas de buena calidad.

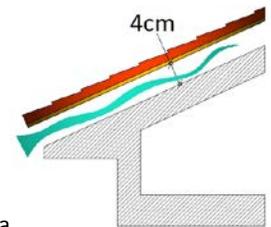


Figura 28. Micro ventilación bajo teja

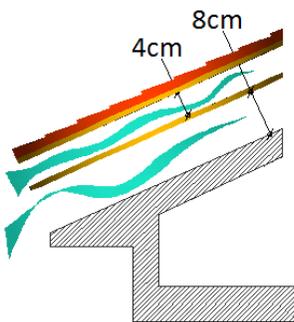


Figura 29. Ventilación bajo el revestimiento.

- Ventilación bajo el revestimiento (ventilated roof) cámara situada bajo los elementos de soporte de la teja (bajo la micro ventilación) y la primera capa continua, su grueso es de 6- 8 cm. Puede ser independiente de la micro ventilación.

- Ventilación bajo techo (buhardilla ventilada) ventilando la cámara situada bajo las pendientes de cubierta y el forjado horizontal inferior. En este caso el paso del aire es muy amplio.

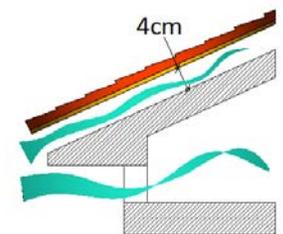


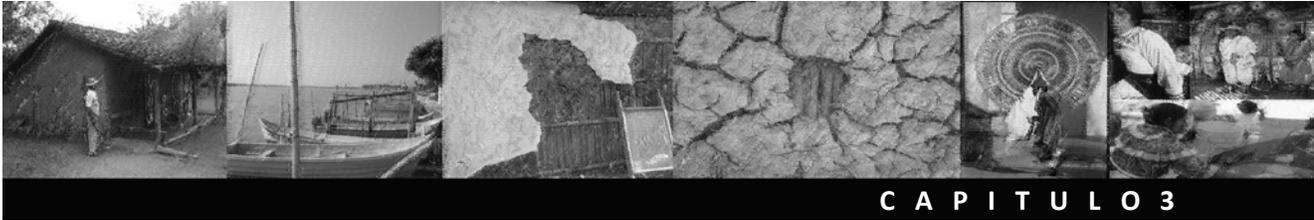
Figura 30. Ventilación bajo techo.

En el trópico, los techos de vidrio deben utilizarse con criterios adecuados, ya que los grandes aportes de calor al interior pueden opacar los beneficios por iluminación y calidad espacial. En el caso de acondicionamiento pasivo se pueden utilizar techos translúcidos, combinados con una adecuada ventilación natural que permita evacuar las ganancias de calor al exterior.

Para el acondicionamiento activo no es aconsejable utilizar cerramientos de techo de vidrio expuestos directamente al sol. Las propiedades termofísicas de este material permiten una gran transmitancia de calor directo por lo que requeriría una gran demanda de potencia del sistema de aire acondicionado. Actualmente se utilizan técnicas como la quinta fachada, que no son más que techos transparentes pero permeables a la ventilación que arrojan otros techos opacos o translúcidos y que, eventualmente, tienen mecanismos para abrirse o cerrarse.

La vegetación absorbe la radiación solar, aísla térmicamente y sombrea los cerramientos de la envolvente, por lo cual, al colocarse sobre los techos, produce ambientes de una gran calidad térmica. Sin embargo, al representar una sobrecarga a la estructura portante se deberá evaluar económica y técnicamente su aplicación. Se recomienda principalmente para corredores, accesos, galerías, andaderos exteriores y garajes.

Usar una combinación o todas las estrategias de techo permite lograr ambientes interiores más confortables. Al utilizar materiales aislantes y técnicas de diseño indicadas para los techos se reduce la ganancia de calor y también puede reducirse o eliminarse la necesidad de sistemas de aire acondicionado.



C A P I T U L O 3

Características generales de Tuxpan Veracruz



### 3.

## CARACTERÍSTICAS GENERALES

El estado de Veracruz se encuentra al oriente de la República Mexicana, colinda al norte con el estado de Tamaulipas, al este con el golfo de México, al sur con los estados de Oaxaca y Tabasco, y al oeste con San Luis Potosí, Hidalgo y Puebla.

Es uno de los estados en dónde se observa un vigoroso desarrollo regional. Así se tiene que al norte, en la región de la Huasteca, el puerto de Tuxpan representa un polo que impulsa el desarrollo de esta región. En la región Totonaca, la ciudad de Poza Rica; en el centro – norte del estado la ciudad de Martínez de la Torre. En la parte central, la ciudad capital de Xalapa; el Puerto de Veracruz en la región del Sotavento; Córdoba y Orizaba en la región de las grandes Montañas; y finalmente en la región de las selvas Minatitlán, Coatzacoalcos y los Tuxtlas (Santiago y San Andrés) constituyen los centros urbanos que operan como grandes polos para el desarrollo regional.

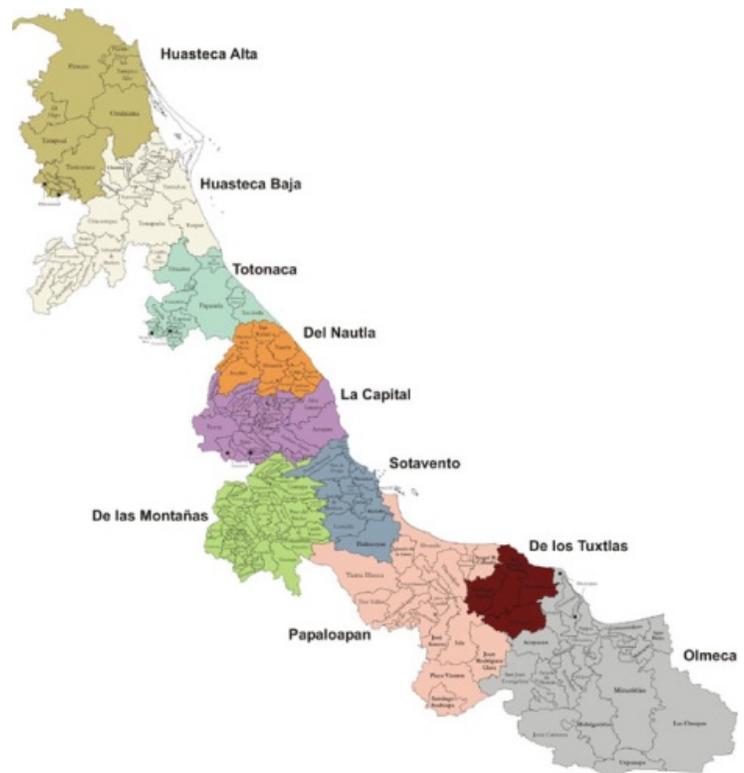
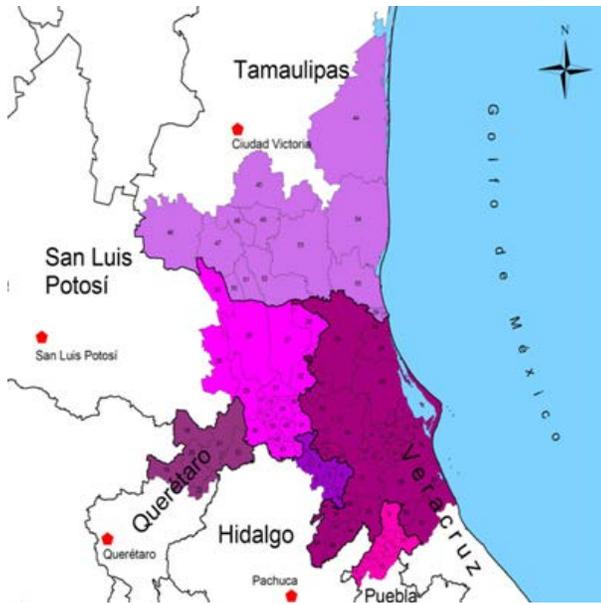


Figura 31. Mapa del estado de Veracruz. Imagen tomada de la red con fines didácticos.

Veracruz cuenta con climas tan variados que van desde la selva húmeda y tropical hasta las playas, sabanas y dunas con temperaturas desde los 11 a los 32 grados centígrados, además de una gran variedad de ríos, lagunas y manglares, con el 35% de los recursos hidráulicos y con el 68% de las especies de aves del país, así mismo cuenta con 32 áreas protegidas como reservas naturales y con casi 700 Km. de litoral.

### 3.1 La región huasteca

Es una región geográfica cultural compartida por los estados de Hidalgo, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas y Veracruz. La región constituye un ecosistema bien específico, dentro del cual coexisten dos nichos ecológicos: el serrano y el de planicie.



Desde la época prehispánica, se caracteriza por ser una región multiétnica, en donde han convivido las culturas teenek o huasteca, nahua, hñahñu u otomí, tepehua, totonaca y xí'uy o pame. Posteriormente, con la llegada de los españoles, así como de esclavos negros traídos de África, se propició un mestizaje racial y cultural acelerado que contribuyó a delinear un nuevo rostro cultural.

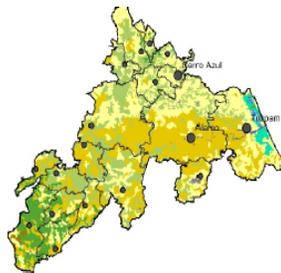
La huasteca veracruzana, es el territorio delimitado al este por el golfo de México, al sur por la región totonaca, al sur por el estado de Tamaulipas y al oeste por la sierra madre Oriental, es una región de notable desarrollo económico basado en el petróleo, la pesca, la agricultura y la ganadería, favorecidas estas dos últimas por el clima tropical que le caracteriza.

Figura 32. Región Huasteca. Imagen tomada de la red con fines didácticos. 2010

### Huasteca baja

La región huasteca baja no posee zona metropolitana, sin embargo alberga a Tuxpan, que fue la ciudad pequeña con mayor cantidad de población en el estado (93,531 habitantes) en el año 2000. Esta región está situada al norte del estado y comprende una superficie de de 7,257.24 km<sup>2</sup>; colinda al norte con la región huasteca alta, y al este con el golfo de México, al oeste con el estado de Puebla y la región Totonaca.

- Bosques
- Selvas
- Uso agrícola
- Matorrales
- Pastizal
- Otros tipos de vegetación
- Cuerpos de agua
- Áreas sin vegetación aparente
- Áreas urbanas



Uso del suelo	Hectáreas	%
Area agrícola	228,728.52	32.60
Area sin vegetación	176.36	0.03
Bosque	59,412.50	8.47
Cuerpo de agua	3,759.93	0.54
Localidad	5,158.22	0.74
Matorral	2,157.39	0.31
Otros tipos de vegetación	9,459.83	1.35
Pastizal	241,145.07	34.37
Selva	151,549.98	21.60
<b>Total</b>	<b>701,547.79</b>	<b>100.00</b>

Figura 33. Secretaria de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática "Inventario Forestal Nacional 2000-2001" México D.F. 2001

## 3.2 Aspectos demográficos y distribución territorial.

Tuxpan es la ciudad más importante de la Huasteca Veracruzana, situada al norte del Estado de Veracruz, es el puerto más cercano al Altiplano Central, a sólo 310 km de distancia. Es una pequeña ciudad provinciana; conformada por su río, manglares, arrecifes, y malecón.

Cabecera Municipal	Tuxpan de Rodriguez Cano
Región	Huasteca Veracruzana
Latitud Norte	20°57'
Longitud oeste	97°24'
Altitud	10
Superficie	1061.89 km <sup>2</sup>
Porcentaje total estatal	0.0141%

Figura 34. Ubicación geográfica de Tuxpan Veracruz

Se encuentra limitado, al norte por: Tamiahua, al sur por Cazones de Herrera, al este con el golfo de México y al este con Tempache y Tihuatlán. En cuanto al recurso hidrológico el municipio está regado por el río Tuxpan que desemboca en el Golfo de México, formando la barra de igual nombre.

Su clima es tropical, con una temperatura media anual de 24.1 °C; con lluvias abundantes. Con relación a la flora la vegetación del municipio es de tipo bosque alto tropical perennifolio. Se encuentran árboles como el encino, el fresno, sauce, álamo y predomina el chicozapote y la caoba. En estas regiones se localizaron las explotaciones de caoba y chicle. En el municipio existe una gran variedad de animales silvestres, entre los que se encuentran el conejo, armadillo, mapache, tejón, onza y codorniz, víboras como: coralillo, mazacuate, cuatro narices, voladora y chirrionera.

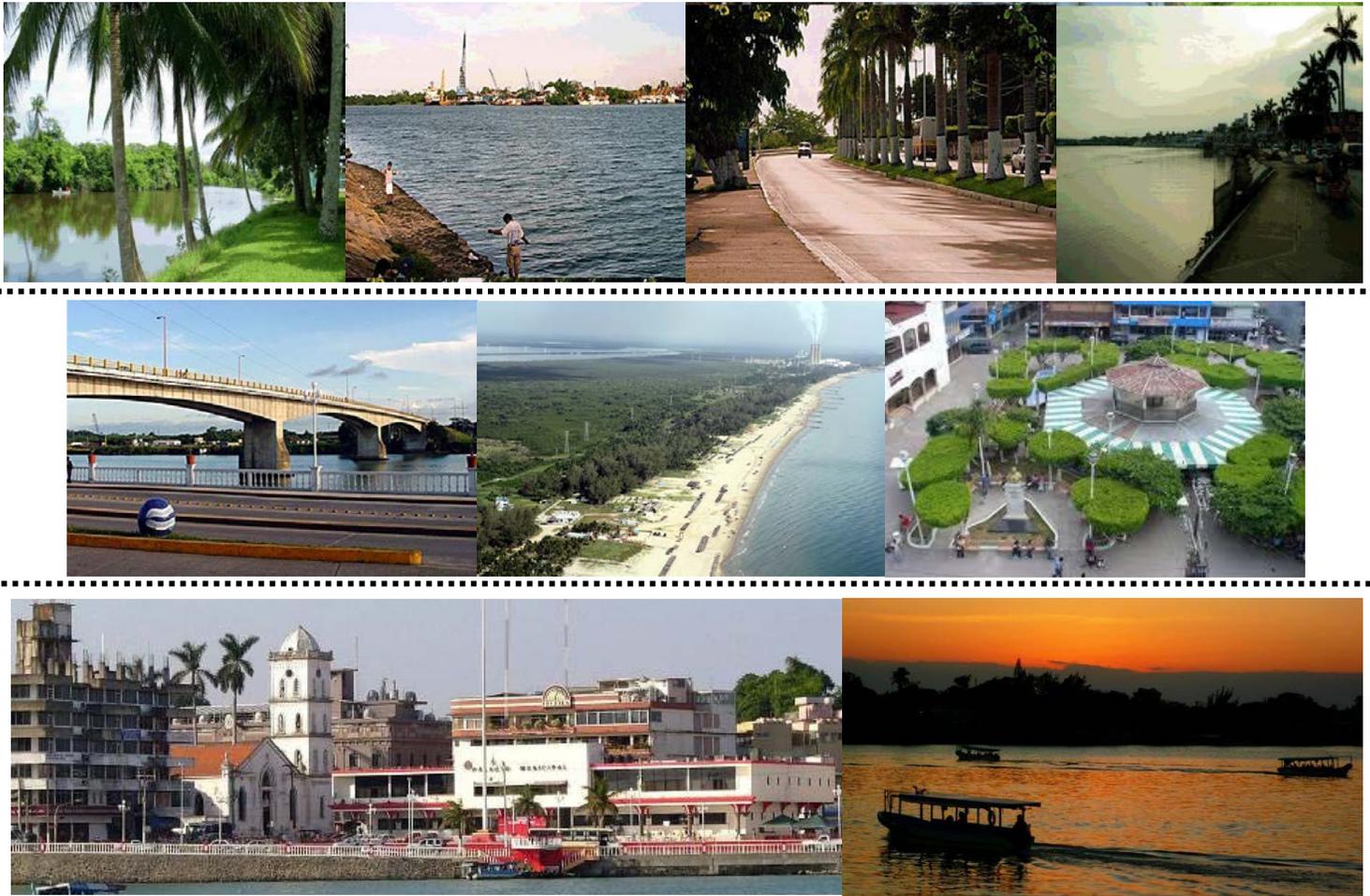


Figura 35. Tuxpan Veracruz. Imágenes de la ciudad.

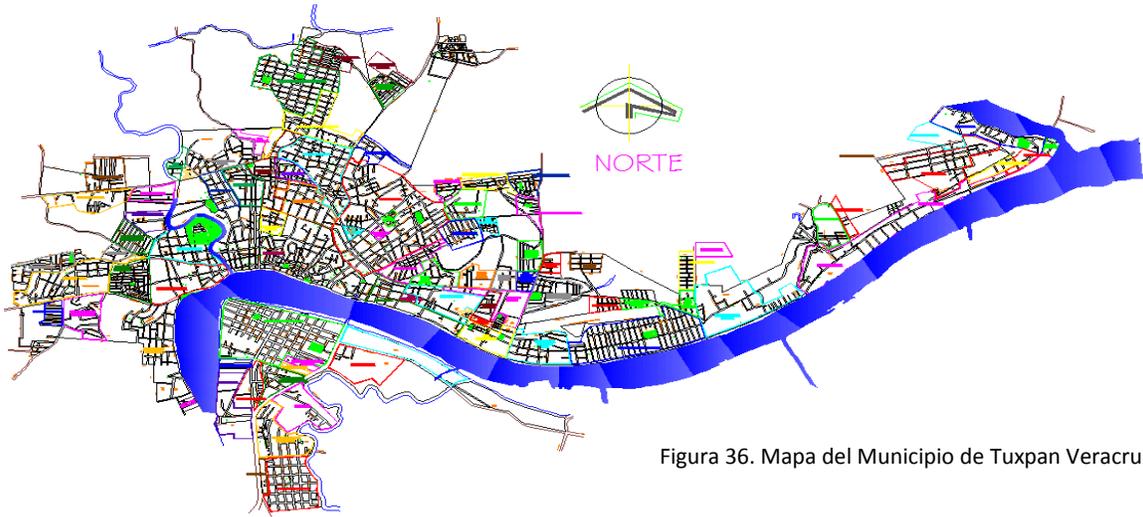


Figura 36. Mapa del Municipio de Tuxpan Veracruz.

### 3.2.1 Aspectos climáticos

Clima trópico húmedo.

La temperatura media y máxima están por encima de los rangos de confort en verano. La humedad relativa permanece fuera de confort casi todo el año, con una precipitación pluvial de alrededor de 1500 mm anuales. Vientos huracanados, ciclones y nortes.

La sensación más importante a contrarrestar es el bochorno. Los diseñadores de los espacios deben tomar en cuenta la humedad en el ambiente interior del espacio. En este bioclima se presenta principalmente el calor húmedo, lo cual puede ocasionar serios problemas a la estructura del edificio, mobiliario y cosas almacenadas en él, como la ropa y los alimentos<sup>23</sup>.

El confort se presenta en mayor porcentaje en los meses de noviembre a marzo a partir desde las 9 de la mañana, aproximadamente, hasta las 22 horas. El frío aparece en los meses diciembre y enero, con menor intensidad.

### 3.3 Arquitectura vernácula de la región.

En cuanto a la vivienda indígena entre los asentamientos más importantes se encuentra: el Tajín, Filo Bobos, Quiahuiztlan y Cempoala; siendo la de mayor influencia por la cercanía con respecto a Tuxpan el Tajín.

El Tajín fue una de las extensas ciudades prehispánicas la que influyó culturalmente sobre varias regiones y lugares mesoamericanos; está situado en la región de la costa del Golfo de México, alcanzó durante su periodo de florecimiento una superficie aproximada de 144 hectáreas; y el relieve natural de las principales áreas construidas tiene una inclinación tanto de norte a sur como de este a oeste (unos 60m de norte a sur).



Figura 37. Ilustración digital: Raíces.

<sup>23</sup> Guía CONAFOVI. *Uso eficiente de la energía en la vivienda*. México, Primera edición 2006.



Figura 38. Zona arqueológica el Tajín, Veracruz.

Por esta razón, todas las aguas drenan hacia el sur y van a la planicie que se extiende al frente. En la antigüedad contaba con un bosque exuberante que se extendía hasta la serranía; actualmente entre las especies vegetales del antiguo ecosistema podemos encontrar: la Ceiba, copalillo, jaboncillo, ojite, espino blanco, sauce, orejón, palo de rosa, palo volador, chacá, cedro y varias más<sup>24</sup>.

La ciudad del Tajín (Trueno viejo) está dividida por tres fases.

1. Población asentada bajo una organización sacerdotal, llamada como el grupo del arroyo, nivelando y saneando los terrenos para construir basamentos-tempos y juegos de pelota.

El sistema de construcción es a base de mampostería irregular con morteros de barro y revestimientos de estuco. La distribución de los edificios se destinaban al uso cívico- religioso y para festividades y el mercado. Esta primera fase se coloca entre los 600 a 750 d. C. una particularidad del grupo es que ellos pudieron inventar el estilo arquitectónico de los nichos y cornisas voladas, adoptando el concepto de talud y tablero teotihuacano.

2. Las condiciones climáticas del lugar, que permitían dos ciclos anuales de la agricultura fueron factores que impulsaron al centro ceremonial a convertirse en ciudad. Durante la fase II que se estima que ocurrió de 750 a 900 d. C.; en esta fase aparecen los frisos o franjas que caracterizan el estilo del Tajín o yugos a base de volutas o ganchos que simbolizan entrelazados que simbolizan el viento.

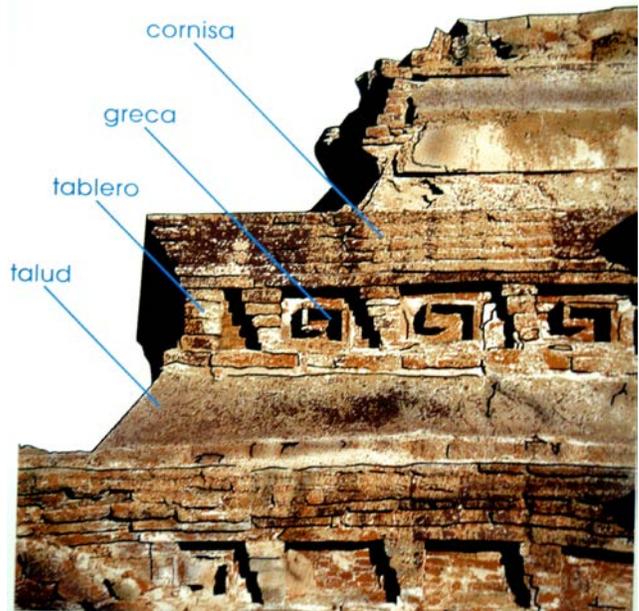


Figura 39. Edificio C, Tajín chico. Ilustración Samara Velázquez. Raíces.

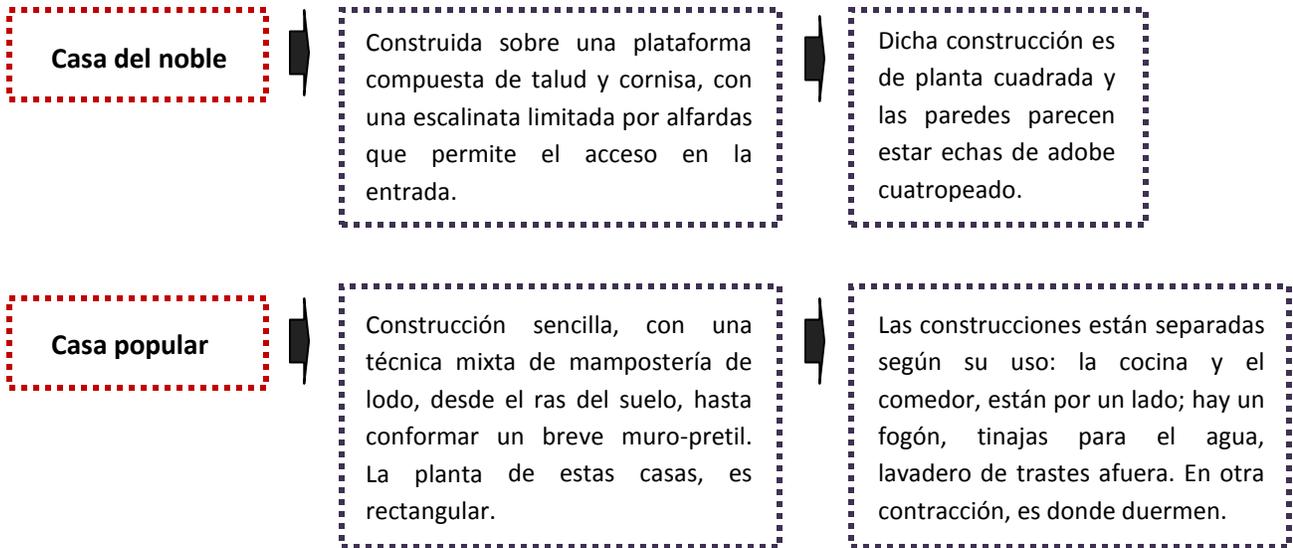
3. La última fase ocurrió cerca del 900 a 1100 d. C.; que es cuando la ciudad alcanzó su máxima extensión y apogeo. Entre los cambios arquitectónicos y técnicas constructivas tenemos las losas planas de hormigón, arco y columnas a base de tambores de piedra decorados.

<sup>24</sup> Piña, Román. Tajín La ciudad del dios Huracán. Fondo de cultura económica. México.

## La población.

Lingüísticamente pertenecen al grupo zoque-mayance (familia totonaca), fundaron ciudades y centros políticos- religiosos que aglutinaban a poblaciones aldeanas dispersas. Algunas se levantaban en las partes altas serranas y otras en las partes bajas o llanuras. Desde los primeros tiempos seguramente la gente vivió en casas cómodas de las que se han encontrado sus restos yacentes en las laderas de los cerros alrededor de la ciudad.

Se pueden observar dos tipos de construcciones:



Históricamente, la construcción de viviendas ha evolucionado desde una arquitectura antropológica pasando por una tradicional artesanal, hasta una arquitectura industrial; mientras que en la actualidad se plantea la disyuntiva entre una arquitectura industrial y otra bioclimática.

En el transcurso de estos cambios nos hemos movido mediante un vocabulario material de piedra, adobe, madera y fibras naturales, para pasar a ladrillos, maderas y cerámicas, luego al acero, vidrio y concreto, y más tarde a espumas, tejidos, aleaciones, plásticos y laminados; desde una arquitectura socialmente popular a otra profesionalmente planeada. En cambio, desde los métodos tradicionales de construcción basados en la artesanía hasta la construcción industrializada, ha estado marcado por la modificación de los materiales utilizados: desde el ladrillo, maderas y tejas.

### 3.3.1 Características generales de la región (evolución de la vivienda vernácula)

#### La Casa Habitación

Las investigaciones en torno a la vivienda mesoamericana de Veracruz, marcan al jacal de "un agua", descansando en dos árboles y el suelo, como lo más primitivo.

El paso siguiente fue volverlo de "dos aguas", y sucesivamente: pequeñas horquetas, uso de horcones, agregado de la cerca para las paredes, puerta, y agregado de otras "dos aguas" en el techo.

En la Huasteca, se hallan casas con una o las dos cabeceras redondeadas, mostrando su íntima relación con el "caney" antillano, vivienda de los arawak que corre hasta Yucatán; pero curiosamente, queda interrumpida en el territorio de los totonacas.

Hoy la casa de planta rectangular tiene marcado predominio en Veracruz; pero posiblemente la casa circular o con cabeceras redondeadas, haya sido la característica de las culturas del Golfo.

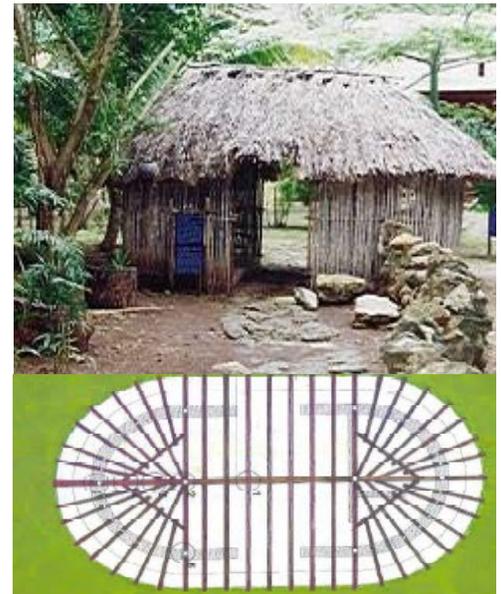


Figura 40. Vivienda tradicional, Veracruz. Reproducción realizada con fines didácticos.

