Estrategias de climatización pasiva para viviendas populares en clima cálido-húmedo

Ignacio Alejandro Guzmán Hernández*[1,3], Fidel Franco González[2,3,4], Joan Lluis Zamora i Mestre[3,4]

1 Departamento de Tecnología de la Arquitectura UPC 2 Departamento de Física UPC 3 Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona (ETSAB) UPC 4 Laboratorio de Innovación y Tecnología en la Arquitectura (LiTA) UPC

* ignacio.alejandro.guzman@upc.edu

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

50 ANYS sense limits

I N T R O D U C C I Ó N

El confort térmico es uno de los temas más recurrentes en la arquitectura, debido a que la arquitectura debe ser para que los usuarios finales pudieran satisfacer necesidades básicas y de interacción con su entorno inmediato. En esta interacción encontramos relaciones humanas, físicas y psicológicas, y al mismo tiempo relaciones con los elementos físicos del entorno, como la iluminación, la acústica y el clima.

Estos elementos físicos pueden ser modificados por medio del diseño arquitectónico para buscar una mayor satisfacción en el usuario al realizar sus actividades. El confort térmico es definido como "la condición de la mente en la que la satisfacción se expresa con el medio ambiente térmico" (ASHRAE, 2004), y es importante entender que es una condición completamente subjetiva e influenciable por diversos factores como el humor, la cultura, el lugar de procedencia de las personas, entre otros. Esta es la razón por la cual no existe un estándar absoluto de confort térmico (Djongyang, Tchinda & Njomo, 2010), sin embargo se pueden estimar estándares por zonas climáticas con bastante aproximación, tratando de cubrir la mayor cantidad de personas dentro de la zona de confort.

La importancia del confort térmico en la arquitectura va más allá de mejorar el estado mental de los usuarios, ya que está demostrado que es un parámetro fundamental para lograr espacios productivos y saludables (Wagner, Gossauer, Moosmann, Gropp & Leonhart, 2007), y determinan la cantidad de energía a consumir por el edificio, que en la mayoría de los paises con clima cálido-húmedo continúa siendo de fuentes no sustentables (R. Yao, Li & Liu, 2009) y que suelen ser muy costosas.

Numerosas investigaciones han tratado de adaptar los estándares internacionales proponiendo límites de temperatura y humedad para lograr niveles de confort, como se puede ver en la siguiente tabla:

Autores	Temperatura	Humedad	Aplicación
Givoni	21°C - 26°C	5-17 mmHg.	Varios
Olgyay	23.9°C - 29.5°C	20% - 75%	Trópicos
ASHRAE	21.6°C – 26.6°C	4 – 14 mmHg.	Varios
Yaglou	18.8°C – 23.8°C	30% - 79%	USA
ISO 7730	20°-26°	50%	España

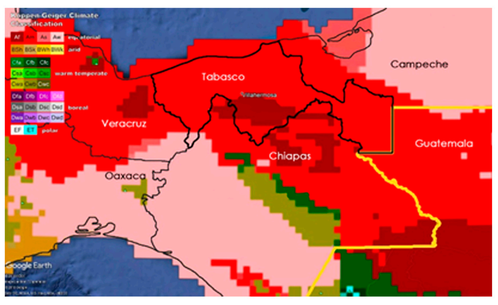
Tabla 1 - Límites de confort térmico, varios autores. (Hinz, 1989)

C A S O D E E S T U D I O

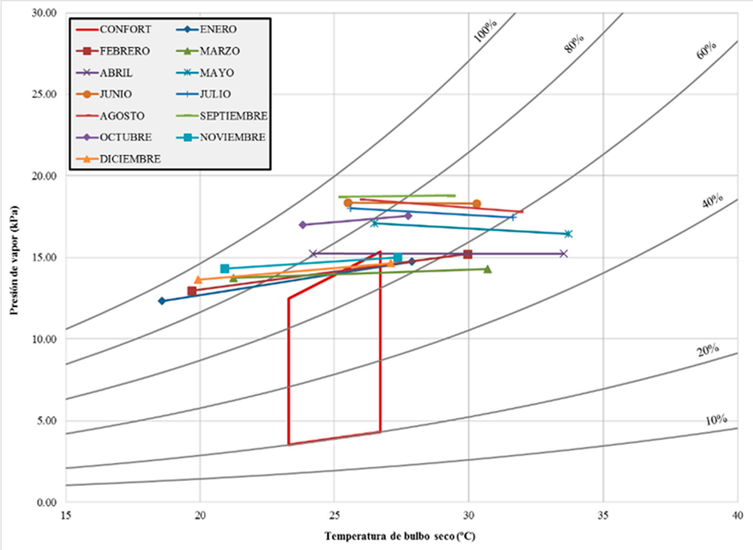
El estudio se realiza para la ciudad de Villahermosa, capital del estado de Tabasco, en el sureste Mexicano, Se encuentra en la latitud 17°59'13''N y la longitud 92°55'10''O, y una altitud promedio de 9 m.s.n.m. Cuenta con un clima cálido-húmedo con lluvias todo el año y sus precipitaciones anuales rondan los 2500 mm.

