

ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE CASA HABITACIÓN TÍPICAS DE LA REGIÓN

Silva Hernández Abraham; Domínguez Cortazar Miguel Ángel;

Facultad de ingeniería

Universidad Autónoma de Querétaro

RESUMEN

Es importante conocer el comportamiento térmico de las viviendas debido a que éste influye en la salud y el desempeño de sus habitantes. Para estudiar este comportamiento se realizó un análisis térmico con base al análisis de 3 casas tipo (con diferentes materiales). Con base a datos experimentales publicados en la literatura se determinaron las propiedades térmicas de los materiales estudiados (típicos de las zonas urbana de Querétaro) y, a través de diversas formulas térmicas se determinaron los valores de propiedades térmicas como: la resistencia térmica, trasmittancia térmica, el desfase en el paso de onda térmica etc.

Entre los materiales típicos analizados en las 3 casas tipo, se buscó el más conveniente desde el punto de vista de su construcción y buscando además las orientaciones más convenientes para el confort térmico y para distintas épocas del año.

Se llegó a la conclusión de que la mayor parte del calor que entra a la vivienda lo hace a través del techo. Para disminuir la temperatura interior se planteó una 4 vivienda, cuyo techo tuviera una inclinación tal que disminuyera el aporte de energía, aminorando el flujo energético al interior de la vivienda. Se concluyó que la forma de disminuir este flujo sería con un techo a 45° de inclinación y orientado hacia el sur para las condiciones geográficas de Querétaro (esto reduce la energía que incide en la casa en una proporción que es aproximadamente igual al doble de la radiación recibida por la pared norte y en el momento en el que el ángulo solar horario vale 0°).

INTRODUCCIÓN

El estudio del comportamiento bioclimático de una casa habitación permite definir las condiciones de humedad y temperatura óptimas para el confort de sus habitantes, estas variables se pueden modificar por varios métodos como son el uso de dispositivos como aleros y sombreados, por la orientación óptima de las ventanas en contra del sol, con el uso de pinturas con bajos índices de absorbancia (pinturas de color claro), y también mediante el uso inteligente y el acomodo alternativo de los materiales que forman no solo el techo sino las paredes, puertas, etc., de la vivienda.

El control de estas variables es importante porque son desencadenadoras, en el caso de que no se encuentren dentro de los valores del confort, de un mal desempeño de los habitantes de la vivienda en sus actividades cotidianas; además de una sensación de malestar con consecuencias tanto patológicas como psicológicas (Pita E., 1994).

Para el estudio del comportamiento climático de las viviendas, en este trabajo se tomó en cuenta principalmente el mecanismo de calentamiento de las viviendas a través de la radiación solar (el mayor aporte de calor que pasa a una construcción es debido a la radiación solar), siendo éste uno de los aspectos más ampliamente manejados en el proyecto.

Otro aspecto estudiado fue el de la determinación de la influencia de los ángulos de inclinación del techo en el comportamiento térmico de la casa y, el planteamiento de medidas para mejorar el comportamiento térmico habitacional. Entre estas medidas se encontró las mejores inclinaciones y orientaciones de ventanas y techo de acuerdo a la latitud del lugar estudiado y a la época del año.

METODOS Y MATERIALES

Para determinar las propiedades térmicas de las casas tipo (cada casa tipo tenía 16m de largo por 8m de ancho y 2.8m de altura) se usaron principalmente fórmulas (Hornbostel C. 2004), mismas que sirven para calcular la resistencia térmica y la transmitancia térmica del material. Además, se calculó la cantidad de energía solar máxima (tomando en cuenta un modelo que determina la irradiación diaria máxima, considerando condiciones de días sin nubosidad). El modelo utilizado fue el de Hottel (Duffie y Beckham, 1974), modelo que calcula la radiación solar para un día despejado en una determinada latitud y altitud. El cálculo está realizado para el 21 de junio (porque este es el día de mayor declinación solar en el año), además porque es el día medio del período cálido que va del 21 de marzo al 20 de septiembre (período inter-equinoccios).

Se calcularon las resistencias térmicas de diversos materiales utilizados en la construcción (mamposterías, recubrimientos, aislantes).

De los materiales investigados se tomaron los más comunes en la región de Querétaro como componentes de 3 casas habitación típicas, a las cuales se les determinó las principales propiedades térmicas. (Ver tabla 1)

Tabla 1

Casa tipo	Materiales (paredes)	techo
1	Ladrillo rojo (ladrillo cerámico macizo)	Mortero de cemento
2	Ladrillo hueco	Mortero de cemento
3	Tabicón	Mortero de cemento

Se consideró que las casas tipo tienen las mismas medidas y la misma orientación y se calculó las propiedades térmicas para los elementos estructurales, considerando a éstos con y sin aplanado exterior (como aplanado se consideró un espesor de 2.5 cm, hecho a base de mortero de cemento).

El cálculo de las propiedades se realizó bajo condiciones de cielo despejado, con una humedad dentro de los límites que la ASHRAE¹ denomina zona del confort, se consideró además una velocidad del viento de 12 km/h, esto último resultó muy útil, ya que según la velocidad del viento es el coeficiente de convección aparente superficial y de éste dependerá la energía ganada por la pared, misma que será transmitida hacia el interior de la casa habitación.

La radiación solar se calculó utilizando el método de Hottel (Duffie y Beckham, 1974) con este cálculo se determinó la cantidad de energía solar que llega a la casa, y después se procedió al cálculo de la cantidad de energía que pasa al interior de la casa por medio de las fórmulas publicadas (<http://www4.inti.gov.ar/GD/4jornadas2002/pdf/cecon-064.pdf>).