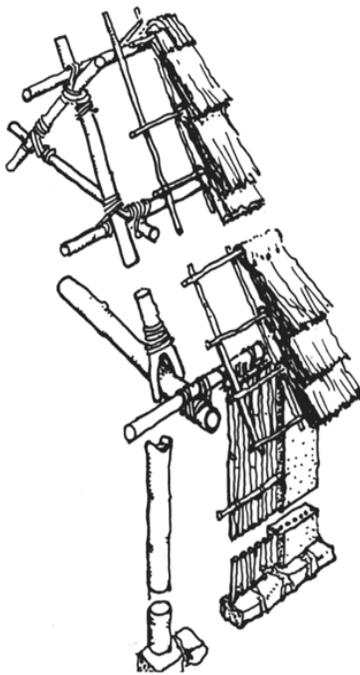


Figura 41. Corte de Vivienda tradicional, Veracruz. /portal.veracruz.gob.mx

### Las partes de una casa totonaca:

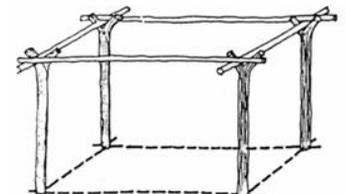
Horcón, cuadro, vigas, vigas madre, travesaño del techo para atar la palma, contrafuerte del caballete, techo de palma, cercado, pretil que rodea la casa, los cuatro puntos y la puerta.

Elementos de la vivienda:

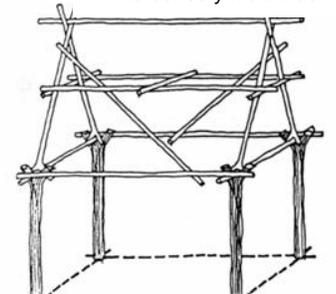
**1. El muro:** se basa en un muro cimiento que se eleva aproximadamente a la altura de la rodilla; desde donde se levanta una pared, que puede ser de tablas o cañas rajadas. La fuerza estructural la imparten los horcones, que se sitúan en las esquinas, en las jambas, a la mitad de los paños cuando la casa es muy grande; se mide por varas, se instalan postes a la mitad de la casa, en su eje longitudinal central.

Y los amarres eran con bejucos especiales. Las piedras que constituyen el murete, sirven de carga y estabilidad, cada una pesa en promedio poco más de 500 gramos y generalmente son quebradas, aunque también se usan cantos rodados; el acabado tanto como interno como externo, es un simple alisado y queda del color amarillo natural del barro de la región.

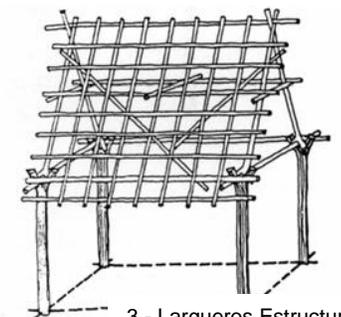
**2. La cubierta:** la tradicional es de hoja de palma imbricada, la palma redonda (ACROMIA mexicana) que crece como vegetación espontánea en toda la región; pero a lo largo del caballete, en el coronamiento de la casa, se instalan hojas de



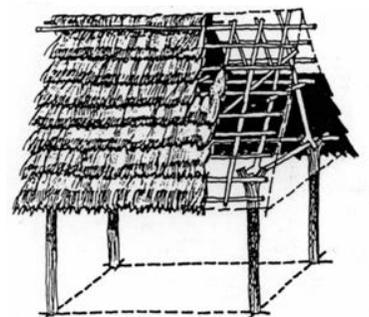
1.-Horcones y Madrinas



2.-Colocación de Tijeras y Rigidizadores



3.- Largueros Estructurales



4. Amarre de cubierta de palma

palma real (SABAL mexicana), cuando no se dispone de estas palmas, se utilizan de otro tipo de atados más gruesos. El ángulo de declive es aproximadamente de 45°, las hojas de varían de .50 a 1.50m. de altura, impermeables y de lenta descomposición; se colocan en atados unidos hasta formar una gruesa capa con magníficas cualidades de aislamiento térmico.

3. El piso es siempre de tierra, aunque a veces le dan tratamiento de ceniza y agua, para que al apisonarlo, quede bien compactado.

4. La altura a la que se deben colocar los travesaños, también es antropométrica, porque es la altura del hombre con el brazo levantado, hasta donde llega el dedo central.

5. La orientación: esta no es según el sol sino el viento, por que se dice que una casa mal orientada durará poco tiempo, pues la techumbre se arruinaría en breve.

A ese tipo siguió la vivienda con pared embarrada. Se creería que es un sistema impuesto por el frío de la Meseta, cuando los pueblos costeros la ocuparon; pero se piensa que se utilizó como defensa contra el calor externo, aún cuando posteriormente también resultara útil contra el frío.

Las casas tenían paredes de "palo y barro y cubiertas de paja, y la madera de caña maciza que la cogen de la ribera de sus ríos". Las casas con embarre son dominantes todavía en la Huasteca y en el Sur de Veracruz; el Centro, más radicalmente transculturizado, solo conserva estas paredes en las cuencas de los ríos al margen de las vías de tránsito intenso; pero es entre los huastecos donde lo conservan de floreciente y bella manera.



De acuerdo con los datos de conformación geográfica, demográfica y económica, la región se puede clasificar en 2 subregiones.

Subregión Costera



Integrada por los municipios de Cazonas, Tihuatlán, Poza Rica, Coatzintla, Papantla, Gutiérrez Zamora, Tecolutla y Tuxpan; que es la subregión con los municipios con mayor grado de urbanización.

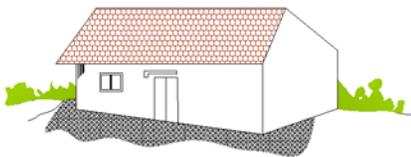
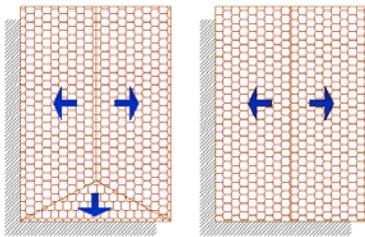
Figura 42. Vivienda de bahareque Tamiahua Veracruz. © Cuán, María.

Región de la sierra



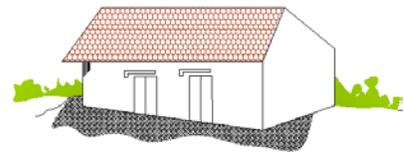
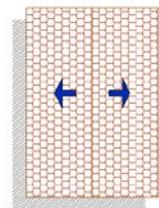
Compuesta por los municipios de mayor marginación y cuya actividad principal es la agropecuaria. La componen: Coyutla, Chumatlán, Coahuatlán, Mecatlán, Filomeno Mata, Espinal, Coxquihui y Zozocolco de Hidalgo.

### Subregión Costera



**Características:** Forma rectangular con elementos adosados al cuerpo principal. Distribución de los espacios por medio de divisiones interiores. Estructura a base de madera, con cubiertas inclinadas sobresaliendo la de 2 y 3 aguas. Materiales: madera, adobe, teja y carrizo.

### Región de la sierra



**Características:** Forma rectangular, con un solo cuerpo principal. División de los espacios por medio de divisiones interiores. Estructura a base de madera con cubiertas inclinadas de 2 aguas. Materiales: madera, adobes, tejas, piedra. La teja es un factor constante en las cubiertas, así como el uso de puertas de madera de dos hojas.

En el análisis de la vivienda vernácula de la región se analizaron las poblaciones que se encuentran cerca de Tuxpan donde claramente se logra percibir la pérdida del uso y conservación de la vivienda rural.

Entre ambas subregiones, existen grandes diferencias, en el ámbito geográfico como de tipo económico, social y demográfico. Por lo tanto resulta factible la utilización de esta subdivisión, para efectos de la creación de una tipología que nos ayude a identificar las características básicas de la vivienda rural y vernácula.

En Tuxpan Veracruz la vivienda vernácula ocupa un 16.38% de la vivienda de la región la cual se encuentra distribuida en la zona centro de la mancha urbana, el siguiente mapa muestra como estas viviendas actualmente se encuentran distribuidas en la ciudad.

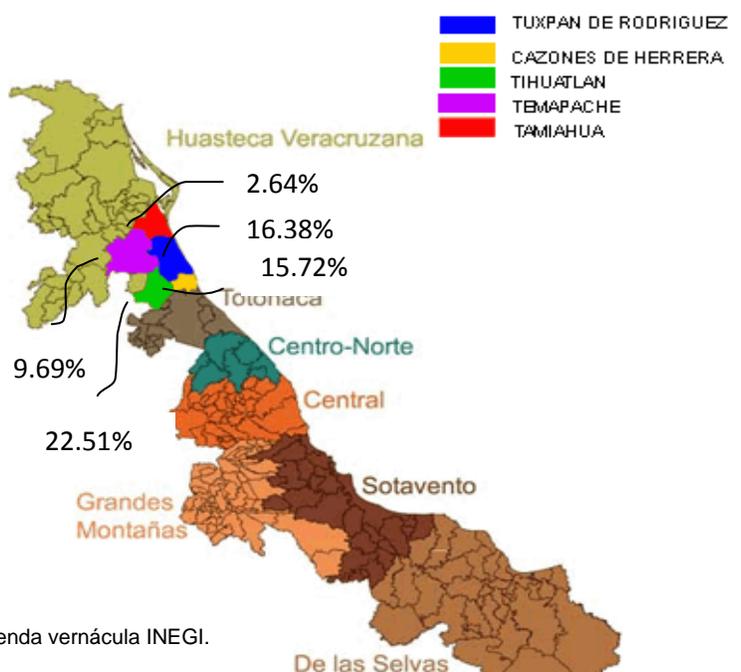


Figura43. Mapa del estado de Veracruz. Porcentajes de vivienda vernácula INEGI.

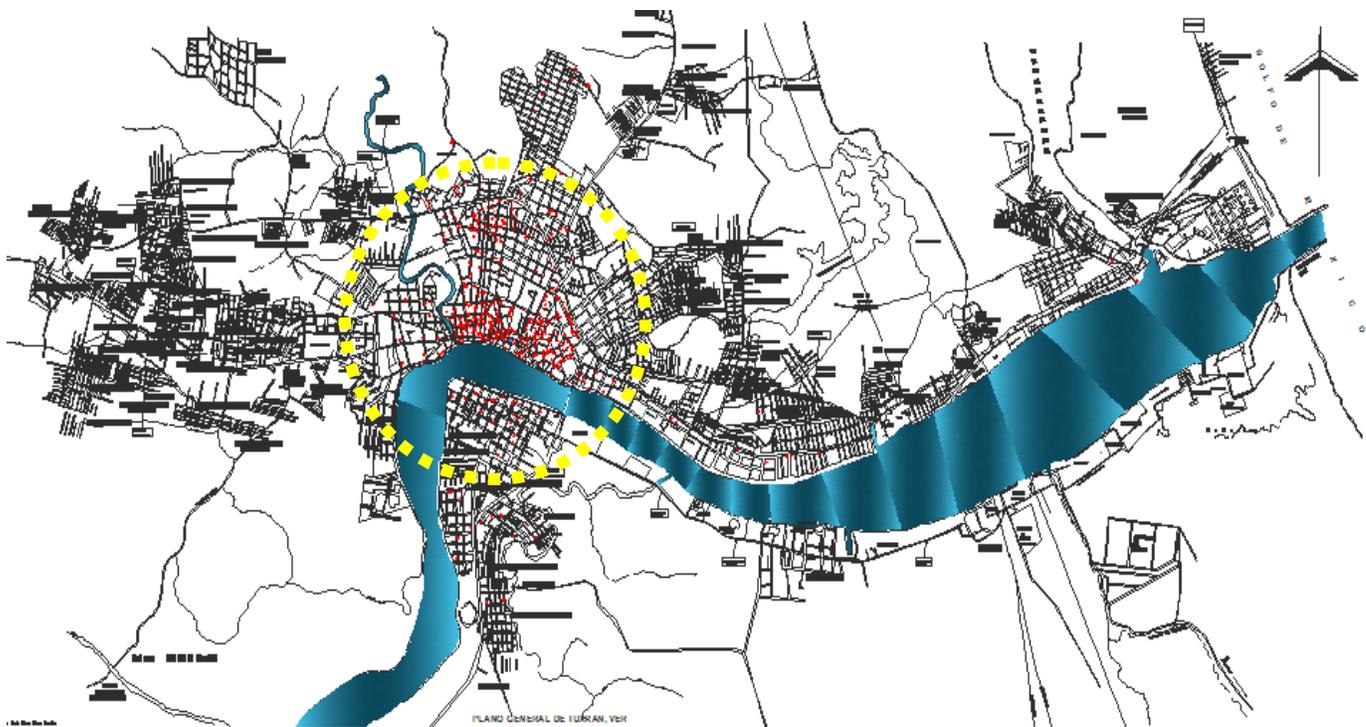


Figura 44: Ubicación de las viviendas vernáculas en Tuxpan, Ver  
 © Cuán, María. 2010

La vivienda presenta planta típica rectangular y fachadas estrechas con sus dimensiones laterales. Estas características arquitectónicas influyen en la distribución de los ambientes. Así, la sala y dormitorios se encuentran en el ingreso de la vivienda, mientras que el comedor, la cocina, los servicios higiénicos y el patio se encuentran en la parte posterior.

El pórtico, en utilizado muy a menudo en algunas construcciones adquiere vital importancia como cuarto al aire libre o patio sombreado en el que, además de realizar actividades domésticas, sirve de lugar de reunión para familiares y amigos; también es costumbre. Tanto los muros como las techumbres son aprovechados para depositar alimentos para su secado.

### 3.4 Materiales y sistemas constructivos

Se utilizan materiales como fibras; maderas, carrizo, etc. Los muros de madera se utilizan de varas que cuando son gruesas se colocan verticales, y cuando más delgadas y flexibles, horizontales, tejidas sobre varas verticales, como sucede en trabajos de cestería.

El empleo del carrizo y otros materiales fáciles de cortar, son de los más frecuentes, tanto como armazón secundaria en los techos, o como material para los muros que, al combinarse con arcilla y paja producen el bajareque o enjarrado sobre las



Figura 45: Interior de Vivienda Rural. Municipio Espinal.

varas. Postes y las vigas de las estructuras son constituidos por troncos y morillos, es decir, vigas de sección circular, muchas veces con la corteza aún adherida al tronco. Los ensambles, poco comunes, son sencillos, de media caña. La mayoría realizada con clavos y tornillos; así como, los amarres principalmente a base de bejucos y mecates. El carrizo de los muros en la zona de la costa es colocado de manera vertical al suelo, en cambio los carrizos de la vivienda de la sierra que se encuentran mas cerca del estado de tamaulipas estos se cuentan horizontal a este.



Figura 46: Vivienda. Municipio Tamiahua. Carrizos de los muros colocados de manera vertical © Cuán, María. 2009



Figura 47: Vivienda. Casas viejas Veracruz. Municipio Tamtoyuca. Carrizos de los muros colocados de manera horizontal © Cuán, María. 2010

- Los **cimientos** se construyen con piedras y mezcla de cal, sobre los que se levanta el armazón de madera de los muros. Ancho de la Zanja: La zanja para los cimientos de una vivienda, debe tener 40 cm. de ancho. En suelos poco consistentes podría ser más ancho. Parte donde van las columnas la zanja debe ser un poco más ancha, si el suelo o terreno fuera poco resistente.

Profundidad de la Zanja: En suelo duro o rocoso es suficiente una profundidad de 40 cm. En terreno normal la profundidad será de 60 cm. En suelos poco consistentes puede excavarse más para asegurar que la casa quede enclavada en el suelo y tenga mayor estabilidad. En suelo negro (que contiene materia orgánica) la zanja debe excavarse hasta hallar suelo no orgánico. En la cimentación utilizan dos tipos de rocas, las cuales son de origen volcánico: las rocas extrusivas, como la piedra brasa y los tezontles; y las rocas intrusivas como los granitos.



Figura 48: Cimentación de vivienda de embarre. Imagen tomada con fines didácticos.

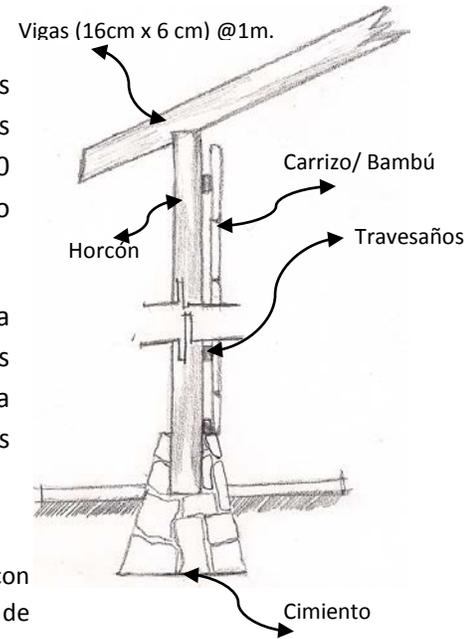


- Los espesores de los **muros** varían entre 0.10 m y 0.20 m., y por lo general carecen de vanos laterales. Su revestimiento final es de barro, al cual se le agrega paja y yeso. Sobre los muros se apoyan viguetas de maderas separadas en promedio 1m. estas viguetas soportan el techo; por lo general, son ligeramente inclinados hacia la fachada o al patio posterior, pero nunca hacia los costados, siendo la altura a su punto más alto entre 3.00 y 3.70 metros.

Las paredes se basan en horcones verticales que se colocan paralelas a las columnas en intervalos no mayores a 1.20 m.; los cuales son amarrados (otate) o clavados en la parte superior.

Figura 49: Muros de vivienda de embarre.

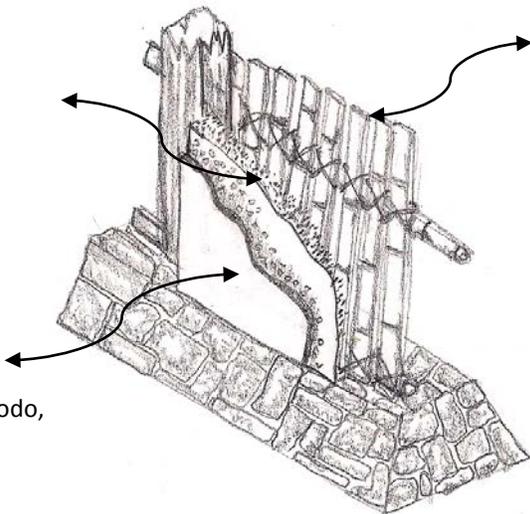
Los travesaños, son las maderas de la pared que van transversales. Deben colocarse por lo menos tres filas de travesaños dispuestos de la siguiente manera: debajo de la viga solera, a media altura de la pared y encima o próximo al sobre cimientto, los travesaños permiten tejer las cañas verticales que cierran las paredes.



El entramado está hecho con troncos de bambú de 8cm. de diámetro ahogados en la cimentación de piedra, y un tejido de carrizos de 2 o 3 cm de ancho, en ambos casos, ya sea tejido horizontal o vertical; partidos para evitar los insectos.

Figura 50: Detalle de muro de embarre.

Zacate y lodo



Acabado de lodo, nopal y cal

### Techumbre:

La utilización de teja es muy empleada en la fabricación de cubiertas, toda la región presenta una gran uniformidad en su utilización. El acomodo de las tejas se hace colocando dos capas superpuestas, la primera, con la parte curva hacia arriba, montando una teja sobre la otra. Cubriendo los espacios entre una fila y otra se coloca la segunda, con la parte curva hacia abajo.

Figura 52: Vivienda. Tuxpan Ver.. © Cuán, María. 2009



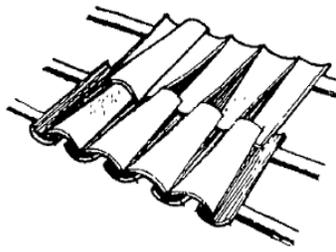


Figura 51: Detalle de cubierta de teja de barro.

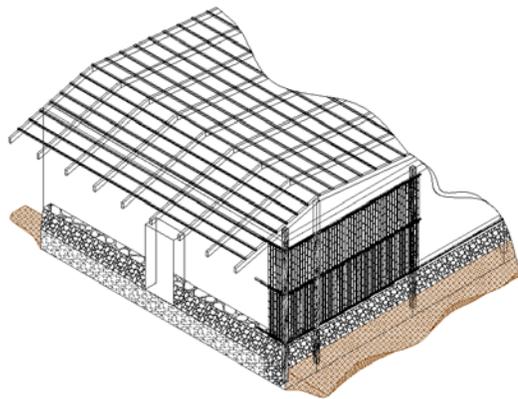
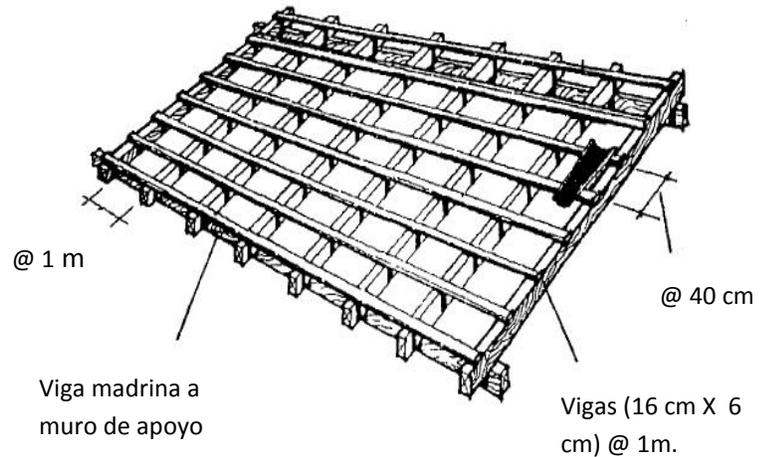
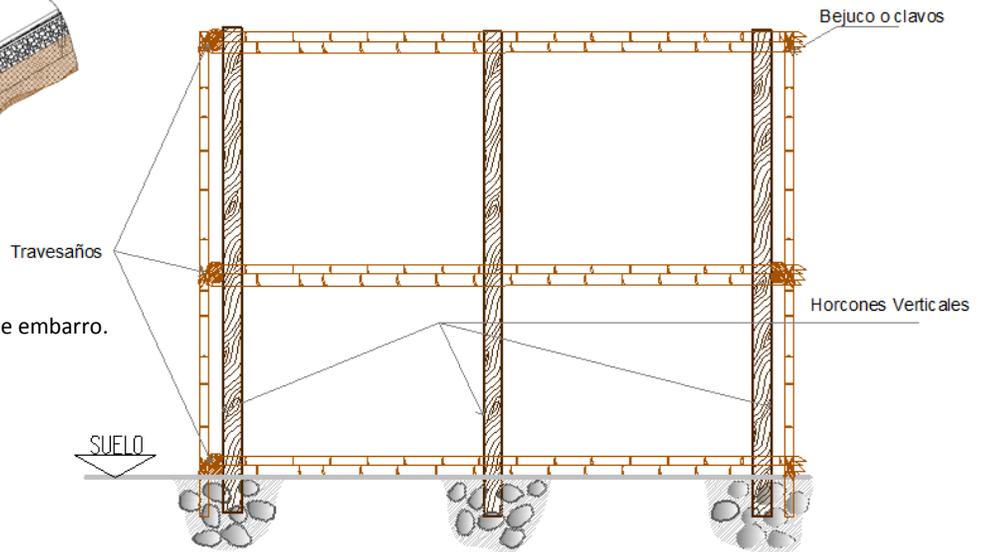


Figura 53: Partes del muro de una vivienda de barro.  
© Cuán, María. 2009



### 3.4.1 Fallas típicas

El bastidor de madera de los muros por sí solo, no tiene la misma rigidez que el muro con el entramado de cala y el revoque de barro.

Fallas por corte: por lo general los bastidores de los muros pueden resistir grandes esfuerzos de corte, ya que sus elementos longitudinales que presentan fibras paralelas a la dimensión más larga tienen gran resistencia. El problema se da principalmente en el revestimiento de barro donde las fallas por corte se originan por tracción diagonal.

Fallas por flexión: los muros resisten fuerzas perpendiculares a su plano. Debido a este tipo de sollicitación, los muros presentan pandeo, dependiendo de las características de cada muro. La caña otorga mayor

flexibilidad al muro, sin embargo, su resistencia a la tracción puede ser superada, haciendo que solo los bastidores soporten los efectos de flexión<sup>25</sup>.

- **Preservación de la caña y la madera**

La caña y la madera se debilitan por la acción de los hongos y los insectos o porque se pudren, si se someten a largos períodos de humedad. En estos casos, las construcciones de caña y madera se deterioran y podrían fallar durante un evento sísmico intenso. Para evitar que esto ocurra, es necesario proteger las paredes de caña y madera con aleros, a fin de que la lluvia no las moje; asimismo, evitar que estén en contacto directo con suelos húmedos.

- **El mortero**

Por su poco peso, las construcciones con caña son sismorresistentes. El mortero de barro y paja hace que los muros de embarre aíslen muy bien los ambientes interiores frente a los cambios bruscos de temperatura y los ruidos exteriores. Se aplican dos capas, la primera se realiza utilizando barro y paja, una mezcla similar a la que se emplea para fabricar adobes, la que se coloca por ambas caras de las paredes. Como se sabe, esta mezcla de barro más paja tiene dos cualidades muy provechosas: amortigua los ruidos de la calle y es un buen aislante térmico.

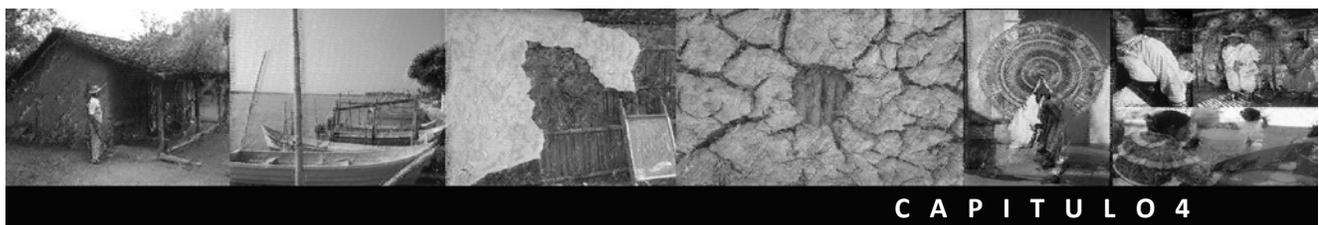
La necesidad primaria que deben cubrir los edificios es la de protección del ambiente exterior y la de albergar a las actividades humanas. Las viviendas y otros edificios en general brindan refugio y protegen del medioambiente exterior, de modo que las actividades tanto domésticas como públicas puedan desarrollarse con seguridad y confort térmico, acústico y visual.

“El objetivo final que persigue el análisis de la vivienda vernácula es mejorar las condiciones de vida a partir de una vivienda digna y mejorar las condiciones de hábitat de la zona rural mediante el uso de tecnologías socialmente apropiadas”, brindando a la comunidad la posibilidad de contar con el conocimiento necesario para transformar la realidad de su hábitat.

Gran parte de la población de las zonas rurales mantiene una identidad con prácticas culturales de construcción de vivienda natural que hace un tiempo se habían desestimado.

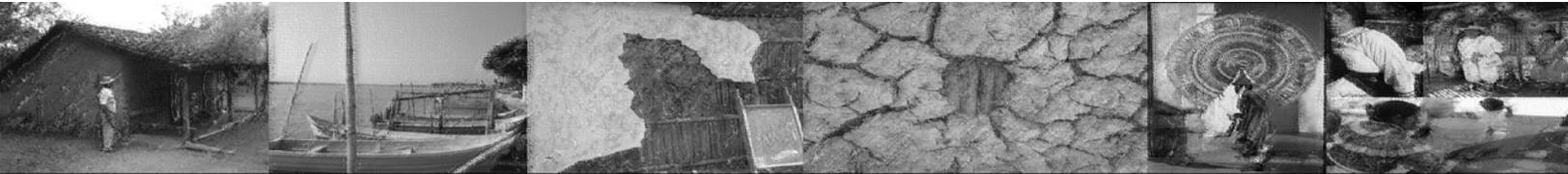
---

<sup>25</sup> Gernot Minke. *Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra*. Forschungslabor für Experimentelles Bauen Universidad de Kassel, Alemania. 2005



C A P I T U L O 4

Caso de Estudio



Tanto la envolvente como los elementos interiores del edificio influyen sobre las diferencias entre el clima ambiente que se genera en el interior y el ambiente exterior. Entre ambos se producen numerosos fenómenos de intercambio de flujos higrotérmicos que definen las condiciones de confort, y ambiental en general, del edificio. Cada uno de los elementos arquitectónicos interactúa de manera diferente con las variables del clima exterior generando diversas condiciones hacia el interior de los edificios, que se traduce en una respuesta térmica interactúa de manera diferente en las variables globales en el edificio, determinando efectos sobre un ambiente interior distinto.