La temperatura promedio es de 27.3 °C, con máximas de 41°C y mínimas promedio de 17.4°C, mientras que el promedio de la humedad relativa es del 80%, y rara vez desciende del 65%. Es un caso interesante, debido a que la combinación de altas temperaturas y altos niveles de humedad relativa dificultan el confort térmico y la aplicación se sistemas pasivos de climatización, recurriendo en la mayor parte del tiempo a sistemas activos, representando un 18.5% del gasto eléctrico de los hogares (INEGI, 2016).

No existe ningún estandar de confort térmico para México o para Tabasco, por lo cual se toman los parámetros propuestos por Victor Olgyay para los trópicos, con temperatura entre 23.3°C y 26.7°C y una humedad relativa entre el 30% y el 70% (Victor Olgyay & Frontado, 1998).



Climas del estado de Tabasco
(Kottek, Grieser, Beck, Rudolf, & Rubel, 2006)



Carta bioclimática Givoni con datos de Villahermosa, autoría propia.

M E T O D O L O G Í A

Se seleccionan estrategias de climatización pasiva sugeridas por la bibliografía analizada, para simular las modificaciones sobre una vivienda de tipo popular, construidas en Villahermosa, Tabasco, se analiza posteriormente su efectividad por separado y en un modelo combinado. El modelo de vivienda "tipo" de esta investigación es tipo "duplex" de dos viviendas en forma de puzzle como se observa en la siguiente imagen:

Se seleccionan estrategias de climatización pasiva sugeridas por la bibliografía analizada, para simular las modificaciones sobre una vivienda de tipo popular, construidas en Villahermosa, Tabasco, se analiza posteriormente su efectividad por separado y en un modelo combinado. El modelo de vivienda "tipo" de esta investigación es tipo "duplex" de dos viviendas en forma de puzzle como se observa en la siguientes imágenes:

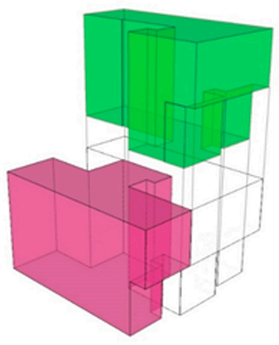
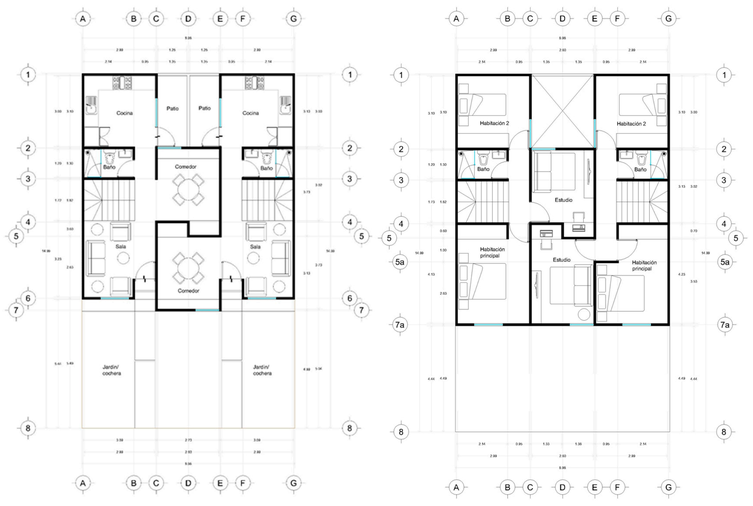


Diagrama volumétrico de viviendas duplex populares del caso de estudio.