Se calculó únicamente el paso de calor teniendo como marco de referencia el cenit, ya que es el momento en el cual el sol, en su mayor altura en el horizonte, aporta la mayor radiación. Con el valor de irradiancia solar obtenido con el método de Hottel, se calculó la cantidad total de calor que pasa al interior de la vivienda, considerando solo las paredes y el techo; para este cálculo se consideró las condiciones térmicas interiores que señala el confort (estándares de 25°C) y al exterior se consideró una temperatura ambiente de 30°C, todo ello como condiciones de frontera.

¹ American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A partir de las condiciones anteriores, se determinó la vivienda con mayor y menor flujo de calor. Los resultados finales se muestran en las tablas 2 a 4, en ellas se señala la energía que recibe la construcción y aquella que pasa al interior de la vivienda.

Valores de energía que incide en las diferentes casas tipo al momento en el que el Ángulo horario es 0°

Con aplanado en las paredes

Tabla 2 CASA TIPO 1 (los datos en azul están en watts, $1w=1j/s$)

energía que recibe la superficie w/m^2	energía que pasa w/m^2
total	total
165201.57	9394.934497

Tabla 3 CASA TIPO 2 (los datos en azul están en watts, $1w=1j/s$)

energía que recibe la superficie w/m^2	energía que pasa w/m^2
total	total
165201.57	8074.881446

Tabla 4 CASA TIPO 3

energía que recibe la superficie w/m^2	energía que pasa w/m^2
total	total
165201.57	8599.229248

Entre los materiales estudiados, el que mejor desempeño presenta es el ladrillo hueco con aplanado; esto significa mayor inercia térmica, onda de desfase, menor conductividad térmica y resistencia al ataque de ácidos, sin embargo este tipo de materiales presenta ciertas desventajas en el campo estructural, por lo que resulta útil para mamposterías que no soportan cargas de mucha intensidad ni repetidamente.

En cuanto a las ventanas, lo más conveniente es orientarlas hacia el Sur, siendo también lo más conveniente orientar la puerta en esta dirección todo esto inferido por medio del cálculo del ángulo azimutal solar (ASHRAE, 2005).

En cuanto al techo se llegó a la conclusión de que es el componente que mayor aporte de calor produce a una casa tipo. Para reducir el flujo energético incidente en el techo, se propuso un ángulo de inclinación de 45°, obteniéndose los resultados que se muestran en la tabla 4.

Tabla 4 comparación entre radiaciones incidentes con techo a 45° y techo a 0°

Elemento de la casa	Energía que incide w (45°)*	Energía que incide (0°)*
Pared con vista al norte	7,134.25856	3313.856
techo	132,000.865	142,754.56

*Solo se calculó el techo y la pared norte porque son los que varían en área.

Como se observa, se obtiene una reducción en el flujo energético sobre el techo gracias a la inclinación de 45°. En total, para toda la vivienda, la reducción es del orden de los 6933.29244 W, cantidad que equivale aproximadamente al doble de lo recibido por la pared 1 en una casa con techo a 0° de inclinación.

De lo anterior se deduce que una inclinación de techo de 45° (con azimut de 0°) sería favorable para que la vivienda reciba menos energía. Por tanto, para lograr la máxima eficiencia térmica con los materiales típicos de la región, se requiere orientar la casa con las ventanas viendo hacia el sur, algunas al este y otras al oeste. Este resultado se obtiene cuando se calculan los ángulos azimutales solares durante todo el año, ya que en verano los ángulos azimutales están en el 2° y 3° cuadrante, en tanto que en invierno están en el 1° y 4° cuadrante. En el cálculo del azimut se considera que: el sur está a 0°, el norte a 180°, el este y el oeste son considerados a -90° y 90° respectivamente.

CONCLUSIONES

En buena medida el mal desempeño climático de las casas se debe principalmente por un diseño climático inadecuado, donde se descuidan las propiedades térmicas de los materiales seleccionados, así como las orientaciones de puertas y ventanas. De este trabajo se desprende que el confort térmico de una vivienda mejora sensiblemente con una selección apropiada de materiales, y con el empleo de techos inclinados.

Una de las peculiaridades en las que se concluye es que este tipo de viviendas se podría mejorar todavía más, en estudios posteriores, mediante la inclusión y cálculo de sistemas que aprovechen los efectos de la convección.

Para el diseño de la casa habitación de acuerdo a los resultados obtenido, se recomienda el uso de tabiques huecos (cuando se tenga la posibilidad estructural de hacerlo, o cuando este tipo de tabiques poseen características estructurales más apropiadas), o de tabique rojo y en el caso de usar aplanados (para fines estéticos, además de usar pinturas que protejan la construcción), éstos sean la más grueso posible y se recurra a cubrirlos con una pintura de absorbanza solar entre 0.6-0.4, esto con el fin de mejorar sus propiedades térmicas, además de que se recomienda hacer uso de techos inclinados para disminuir la radiación sobre la casa y aumentar el volumen de aire de la misma, favoreciendo el desagüe del techo en la época de lluvias.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS

Libros

Almanza Salgado et al. Ingeniería de la energía solar, colegio nacional, 1994

ASHRAE fundamentals handbook, 2005

Duffie y Beckham solar engineering of thermal process, 1974

Hornbostel Caleb, materiales para la construcción; tipos usos y aplicaciones, México, limusa wiley, 2004

Pita Edward, Acondicionamiento de aire principios y sistemas, edit. CECOSA 1994

Web

<http://www4.inti.gov.ar/GD/4jornadas2002/pdf/cecon-064.pdf>

Agradecimientos

Agradezco a la universidad autónoma de Querétaro a la dirección de investigación y posgrado, a la facultada de ingeniería y a los doctores Miguel Ángel Domínguez Cortazar y al ingeniero Rubén Ramírez Jiménez por el apoyo brindado.