Esta respuesta a las variables climáticas que efectúa el edificio depende de parámetros tanto del clima como del propio edificio. La necesidad primaria que deben cubrir los edificios es la de protección a las condiciones del ambiente exterior y la de albergar a las actividades humanas. Las viviendas y otros edificios en general brindan refugio y protegen del ambiente exterior, de modo que las actividades tanto domésticas como públicas puedan desarrollarse con seguridad y confort térmico, acústico y visual.

#### 4.1 Rangos de comodidad para cada mes.

Para el análisis térmico, se tomaron datos del centro Meteorológico Nacional de Tacubaya donde se obtuvieron datos del 2000-2010 de la ciudad de Tuxpan Veracruz; dichos datos fueron promediados ya que la información se encontraba registrada a cada 10 min. Posteriormente se elaboraron las siguientes graficas:

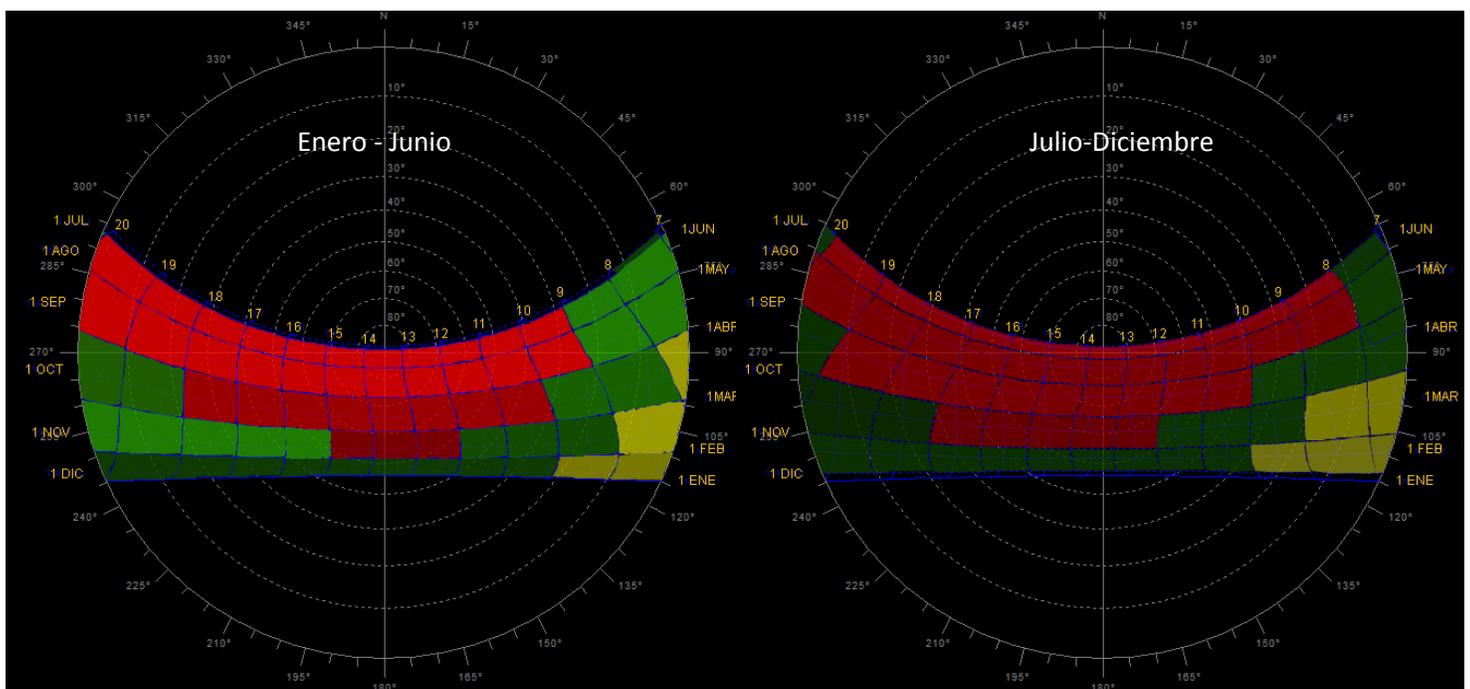


Figura 54: Diagrama estereográfico. Datos obtenidos del Servicio Meteorológico Nacional. Normales Climatológicas

### TEMPERATURAS HORARIAS MEDIAS MENSUALES, A PARTIR DE MEDIAS EXTREMAS

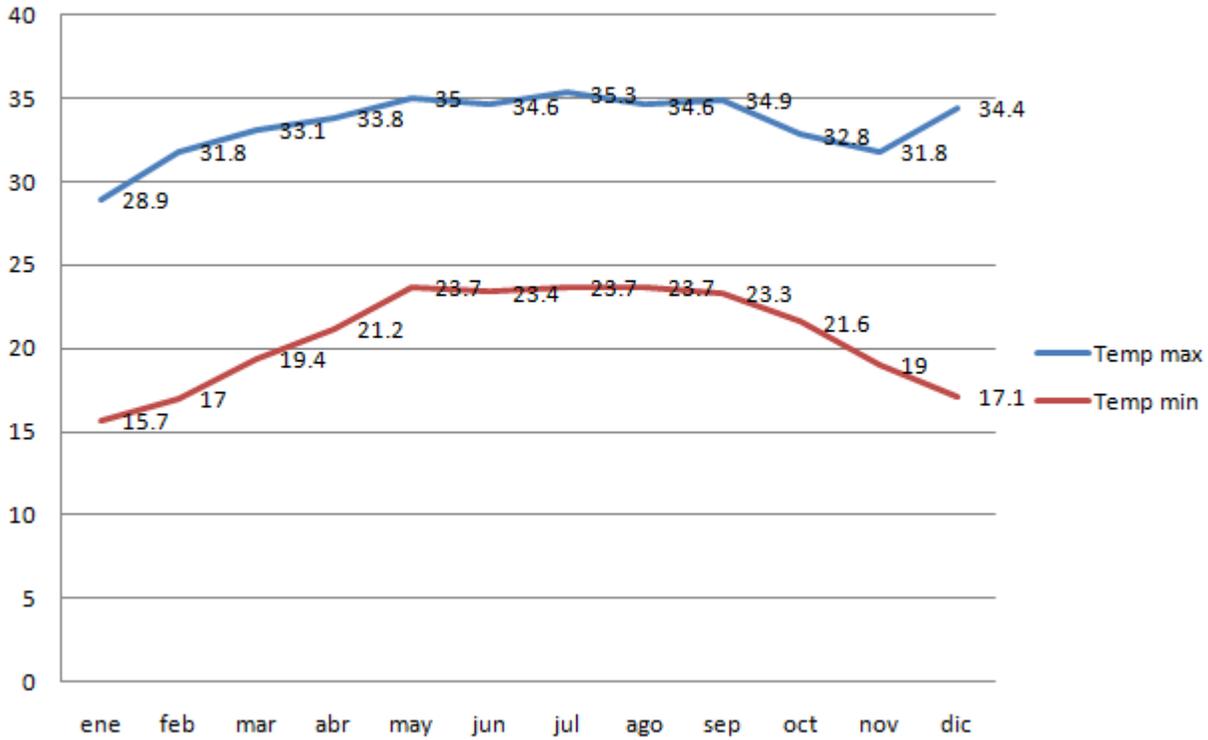


Figura 55: Graficas de temperaturas, máximas y mínimas. Datos obtenidos del Servicio Meteorológico Nacional.

#### Temperatura

Auliciems propone una ecuación para determinar el rango de comodidad térmica (Th) en el humano:  
 $Th = (17.6 + 0.31Te) \pm 2.5 \text{ °C}$

Para el caso de Tuxpan Veracruz con una temperatura media anual de 25.18 °C; se obtiene un rango de comodidad de:

$$Th = (17.6 + 0.31(27.07)) + 2.5 \text{ °C} = 28.49 \text{ °C}$$

$$Th = (17.6 + 0.31(27.07)) - 2.5 \text{ °C} = 23.49 \text{ °C}$$

}

23 y 28 °C

En la tabla de temperaturas se indicara



Temperaturas menores a los 23°C



Temperaturas mayores a los 28°C. (Revisar tabla de temperaturas en el anexo)

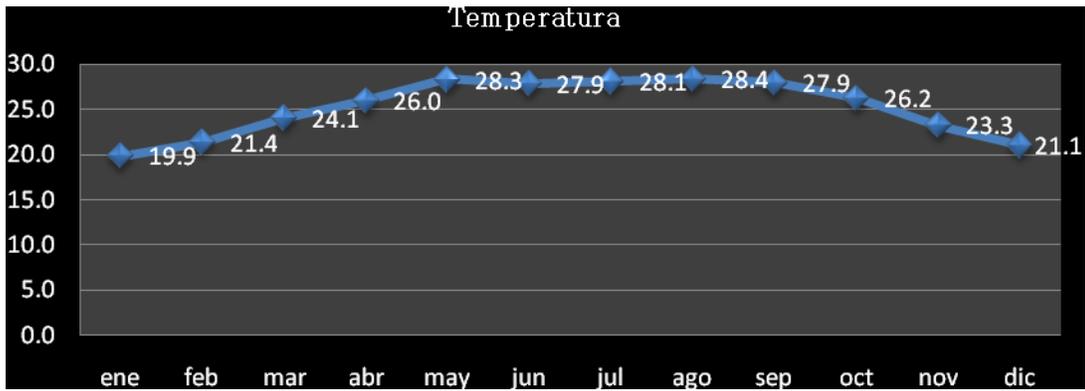


Figura 56. Grafica de temperaturas, medias. Datos obtenidos del Servicio Meteorológico Nacional. Normales Climatológicas 1971-200

Las temperaturas tienen valores de media anual máxima de 28.4 y mínima de 19.9. Las máximas se producen en los meses de mayo a septiembre, donde las temperaturas pasan el grado de confort de 10am a 7 pm. Teniendo temperaturas mínimas en enero y febrero.

### Humedad relativa

El instrumento para medir el confort es el cuerpo y la exactitud es tan relativa como el sentimiento, pero concuerda con la flexibilidad y tolerancia de la racionalidad tropical. Se dice que los edificios de oficinas son agradables, cuando hay suficiente brisa, sin que se vuelen los papeles y, se soporta tanto calor como para que no caigan gotas de sudor sobre el escritorio.

Con relación de los rangos de comodidad establecidas por V. Ginovi para regiones intertropicales establece un rango de 30% a 70% HR; donde en la tabla de las humedades relativas para Tuxpan Veracruz rebasa el 70% en la mayoría de los meses.

Siendo la HR media de 81%.

En la tabla de Humedades se indicara

- Humedades menores a los 30 HR
- Humedades mayores a los 70 HR. (Revisar tabla de temperaturas en el anexo)

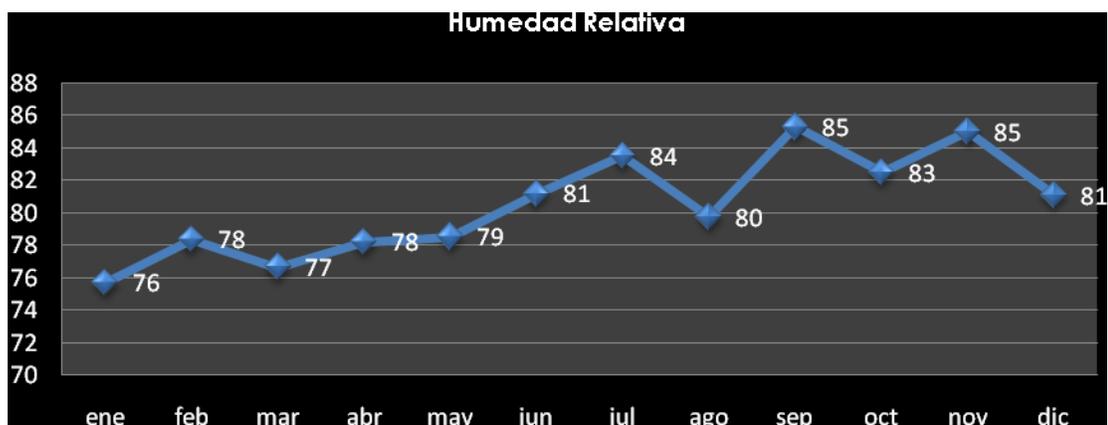


Figura 57. Grafica de Humedad relativa. Datos obtenidos del Servicio Meteorológico Nacional. Normales Climatológicas

En la grafica se puede observar que el porcentaje mínimo de humedad es el 76% que es en el mes de enero, aumenta en junio y diciembre. Donde en todos los meses ésta se encuentra dentro de los rangos que podría considerarse en confort.

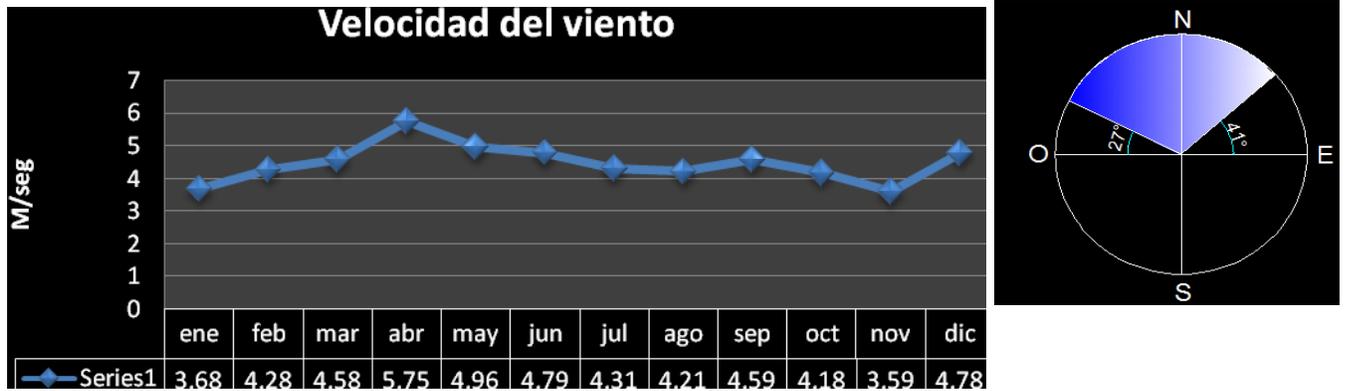


Figura 58. Grafica de velocidad del viento. Datos obtenidos del Servicio Meteorológico Nacional. Normales Climatológicas

Con las direcciones del viento elaboré una grafica para Tuxpan Veracruz, y tuve como resultado que los vientos dominantes durante el año se presentan a 27° de oeste a norte y 41° de este a norte, con estos datos se podrá utilizar como estrategia la orientación para favorecer el movimiento del viento en las viviendas.

Con relación a la ventilación se logra observar que se encuentra dentro de los valores que no producen daño a los habitantes; la mínima se presenta en los meses de enero y noviembre correspondiendo a 3.6 m/ seg. Y las máximas en los meses de abril, mayo y junio; donde las velocidades no brindan perjuicio grave a la población. (Revisar tabla de viento en el anexo).



Figura 59. Grafica de Precipitaciones. Datos obtenidos del Servicio Meteorológico Nacional. Normales Climatológicas

Los valores de la lluvia media anual es de 1,555 mm y los valores máximos se producen en los meses de junio y septiembre siendo 286.8mm. el valor más alto en el mes de septiembre.

Para el cálculo térmico periódico utilizando las ecuaciones del sistema TRNSYS correspondiente, además de los datos climatológicos se requieren los datos de conductividad térmica de los materiales; el cual es la capacidad del material de conducir el flujo calorífico, independientemente del espesor y la situación constructiva del mismo, su unidad es w/m<sup>2</sup>°C y cuanto menor es el valor numérico, es mucho mejor el efecto aislante. Esta conductividad térmica está influenciada por la velocidad en que transmite el calor, lo cual define si es un buen o mal conductor de calor.

Componente	Material	Espesor	Conductividad térmica
		(m)	(w/ m <sup>2</sup> °C)
Muro de embarro	Barro	0.03	0.06
	Cañas	0.025	0.125
	Barro	0.03	0.06
	Total	0.085	0.245
Muro de tabique rojo recocido al exterior	Mortero	0.01	0.8
	Tabique	0.14	0.8
	Mortero	0.01	0.8
	Total	0.15	2.4
Loza: con impermeabilizante fester color terracota		0.2	0.15

Figura 60. Grafica de conductividad térmica de materiales.

Donde se aplican las siguientes ecuaciones del programa TRNSYS para el respectivo calculo:

**\*Cálculo del flujo de calor por conducción (Qcond.)**

$$Q \text{ cond} = U * A * (ts/a - tint)$$

U= coeficiente global de transferencia de calor.  
 A=área del muro, techo y ventana del mismo tipo.  
 T s/a= Temperatura sol/ aire. de noche se utiliza la temperatura ambiente.  
 Tint.= Temperatura interior del cuarto.

**\*Coeficiente global de transferencia de calor**

$$U = 1 / [(1 / he) + (en / Kn) + (1/he) + (en/Kn) + (1 / hi)]$$

**\*Temperatura Sol aire**

$$ts/a = tamb + \frac{Ht \times \alpha}{ho} - \frac{DR \times \epsilon}{ho}$$

Hi= coeficiente de convección del aire interior.  
 He=coeficiente de convección de aire exterior (34.06 w/hm<sup>2</sup>°C).  
 e= Espesor del material (por cada capa)  
 k= coeficiente de conductividad térmica (w/hm<sup>2</sup>°C).  
 hc= para superficies horizontales 17.03 w/hm<sup>2</sup>°C.  
 hi= 9.36 w/hm<sup>2</sup>°C para techos y muros 9.08 w/hm<sup>2</sup>°C para ventanas.

Tamb= temperatura ambiente exterior.  
 Ht= radiación solar global (w/m<sup>2</sup>)  
 α =absortancia de las superficies (%)  
 DR= para superficies verticales y ventanas.

**\*Diferencia de radiacion de onda corta y larga (DR)**

$$Dr = \frac{\partial}{2} \frac{(1 + \cos SLP)}{2} (tsky^4 - tamb^4) + \frac{(1 - \cos SLP)}{2} (tsurr^4 - tamb^4)$$

∂= Constante de Stefan Boltzman (5,669 x 10<sup>-8</sup> w/hm<sup>2</sup>k<sup>4</sup>).  
 SLP=inclinación de la superficie de techos horizontales SLP= 0.  
 Tsky= temperatura del cielo tsky = tamb 1.5 x 0.0552 (°k)  
 Tsurr= temperatura ambiente alrededores= tambiente + 10°k si hay superficies naturales t sur = 0.

**\*Diferencia de radiacion de onda corta y larga (DR)**

$$H_o = h_w + h_{ir} \quad H_w = 32.7 + 13.7 \times w \quad H_{ir} = 4 \delta \epsilon T^3$$

**\*Calculo de la Ganancia de Calor por Radiación Solar directa**

$$Q_{shg} = A_v * F_c * H_t$$

**\*Cálculo del flujo de calor por ventilación**

$$Q_{vent.s} = 0.278 * \rho * C_{pa} + G (t_{amb} - t_{int})$$

$$Q_{vent.l} = 0.278 * \rho * H_{vap} + G (w_{amb} - w_{int})$$

**\*Flujo de aire (G) del ASHRAE**

$$G = C_v * A * V$$

**\*Cálculo del flujo de calor por infiltración**

$$Q_{inf.s} = 0.278 * c_{amb} * vol * \rho * C_{pa} (t_{amb} - t_{int})$$

$$Q_{inf.l} = 0.278 * c_{amb} * vol * \rho * H_{vap} (w_{amb} - w_{int})$$

**\*Flujo de calor por personas (Q<sub>met</sub>)**

$$Q_{met.s} = W * \text{No. De personas}$$

$$Q_{met.l} = W * \text{No. De personas}$$

**\*Cálculo de la ganancia de calor por focos o aparatos eléctricos**

$$Q_{light} = W * \text{No. De aparatos}$$

**\*Cálculo de la ganancia de calor total**

$$Q_{load} = \sum Q$$

**\*Cálculo de la temperatura interior del cuarto**

$$T_{int} = t_{int} + (\sum Q / \text{capac.})$$

Además del cálculo térmico mencionado anteriormente, se comparo la información con unos dispositivos que miden la temperatura interior, exterior y las humedades correspondientes; esto se llevo a cabo con el fin de poder analizar el comportamiento real de los materiales y los efectos climáticos en las edificaciones y así tener un resultado más fidedigno de ambas mediciones.

$A_v$ = área de ventana.  
 $F_c$ =Fracción de radiación solar que pasa por la ventana (0.25 para ventanas)  
 $H_t$ = radiación solar global

0.278= factor de conversión de KJ a W  
 $C_{amb}$ = la cantidad de aire que entra por infiltración según la disposición de las ventanas  
 $VOL$  es el volumen del espacio calculado  
 $P$ = es la densidad del aire (1.18 Kg/m<sup>3</sup>)  
 $C_{pa}$ = calor específico del aire (1.0065 KJ/Kg°C)  
 $H_{vap}$  = es el calor latente de vaporización (2,468 KJ/Kg°C).

$G$  = flujo de aire  
 $C_v$  = eficiencia del aire dado en % para vientos de 90°  
 $c_v = 0.65-0.55$ , para vientos diferentes de 90°  $c_v = 0.35-0.25$ .  
 $A_v$ = área libre de abertura.  
 $V$ = velocidad del viento (m/seg).

Para las mediciones interiores se utilizó el **Hobo U12** (Temperatura-humedad e iluminación), entre sus características específicas podemos encontrar:

Medidor de temperatura manejable para valores de medición (registrador de datos) con 4 canales externos. El medidor de temperatura trabaja completamente de forma autónoma, quiere decir que no necesita ninguna alimentación externa.



Figura 61. **Hobo U12** (Temperatura-humedad e iluminación)

Para las mediciones exteriores se utilizó el **Hobo Pro v2 (Temperatura y humedad)**, entre sus características específicas podemos encontrar:



Figura 62. **Hobo Pro v2** (Temperatura y humedad)

Con cuatro opciones donde elegir, diseñado para años de utilización fiable en ambientes en intemperie y condensación extremos. El sensor de Temp/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 edificaciones<sup>26</sup>.

En esta investigación se eligieron dos viviendas, una con materiales contemporáneos, tabique y losa de concreto armado ubicada en la calle Francisco Villa, colonia Emiliano Zapata y el otro es una vivienda tradicional con muros de barro y cubierta de teja de barro; ubicada en calle 5 de mayo.



Figura 63: Vista aérea de la zona de estudio. © Google Earth.2010

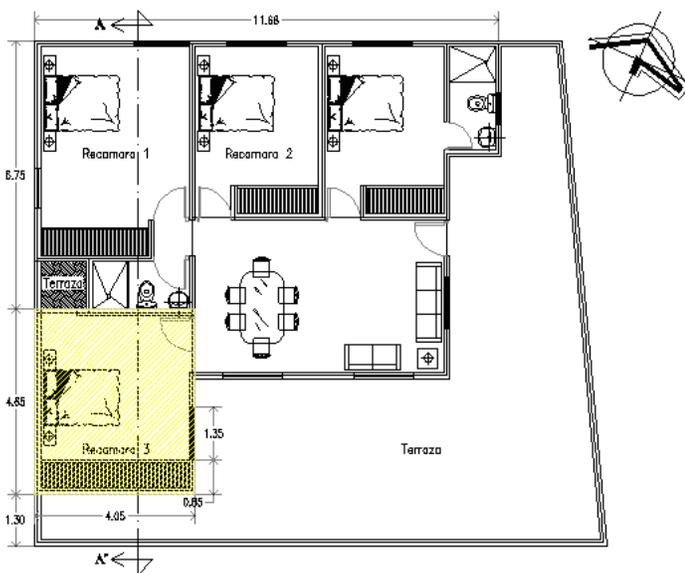
<sup>26</sup> Familia HOB0® U12 de 12-bit. Registradores de 12-bit loggers con interfaz USB. ONSET. Abril de 2010.

A los dos casos se le realizaron el cálculo térmico periódico utilizando las ecuaciones del programa TRNSYS; además de la colocación de equipos de medición y temperatura para una posterior comparación y así lograr observar la diferencias de temperaturas y humedades de ambas viviendas.

## 4.2 Caso 1. Vivienda con materiales contemporáneos

Como se ha mencionado anteriormente tiene una ubicación en la calle Francisco Villa colonia Emiliano Zapata; es una construcción de dos plantas cuyo uso es de casa-habitación. El sistema constructivo consiste en muros de tabique rojo de la región de 7cm x 14cm x 28 cm. y acabados de mortero de concreto. El entrepiso y la losa de azotea son de concreto armado de 10 cm. de espesor.

Para el cálculo correspondiente se tomo la segunda planta ya que en la planta baja todas las habitaciones y áreas de estar contaban con equipo de aire acondicionado y en la planta alta el área que no contaba con equipo de aire acondicionado fue la que se analizó. El área total de la habitación es de 47 m<sup>2</sup>, teniendo una altura de 3.21 m., del lado este tiene una longitud de 4.65m., del sur 4.05m., del oeste 4.65m. y una ventana este de 1.35 m<sup>2</sup>.



Datos climáticos del día de diseño para el cálculo correspondiente:

- Día de diseño: 12 de Mayo de 2010.
- Horas de incidencia del sol durante el día: 6:00 hrs. – 18:00 hrs.
- Temperatura ambiente de inicio (6:00 hrs.) : 24.8 °C – 2.97.95 °K.
- Temperatura interior (6:00 hrs.) : 25.28 °C -298.43 °K.

Figura 64. Planta arquitectónica alta y foto de la vivienda. ©Cuán, María. 2010. conductividad térmica de materiales.

- Velocidad media definitiva para el cálculo: 4.48 m/seg.<sup>27</sup>

Materiales:

	Espesor	Coductividad termica w/hrm <sup>2</sup> °C
Muros de tabique rojo recocido al exterior	0.14	0.87
Aplanado con mortero de cemento al interior	0.01	0.70
Ventana de vidrio claro	0.005	1.05
Loza: con impermeabilizante fester color terracota	0.001	0.6
Losas de concreto armado	0.1	1.74

Datos climáticos por hora			
12/05/2010	Temperatura Ambiente °C	Temperatura Interior °C	Humedad Relativa Ambiente %
06:00 hrs.	23.90	25.28	95.00
07:00 hrs.	25.44	25.32	91.00
08:00 hrs.	27.97	25.39	83.00
09:00 hrs.	30.58	25.49	75.00
10:00 hrs.	31.70	25.64	68.00
11:00 hrs.	32.80	26.72	64.00
12:00 hrs.	33.40	28.07	64.00
13:00 hrs.	33.40	28.84	61.00
14:00 hrs.	33.10	29.90	63.00
15:00 hrs.	32.50	30.95	65.00
16:00 hrs.	31.80	32.14	68.00
17:00 hrs.	31.00	32.98	71.00
18:00 hrs.	30.20	33.48	74.00

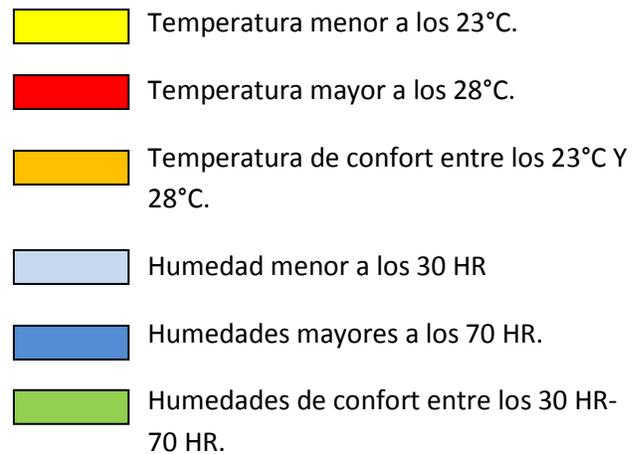
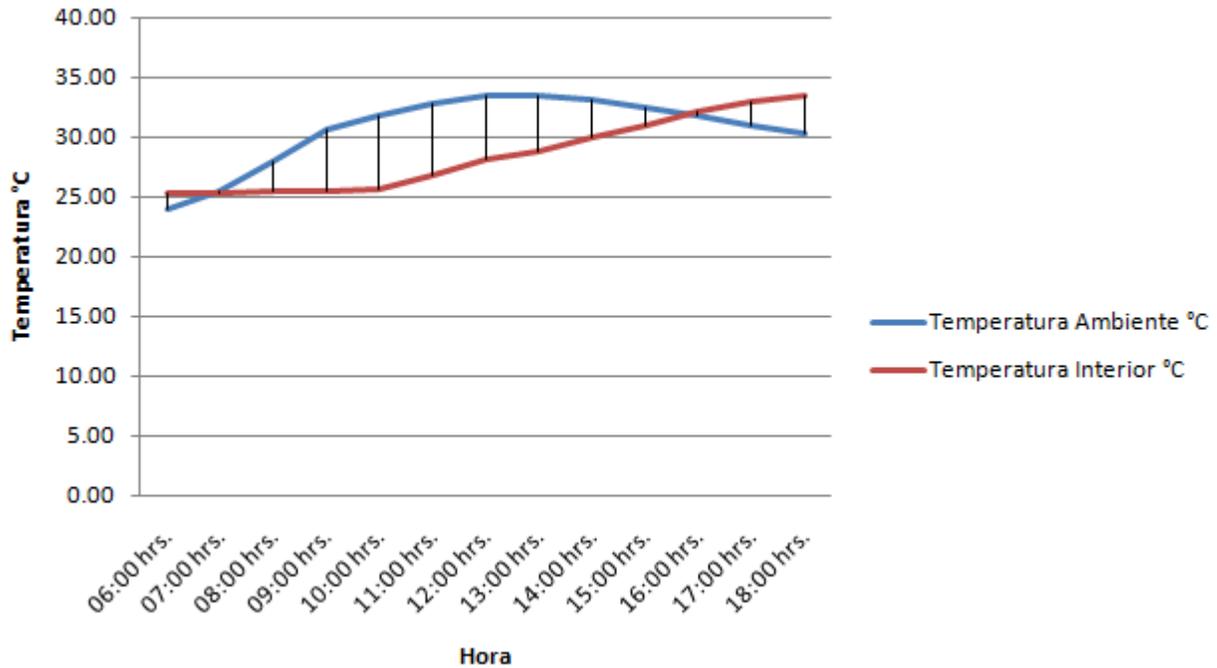


Figura 65. Tabla de temperatura y humedad, cálculo térmico periódico utilizando las ecuaciones del sistema TRNSYS. Datos obtenidos de los promedios de las normales climatológicas. ©Cuán, María. 2010.

<sup>27</sup> (Revisar anexo para los datos de temperatura ambiente, humedad relativa, radiación solar, altura solar, azimut, humedad específica Temp. Ambiente (wamb.), humedad específica Temp. Interior (wiint.) y grafica de ángulos de incidencia solar sobre las fachadas de la vivienda en planta para el mes de mayo.

Comparativa de temperaturas equipo de medición 12/05/2010



Para hacer las comparativas se colocaron dos equipos de medición, uno para mediciones de temperatura y humedad en exteriores, el cual fue colocado en la terraza de la vivienda correspondiéndole el número 1 y otro, el número 2, que fue instalado en el interior de la vivienda, colocado a 1.4m de altura del nivel de piso, este tomara las mediciones de temperatura, humedad e iluminación; pero para este caso de estudio solo se tomarán en cuenta los datos de temperatura y humedad relativa.

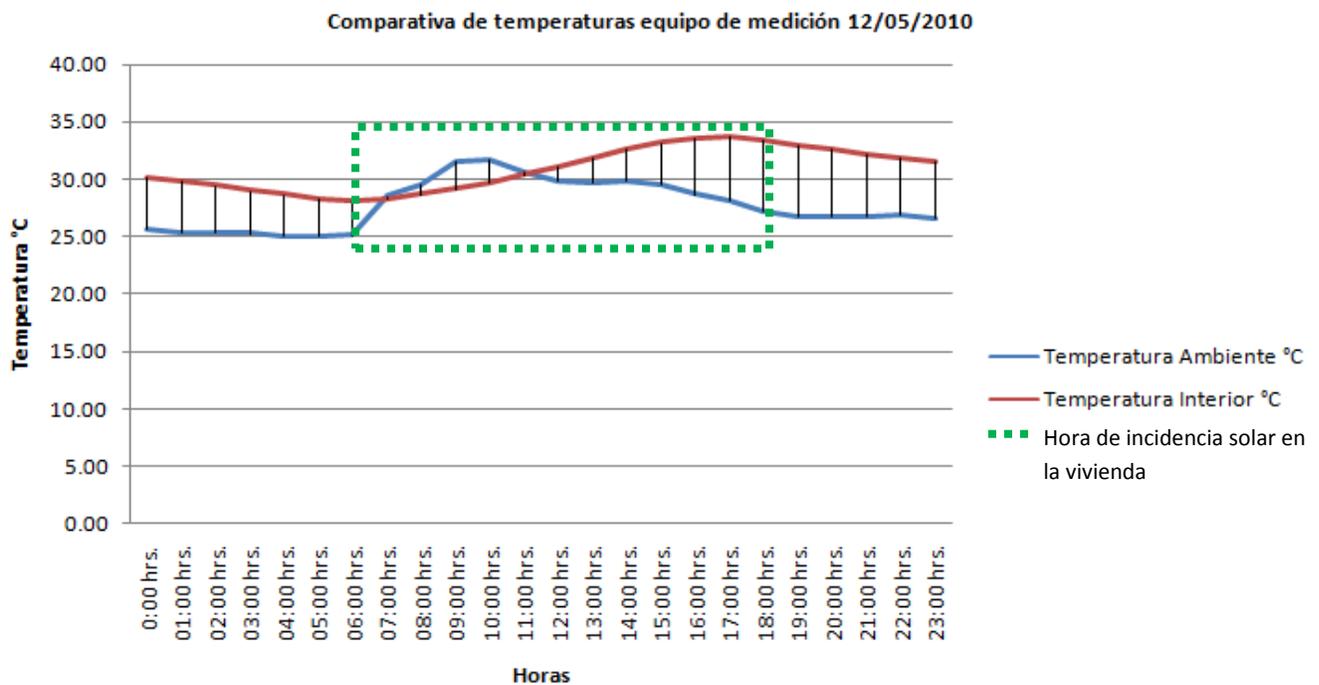


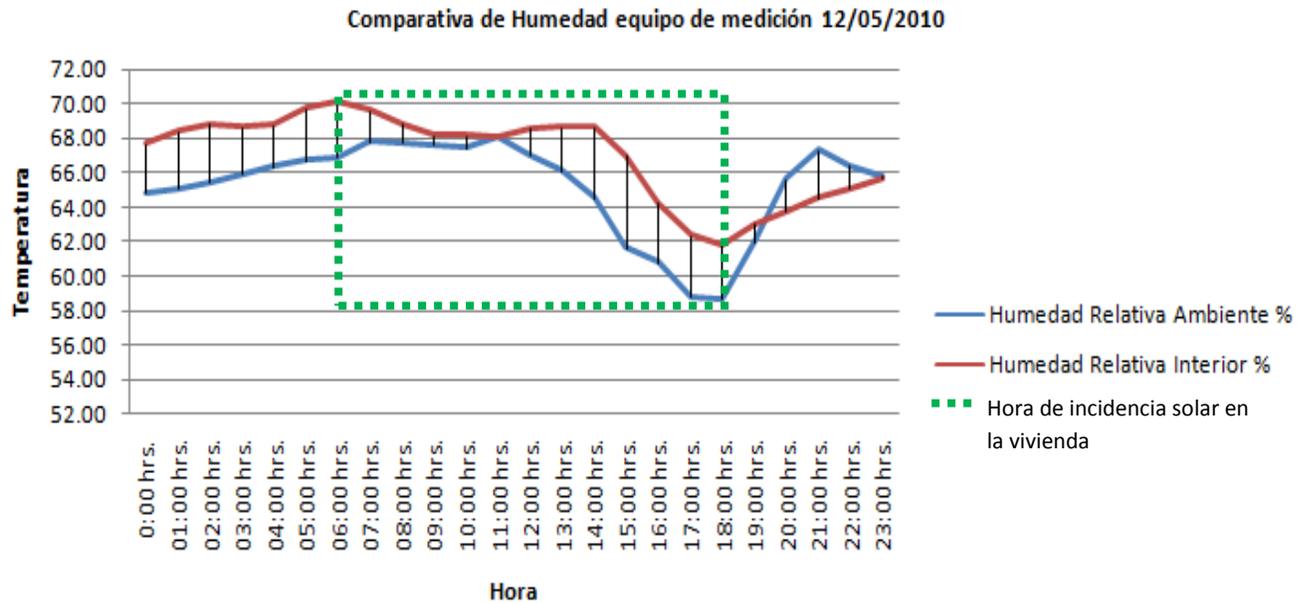
Figura 66. Colocación de Hobo Pro v2 de Hobo U12 para exteriores.

Datos climáticos por hora				
12/05/2010	Temperatura Ambiente °C	Temperatura Interior °C	Humedad Relativa Ambiente %	Humedad Relativa Interior %
0:00 hrs.	25.60	30.19	64.78	67.63
01:00 hrs.	25.33	29.82	65.03	68.36
02:00 hrs.	25.36	29.44	65.41	68.78
03:00 hrs.	25.21	28.99	65.88	68.61
04:00 hrs.	24.97	28.67	66.29	68.73
05:00 hrs.	25.04	28.35	66.65	69.70
06:00 hrs.	25.11	28.12	66.86	70.08
07:00 hrs.	28.52	28.32	67.75	69.55
08:00 hrs.	29.49	28.67	67.72	68.82
09:00 hrs.	31.61	29.14	67.60	68.12
10:00 hrs.	31.71	29.67	67.40	68.12
11:00 hrs.	30.65	30.37	68.04	68.03
12:00 hrs.	29.89	31.13	66.95	68.56
13:00 hrs.	29.74	31.87	66.08	68.63
14:00 hrs.	29.82	32.59	64.52	68.60
15:00 hrs.	29.59	33.18	61.59	66.98
16:00 hrs.	28.67	33.52	60.76	64.21
17:00 hrs.	28.07	33.68	58.80	62.36
18:00 hrs.	27.16	33.39	58.63	61.81
19:00 hrs.	26.67	32.95	61.96	63.06
20:00 hrs.	26.70	32.59	65.59	63.75
21:00 hrs.	26.72	32.20	67.30	64.52
22:00 hrs.	26.84	31.82	66.39	65.08
23:00 hrs.	26.55	31.48	65.81	65.64

- Temperatura menor a los 23°C.
- Temperatura mayor a los 28°C.
- Temperatura de confort entre los 23°C Y 28°C.
- Humedad menor a los 30 HR
- Humedades mayores a los 70 HR.
- Humedades de confort entre los 30 HR- 70 HR.

Figura 67. Tablas de medición de temperatura y humedad. Hobos





### 4.3. Caso 2. Vivienda con materiales de tierra, lodo y carrizo. (Embarre)

Esta es una vivienda tradicional con muros de embarro y cubierta de teja de barro, ubicada en calle 5 de mayo; es una construcción de una planta cuyo uso es de casa-habitación. El sistema constructivo consiste en muros de de carrizo, con lodo y acabados de lodo-cal-agua; de 20 cm. de espesor; la losa es de teja de barro con 8 m. de claro. Con una altura de 2.42 en la parte más baja y de 3.70 en la más alta.

Para el cálculo correspondiente se tomo el área de recámaras y la sala, ya que en la parte posterior es un área donde está la cocina y comedor, siendo un área abierta al patio posterior.

Datos climáticos del día de diseño para el cálculo correspondiente:

- Día de diseño: 12 de Mayo de 2010.
- Horas de incidencia del sol durante el día: 6:00 hrs. – 18:00 hrs.
- Temperatura ambiente de inicio (6:00 hrs.) : 24.8 °C – 2.97.95 °K.
- Temperatura interior (6:00 hrs.) : 25.28 °C -298.43 °K.



Figura 68. Vivienda de la región. ©Cuán, María. 2010.

- Velocidad media definitiva para el cálculo: 4.48 m/seg.<sup>28</sup>

Materiales:

	Espesor	Coductividad termica w/hrm <sup>2</sup> °C
Muro de barro (carrizo)	0.2	0.47
Encalado	0.001	0.81
Ventana de vidrio claro	0.005	1.05
Teja ceramica	0.08	0.76
Madera de encino	0.025	0.16
Separación de teja con el muro	0.2	0.028



Figura 69. Cubierta de la vivienda vernácula. ©Cuán, María. 2010.

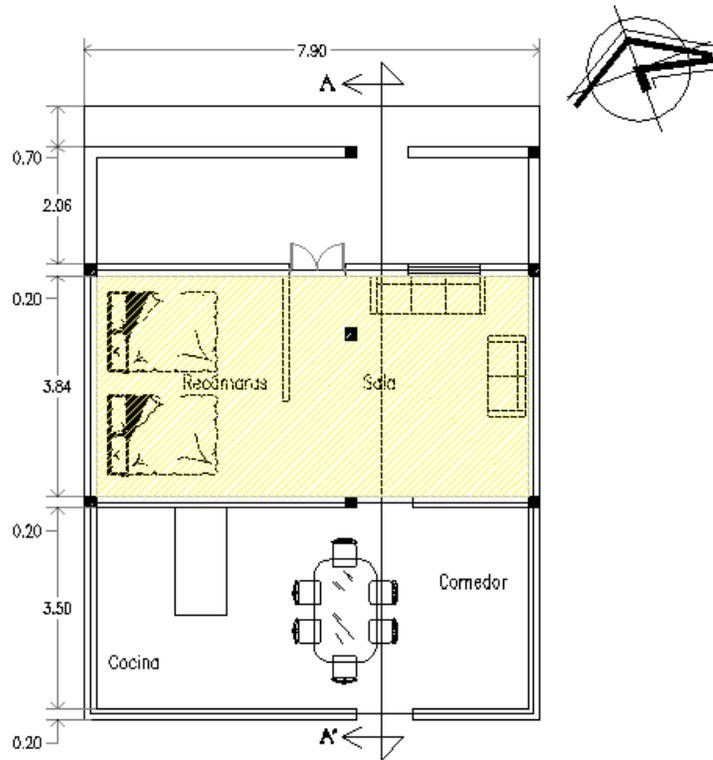


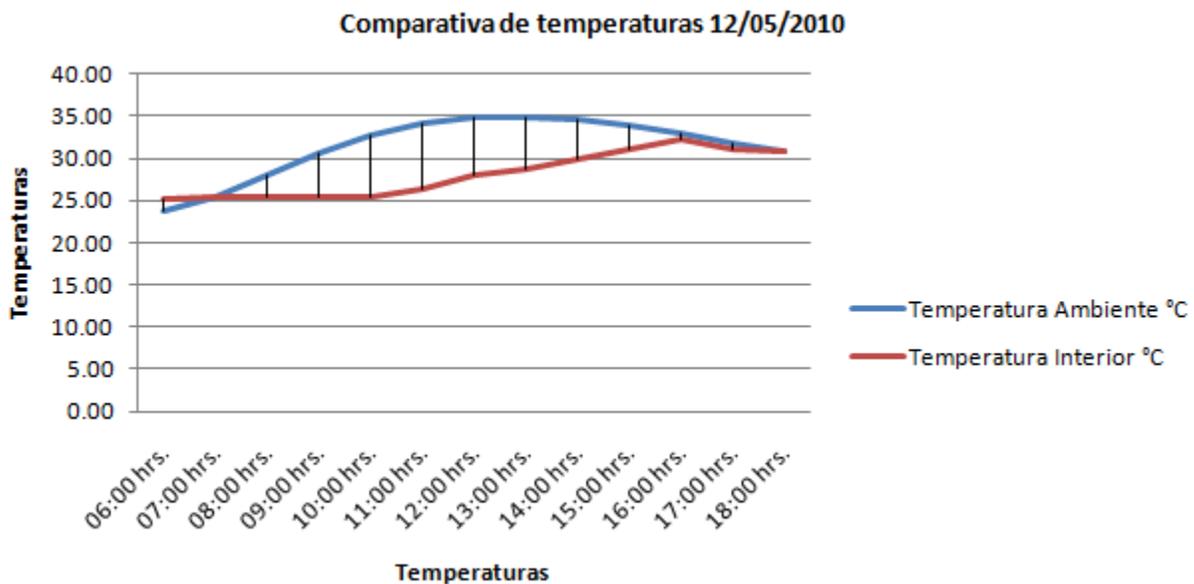
Figura 70. Planta arquitectónica y foto de la vivienda.

<sup>28</sup> (Revisar anexo para los datos de temperatura ambiente, humedad relativa, radiación solar, altura solar, azimut, humedad específica Temp. Ambiente (wamb.), humedad específica Temp. Interior (wiint.) y grafica de ángulos de incidencia solar sobre las fachadas de la vivienda en planta para el mes de mayo.

Datos climáticos por hora			
12/05/2010	Temperatura Ambiente °C	Temperatura Interior °C	Humedad Relativa Ambiente %
06:00 hrs.	23.87	25.28	95.00
07:00 hrs.	25.44	25.29	91.00
08:00 hrs.	27.97	25.33	83.00
09:00 hrs.	30.58	25.38	75.00
10:00 hrs.	32.71	25.46	68.00
11:00 hrs.	34.14	26.46	64.00
12:00 hrs.	34.85	27.96	62.00
13:00 hrs.	34.93	28.72	61.00
14:00 hrs.	34.54	29.88	63.00
15:00 hrs.	33.81	31.02	65.00
16:00 hrs.	32.88	32.28	68.00
17:00 hrs.	31.85	31.17	71.00
18:00 hrs.	30.81	30.84	74.00

- Temperatura menor a los 23°C.
- Temperatura mayor a los 28°C.
- Temperatura de confort entre los 23°C Y 28°C.
- Humedad menor a los 30 HR
- Humedades mayores a los 70 HR.
- Humedades de confort entre los 30 HR- 70 HR.

Figura 71. Tabla de temperatura y humedad , cálculo térmico periódico utilizando las ecuaciones del sistema TRNSYS. Datos obtenidos de normales climatológicas ©Cuán, María. 2010.



Para el caso dos también se colocaron equipos de medición, en este caso en particular solo se colocó uno en el área de la sala de la vivienda; esto con el fin de contrarrestar los resultados obtenidos.

Datos climáticos por hora				
12/05/2010	Temperatura Ambiente °C	Temperatura Interior °C	Humedad Relativa Ambiente %	Humedad Relativa Interior %
0:00 hrs.	25.60	29.37	64.78	73.01
01:00 hrs.	25.33	29.09	65.03	73.80
02:00 hrs.	25.36	28.82	65.41	74.28
03:00 hrs.	25.21	28.52	65.88	71.87
04:00 hrs.	24.97	28.25	66.29	71.64
05:00 hrs.	25.04	28.07	66.65	73.04
06:00 hrs.	25.11	27.85	66.86	74.77
07:00 hrs.	28.52	28.15	67.75	74.30
08:00 hrs.	29.49	28.72	67.72	72.77
09:00 hrs.	31.61	29.64	67.60	68.02
10:00 hrs.	31.71	30.80	67.40	65.96
11:00 hrs.	30.65	31.77	68.04	62.15
12:00 hrs.	29.89	32.36	66.95	63.05
13:00 hrs.	29.74	32.67	66.08	62.60
14:00 hrs.	29.82	32.79	64.52	62.06
15:00 hrs.	29.59	32.69	61.59	60.97
16:00 hrs.	28.67	32.30	60.76	59.65
17:00 hrs.	28.07	31.59	58.80	62.21
18:00 hrs.	27.16	30.93	58.63	65.67
19:00 hrs.	26.67	30.62	61.96	67.43
20:00 hrs.	26.70	30.47	65.59	68.47
21:00 hrs.	26.72	30.24	67.30	69.68
22:00 hrs.	26.84	30.07	66.39	70.59
23:00 hrs.	26.55	29.87	65.81	71.09

- Temperatura menor a los 23°C.
- Temperatura mayor a los 28°C.
- Temperatura de confort entre los 23°C Y 28°C.
- Humedad menor a los 30 HR
- Humedades mayores a los 70 HR.
- Humedades de confort entre los 30 HR- 70 HR.

Figura 72. Tablas de medición de temperatura y humedad. Hobos, vivienda vernácula. 2010.

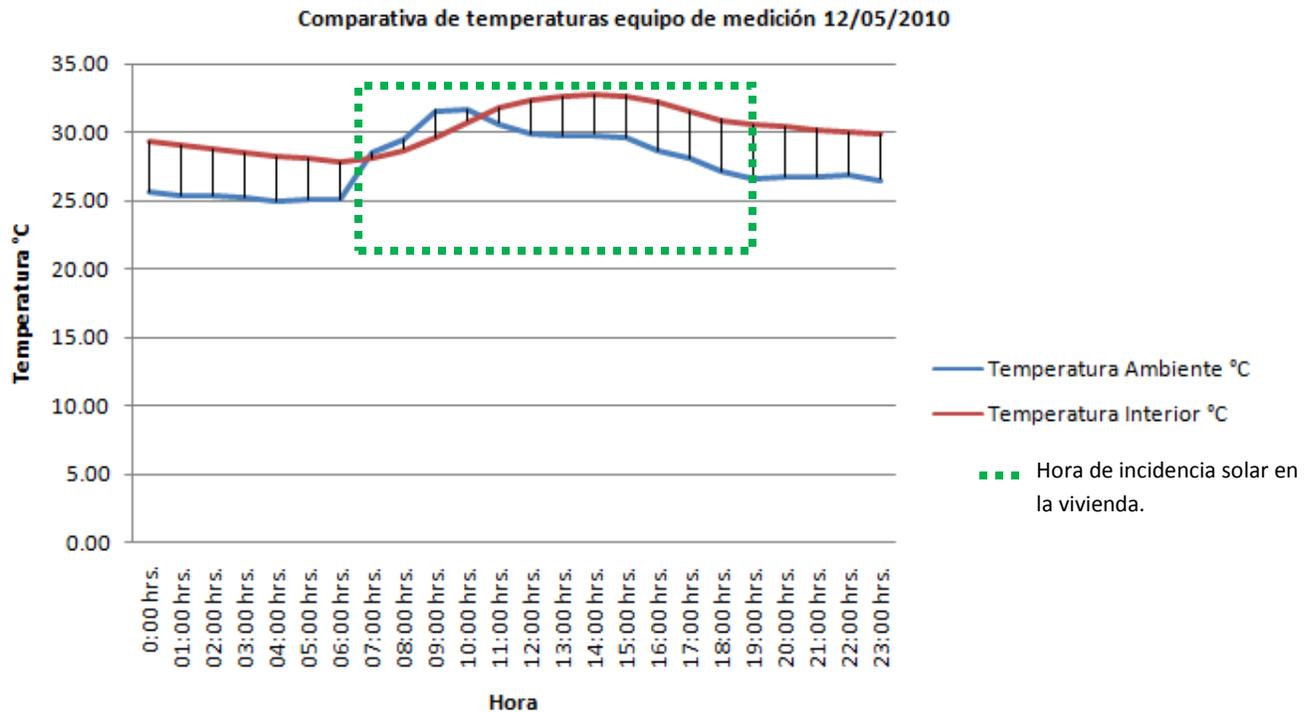
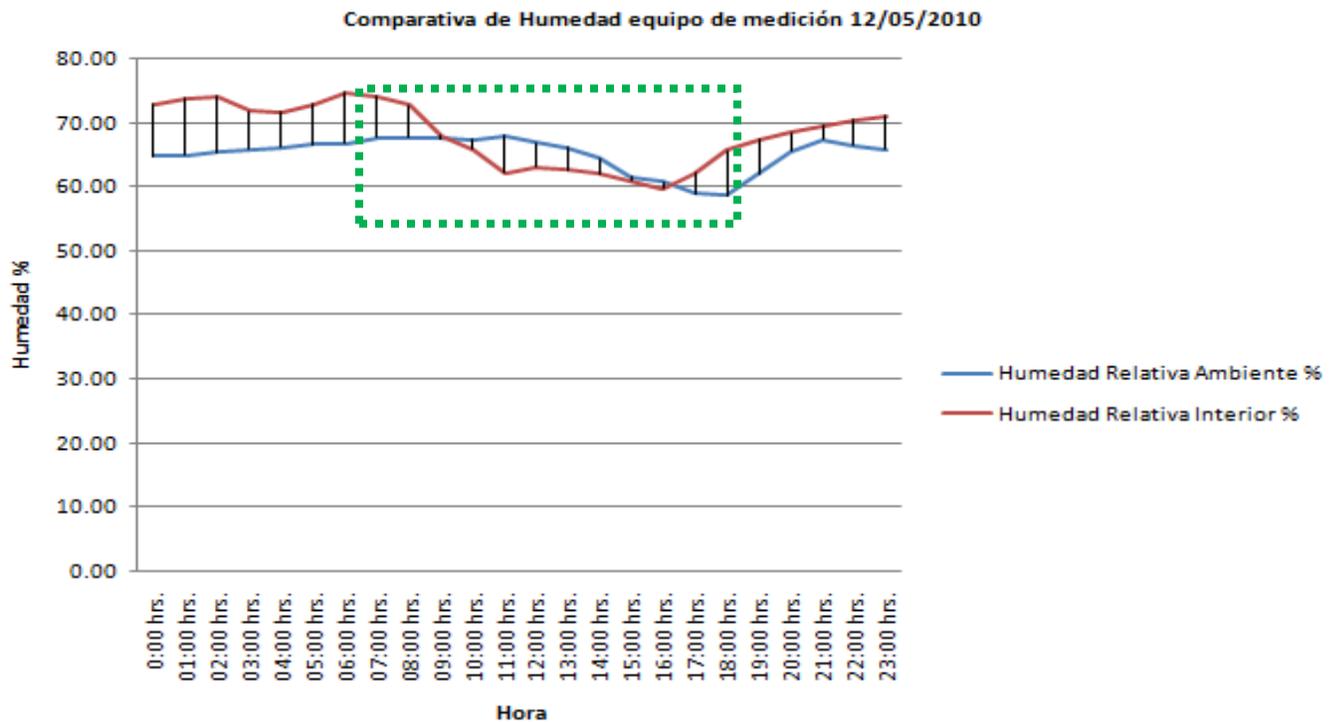


Figura 73. Grafica y tablas de resultados de la vivienda vernácula, HOBOS. ©Cuán, María. 2010.



### Análisis de Resultados

En las siguientes graficas se analizaran en conjunto los resultados obtenidos de las mediciones mencionadas anteriormente para poder comparar el comportamiento de las temperaturas y humedades de cada vivienda.

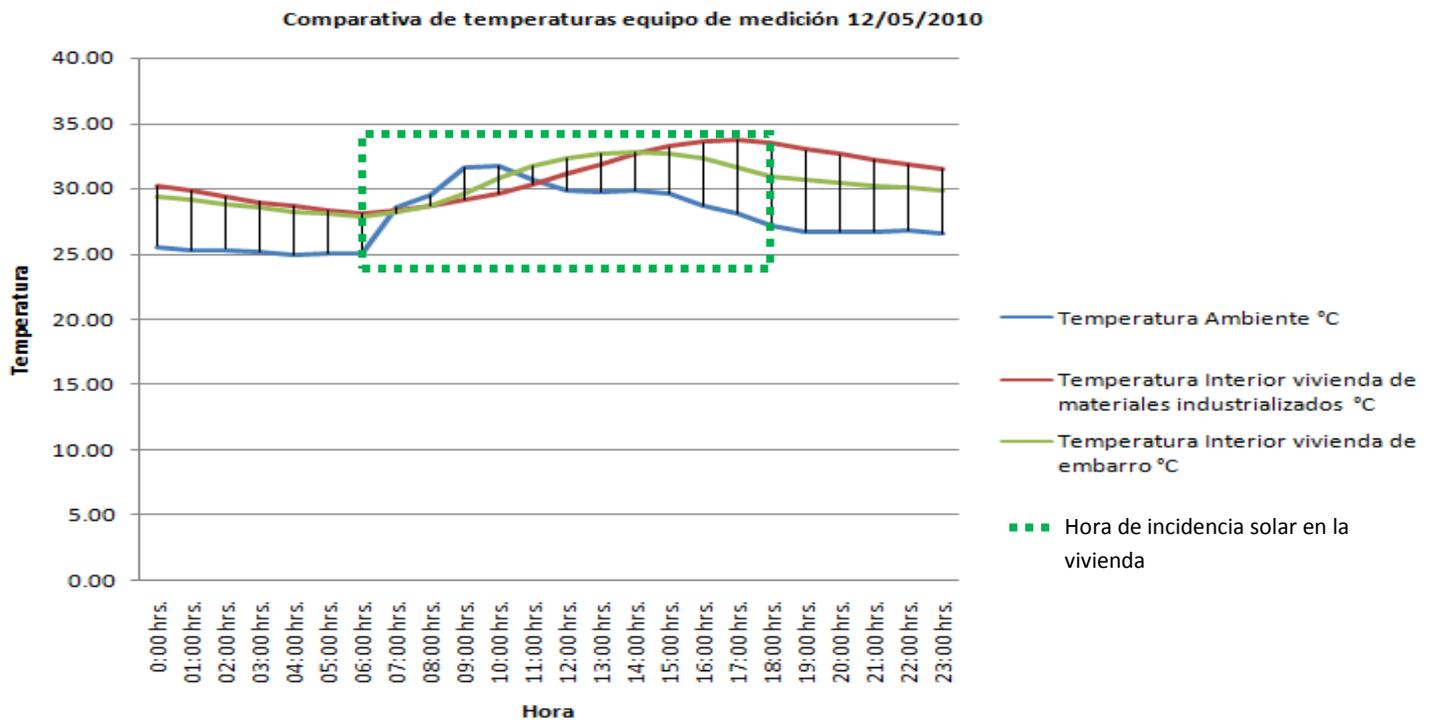
Con relación a la temperatura, el análisis se desarrolla de 0:00 hrs. a 23:00 hrs.; durante las primeras horas de 0:00 hrs. – 8:00 hrs. se mantienen prácticamente iguales, de 8:00 hrs. – 14:00 hrs.

En la vivienda de embarro aumenta ligeramente siendo la diferencia mayor de 1.23 °C al medio día, a las 14:00 hrs. las temperaturas se unen, posteriormente en las horas restantes la vivienda de embarre comienza a perder temperatura hasta llegar prácticamente a la misma que en la hora de inicio, en cambio la vivienda de materiales industrializados comienza a aumentar su temperatura conforme avanza el día; se puede decir que la vivienda de materiales industrializados sus materiales mantienen la temperatura durante más tiempo, que al ser comparada con los materiales de la vivienda de embarre esta mantiene la carga térmica ganada durante menos tiempo.

Datos climáticos por hora			
12/05/2010	Temperatura Ambiente °C	Temperatura Interior vivienda de materiales industrializados °C	Temperatura Interior vivienda de embarro °C
0:00 hrs.	25.60	30.19	29.37
01:00 hrs.	25.33	29.82	29.09
02:00 hrs.	25.36	29.44	28.82
03:00 hrs.	25.21	28.99	28.52
04:00 hrs.	24.97	28.67	28.25
05:00 hrs.	25.04	28.35	28.07
06:00 hrs.	25.11	28.12	27.85
07:00 hrs.	28.52	28.32	28.15
08:00 hrs.	29.49	28.67	28.72
09:00 hrs.	31.61	29.14	29.64
10:00 hrs.	31.71	29.67	30.80
11:00 hrs.	30.65	30.37	31.77
12:00 hrs.	29.89	31.13	32.36
13:00 hrs.	29.74	31.87	32.67
14:00 hrs.	29.82	32.59	32.79
15:00 hrs.	29.59	33.18	32.69
16:00 hrs.	28.67	33.52	32.30
17:00 hrs.	28.07	33.68	31.59
18:00 hrs.	27.16	33.39	30.93
19:00 hrs.	26.67	32.95	30.62
20:00 hrs.	26.70	32.59	30.47
21:00 hrs.	26.72	32.20	30.24
22:00 hrs.	26.84	31.82	30.07
23:00 hrs.	26.55	31.48	29.87

- Temperatura menor a los 23°C.
- Temperatura mayor a los 28°C.
- Temperatura de confort entre los 23°C Y 28°C.

Figura 74. Grafica y tabla de resultados de la vivienda vernácula y contemporánea. Temperatura. Hobos ©Cuán, María. 2010.

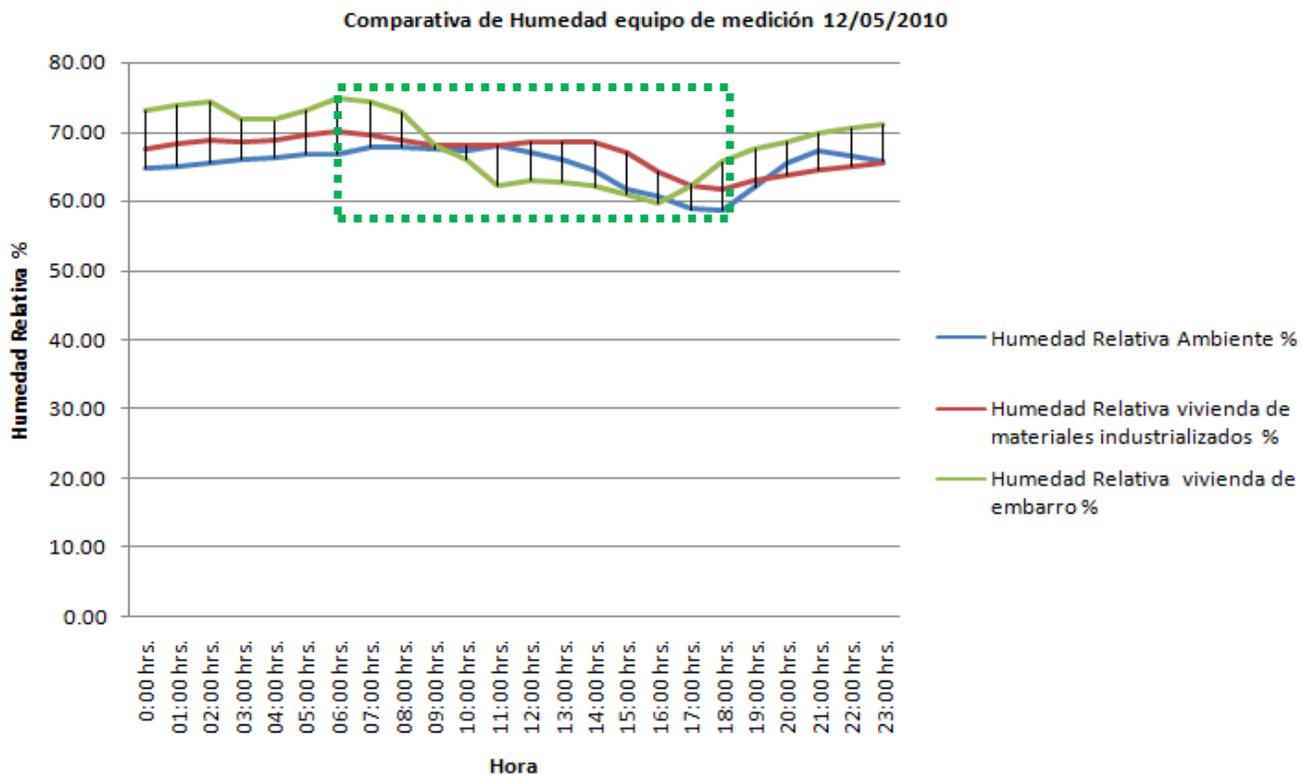


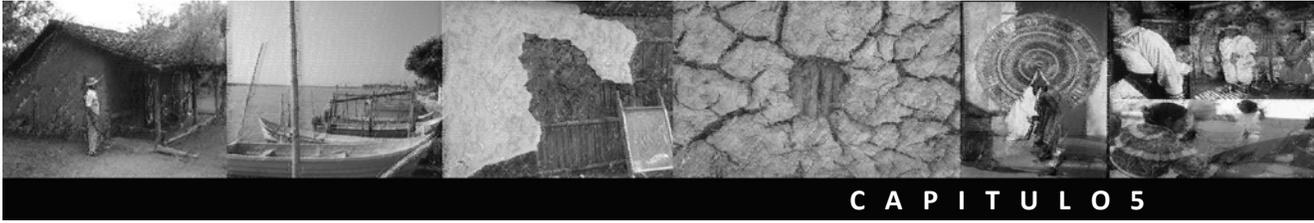
En la tabla de humedad se logra ver que en la vivienda vernácula (embarro), se encuentra 3 a 4 % arriba del 70% (porcentaje que se encuentra dentro del rango de confort), siendo una variación poco considerable.

- Humedad menor a los 30 HR
- Humedades mayores a los 70 HR.
- Humedades de confort entre los 30 HR-70 HR.

Datos climáticos por hora				
12/05/2010	Humedad Relativa Ambiente %	Humedad Relativa vivienda de materiales industrializados %	Humedad Relativa vivienda de embarro %	
0:00 hrs.	64.78	67.63	73.01	
01:00 hrs.	65.03	68.36	73.80	
02:00 hrs.	65.41	68.78	74.28	
03:00 hrs.	65.88	68.61	71.87	
04:00 hrs.	66.29	68.73	71.64	
05:00 hrs.	66.65	69.70	73.04	
06:00 hrs.	66.86	70.08	74.77	
07:00 hrs.	67.75	69.55	74.30	
08:00 hrs.	67.72	68.82	72.77	
09:00 hrs.	67.60	68.12	68.02	
10:00 hrs.	67.40	68.12	65.96	
11:00 hrs.	68.04	68.03	62.15	
12:00 hrs.	66.95	68.56	63.05	
13:00 hrs.	66.08	68.63	62.60	
14:00 hrs.	64.52	68.60	62.06	
15:00 hrs.	61.59	66.98	60.97	
16:00 hrs.	60.76	64.21	59.65	
17:00 hrs.	58.80	62.36	62.21	
18:00 hrs.	58.63	61.81	65.67	
19:00 hrs.	61.96	63.06	67.43	
20:00 hrs.	65.59	63.75	68.47	
21:00 hrs.	67.30	64.52	69.68	
22:00 hrs.	66.39	65.08	70.59	
23:00 hrs.	65.81	65.64	71.09	

Figura 75. Grafica y tabla de resultados de la vivienda vernácula y contemporánea. Humedad. Hobos ©Cuán, María. 2010.





C A P I T U L O 5

Adecuación climática de la vivienda



La intensa radiación del sol, la alta humedad, y los vientos variables deben estar dirigidos a lograr niveles de confort óptimo. Los hogares pueden ser protegidos del calor del sol a través de la utilización de estrategias de refrigeración pasiva para reducir la ganancia de calor e incorporar la ventilación natural. Los vientos variables pueden ser complementados con aberturas para permitir que el aire circule libremente por la casa.

Los seres humanos somos muy adaptables. Una casa diseñada para suavizar el impacto de las variaciones de temperatura, humedad, y las brisas disponibles pueden proporcionar comodidad, sin aire acondicionado.

En el exterior, las temperaturas suben durante toda la mañana y por la tarde; una vivienda orientada ineficientemente, se calienta a temperaturas que pueden ser incluso más elevadas que en el exterior, la vivienda conserva el calor y mantiene la temperatura del interior, incluso mientras que el aire exterior se enfría hasta la noche. Las viviendas que buscan el confort térmico con sistemas de aire acondicionado, se esfuerzan por crear una temperatura uniforme y condiciones de humedad, los ocupantes de esos hogares están aislados del entorno natural y sufren mayor estrés por temperatura y la humedad cuando se aventuran fuera de sus hogares. En contraste, un eficiente hogar especialmente diseñado, se asemeja más a la temperatura exterior y mejora las condiciones de confort.

Una interacción adecuada entre la arquitectura y el ambiente debe extraer beneficios de las condiciones climáticas particulares, los recursos naturales, para elaborar soluciones propias en función de un mayor ahorro de energía y calidad de vida de sus habitantes. Los criterios de diseño para concebir edificaciones con alta eficiencia energética deben estar dirigidos a privilegiar el acondicionamiento pasivo y la iluminación natural, así como a usar racionalmente el acondicionamiento mecánico cuando las necesidades de uso así lo requieran.

La obra arquitectónica debe concebirse en armonía con el clima y con las características socioculturales, económicas y tecnológicas del país, pues sus efectos se reflejan en la calidad de los espacios habitables, el uso racional de la energía y el impacto ambiental.

## 5.1 Implantación y forma

La implantación y la forma arquitectónica de la edificación pueden ser decisivas para aminorar las ganancias de calor por radiación solar y promover el movimiento del aire alrededor y dentro de los ambientes. Para ello es necesario considerar todas las posibilidades de la orientación solar, los vientos dominantes, los accesos, los árboles existentes, el contexto urbano, y valorar en cada caso las limitaciones impuestas por las características del terreno.

La presencia de elementos del entorno urbano o ambiental tales como desniveles topográficos, masas de vegetación o edificios cercanos puede arrojar sombras que pueden ser aprovechados como protectores solares.

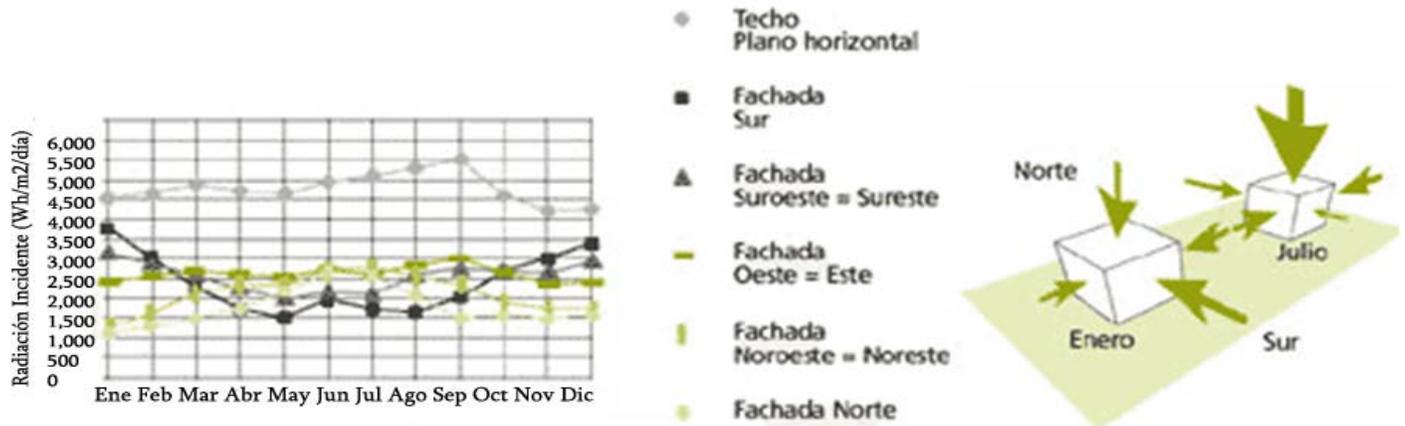


Figura 68. Manual de diseño para edificaciones energéticamente eficientes en el trópico. IDEC. Venezuela.

La ganancias solares de calor tienen su mayor impacto en las superficies perpendiculares a los rayos del sol, es decir en los techos y las paredes este y oeste durante todo el año; en la pared sur en los meses del invierno boreal (noviembre, diciembre, enero). En las edificaciones orientadas con las fachadas más estrechas hacia el este y el oeste se reduce la exposición al sol en su ángulo más bajo y se obtienen mejores posibilidades de sombreado.

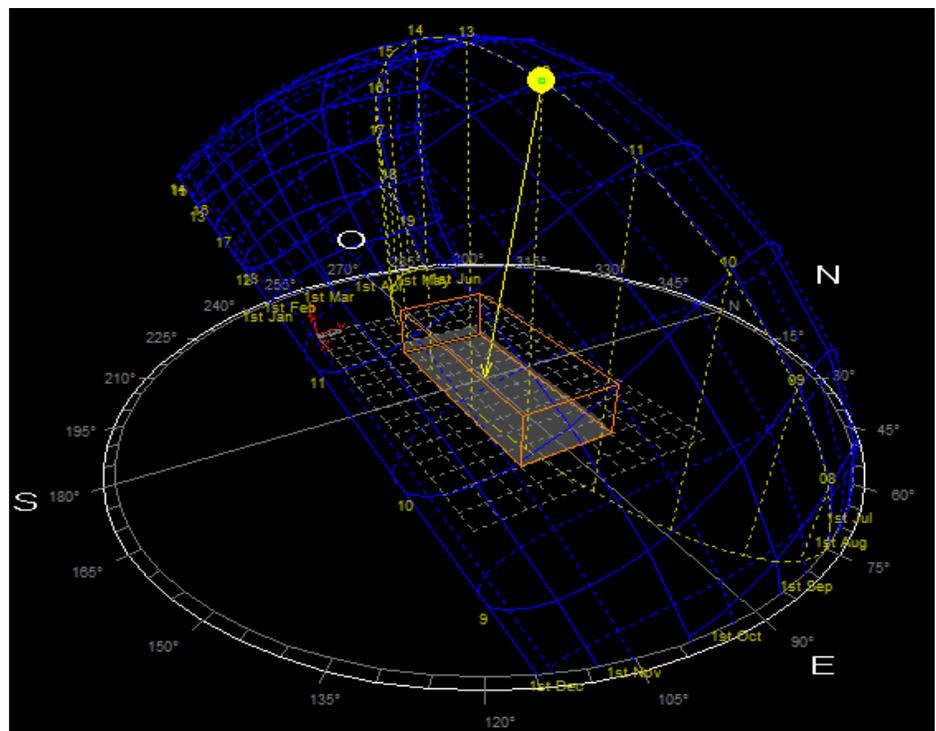


Figura 69. Gráfica estereográfica de Tuxpan Ver. Elaborada con el software Ecotec. 2010

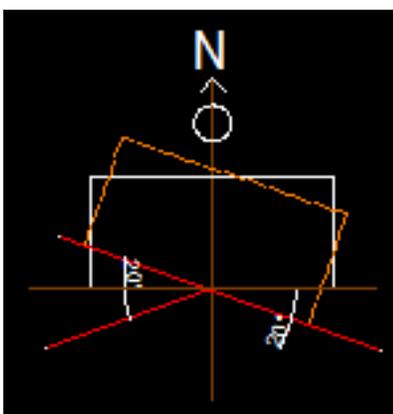


Figura 70. Orientación de la vivienda dentro de un ángulo de 15° a 20° este-oeste

Plantas alargadas con las fachadas más estrechas orientadas dentro de un ángulo de 15° a 20° este-oeste, reducirán las ganancias de calor en las mañanas y en las tardes cuando el sol actúa con sus ángulos más bajos. Aunque la fachada sur reciba alta insolación durante el invierno boreal, ésta puede reducirse con aleros de techo.

## Aprovechamiento de la Ventilación Natural

La ventilación natural se refiere al proceso de intercambio de aire exterior e interior del edificio, sin el uso de la energía que consumen los dispositivos mecánicos, tales como ventiladores y acondicionadores de aire. Para maximizar las oportunidades naturales de ventilación dentro de la casa, se debe asegurar que el edificio tenga acceso sin restricciones a las brisas exteriores.

Se deben utilizar formas abiertas, alargadas o segmentadas, ubicadas según un ligero ángulo en relación a los vientos dominantes, teniendo cuidado de orientar las fachadas más estrechas hacia el este y el oeste. Esta disposición reducirá las ganancias de calor solar y proporcionará mayores oportunidades de ventilación cruzada.

El flujo de aire alrededor de una edificación crea una zona de alta presión en la cara de frente al viento dominante y de baja presión en la cara de atrás y en las caras paralelas a la dirección del viento. Las edificaciones alineadas en la dirección del viento crean sombras de viento a las otras edificaciones que están aguas abajo y en consecuencia una mala ventilación. Esta situación puede mejorarse orientando las edificaciones en un cierto ángulo en relación a la dirección predominante del viento. De esta forma también se incrementa la distancia efectiva entre las edificaciones.

El ángulo de inclinación y la orientación de las aguas de un techo pueden emplearse para desviar la trayectoria original del viento, y de esta manera aprovechar mejor su fuerza dinámica para ventilar los ambientes.

- Techos inclinados a favor del viento producirán mayor presión en la fachada de incidencia que techos planos, por cuanto la trayectoria del viento se desvía hacia arriba y produce una mayor masa de aire a presión negativa a sotavento. Mientras mayor es la pendiente mejor es el efecto.
- Techos con pendientes opuestas a la incidencia de los vientos producen un efecto de presión negativa menor, debido a que el aire tenderá más rápidamente a restaurar su trayectoria original para volver a la superficie del suelo.
- Los techos a dos aguas con orientación perpendicular a la incidencia de los vientos y con poca pendiente permitirán la restauración más rápida de la trayectoria del viento a sotavento, por lo tanto menor será la diferencia entre sobrepresión y depresión alrededor del volumen. Con techos a cuatro aguas el efecto es más evidente.
- Techos planos con aleros tipo corredor perimetral disminuirán los campos de presión alrededor del volumen. Esta situación se puede mejorar creando remates ascendentes al perímetro de los aleros<sup>29</sup>.

El roce del viento contra el suelo reduce el movimiento del aire y hace necesario elevar la edificación o parte de la misma mediante pilotes o columnas, para que así la velocidad del aire que la atraviesa sea mayor. Esto permite a la envolvente desprender calor por convección. Es importante destacar que el espacio inferior libre puede ser usado como estacionamiento, sala de usos múltiples o como áreas de circulación.

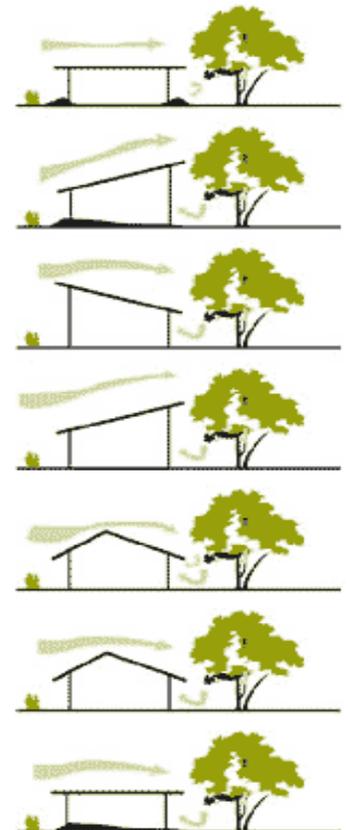


Figura 71. Buena ventilación en una disposición lineal de las edificaciones, con caras oblicuas a la dirección del viento.

<sup>29</sup> Manual de diseño para edificaciones energéticamente eficientes en el trópico. IDEC. Venezuela.

En climas de grandes diferencias de temperatura, el bienestar está ligado a la transferencia de calor. La inercia y el soleamiento limitan la conducción, la ventilación actúa sobre la ventilación, la protección solar y el revestimiento de fachadas influyen sobre la radiación y la vegetación favorece las pérdidas por evaporación.

Cualquiera que sea el contexto, la elección de materiales y técnicas de construcción condicionan la calidad del edificio. No se trata de buscar un bienestar permanente a costos elevados, sino de proponer soluciones apropiadas al modo de vida dentro de límites de costos aceptables.

Podemos citar aspectos invariables en la selección de materiales de construcción:

- La noción de durabilidad: en los materiales está asegurada por su resistencia en el tiempo. En el caso del bahareque, correctamente tratado, puede resistir a todas sus amenazas: lluvias, vientos, insectos xilófagos, putrefacción.
- El desarrollo local: la valorización de los recursos locales, mano de obra, sabiduría, materiales; las problemáticas propias de la arquitectura de identidad y la apropiación del medio por sus habitantes, son elementos del desarrollo local.
- Calidad de los acabados: el tratamiento climático en climas cálidos concierne tanto a la obra gruesa como a los acabados. Las economías energéticas se logran en los acabados: sistemas regulables de abertura fácil, cerramientos deslizables, parasoles, etc. Esta selección determina en gran parte el nivel de bienestar del habitante. Si tomamos como ejemplo un ventanal en fachada, veremos que si las aberturas están mal protegidas y son de vidrio, favorecerán los aportes térmicos solares.

Los vidrios simples de las ventanas son transparentes a la radiación infrarroja (RI) de onda corta, por lo que ésta es absorbida y re irradiada entre las superficies y objetos interiores en forma de radiación infrarroja (RI) de onda larga. El vidrio resulta opaco para la radiación de onda larga, por lo cual este calor radiante quedará atrapado dentro del ambiente. Este es el mismo proceso de generación de calor que ocurre cuando se deja un carro expuesto al sol con los vidrios cerrados. Según las características del vidrio, la radiación solar que llega a una ventana es reflejada, transmitida y/o absorbida, y luego re-irradiada. El vidrio simple claro transmite más del 80% de la radiación incidente.

El área y la orientación de las ventanas y/o fachadas de vidrios, así como la tecnología de los cristales y la presencia o no de protecciones solares, pueden tener un gran impacto en los costos económicos y energéticos de las edificaciones. En las zonas cálidas lo ideal es ubicar la mayor área de ventanas o fachadas de vidrios hacia el norte, donde es mínima la radiación directa, o en el sur, en donde pueden ser diseñadas con protecciones solares horizontales para resguardarlas de la radiación solar que incide de noviembre a marzo. Los parasoles en fachadas este y oeste no protegen todo el año los ángulos de incidencia del sol. En este caso, la mejor técnica es no proponer fachadas de vidrio en las fachadas este y oeste.

- Para reducir la amplitud de un flujo térmico, las paredes del envolvente deben presentar una capacidad térmica difusa débil y una capacidad térmica efusiva poderosa. En climas cálidos y húmedos, el aislamiento no interesa y la inercia térmica no es aconsejable. Paredes ligeras y claras permiten reflejar el máximo de energía incidente.

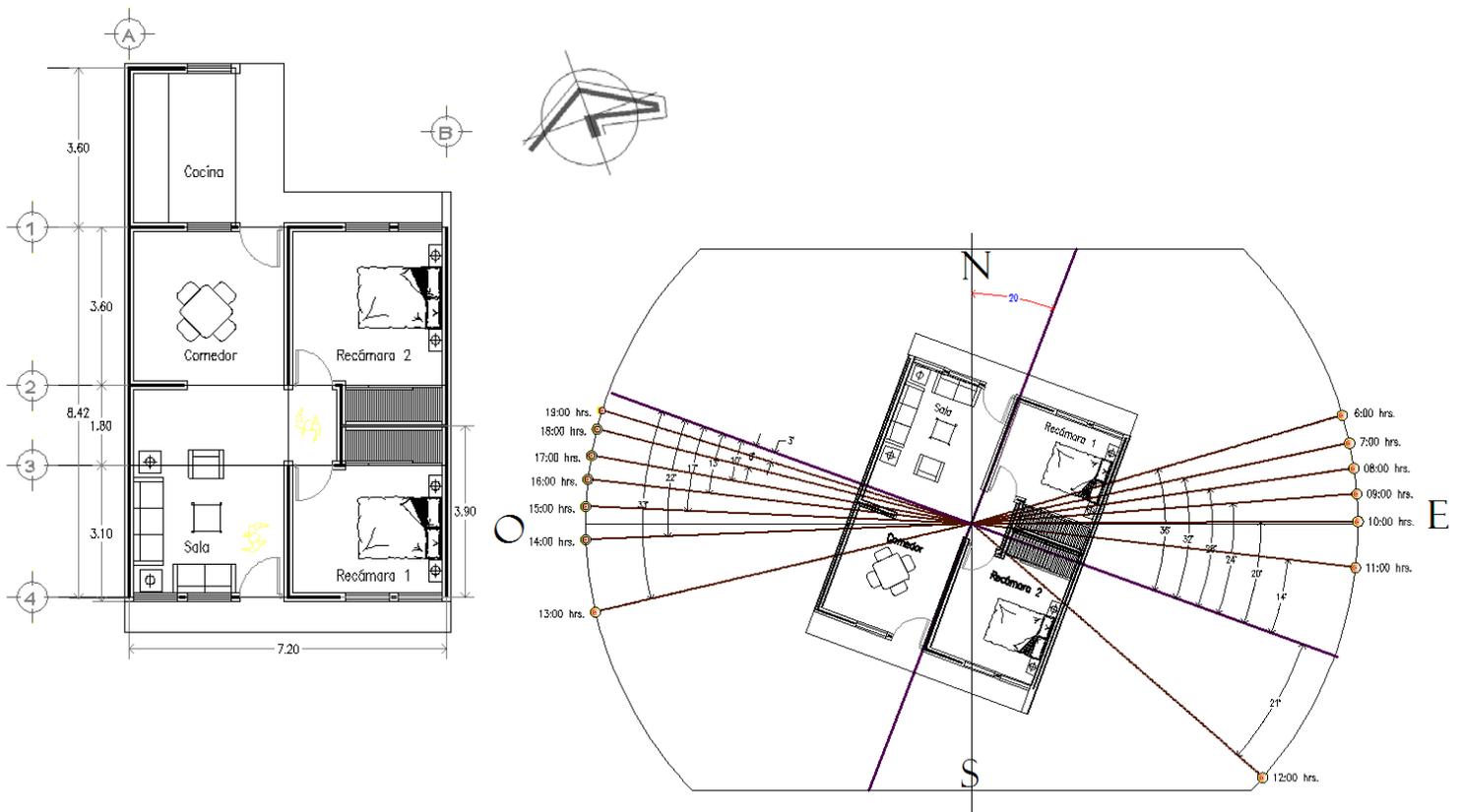
- En cuanto a la ventilación, el techo es un componente importante que puede aportar soluciones novedosas. Desde lo básico de las construcciones vernaculares en las que por convección el aire se renueva y el humo sale, hoy existe la posibilidad de que el techo tenga una participación activa y no pasiva. Si el aire caliente es más liviano que el aire frío, éste subirá produciendo tiraje, si se aumenta la velocidad del aire este enfriará el cuerpo que encuentra a su paso, si se introduce una corriente horizontal con salida superior, esta se comportará como una succión que succiona el aire hacia el interior.

Resumen de estrategias de diseño para las viviendas en el trópico húmedo:

1	En las zonas cálidas lo ideal es ubicar la mayor área de ventanas o fachadas de vidrios hacia el norte, donde es mínima la radiación directa, o en el sur, en donde pueden ser diseñadas con protecciones solares horizontales para resguardarlas de la radiación solar que incide de noviembre a marzo. Los parasoles en fachadas este y oeste no protegen todo el año los ángulos de incidencia del sol. En este caso, la mejor técnica es no proponer fachadas de vidrio en las fachadas este y oeste.
2	En zonas donde la dirección del viento es constante, la abertura es única y debe ser orientada hacia esa dirección, mientras que en otros lugares donde existe diferentes direcciones predominantes se combinan diversas entradas de aire.
3	El modelo de ventana más eficiente para la ventilación natural es el de hojas batientes con un índice de eficiencia de 90%; aunque el modelo de romanillas, de una eficiencia de 75%, resulta más aconsejable por su funcionalidad en caso de lluvias.
4	Es importante generar la ventilación cruzada para favorecer el movimiento del aire de un espacio.
5	Las paredes deben ser de una alta reflectancia; para lograr esto, las pinturas blancas son las más recomendables, pues reflejan entre un 70% y 80% de la radiación solar incidente. Si se requiere combinar materiales o tonos de colores oscuros, es recomendable utilizarlos en los elementos menos expuestos al sol.
6	La altura del techo en relación al piso de la vivienda, regula la influencia del calor de la techumbre sobre los usuarios, habiendo mayor calor cuando es más baja y menos calor cuando es más alta.
7	Las superficies horizontales reciben la máxima intensidad solar, puesto que el ángulo de incidencia es muy cercano a la perpendicular a la superficie durante un gran número de horas al día. Estos techos pueden recibir hasta 50% más de calor que los techos inclinados. Los techos de una sola agua deben inclinarse hacia el norte pues el sol incidirá con un ángulo muy pequeño la mayor parte del año, mientras que con dos aguas deben orientarse preferiblemente norte-sur.
8	Los colores claros en el techo pueden reflejar entre 25% y 30% de la energía radiante del sol.
9	El empleo de cámaras de aire en los cerramientos constructivos es adecuado para mitigar las ganancias de calor, debido a que el aire es un material aislante con un coeficiente de conductividad térmico $K= 0.028$ , igual al de la fibra de vidrio. Estas pueden ser ventiladas o no ventiladas; las que funcionan mejor son las

	ventiladas, ya que eliminan por convección las ganancias de calor rápidamente hacia el exterior.
10	La vegetación absorbe la radiación solar, aísla térmicamente y sombrea los cerramientos de la envolvente.
11	Al introducir una corriente horizontal (sistema activo) con salida superior, esta se comportará como una succión que succiona el aire hacia el interior.
12	Plantas alargadas con las fachadas más estrechas orientadas dentro de un ángulo de 15° a 20° este-oeste, reducirán las ganancias de calor en las mañanas y en las tardes cuando el sol actúa con sus ángulos más bajos.

Adecuando algunas estrategias de las mencionadas anteriormente y tomando en cuenta las características propias de la arquitectura de la región elaboré el cálculo térmico con la adecuación de la planta arquitectónica de una vivienda. Es necesario mencionar que no se intenta cambiar las características de la vivienda vernácula, si no se enuncia una posible distribución, mejorando el método constructivo, incorporando elementos que permitirán el uso de los materiales locales y técnicas contemporáneas para ampliar la durabilidad y funcionamiento de las viviendas<sup>30</sup>.



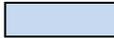
<sup>30</sup> Revisar anexo para las características constructivas para el mejoramiento de una vivienda de embarro.

Datos climáticos del día de diseño para el cálculo correspondiente:

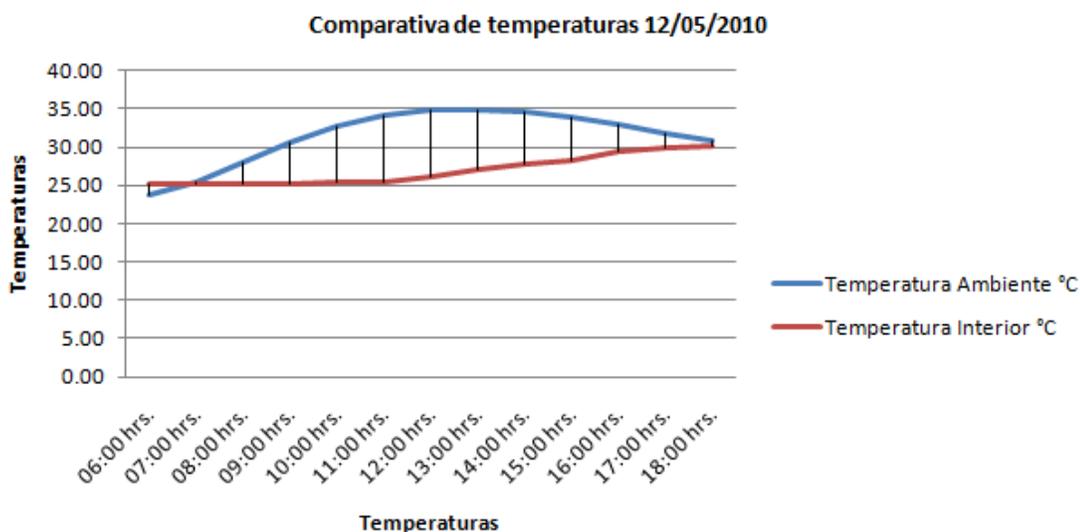
- Día de diseño: 12 de Mayo de 2010.
- Horas de incidencia del sol durante el día: 6:00 hrs. – 18:00 hrs.
- Temperatura ambiente de inicio (6:00 hrs.) : 24.8 °C – 2.97.95 °K.
- Temperatura interior (6:00 hrs.) : 25.28 °C -298.43 °K.
- Velocidad media definitiva para el cálculo: 4.48 m/seg.<sup>31</sup>
- Materiales:

	Espesor	Coductividad termica w/hrm <sup>2</sup> °C
Muro de embarro (carrizo)	0.2	0.47
Aplanado con mortero de cemento	0.01	0.70
Ventana de vidrio claro	0.005	1.05
Teja ceramica	0.08	0.76
Madera de encino	0.025	0.16
Separación de teja con madera (cámara de aire)	0.4	0.028
Madera de encino	0.025	0.16
Cubierta de embarro (carrizo)	0.2	0.47

Datos climáticos por hora			
12/05/2010	Temperatura Ambiente °C	Temperatura Interior °C	Humedad Relativa Ambiente %
06:00 hrs.	23.87	25.28	95.00
07:00 hrs.	25.44	25.28	91.00
08:00 hrs.	27.97	25.28	83.00
09:00 hrs.	30.58	25.29	75.00
10:00 hrs.	32.71	25.29	68.00
11:00 hrs.	34.14	25.40	64.00
12:00 hrs.	34.85	26.20	62.00
13:00 hrs.	34.93	27.01	61.00
14:00 hrs.	34.54	27.83	63.00
15:00 hrs.	33.81	28.20	65.00
16:00 hrs.	32.88	29.52	68.00
17:00 hrs.	31.85	29.88	71.00
18:00 hrs.	30.81	30.10	74.00

-  Temperatura menor a los 23°C.
-  Temperatura mayor a los 28°C.
-  Temperatura de confort entre los 23°C Y 28°C.
-  Humedad menor a los 30 HR
-  Humedades mayores a los 70 HR.
-  Humedades de confort entre los 30 HR- 70 HR.

<sup>31</sup> (Revisar anexo para los datos de temperatura ambiente, humedad relativa, radiación solar, altura solar, azimut, humedad especifica Temp. Ambiente (wamb.), humedad especifica Temp. Interior (wiint.) y grafica de ángulos de incidencia solar sobre las fachadas de la vivienda en planta para el mes de mayo.



Con este análisis se puede observar que los valores de temperatura en el interior de la vivienda se reducen con relación a la vivienda vernácula tradicional; alcanzando temperaturas dentro del rango de confort (menores a los 28°C) hasta las 14:00 hrs., donde en la vivienda vernácula sin modificaciones sólo se encontraba dentro de este rango a las 6:00 hrs.; además de que se puede mejorar las características en el interior de la vivienda, respetando los espacios que posee una vivienda tradicional, como el uso de una cocina abierta para la estufa de leña la cual puede incorporar la cocina mejorada, con chimenea de humo para evitar que este se propague por la vivienda, además evita el tizne de las ollas; con un adecuado mantenimiento se puede tener la vivienda en buenas condiciones<sup>32</sup> anexando técnicas contemporáneas, en la construcción de la vivienda como las que se mencionan en el anexo; como mejoramiento de los cimientos, estructura de la cubierta, y refuerzo de los muros para que estos con el tiempo no sufran fallas por flexión y estas se encuentren en buenas condiciones para mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

Para progresar en el área de desarrollo sostenible debemos cambiar el paradigma de Arquitectura. Lo que necesitamos es un nuevo acercamiento a la Arquitectura, el “Nuevo Regionalismo”, respeto al clima, cultura de la región y sin embargo creando una sostenibilidad ecológica y cultural en el ambiente construido.

En lugar del Estilo Internacional, el cual no respeta el clima ni la cultura regional, debemos unir fuerzas para usar los aspectos positivos de la globalización: cooperación internacional en investigación, y desarrollo, acelerada por las mejoradas herramientas de comunicación. El deseo de evitar ciudades sin identidad y devoradoras de recursos, sólo se puede lograr a través de la cooperación, respeto a nosotros mismos (lo cual a menudo es el mayor problema) y a las otras culturas.

<sup>32</sup> Para la elaboración y mantenimiento de una vivienda con estas características revisar el anexo a partir de la pagina IX.



## CONCLUSIONES

Por medio de esta investigación, poco a poco me fue llamando la atención el análisis de la vivienda vernácula; ya que en un principio estaba enfocada sólo al uso de sistemas bioclimáticos para el control de temperaturas en las viviendas; pero al ir investigando me di cuenta que contamos con grandes riquezas en nuestras viviendas que con el paso del tiempo nuestros antepasados fueron adaptando a los distintos ambientes que hay alrededor del planeta; y de como estos sistemas constructivos en algunas partes se han ido perdiendo; la primera sorpresa que me lleve fue que al iniciar la investigación de la vivienda vernácula de la región de Tuxpan, Ver, al preguntar en el ayuntamiento, me di cuenta que se encuentran en una total ignorancia de lo que en verdad una vivienda de la región nos puede brindar, y de la armonía que esta conserva con el entorno; además que las personas que las poseen aun se sienten orgullosas de sus tradiciones.

La investigación consistió a grandes rasgos, en la localización, descripción de la vivienda vernácula de la región, además de la búsqueda de las características de los elementos que envuelven a la edificación, tales como: la ventana, el muro y la cubierta; para generar beneficios al ser aplicados en la vivienda; se analizó el clima de la región y con estos datos se continuó a realizar una comparativa de la vivienda vernácula con materiales como el muro de barro (carrizo, lodo, cal, zacate y agua), cubierta de teja, con una de materiales industrializados (tabique, acabado de cemento-arena y losa de concreto armado); a ambas se les realizó el cálculo térmico para el día 12 de mayo de 2010 con un sistema manual de cálculo térmico y otro con elementos de medición digital, esto para verificar los resultados y así al final se realizó un cálculo agregando algunas estrategias bioclimáticas para mejorar el confort de la vivienda vernácula.

La temperatura media y máxima están por encima de los rangos de confort en verano. La humedad relativa permanece fuera de confort casi todo el año, con una precipitación pluvial de alrededor de 1500 mm anuales. Vientos huracanados, ciclones y nortes. En este bioclima se presenta principalmente el calor húmedo, lo cual puede ocasionar serios problemas a la estructura del edificio, mobiliario y cosas almacenadas en él, como la ropa y los alimentos.

El confort se presenta en mayor porcentaje en los meses de noviembre a marzo a partir desde las 9 de la mañana, aproximadamente, hasta las 22 horas. El frío aparece en los meses diciembre y enero, con menor intensidad.

En el análisis térmico, el edificio tradicional alcanzó temperaturas internas bajas, comparadas con la vivienda de materiales industrializados, la diferencia entre ambas no es muy grande pero se puede ver claramente como en la primera los materiales pierden más fácilmente el calor producido por la conducción de los materiales, en cambio la de materiales industrializados tarda unas horas más; además que por la escasa ventilación el

movimiento del aire dentro de la vivienda es muy pobre, el cual se puede solucionar con un ventilador, sin requerir al uso de aire acondicionado. Es importante para futuras proyecciones, evitar ubicar las ventanas en el este y oeste, y si en todo caso que existiera alguna éstas deben ser protegidas con parasoles, o vegetación que genere sombra a la misma evitando la ganancia térmica de la edificación; otro punto muy importante es la inclinación de los proyectos 20°, para reducir el impacto de los rayos solares en las fachadas este y oeste; pero al parecer esta ligera inclinación ya la tenían presentes nuestros antepasados ya que la traza de la ciudad posee esta característica.

Es importante cuantificar el efecto de cada elemento del edificio para un mejor entendimiento de la transferencia térmica del edificio. Se intentó estudiar el efecto de la sombra en las paredes y en el techo. Este estudio sólo prueba que la mayor transferencia térmica ocurre a través de la piel del edificio. Se computó que la carga térmica se reduce en un 50% cuando las paredes están en sombra y en un 80% cuando el techo también lo está. Es notable la transformación del entorno de investigación a raíz de las líneas de trabajo impulsadas por la UNESCO con los enfoques del “patrimonio”. Sin embargo, es notable la escasa presencia en los ámbitos turísticos y culturales y en las políticas de vivienda de este rico patrimonio debido a un entorno que subestima e ignora las posibilidades de la construcción con tierra por asociarlo con un pasado histórico no tecnológico y con la pobreza actual.

Los ejemplos de arquitectura vernácula son el fruto de un lento proceso de ajuste que ha durado centenares y miles de años, destinado a la creación de condiciones de confort ambiental, utilizando del mejor modo los recursos locales. En algunos casos se han alcanzado resultados sorprendentes que unen un extremado refinamiento arquitectónico a un sofisticado uso de materiales y principios físicos. Este patrimonio, que en gran parte del siglo pasado y hasta hoy está en gran parte abandonado, representa una mina inagotable de información y sugerencias. A pesar de ello hay señales de una tendencia arquitectónica contraria que, aunque aún minoritaria, se inspira en esa sabiduría que ofrece la arquitectura sin arquitectos.

“El objetivo final que persigue el análisis de la vivienda vernácula es mejorar las condiciones de vida a partir de una vivienda digna y mejorar las condiciones de hábitat de la zona rural mediante el uso de tecnologías socialmente apropiadas”, brindando a la comunidad la posibilidad de contar con el conocimiento necesario para transformar la realidad de su hábitat.

**Libros**

- ▶ **Alvar. Aalto.** *La Humanización de la Arquitectura.* Barcelona España, 2º Edición, 1982.
- ▶ **Arana F.,** *Ecología para Principiantes,* Editorial Trillas, México.
- ▶ **Barreda, Aida.,** *Vivienda popular rural, Universidad Veracruzana,* México, 1ª Edición, 2005.
- ▶ **Bown, G. Z.,** *Sol, luz y viento: estrategias para el diseño arquitectónico.* México, Trillas 1994.
- ▶ **Chris Reardon.** *Passive Cooling.* Australia.
- ▶ **Deffis Caso Armando,** *La casa ecológica autosuficiente,* clima Cálido y tropical, Editorial Árbol, México, 1ª Edición, 1994.
- ▶ **Estrella, José,** *Vivienda Campesina en México, Universidad Veracruzana,* México, Impreso por Miguel Galas, 1ª Edición, 2006.
- ▶ **Edwards, Brian,** *Guía Básica de la Sostenibilidad,* Editorial G. Gili, España, 2ª Edición, 2004.
- ▶ **FOVISSSTE,** *El módulo social de la vivienda.* Editado por FOVISSSTE. México, 1975.
- ▶ **García Chávez, José Roberto,** *Viento y Arquitectura,* Editorial trillas, 3ª edición, México, 2005.
- ▶ **García José.** *Potential of Indirect Evaporative Passive Cooling with Embedded Tubes in a Humid Tropical Climate.* 26th Conference on Passive and Low Energy Architecture, Quebec City, Canada, 22-24 June 2009
- ▶ **Gernot Minke.** *Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra.* Forschungslabor für Experimentelles Bauen Universidad de Kassel, Alemania. 2005
- ▶ **Gómez, Marcela ,** *Análisis y catalogación de la Arquitectura Civil de Poza Rica,* México 1996.
- ▶ **González, Jorge,** *La Vivienda Rural Y calidad de Vida en los Asentamientos Rurales en el Marco del Desarrollo Sustentable,* Publicación la Academia, México, 1998.

- ▀ **Gogliardo Vieira Maragno.** *Las varandas como espacios reguladores de las condiciones ambientales en los trópicos brasileños.* Universidas Politecnica de Catalunia. Septiembre 2008.
- ▀ **Guía CONAFOVI.** *Uso eficiente de la energía en la vivienda.* México, Primera Edición, 1982.
- ▀ **Guiñán, Edgar.** Guía de arquitectura bioclimática.20 de junio de 2009.
- ▀ **González, Eduardo.** *Sobre el enfriamiento pasivo de edificaciones: proyecto en desarrollo en el IFAD-LUZ. Instituto de Investigaciones de la Facultad de Arquitectura y Diseño (IFAD) Universidad del Zulia Maracaibo. Venezuela*
- ▀ **James & James,** *Un Vitruvio ecológico principios y práctica del proyecto arquitectónico sostenible,* Editorial G. Gili, SL, Barcelona, 2007.
- ▀ **Jean-Louis, Izard,** *Arquitectura bioclimática,* Editorial G. Gili, México, 2ª Edición 1983.
- ▀ **Ji, J.** *A climate-vegetation interaction model: simulating physical and biological processes at the surface,* Journal of Biogeography, no. 22,445-451, 1995 .
- ▀ **Konya, Allan,** *Diseño en climas cálidos,* manual practico, Editorial Artigrafía, España, 1ª Edición, 1981.
- ▀ **López Morales, Fra. ,** *Arquitectura Vernácula en México,* Editorial Trillas, México, 1ª Edición, 1993.
- ▀ **López, Víctor.** *El Hueco.* Tectónica, no. 4. Madrid, España, 1997.
- ▀ **Lorenzo, Ernesto.** *Desarrollo experimental de un prototipo del sistema de tubos enterrados.*Tecnología y Construcción v.24 n.1 Caracas ene. 2008.
- ▀ **Manual de diseño para edificaciones energéticamente eficientes en el trópico.** IDEC. Venezuela
- ▀ **Mendoza, Karla.** Región Caribe 7 Quintana Roo Yucatán. Universidad Marista.
- ▀ **Montesinos, José.** *Tipologías de vivienda vernacular como base de creación de nuevos modelos integrados en su medio ambiente.*
- ▀ **Navarro, Juan** *Envolventes.* Tectónica, no. 2. Madrid, España, 1995.
- ▀ **Olgay, Victor,** *Arquitectura y clima, Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas,* Barcelona España, 2006.

- ▶ **Orozco, Blanca**, *Vivienda Rural y Medio Ambiente*, Publicación revista Azul, México.
- ▶ **Ortega, René**. *La arquitectura y los sistemas constructivos de el Tajín*. Instituto de Antropología de la Universidad Veracruzana.
- ▶ **Piña, Román**. *Tajín La ciudad del dios Huracán. Fondo de cultura económica*. México.
- ▶ **Prieto, Valeria**. , *Vivienda campesina en México*, México, 1994.
- ▶ **Rafael Serra**. *Arquitectura y energía natural*. 22 de septiembre de 2009.
- ▶ **Rodríguez, Manuel**, *Introducción a la Arquitectura Bioclimática*, Editorial Limusa, México, 2005.
- ▶ **Sánchez, Benito**. “*Estrategias medioambientales de la arquitectura vernácula como fundamento de sostenibilidad futura*”. Universidad de Sevilla. España
- ▶ **Scaétta, M. H.**, “*Terminologique, Bioclimatique, et Microclimatique*”, *Metereologique*, julio 1935.
- ▶ **Sepulveda, Leonardo**. “*Desarrollo sustentable ante la apertura comercial*”, revista *Este País*; num 30, septiembre 1993, pag. 25.
- ▶ **Winslow, C.E.A. y Herrington, L.P.**, *temperature and human Life*, Princeton University Press, Princeton, Nueva Yersey, 1949.

#### Recursos de Internet

- ▶ **Australian Bureau of Meteorology**. [www.bom.gov.au/climate/environ/design/design.shtml](http://www.bom.gov.au/climate/environ/design/design.shtml). Noviembre de 2009
- ▶ **Datos geográficos de Tuxpan Ver.** <http://www27.brinkster.com/tuxpan/Geograficos.asp>. 30 Noviembre de 2008.
- ▶ **Gatón, Domingo**. *Arquitectura y clima*. <http://www.arqhys.com/contenidos/clima-arquitectura.html>. 01 de Diciembre de 2008.
- ▶ **Llopis, Juan**. *El muro trombe*. [http://www.arquitectura bioclimática, el muro trombe en bedoce\\_com - Salud Natural.mht](http://www.arquitectura bioclimática, el muro trombe en bedoce_com - Salud Natural.mht). 12 de Noviembre de 2008.

- ▶ **Martínez, Francisco.**- La ventilación Natural, el viento como elemento de diseño arquitectónico bioclimatico-<http://www.tuobra.unam.mx/publicadas/070629175445.html>. 26 de Octubre de 2008.
- ▶ **UP. Fac. de arq.** <http://www.palermo.edu/arquitectura/publicaciones/index.html>. 18 de Noviembre de 2008.
- ▶ **DJEB.** Passive cooling. <http://permaculturetokyo.blogspot.com/>
- ▶ **Robust, Zuverlässig.** Desiccant Dehumidifiers. [http://www\\_ebac\\_de-.mht](http://www_ebac_de-.mht)

## Revistas

- ▶ **Akio Okumura.** *Proyecto casa amigable con el ambiente Nanning*- Un caso de Estudio de Diseño Sostenible en el Clima Caliente y Húmedo. Instituto de arquitectura tropical.
- ▶ **Aynsley, Richard.** Estimating summer wind driven natural ventilation potential for indoor thermal comfort. Australian Institute of Tropical Architecture, James Cook University, Townsville, QLD 4811, Australia.
- ▶ **Capítulo 7:** Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado (HVAC)-102
- ▶ **Chitrekha Kabre.** *A new thermal performance index for dwelling roofs in the warm humid tropics.* Building and Environment, Accepted 19 August 2009.
- ▶ **Gregory, Katherine.** Effect of thermal mass on the thermal performance of various Australian residential constructions systems. Energy and Buildings. Abril de 2007.
- ▶ **P.C. Wong.** A new type of double-skin facade configuration for the hot and humid climate. Energy and Buildings. Abril de 2008.
- ▶ **Wei Yin.** *Natural ventilation potential model considering solution multiplicity, window opening percentage, air velocity and humidity in China.* Building and Environment, Accepted 15 June 2009.



**Alero:** Parte volada de una techumbre o tejado, es decir, lo que sale fuera de la pared.

**Arquitectura Bioclimática.-** Consiste en el diseño de edificaciones teniendo en cuenta las condiciones climáticas, aprovechando los recursos disponibles (sol, vegetación, lluvia, vientos) para disminuir los impactos ambientales, intentando reducir los consumos de energía.

**Clima.-** Es el conjunto de los valores promedios de las condiciones atmosféricas que caracterizan una región. Estos valores promedio se obtienen con la recopilación de la información meteorológica durante un periodo de tiempo suficientemente largo.

**Climatología.-** Es la rama de la geografía física que se ocupa del estudio del clima y del tiempo.

**Confort.-** Es aquello que produce bienestar y comodidades. Cualquier sensación agradable o desagradable que sienta el ser humano le impide concentrarse en lo que tiene que hacer.

**Conducción.-** Intercambio de Energía Térmica desde la parte más caliente de un cuerpo a su parte más fría o desde la parte más caliente a la parte más fría de 2 cuerpos en contacto.

**Convección.-** Intercambio de Energía Térmica cuando el medio de conducción es un fluido en movimiento. Este intercambio depende de la velocidad del fluido y de la diferencia de temperatura entre el fluido y la superficie del cuerpo (en el cuerpo humano se produce en la superficie de la piel).

**Cuerpos de agua.-** es una masa o extensión de agua como un lago, mar u océano que cubre parte de la Tierra u otro planeta. Algunos cuerpos de agua son artificiales, como estanques, pero la mayoría son naturales. Pueden contener agua salada o agua dulce.

**Energía.-** Capacidad de un sistema para modificar un entorno, se define como la capacidad para realizar un trabajo.

**Fisiografía.-** descripción de las características físicas de la Tierra y de los fenómenos de la naturaleza que en ella se originan, en particular de las características aparentes, conspicuas o superficiales de la superficie terrestre y la vegetación

**Humedad del atmosférica.-** La cantidad de vapor de agua presente en el aire. Se puede expresar de forma absoluta mediante la humedad absoluta, o de forma relativa mediante la humedad relativa o grado de humedad.

**Latitud.-** Es la distancia angular entre el ecuador y un punto determinado del planeta.

**Microclima.-** Es el resultado de la interacción de los diversos elementos que constituyen un espacio urbano con el clima local.

**Otate:** Es el tallo de una planta que en náhuatl se llamaba otatl, que al secar conforma un carrizo ligero que se usa con mucha frecuencia como bajareque en los muros y en las palapas de las viviendas vernáculas.

**Patrimonio cultural.-** Es el conjunto de todos los bienes, materiales (tangibles) o inmateriales (intangibles), que, por su valor propio, deben ser considerados de interés relevante para la permanencia de la identidad y la cultura de un pueblo. Es la herencia cultural propia del pasado, con la que un pueblo vive hoy y que transmitimos a las generaciones futuras.

**Población.-** Es un grupo de personas, u organismos de una especie particular, que viven en un área geográfica, o espacio

**Pórtico:** también llamado portal. Es un área cubierta por una techumbre sostenida por columnas adyacentes a alguna construcción. Dicho espacio sirve como área de transición que permite combinar ciertas ventajas tanto del exterior como el área construida.

**Privacidad.-** puede ser definida como el ámbito de la vida personal de un individuo que se desarrolla en un espacio reservado y debe mantenerse confidencial.

**Radiación** Intercambio de Energía Térmica en forma de ondas electromagnéticas entre 2 o más cuerpos de diferentes temperaturas separados por un espacio o medio transparente a dichas ondas (el intercambio depende de la diferencia de temperatura entre ambos cuerpos).

**Radiación solar.-** Es el flujo de energía que recibimos del Sol en forma de ondas electromagnéticas de diferentes frecuencias (luz visible, infrarroja y ultravioleta). Aproximadamente la mitad de las que recibimos, comprendidas entre  $0.4\mu\text{m}$  y  $0.7\mu\text{m}$ , pueden ser detectadas por el ojo humano, constituyendo lo que conocemos como *luz visible*.

**Ruido.-** El ruido está constituido por el conjunto de sonidos no deseados, fuertes, desagradables o inesperados.

**Trópico húmedo.-** Es un clima cálido, caracterizado además por sus elevadas precipitaciones. Sus temperaturas son elevadas y regulares todo el año, con escasa oscilación térmica, mientras que en las precipitaciones podemos encontrar dos estaciones: la húmeda y la seca.

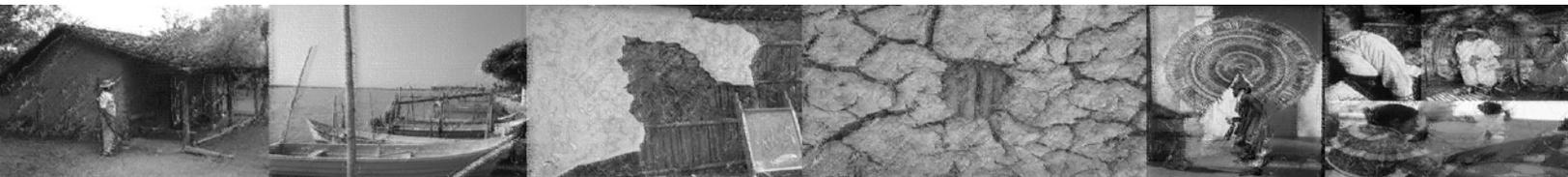
**Tipología:** conjunto de características dominantes en una construcción, y abarca morfología, la volumetría así como los elementos distintivos de la época, la región y el estilo donde se construyo.

**Vivienda.-** Espacio delimitado normalmente por paredes y techos de cualquier material, con entrada independiente, que se utiliza para vivir, esto es, dormir, preparar los alimentos, comer y protegerse del ambiente". Ésta es una definición técnica que no alcanza a abarcar las dimensiones social y ética del concepto vivienda.

**Vernácula.-** Significa propio del lugar o país de nacimiento de uno, nativo.

**Vegetación.-** Es el resultado de la acción combinada de las características del medio.

**Xilófagos.-** Son organismos que se alimentan de los principales componentes de la madera.



Estimación de temperaturas horarias medias mensuales.....II

Estimación de humedades relativas horarias medias.....III

Estimación de velocidad de viento medias mensuales.....IV

Proyecciones solares.....V

Tabla de resultados del calculo termico vivienda de materiales industrializados.....VI

Tabla de resultados del calculo termico vivienda vernácula.....VIII

Tabla de resultados del calculo termico de la adecuación de la vivienda.....XI

Características constructivas de una vivienda de embarro.....XIII

ANEXOS

ESTIMACION DE TEMPERATURAS HORARIAS MEDIAS MENSUALES, A PARTIR DE MEDIAS EXTREMAS.												
Localidad	Tuxpan	Lat. (xx.x)	20.95	Long.(xxx.x)	97.4	Altitud (m)	10					
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Temp max	28.9	31.8	33.1	33.8	35	34.6	35.3	34.6	34.9	32.8	31.8	34.4
Temp min	15.7	17	19.4	21.2	23.7	23.4	23.7	23.7	23.3	21.6	19	17.1
Temp med	22.3	24.4	26.3	27.5	29.4	29.0	29.5	29.2	29.1	27.2	25.4	25.8
Hora min	6.572	6.347	6.073	5.759	5.502	5.367	5.421	5.639	5.942	6.246	6.508	6.633
Hora max	13.982	13.847	12.903	13.429	13.092	13.277	12.671	13.139	13.532	13.416	14.008	13.883
Hora (TSV)												
00:00	19.2	20.7	22.7	24.0	26.1	25.7	26.1	26.1	26.0	24.4	22.3	21.7
01:00	18.5	20.0	22.1	23.5	25.6	25.3	25.7	25.6	25.5	23.9	21.7	20.9
02:00	18.0	19.5	21.6	23.0	25.3	24.9	25.3	25.3	25.1	23.4	21.2	20.2
03:00	17.6	19.0	21.1	22.7	25.0	24.6	25.0	24.9	24.7	23.1	20.8	19.6
04:00	17.2	18.6	20.8	22.4	24.7	24.4	24.7	24.7	24.4	22.8	20.4	19.1
05:00	16.9	18.3	20.5	22.1	24.5	24.2	24.5	24.5	24.2	22.5	20.1	18.7
06:00	16.6	18.0	20.3	21.2	23.9	23.7	23.9	23.8	23.3	22.3	19.9	18.3
07:00	15.8	17.4	20.2	22.5	25.4	25.4	25.7	25.1	24.2	22.0	19.2	17.2
08:00	17.6	19.7	22.8	25.2	28.0	28.0	28.3	27.5	26.5	23.9	21.0	19.3
09:00	20.5	23.1	26.0	28.2	30.6	30.5	31.0	30.0	29.2	26.5	23.8	23.1
10:00	23.5	26.5	28.9	30.7	32.7	32.6	33.1	32.1	31.7	29.0	26.8	27.1
11:00	26.1	29.2	31.2	32.5	34.1	33.9	34.5	33.6	33.5	31.0	29.2	30.5
12:00	27.8	30.9	32.5	33.5	34.8	34.5	35.2	34.4	34.5	32.2	30.8	32.9
13:00	28.7	31.7	33.0	33.8	34.9	34.5	35.2	34.6	34.9	32.7	31.6	34.1
14:00	28.8	31.7	32.9	33.4	34.5	34.1	34.8	34.2	34.7	32.7	31.7	34.3
15:00	28.4	31.1	32.2	32.7	33.8	33.3	34.0	33.6	34.0	32.2	31.3	33.8
16:00	27.6	30.1	31.2	31.7	32.9	32.4	33.0	32.7	33.2	31.4	30.5	32.7
17:00	26.5	28.8	30.0	30.6	31.9	31.3	32.0	31.7	32.1	30.4	29.4	31.4
18:00	25.3	27.5	28.7	29.4	30.8	30.3	30.9	30.7	31.1	29.4	28.2	29.8
19:00	24.1	26.1	27.5	28.3	29.8	29.3	29.9	29.7	30.0	28.4	27.1	28.2
20:00	22.9	24.8	26.3	27.2	28.9	28.4	28.9	28.8	29.0	27.4	25.9	26.6
21:00	21.8	23.6	25.2	26.3	28.0	27.6	28.1	28.0	28.1	26.5	24.9	25.2
22:00	20.8	22.5	24.2	25.4	27.3	26.9	27.3	27.3	27.3	25.7	23.9	23.9
23:00	19.9	21.6	23.4	24.7	26.6	26.2	26.7	26.6	26.6	25.0	23.1	22.7

**ESTIMACION DE HUMEDADES RELATIVAS HORARIAS MEDIAS MENSUALES, A PARTIR DE MEDIAS EXTREMAS.**

**Localidad** Tuxpan **Lat. (xx.x)** 20.95 **Long. (xxx.x)** 97.4 **Altitud (m)** 10

*Esta hoja de cálculo estima la H R media horaria mensual a partir de los valores promedio de máxima y de mínima.*

*Los valores de H R max y H R min pueden ser calculados a partir de la media en el caso de no contar con los valores observados.*

*¿Desea utilizar valores observados?*

(Sí / No):

No

*Si no cuenta con los valores de la H R media, éstos pueden ser estimados a partir de la temp. mínima.*

*¿Cuenta con los valores observados?*

(Sí / No):

No

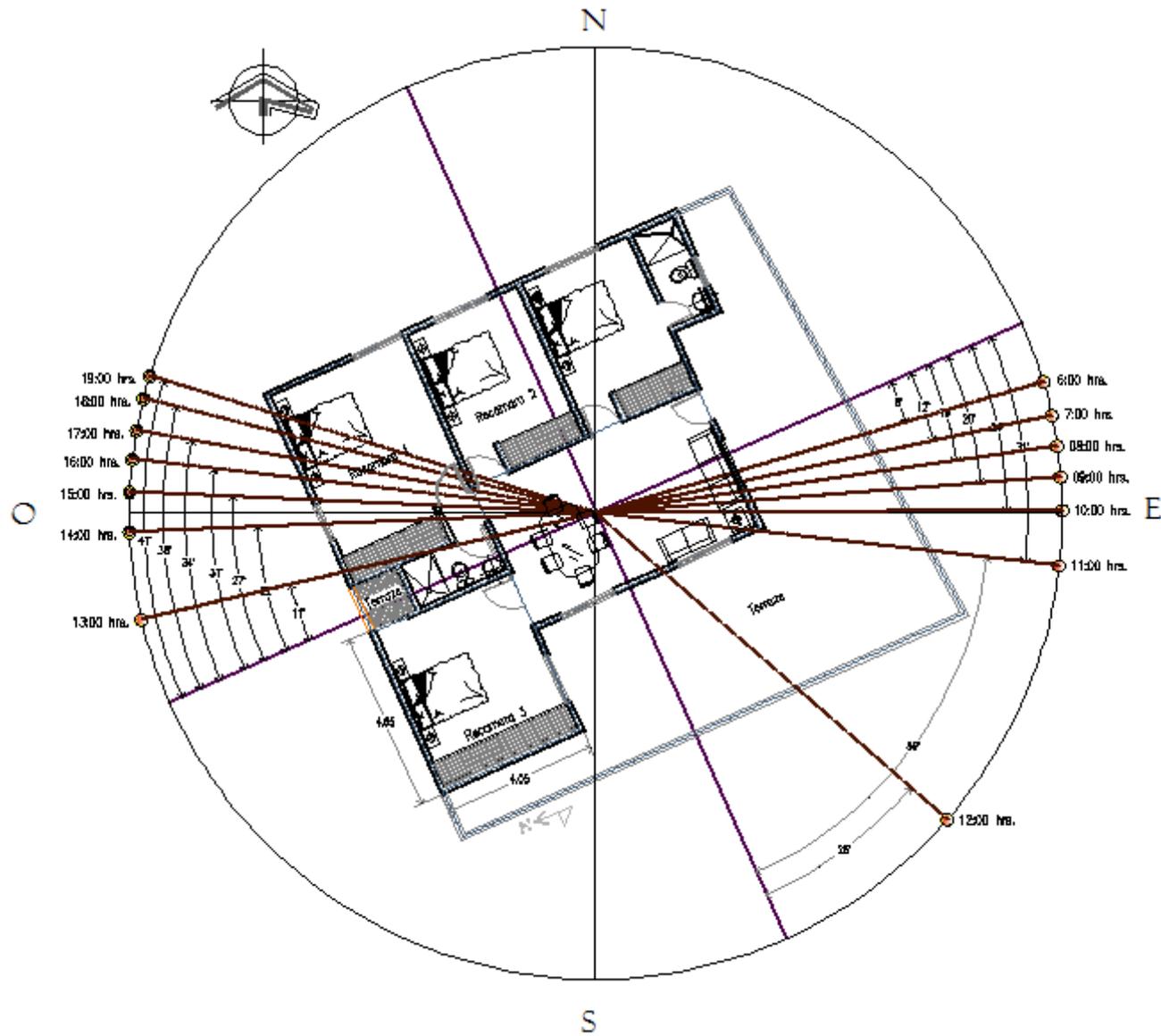
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Temp max	25.1	26.5	28.5	31.6	33.5	32.2	31.4	32.8	30.4	29.2	26.7	25.4
Temp med	20.35	21.9	23.35	26.45	29.1	28.1	28.1	29.45	27.05	24.95	23.05	21.35
Temp min	15.6	17.3	18.2	21.3	24.7	24	24.8	26.1	23.7	20.7	19.4	17.3
H R med observ	90.3	89.3	88.7	83.3	88	85.4	86	84.8	88.1	88.6	88.9	91
H R max observ												
H R min observ												
H R med calc	76	78	77	78	79	81	84	80	85	83	85	81
H R max calc	95	97	97	98	96	98	98	94	100	100	100	99
H R min calc	57	59	56	58	61	64	69	66	71	65	70	63
Hora max	6.572	6.347	6.073	5.759	5.502	5.367	5.421	5.639	5.942	6.246	6.508	6.633
Hora min	13.982	13.847	12.903	13.429	13.092	13.277	12.671	13.139	13.532	13.416	14.008	13.883
Hora (TSV)												
00:00	85	88	87	89	89	91	92	88	93	91	92	89
01:00	87	90	89	91	90	93	93	89	94	93	94	91
02:00	88	91	91	93	91	94	94	90	96	94	95	93
03:00	89	92	92	94	92	95	95	90	96	95	96	94
04:00	91	93	93	95	93	95	96	91	97	96	97	95
05:00	91	94	94	95	94	96	96	92	98	97	97	96
06:00	92	95	94	98	95	97	97	93	100	98	98	96
07:00	94	96	95	94	91	92	93	90	98	99	100	99
08:00	90	90	87	86	83	84	87	84	92	93	95	94
09:00	81	82	78	76	75	77	80	78	85	85	89	87
10:00	72	73	69	68	68	70	75	72	79	77	82	78
11:00	65	66	62	62	64	66	71	68	74	71	76	71
12:00	60	62	58	59	62	64	69	66	72	67	72	67
13:00	57	60	57	58	61	64	69	66	71	65	70	64
14:00	57	60	57	59	63	66	70	67	71	65	70	63
15:00	58	61	59	62	65	68	72	69	73	67	71	65
16:00	60	64	62	65	68	71	75	71	75	69	73	67
17:00	64	67	66	68	71	74	77	73	78	72	76	70
18:00	67	70	69	72	74	77	80	76	80	76	78	73
19:00	71	74	73	76	77	80	83	78	83	79	81	76
20:00	74	77	77	79	80	83	85	81	86	82	84	79
21:00	77	80	80	82	83	86	87	83	88	85	86	82
22:00	80	83	83	85	85	88	89	85	90	87	89	85
23:00	83	86	85	87	87	90	91	86	92	89	90	87

**ESTIMACION DE VELOCIDAD DE VIENTO MEDIAS MENSUALES, A PARTIR DE MEDIAS EXTREMAS.**

Localidad	Tuxpan	Lat. (xx.x)	20.95	Long.(xxx.x)	97.4	Altitud (m)	10					
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
1	0.9	1.9	11.7	6.3	4.4	3	3.5	7.2	2.4	4.4	3.1	4.3
2	-	6.3	-	5	2.8	3.5	2.8	3	3.5	1.9	3.5	3
3	-	7.6	3.1	6.3	2.8	2.8	3.5	4.3	3.5	2.8	2.8	-
4	2.2	3	2.8	4.4	5.4	9.1	4.8	1.9	4.4	2.2	0.4	-
5	1.9	4.4	4.1	3.5	-	8.1	7.2	4.4	3	2.8	3.5	3.5
6	2.4	4.1	4.4	9.1	9.1	5.9	3.5	7.2	3.5	3.5	2.8	3.5
7	-	6.3	3.5	5	8.1	6.3	5.4	3.5	3.5	1.1	0.9	3
8	5	4.4	-	5.4	7.2	5.9	5.4	2.4	5	5	2.4	1.9
9	5.4	3.5	4.8	7.2	4.4	4.8	3.5	2.2	4.4	8.1	-	2.4
10	1.1	3.1	4.4	7.2	-	3.5	2.8	4.4	2.8	2.8	3.5	-
11	7.8	6.3	3.5	4.1	5.4	5.4	0	3.5	6.3	1.9	3.1	-
12	7.2	5.4	2.8	3.5	3.5	3.5	2.4	5.4	2.2	2.8	1.9	5.4
13	4.1	2.2	4.4	8.1	5.4	5.4	-	4.4	3	4.4	3.1	3.5
14	4.1	4.1	4.6	7.2	3.5	5.4	1.9	4.4	5.7	2.6	2.8	-
15	2	-	2.8	-	3.5	2.4	4.4	7.2	3	2	5	2.2
16	3	2.8	8.1	5	-	6.3	5.4	5.7	5.4	2.2	9.8	5.4
17	2.2	3.1	4.3	4.4	5.4	5.4	2.8	4.4	10.7	13.5	5.4	3.5
18	-	3.1	2.8	5.4	3.5	4.4	4.3	5.9	5.4	7.2	3.5	-
19	7.2	2.6	2.2	6.3	2.8	6.7	3.5	5.4	3.5	9.8	7.2	5.4
20	1.9	9.1	3.5	5.4	3.5	3.5	4.3	2.8	6.7	3.5	3.5	4.3
21	3	4.1	2.2	3.5	4.4	3	3.5	5.4	5.4	4.1	2.8	5.7
22	1.3	10.7	-	3.5	4.4	3.5	6.3	4.3	2.4	1.9	-	21.7
23	1.9	2.8	3.5	7.2	3.5	-	5.4	1.9	-	3.1	-	2.2
24	3	2.8	3.5	4.4	3.5	3	4.4	4.3	4.4	3.5	3.5	-
25	5.4	1.5	5.4	3.5	5.4	7.2	5.9	3	5.4	2.2	3.5	-
26	2.8	2.2	5.4	4.4	9.1	5.4	5.4	3.5	10.7	-	2.8	-
27	2.6	4.1	3.1	6.3	6.3	2.4	5	6.3	4.3	5.4	3.5	4.3
28	6.3	4.1	13.9	9.1	4.4	5.4	5.9	4.4	3.5	9.8	3.5	5.4
29	5.7	-	-	7.2	10.7	4.3	5.4	3	3	5	-	4.4
30	-	-	3.5	9.1	3.5	3.5	4.4	3.5	6.3	2.6	5.7	6.7
31	5.4	-	5.4	-	3	-	6.3	1.5	-	3.5	-	3.5
	3.09	3.73	3.99	5.39	4.48	4.48	4.17	4.22	4.30	4.05	3.02	3.39

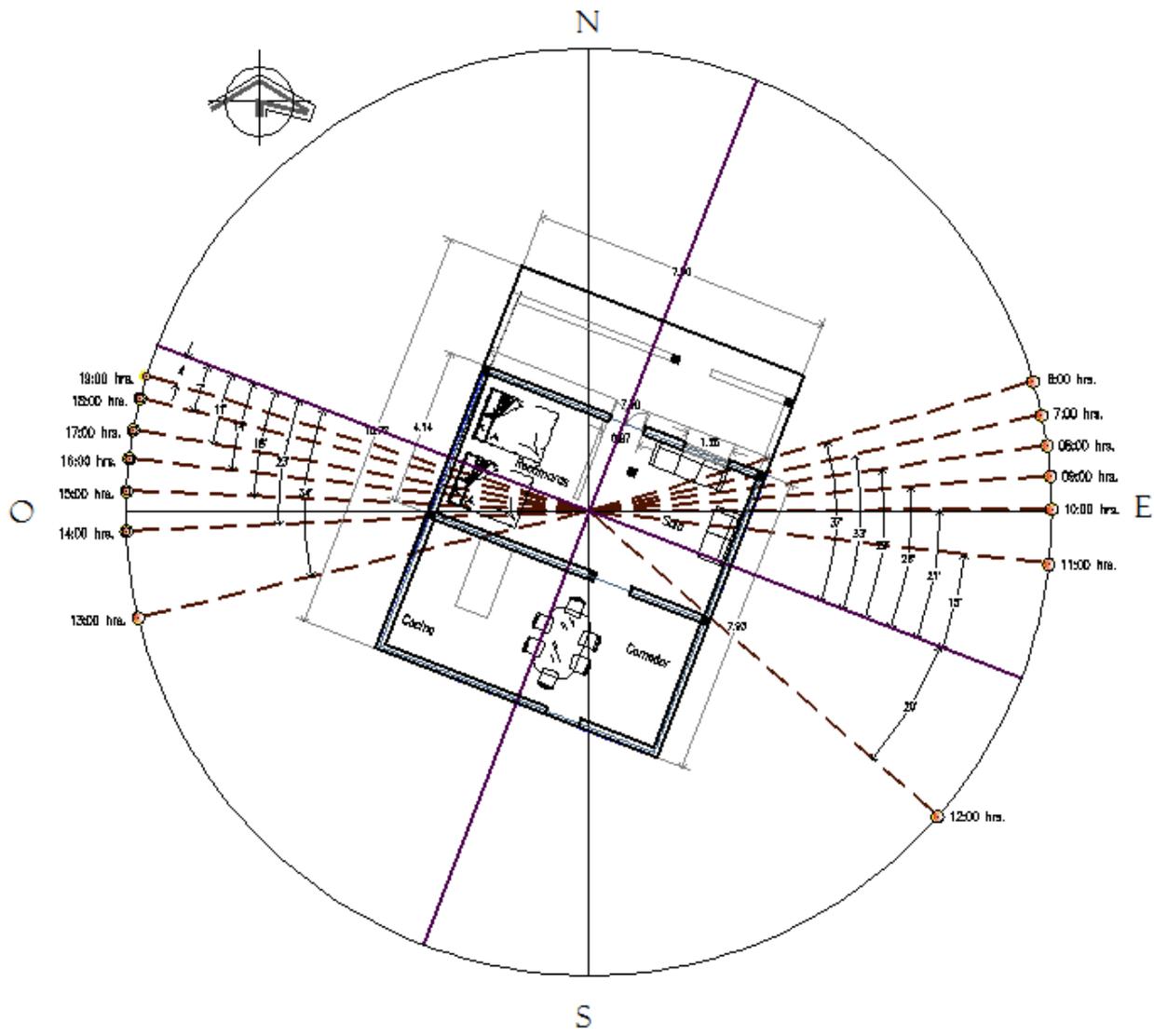
# PROYECCIONES SOLARES

## VIVIENDA DE MATERIALES INDUSTRIALIZADOS



# PROYECCIONES SOLARES

## VIVIENDA VERNÁCULA



(VIVIENDA MATERIALES INDUSTRIALIZADOS)

Datos climaticos por hora

Hora	Temperatura Ambiente		Temperatura Interior		Radiación Solar Global	Humedad Relativa %	Vel. Del viento m/s	Vel. del viento definitiva	Altura Solar	Azimut	Azimut Diseño	(Wamb)	(Wint)
	°C	°K	°C	°K									
06:00	24.80	297.95	25.28	298.43	51.77	95.00	2.8-10.7	4.48	8.48	73.70	8.00	0.02033	0.02018
07:00	26.10	299.25	25.32	298.47	187.77	91.00	2.8-10.7	4.48	21.33	77.87	12.00	0.02033	0.01936
08:00	28.00	301.15	25.39	298.54	330.10	83.00	2.8-10.7	4.48	34.22	81.68	16.00	0.02049	0.02055
09:00	30.10	303.25	25.46	298.61	459.36	75.00	2.8-10.7	4.48	47.22	85.43	20.00	0.02049	0.01759
10:00	31.70	304.85	25.58	298.73	561.82	68.00	2.8-10.7	4.48	60.30	89.72	24.00	0.01913	0.02426
11:00	32.80	305.95	26.45	299.60	627.43	64.00	2.8-10.7	4.48	73.37	96.38	31.00	0.01790	0.00849
12:00	33.40	306.55	27.65	300.80	561.82	64.00	2.8-10.7	4.48	85.78	85.78	25.00	0.01748	0.02159
13:00	33.40	306.55	28.36	301.51	627.43	61.00	2.8-10.7	4.48	79.63	256.60	11.00	0.01718	0.01019
14:00	33.10	306.25	29.34	302.49	561.82	63.00	2.8-10.7	4.48	66.65	267.60	22.00	0.01755	0.01018
15:00	32.50	305.65	30.29	303.44	459.36	65.00	2.8-10.7	4.48	53.57	272.58	27.00	0.01833	0.01017
16:00	31.80	304.95	31.30	304.45	330.10	68.00	2.8-10.7	4.48	40.52	276.50	31.00	0.01901	0.01016
17:00	31.00	304.15	32.07	305.22	187.77	71.00	2.8-10.7	4.48	27.58	280.23	34.00	0.01955	0.01012
18:00	30.20	303.35	32.60	305.75	51.77	74.00	2.8-10.7	4.48	14.78	284.20	38.00	0.01983	0.01019

Calculo de flujo de calor por conducción

Hora	t <sub>sky</sub>	Dr.
06:00	283.89	-60.48
07:00	285.75	-59.02
08:00	288.48	-56.73
09:00	291.50	-53.98
10:00	293.81	-51.72
11:00	295.40	-50.08
12:00	296.27	-49.16
13:00	296.27	-49.16
14:00	295.84	-49.63
15:00	294.97	-50.54
16:00	293.96	-51.57
17:00	292.80	-52.73
18:00	291.65	-53.84

Hora	T <sup>3</sup>	hir	hw	ho
06:00	323.23	7.58	26.13	33.71
07:00	324.57	7.68	26.13	33.81
08:00	326.54	7.82	26.13	33.95
09:00	328.71	7.97	26.13	34.11
10:00	330.43	8.10	26.13	34.23
11:00	332.40	8.24	26.13	34.38
12:00	334.20	8.38	26.13	34.51
13:00	334.91	8.43	26.13	34.57
14:00	335.59	8.48	26.13	34.62
15:00	335.94	8.51	26.13	34.64
16:00	336.25	8.53	26.13	34.67
17:00	336.22	8.53	26.13	34.66
18:00	335.95	8.51	26.13	34.64

### Calculo de la temperatura sol/aire

Hora	Muro	Ventana	Techo
06:00	299.15	298.18	299.15
07:00	304.26	300.01	304.26
08:00	308.80	302.31	308.80
09:00	311.76	304.54	311.76
10:00	312.20	305.96	312.20
11:00	310.38	306.62	310.38
12:00	307.62	306.71	307.62
13:00	309.73	307.03	309.73
14:00	312.15	307.14	312.15
15:00	318.78	307.64	318.78
16:00	314.38	306.38	314.38
17:00	309.51	304.96	309.51
18:00	304.83	303.57	304.83

Hora	Q. cond.	Q. cond.	Q. cond.	Q. cond.	Q. cond. Losa
	Muro este	Muro sur	Muro oeste	Ventana	
w/hora					
06:00	18.49	-20.04	-23.01	-2.38	21.42
07:00	243.42	32.51	37.33	14.39	171.46
08:00	431.56	109.01	125.16	35.29	303.98
09:00	552.91	193.63	222.32	55.47	389.45
10:00	566.80	255.68	293.56	67.74	399.24
11:00	453.44	265.12	304.39	65.72	319.39
12:00	241.91	285.00	327.23	53.84	202.21
13:00	212.04	210.51	393.90	47.19	243.41
14:00	158.16	157.02	463.31	35.20	286.30
15:00	93.02	92.35	735.26	20.70	454.35
16:00	20.97	20.82	475.76	4.67	293.99
17:00	-45.13	-44.81	205.60	-10.04	293.99
18:00	-38.75	-82.65	-44.17	-20.37	-27.30

### Calculo del Flujo de Calor por Conducción

### Calculo de la Ganancia de Calor

Hora	Radiación solar directa	Flujo de Calor por Infiltración		Flujo por ventilación	
		Sensible	Latente	Sensible	Latente
06:00	17.11	-11.19	8.58	-43.13	3.31
07:00	46.19	18.16	55.46	69.98	21.37
08:00	70.84	60.89	-3.43	234.64	-1.32
09:00	79.16	108.15	142.37	416.78	54.87
10:00	68.66	142.80	-293.31	550.33	-113.04
11:00	41.56	148.07	538.02	570.64	207.34
12:00	10.11	134.14	-234.99	516.93	-90.56
13:00	29.93	117.57	399.66	453.10	154.02
14:00	55.74	87.70	421.38	337.98	162.39
15:00	65.63	51.58	466.55	198.77	179.80
16:00	58.07	11.63	506.00	44.82	195.00
17:00	37.25	-25.03	539.17	-96.45	207.78
18:00	10.65	-55.98	551.17	-215.75	212.41

Capacitancia habitación vivienda				
Volumen m <sup>3</sup>	Peso Volumétrico Kg/m <sup>3</sup>	Masa Kg	Calor Especifico Kj/kg°C	Capacitancia Kj/°C
Muros de tabique rojo recocido al exterior				
35.89	2,147.00	77,055.83	0.84	64,726.90
Mortero				
0.72	1,900.00	1,368.00	0.9	1,231.20
Ventanas: vidrio doble				
1.35	2,500.00	3,375.00	0.8	2,700.00
Losa de azotea				
18.83	2,100.00	39,548.25	0.8	31,638.60
Entortado 0.05x18.83				
0.666	1,800.00	1,198.80	1.004	1,203.60
			Σ	101,500.29 Kj/°C
				28,194.53 w/°C

(VIVIENDA VERNÁCULA)

Datos climaticos por hora

Hora	Temperatura Ambiente		Temperatura Interior		Radiación Solar Global	Humedad Relativa %	Vel. Del viento m/s	Vel. del viento definitiva	Altura Solar	Azimut	Azimut Diseño	(Wamb)	(Wint)
	°C	°K	°C	°K									
06:00	24.80	297.95	25.28	298.43	51.77	95.00	2.8-10.7	4.48	8.48	73.70	37.00	0.02033	0.02018
07:00	26.10	299.25	25.29	298.44	187.77	91.00	2.8-10.7	4.48	21.33	77.87	33.00	0.02033	0.01936
08:00	28.00	301.15	25.31	298.46	330.10	83.00	2.8-10.7	4.48	34.22	81.68	29.00	0.02049	0.02055
09:00	30.10	303.25	25.34	298.49	459.36	75.00	2.8-10.7	4.48	47.22	85.43	26.00	0.02049	0.01759
10:00	31.70	304.85	25.38	298.53	561.82	68.00	2.8-10.7	4.48	60.30	89.72	21.00	0.01913	0.02426
11:00	32.80	305.95	26.25	299.40	627.43	64.00	2.8-10.7	4.48	73.37	96.38	31.00	0.01790	0.00849
12:00	33.40	306.55	27.69	300.84	561.82	62.00	2.8-10.7	4.48	85.78	85.78	20.00	0.01748	0.02159
13:00	33.40	306.55	28.27	301.42	627.43	61.00	2.8-10.7	4.48	79.63	256.60	34.00	0.01718	0.01019
14:00	33.10	306.25	29.35	302.50	561.82	63.00	2.8-10.7	4.48	66.65	267.60	23.00	0.01755	0.01018
15:00	32.70	305.85	30.40	303.55	459.36	65.00	2.8-10.7	4.48	53.57	272.58	18.00	0.01833	0.01017
16:00	31.80	304.95	31.61	304.76	330.10	68.00	2.8-10.7	4.48	40.52	276.50	14.00	0.01901	0.01016
17:00	31.00	304.15	32.46	305.61	187.77	71.00	2.8-10.7	4.48	27.58	280.23	11.00	0.01955	0.01012
18:00	30.20	303.35	32.99	306.14	51.77	74.00	2.8-10.7	4.48	14.78	284.20	7.00	0.01983	0.01019

Calculo de flujo de calor por conducción

Hora	tsky	Dr.
06:00	283.89	-60.48
07:00	285.75	-59.02
08:00	288.48	-56.73
09:00	291.50	-53.98
10:00	293.81	-51.72
11:00	295.40	-50.08
12:00	296.27	-49.16
13:00	296.27	-49.16
14:00	295.84	-49.63
15:00	295.26	-50.24
16:00	293.96	-51.57
17:00	292.80	-52.73
18:00	291.65	-53.84

Hora	T <sup>3</sup>	hir	hw	ho
06:00	323.23	7.58	26.13	33.71
07:00	324.57	7.68	26.13	33.81
08:00	326.54	7.82	26.13	33.95
09:00	328.71	7.97	26.13	34.11
10:00	330.43	8.10	26.13	34.23
11:00	332.40	8.24	26.13	34.38
12:00	334.20	8.38	26.13	34.51
13:00	334.91	8.43	26.13	34.57
14:00	335.59	8.48	26.13	34.62
15:00	335.94	8.51	26.13	34.64
16:00	336.25	8.53	26.13	34.67
17:00	336.22	8.53	26.13	34.66
18:00	335.95	8.51	26.13	34.64

### Calculo de la temperatura sol/aire

Hora	Muro	Ventana	Techo
06:00	298.92	298.13	298.92
07:00	303.55	299.90	303.55
08:00	308.11	302.20	308.11
09:00	311.39	304.48	311.39
10:00	312.37	305.99	312.37
11:00	310.38	306.62	310.38
12:00	307.66	306.72	307.66
13:00	309.18	306.95	309.18
14:00	312.01	307.12	312.01
15:00	318.77	307.81	318.77
16:00	314.25	306.36	314.25
17:00	309.45	304.95	309.45
18:00	304.81	303.57	304.81

Hora	Q. cond.	Q. cond.	Q. cond.	Q. cond.	Q. cond. Losa
	Muro este	Muro sur	Muro oeste	Ventana	
w/hora					
06:00	-19.84	-20.84	-20.91	-14.32	36.39
07:00	210.89	34.98	35.11	7.04	378.54
08:00	398.28	115.98	116.42	23.34	714.88
09:00	531.69	204.91	205.69	52.01	954.35
10:00	568.90	271.05	272.08	54.54	1021.14
11:00	452.86	283.04	284.12	56.96	812.85
12:00	236.68	296.86	26464.25	50.01	507.45
13:00	-145.74	-153.03	-38.97	-30.79	-66.36
14:00	-160.94	-169.00	81.47	-34.01	138.74
15:00	-184.71	-193.96	368.35	-39.03	627.28
16:00	-239.70	-251.70	152.37	-50.65	259.48
17:00	-279.69	-293.69	-64.08	-59.10	259.48
18:00	-309.48	0.00	-262.46	-63.46	-446.95

### Calculo del Flujo de Calor por Conducción

### Calculo de la Ganancia de Calor

Hora	Radiación solar directa	Flujo de Calor por Infiltración		Flujo por ventilación	
		Sensible	Latente	Sensible	Latente
06:00	70.87	-23.03	17.65	-40.26	3.08
07:00	36.97	38.67	114.13	67.59	19.95
08:00	60.16	128.21	-7.06	224.09	-1.23
09:00	70.67	226.52	292.97	395.93	51.21
10:00	65.49	299.63	-603.59	523.72	-105.50
11:00	38.79	312.89	1107.17	546.89	193.52
12:00	9.78	274.72	-483.58	480.18	-84.52
13:00	23.60	-169.17	822.43	-295.69	143.75
14:00	51.65	-186.81	867.15	-326.53	151.57
15:00	65.38	-214.41	960.10	-374.76	167.81
16:00	61.36	-278.24	1041.28	-486.32	182.00
17:00	41.17	-324.65	1109.52	-567.45	193.93
18:00	12.52	-359.23	1134.23	-627.89	198.25

Capacitancia habitación vivienda						
Volumen m <sup>3</sup>	Peso Volumétrico Kg/m <sup>3</sup>	Masa Kg	Calor Específico Kj/kg°C	Capacitancia Kj/°C		
Muro de barro (carrizo)						
96.89	1,200.00	116,263.20	0.47	54,643.70		
Teja ceramica						
84.69	1,650.00	139,735.20	0.76	106,198.75		
Madera de encino						
84.688	950.00	80,453.60	0.16	12,872.58		
Separación de teja con el muro						
84.688	1.20	101.63	0.028	2.85		
				Σ	173,717.88	Kj/°C
					48,254.97	w/°C

**(ADECUACIÓN DE LA VIVIENDA)**

**Datos climaticos por hora**

Hora	Temperatura Ambiente		Temperatura Interior		Radiación Solar Global	Humedad Relativa %	Vel. Del viento m/s	Vel. del viento definitiva	Altura Solar	Azimut	Azimut Diseño	(Wamb)	(Wint)
	°C	°K	°C	°K									
06:00	23.87	297.02	25.28	298.43	51.77	95.00	2.8-10.7	4.48	8.48	73.70	37.00	0.02033	0.02018
07:00	25.44	298.59	25.28	298.43	187.77	91.00	2.8-10.7	4.48	21.33	77.87	33.00	0.02033	0.01936
08:00	27.97	301.12	25.28	298.43	330.10	83.00	2.8-10.7	4.48	34.22	81.68	29.00	0.02049	0.02055
09:00	30.58	303.73	25.29	298.44	459.36	75.00	2.8-10.7	4.48	47.22	85.43	26.00	0.02049	0.01759
10:00	32.71	305.86	25.29	298.44	561.82	68.00	2.8-10.7	4.48	60.30	89.72	21.00	0.01913	0.02426
11:00	34.14	307.29	25.40	298.55	627.43	64.00	2.8-10.7	4.48	73.37	96.38	31.00	0.01790	0.00849
12:00	34.85	308.00	26.20	299.35	561.82	62.00	2.8-10.7	4.48	85.78	85.78	20.00	0.01748	0.02159
13:00	34.93	308.08	27.01	300.16	627.43	61.00	2.8-10.7	4.48	79.63	256.60	34.00	0.01718	0.01019
14:00	34.54	307.69	27.83	300.98	561.82	63.00	2.8-10.7	4.48	66.65	267.60	23.00	0.01755	0.01018
15:00	33.81	306.96	28.20	301.35	459.36	65.00	2.8-10.7	4.48	53.57	272.58	18.00	0.01833	0.01017
16:00	32.88	306.03	29.52	302.67	330.10	68.00	2.8-10.7	4.48	40.52	276.50	14.00	0.01901	0.01016
17:00	31.85	305.00	29.88	303.03	187.77	71.00	2.8-10.7	4.48	27.58	280.23	11.00	0.01955	0.01012
18:00	30.81	303.96	30.10	303.25	51.77	74.00	2.8-10.7	4.48	14.78	284.20	7.00	0.01983	0.01019

**Calculo de flujo de calor por conducción**

Hora	tsky	Dr.
06:00	282.56	-79.82
07:00	284.80	-77.62
08:00	288.44	-73.71
09:00	292.19	-69.23
10:00	295.27	-65.21
11:00	297.35	-62.32
12:00	298.38	-60.83
13:00	298.50	-60.65
14:00	297.93	-61.49
15:00	296.87	-63.00
16:00	295.52	-64.87
17:00	294.03	-38.59
18:00	292.53	-39.71

Hora	T <sup>3</sup>	hir	hw	ho
06:00	322.299477	7.52	26.13	33.65
07:00	323.87	7.63	26.13	33.76
08:00	326.41	7.81	26.13	33.94
09:00	329.02	8.00	26.13	34.13
10:00	331.15	8.15	26.13	34.28
11:00	332.69	8.27	26.13	34.40
12:00	334.20	8.38	26.13	34.51
13:00	335.10	8.45	26.13	34.58
14:00	335.52	8.48	26.13	34.61
15:00	335.16	8.45	26.13	34.58
16:00	335.55	8.48	26.13	34.61
17:00	334.88	8.43	26.13	34.56
18:00	334.06	8.37	26.13	34.50

### Calculo de la temperatura sol/aire

Hora	Muro	Ventana	Techo
06:00	0.00	0.00	0.00
07:00	302.89	299.24	305.17
08:00	308.09	302.18	308.09
09:00	311.86	304.96	313.87
10:00	313.36	307.00	315.25
11:00	311.72	307.96	311.72
12:00	309.11	308.17	310.86
13:00	310.77	308.49	310.77
14:00	313.55	308.58	313.55
15:00	320.11	308.95	320.11
16:00	315.47	307.46	315.47
17:00	310.38	305.82	310.38
18:00	305.45	304.18	305.45

Hora	Q. cond.	Q. cond.	Q. cond.	Q. cond.	Q. cond. Losa
	Muro este	Muro sur	Muro oeste	Ventana	
w/hora					
06:00	-55.73	-58.52	-58.74	0.00	123.29
07:00	176.17	6.51	6.53	0.00	250.03
08:00	381.35	111.53	111.95	0.00	358.33
09:00	530.46	219.52	220.36	0.00	572.99
10:00	589.51	307.69	308.86	0.00	623.82
11:00	520.33	362.59	363.96	0.00	488.91
12:00	341.72	405.02	360.18	0.00	427.22
13:00	313.06	328.73	441.61	0.00	393.68
14:00	265.11	278.38	523.59	0.00	466.76
15:00	221.71	232.81	781.31	0.00	696.50
16:00	132.74	139.39	533.09	0.00	475.23
17:00	77.99	81.89	306.18	17.24	475.23
18:00	28.04	0.00	91.42	8.17	81.50

### Calculo del Flujo de Calor por Conducción

### Calculo de la Ganancia de Calor

Hora	Radiación solar directa	Flujo de Calor por Infiltración		Flujo por ventilación	
		Sensible	Latente	Sensible	Latente
06:00	70.87	-67.68	17.65	-157.73	4.11
07:00	36.97	7.53	114.13	17.54	26.60
08:00	60.16	128.99	-7.06	300.61	-1.65
09:00	70.67	253.90	292.97	591.70	68.28
10:00	0.00	355.87	-603.59	829.35	-140.67
11:00	38.79	419.36	1107.17	732.99	193.52
12:00	9.78	415.00	-483.58	967.17	-112.70
13:00	23.60	380.20	822.43	664.54	143.75
14:00	51.65	321.96	867.15	562.75	151.57
15:00	65.38	269.26	960.10	470.63	167.81
16:00	61.36	161.21	1041.28	281.78	182.00
17:00	41.17	94.71	1109.52	165.55	193.93
18:00	12.52	34.06	1134.23	59.53	198.25

Volumen m <sup>3</sup>	Peso Volumétrico Kg/m <sup>3</sup>	Masa Kg	Calor Específico Kj/kg°C	Capacitancia Kj/°c
<b>Muro de embarro (carrizo)</b>				
96.89	1,200.00	116,263.20	0.47	54,643.70
<b>Aplanado con mortero de cemento</b>				
96.89	1,900.00	184,083.40	9	1,656,750.60
<b>Teja ceramica</b>				
84.69	1,650.00	139,735.20	0.76	106,198.75
<b>Madera de encino</b>				
84.688	950.00	80,453.60	0.16	12,872.58
<b>Ventana de vidrio claro</b>				
10.8	2,500.00	27,000.00	0.8	21,600.00
<b>Separación de teja con el muro</b>				
84.7	2.20	186.34	1.028	191.56
<b>Cubierta de embarro (carrizo)</b>				
84.7	1,200.00	101,640.00	0.47	47,770.80

Σ	1,900,027.99	Kj/°c
	527,785.55	w/°c

## CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE UNA VIVIENDA DE EMBARRO:

Para poder elaborar una vivienda de estas características y poderle dar su correspondiente mantenimiento a continuación enunciare algunas características:

### Clases de madera

Las más adecuadas, por lo general, tienen color oscuro y peso mediano. El estado de la madera se debe encontrar en buenas condiciones; no deben estar en proceso de pudrición causada por hongos, ni presentar perforaciones causadas por insectos. En Tuxpan se encuentran árboles como el encino, el fresno, sauce, álamo y predomina el chicozapote y la caoba.



Bambú. Imagen tomada de la red para fines didácticos.

### Selección del bambú

El bambú debe estar maduro, seco, sano y entero (desechar el bambú podrido o quebradizo). Escoger el bambú que tenga un diámetro aproximado de 3 a 5 cm. para que puedan usarse sin partir; se debe cortar a una longitud previamente determinada son pelar para una mejor adherencia con el barro.

### Barro

Emplear tierra de consistencia arcillosa. Esta se reconoce por que se adhiere al bambú o caña sin desprenderse. La tierra con contenido orgánico (desechos animales y residuos vegetales) es inadecuada, por eso, si se cuenta con tierra de este tipo debe excavarse para extrae la tierra que se encuentra debajo de la capa vegetal.

Preparación del barro; una vez extraída la tierra para el embarrado se revuelve bien y se le añade la paja, en proporción de 2 partes de tierra por 1 de paja. Luego se agrega agua hasta lograr una masa trabajable. El barro y la paja deben mezclarse bien y se deja remojando la masa por lo menos 24 horas<sup>33</sup>.

### Preparación del terreno:

- Limpieza: sacar todos los elementos extraños del terreno: hierbas, raíces, basura, materia orgánica, piedras sueltas, etc.
- Nivelación del terreno: si el terreno presenta desniveles apreciables es necesario enrasar el terreno para hacer el trazo sobre él.

### Cimentación:

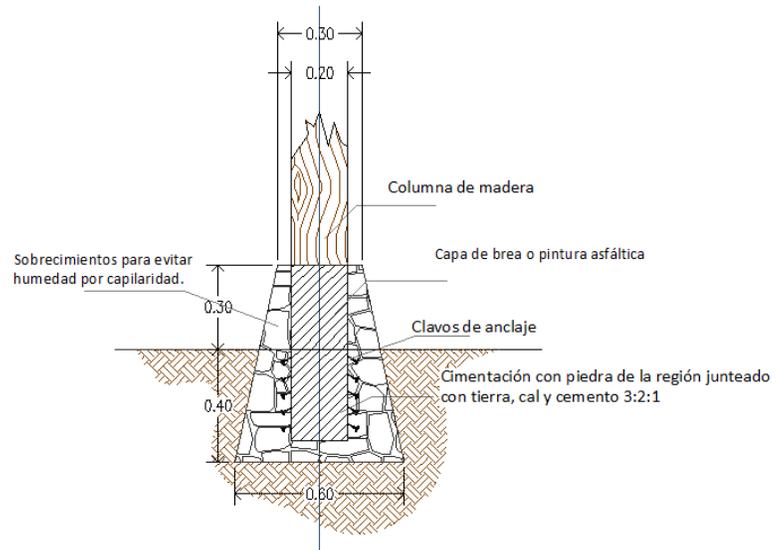
- Ubicación: el cimiento se colocará sobre terreno firme, por lo menos 40 cm. de profundidad. El cimiento de los muros debe tener como mínimo 30 cm. de ancho y 40 cm. de profundidad. Estas dimensiones son

<sup>33</sup> Predes. La casa de quincha mejorada. Perú 2005.

suficientes si el terreno es resistente. Si se construye sobre terreno arenoso o en terreno que tiene agua a escasa profundidad, debe aumentarse estas dimensiones.

Cimentación de columnas: este debe ser más ancho en relación a los cimientos de los muros. Las dimensiones del cimiento serán de 60 cm. x 60 cm. x 60 cm.

- Un día antes de colocar las columnas de madera se debe pasar una capa de brea o pintura asfáltica del área que va a estar con contacto con el concreto, desde el pie hasta la parte superior del sobrecimiento; esto es para la protección de la madera a la humedad.



Detalle de cimentación. Imagen elaborada por Ma. Gpe. Cuán Aguilar.

- Para que la columna quede perfectamente empotrada, se clavan clavos de 4", 6 por cada lado, en forma inclinada, en los 4 costados de la parte que irá metida en el cimiento.
- Al colocar las columnas se debe cuidar que estas estén en posición vertical, lo cual se verifica con la plomada o nivel.

Si el suelo es arenoso o poco consistente, la cimentación debe ser reforzada con concreto armado, se puede mejorar la capacidad portante del terreno echando en la zanja una capa de suelo limoso, arcilloso, luego se humedece y se compacta con pisón, formando una capa de aproximadamente 20 cm., sobre el terreno mejorado se hace un vaciado de concreto.

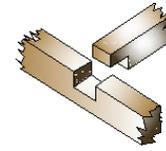
### Sobrecimiento

- Es suficiente que sea igual al de las columnas.
- Altura: el perímetro exterior de la casa por lo menos debe ser de 30cm. por encima del nivel del suelo. De esta manera se evita que la humedad suba a las paredes. La parte superior debe estar nivelada.
- Como las varas intermedias van a ir clavados contra la cadena de desplante, se deben dejar preparaciones de madera empotrados en la parte superior a distancias no mayores de 1.20m.

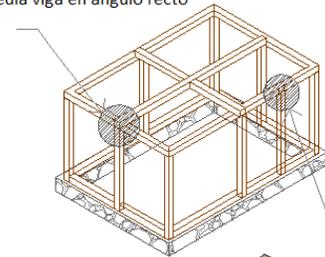
**Vigas soleras:** estas se colocarán después de 2 días del plantado de columnas. En lo posible las vigas soleras serán de una sola pieza, si esto no es posible al utilizar vigas de 2 piezas, se debe de cuidar que los empalmes siempre estén apoyados sobre una columna; no deben empalmarse más de 2 maderas en un mismo nudo.

Las vigas que reciben la carga del techo tendrán un grosor de 4" x 3" y las que no reciben, 3" x 3"; estas últimas, se comportan como vigas de amarre.

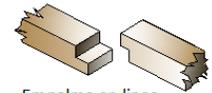
El techo se arma con viguetas, estas sostienen el techo se apoyan en las vigas soleras y en un tímpano central; el tímpano es de forma rectangular, se clava sobre la viga solera central, se clavan las viguetas al tímpano y a las vigas, las viguetas se instalan mejor si se les hace un rebajo.



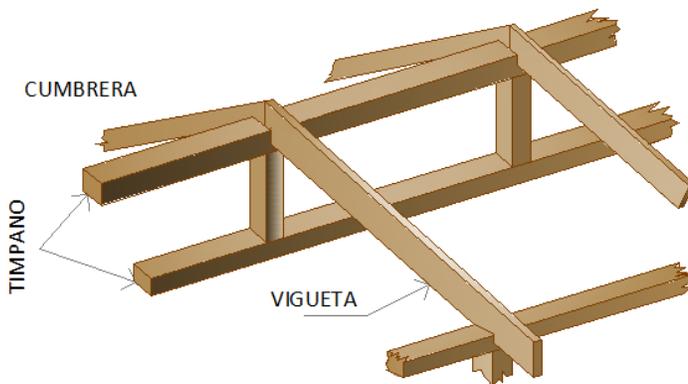
Empalme a media viga en ángulo recto



Las vigas coronan toda la edificación



Empalme en línea



Timpano, colocado en la parte central de la cubierta

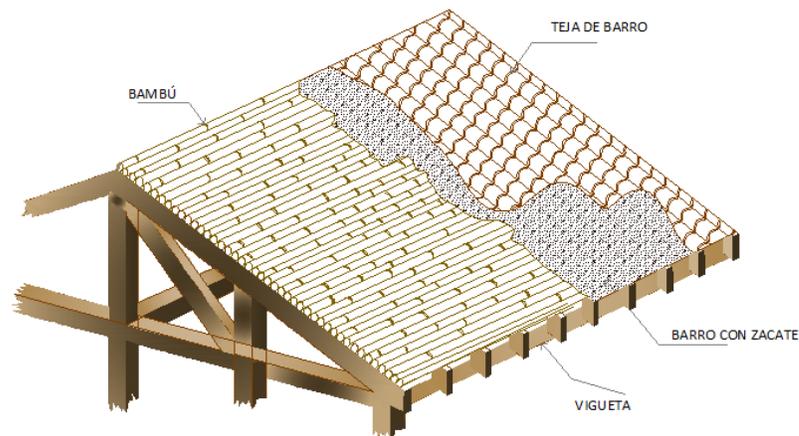


Tijeras, se colocan en los dos costados del perímetro de la vivienda para darle refuerzo.

Detalle de cubierta. Datos obtenidos del libro de Predes. La casa de quincha mejorada. Perú 2005.

## Techo

- Cobertura de caña con barro, tiene la ventaja de aislar el calor en las zonas demasiado cálidas. Se hace colocando tiras de bambú sobre las viguetas del techo en forma longitudinal, se fijan a las viguetas con bejuco o alambre y clavos de 2 ½ " cada 10 cm. cuidando de colocar la parte pulposa hacia adentro a fin de facilitar el posterior revoque del techo.
- Si se va a tener la instalación eléctrica empotrada en el techo, los cables deben introducirse en tubos plásticos fijados al bambú con alambre; luego se procede al vaciado del barro sobre la superficie del techo, esta será de 3 a 4 cm de espesor y tendrá la misma proporción en paja que de barro del de la pared.
- Para hacer la cubierta mas impermeable, se puede mezclar el barro con asfalto en la proporción de 20-1, o revocar el techo.



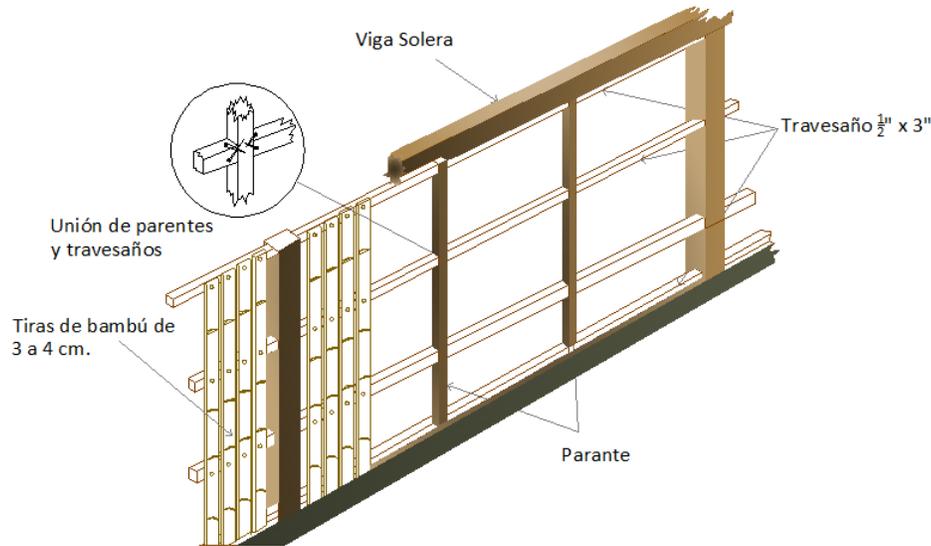
Detalle de cubierta. Datos obtenidos del libro de Predes. La casa de quincha mejorada. Perú 2005.

Es recomendable recubrir la superficie del bambú que da al interior de la vivienda a fin de protegerla de los insectos y darle una mejor apariencia. Se efectúa en 2 etapas: 1. Se aplica una capa de escarchado de mezcla cemento-arena en proporción 1:5, tratando de cubrir todas las irregularidades hasta lograr una superficie plana. 2. A partir del día siguiente, luego de que haya fraguado, se aplica una segunda capa de cemento-arena fina en proporción 1:5, entre las dos capas deben tener un espesor aproximado de 2 cm.

## Pared

La estructura de una pared está formada por los elementos verticales, llamados parentes y los horizontales llamados travesaños.

- Cuando se colocan los parentes hay que verificar, que queden verticales, que estén centrados en relación de las columnas. Estos pueden ir empotrados en el sobrecimiento. En caso de no ir empotrados, se procede a fijarlos clavando la parte superior de cada uno de ellos a la viga solera.
- Travesaños: sirven para colocar el cerramiento de la pared, deben ser 3 como mínimo, distribuidos en la parte superior, central e inferior de la pared. Cuando la pared es muy alta o el material de cerramiento ligero, se recomienda poner 2 travesaños intermedios. El travesaño superior se clava a la viga solera, los travesaños intermedios se clavan a los parentes o a las columnas, con clavos en forma inclinada.
- Es necesario que las puertas se ubiquen junto a columnas, para tener mejor apoyo y no debilitar la pared. Los parentes son elementos verticales, que complementan la función de las columnas; para las puertas y ventanas se colocan de 3" x 4" y las demás serán de 2" x 3" las cuales se colocan entre las columnas distanciados no más de 1.20 m.
- Tejido de la pared: colocando los parentes y travesaños, queda listo el marco en el que se colocarán el cerramiento de la pared. El grosor máximo del bambú debe ser no mayor de 1" para evitar que el barro sea demasiado grueso. Por lo menos dos días antes se cura el bambú bañándolo con petróleo protegiéndola así de los insectos.



Una vez que todos los elementos que constituyen la pared se encuentran debidamente colocados se hace el embarrado, para lo cual previamente se dejará remojado durante un día una masa de barro y paja, en proporción 2-1 tratando que la tierra quede en contacto con el agua. El día del embarrado se bate la mezcla en forma vigorosa hasta lograr una masa fácilmente trabajable, sin piedras ni tierra seca. Luego se procede de la siguiente manera:

- La masa se lanza con fuerza sobre la pared, tratando de llenar primero los vacíos que deja el trenzado de caña.
- La superficie lograda se enrasa con el marco formado por los parentes y travesaños, con la ayuda de una regla. Es necesario compactar el barro en la pared presionándolo, la superficie debe quedar áspera para facilitar la adherencia del revoque.

Revoque de la pared: es la parte final del acabado, antes de proceder al revoque deben estar colocados todos los elementos que irán empotrados: tubos de electricidad, tomacorrientes, interruptores y la instalación sanitaria que tiene salida en la pared.

El revoque tendrá un espesor aproximado de 1.5 cm. se pueden usar varios tipos de materiales:

- Mezcla cemento-arena, proporción 1:5
- Mezcla cemento-yeso-arena, en proporción 1:5:5.
- Mezcla cemento-cal-arena, proporción 1:1:5.
- Mezcla cemento-yeso, proporción 1:4.
- Yeso

Cuando se revoca sobre madera, se logra mayor adherencia si se hace sobre ella una especie de malla usando clavos y alambre. Esto impedirá la fisuración y el desprendimiento del revoque.

## **Piso:**

1. Preparación del suelo: cuando existe peligro de humedecimiento del piso (sobre todo en los suelos con agua escasa profundidad o que tienen filtraciones de agua de lluvia) se recomienda colocar sobre el suelo compactado una capa de empedrado, se utilizan piedras de 0.015 a 0.20 m. de diámetro y se rellenan las separaciones con cascajo.
2. Montaje de la instalación eléctrica y sanitaria: irá empotrado en el piso.
3. Vaciado de concreto: se usará concreto (cemento-arena) en proporción 1:5 y una segunda de cemento-arena fina, en proporción 1:2 de 0.5 cm de espesor, esta última capa es el acabado, por eso debe quedar bien nivelada y pulida.

También se pueden usar pisos de tipo rústicos:

- Piso de tierra: Se prepara endureciendo la superficie mediante la formación de una costra, la cual se logra con la aplicación de aceite quemado y petróleo.
- Piso de suelo- asfalto: es una mezcla suelo con asfalto líquido, en proporciones de 1 de asfalto por 30 de suelo. El asfalto debe calentarse previamente hasta que esté bien fluido. Luego debe de mezclarse con el suelo hasta lograr la mejor combinación posible, el espesor será de por lo menos 10 cm.
- Suelo y cal: es una mezcla de suelo con cal, en proporciones de 1 de cal por 10 de suelo. La cal y la tierra se mezclan mientras se les va agregando agua hasta que queda bien mojada, teniendo un espesor de 10 cm de espesor.

Las tuberías de agua que suben a los puntos de la regadera, lavadero, wc, fregadero pueden ir empotradas en las paredes, para lo cual se harán recortes en los travesaños, que no deben ser mayores de  $\frac{3}{4}$ "

## **Mantenimiento**

El mantenimiento amplía el tiempo de vida de las construcciones y consiste principalmente en protegerlas de:

- Insectos: revistiéndolas con barro, yeso o brea; cada cierto tiempo se le puede echar petróleo con una jeringa en la madera en huecos o ranuras, u en otras partes se puede utilizar una brocha.
- Humedad: una mayor protección de los techos de barro se consigue aplicando un revestimiento externo de cemento-cal-arena, o también, un baño de brea. Si aparecen rajaduras en los techos como producto del resecamiento, se recomienda resanarlas con brea, esta se derrite a fuego lento y se aplica una capa espesa en las ranuras.
- Si se descubre que la madera está siendo carcomida por la polilla y no se evita con tiempo, es necesario reemplazarla por otra madera sana.
- Se debe agregar barniz o pintura anticorrosiva al menos una vez al año<sup>34</sup>.

---

<sup>34</sup> AIS. Manual para rehabilitación de viviendas construidas en adobe. Colombia.