Plantas arquitectónicas vivienda popular.

Se modelan las condiciones climáticas y volumétricas del lugar y de la vivienda en el software DesignBuilder, junto con las viviendas colindantes para obtener las condiciones micro-climáticas del lugar.

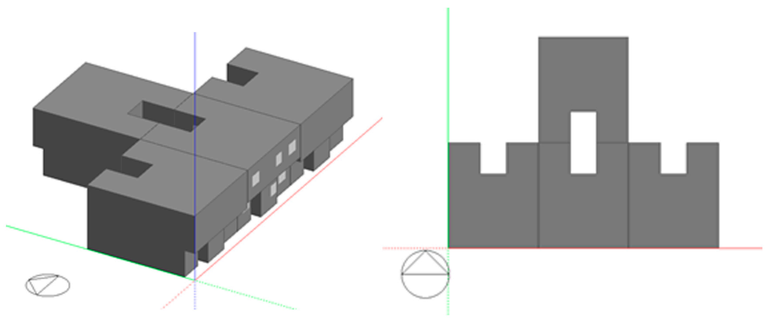


Imagen conceptual del modelo de análisis vivienda popular en DesignBuilder.

Primero se analizan en días y semanas de mayo, que característicos por ser calurosos y humedos, para lograr su eficiencia en los momentos más críticos, posteriormente se realizan análisis anuales para observar la eficiencia de las estrategias.

R E S U L T A D O S

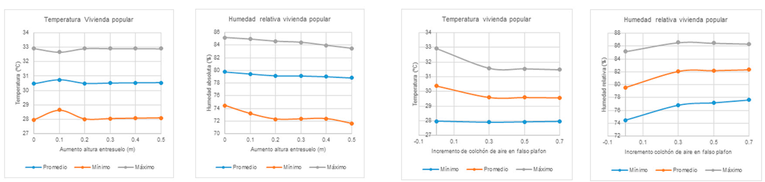
A continuación se describen los resultados mas importantes de la simulación con categorías separadas.

Altura de cubiertas

Se modificó la altura de las cubiertas en franjas de 10cm, hasta los 50cm. En las gráficas 1 y 2 se observa la diferencia, que es poca en temperatura y mas acentuada en humedad relativa.

Falso plafon

Se simula el impacto de un colchón de aire, creado por la implementación de falsos plafon debajo de las cubiertas, se analiza la diferencia de 30cm, 50cm y 70cm, comparados con el modelo base.

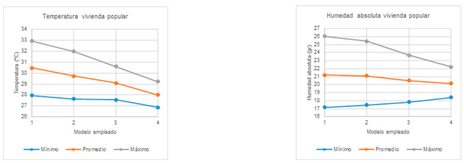


Gráficas 1 y 2 - Resultados del modelo de análisis vivienda popular de incremento de cubiertas en DesignBuilder.

Gráficas 3 y 4 - Resultados del modelo de análisis de vivienda popular de incremento de falso plafon en DesignBuilder.

Aislante térmico

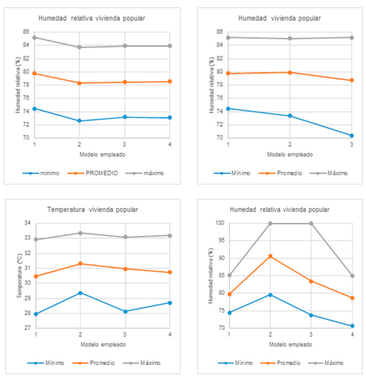
Se simulan 3 modelos que se comparan con el modelo base, colocando aislante térmico de una pulgada de poliestireno expandido en las plantas de la vivienda por separado y una con ambas plantas aisladas. Se observan decrementos en temperatura y humedad absoluta en las siguientes gráficas:



Gráficas 5 y 6 - Resultados del modelo de análisis vivienda popular de aislante térmico en DesignBuilder.

Protección solar y ventilación

Se generan 3 modelos, añadiendo protección a las ventanas orientadas a la fachada sur, donde hay mayor incidencia solar, comparando diversas dimensiones con la vivienda del modelo base.



Gráficas 7-10 - Resultados de protección solar y ventilación en vivienda popular en DesignBuilder.

También se modificaron dimensiones de las ventanas de la vivienda con proporciones 3:1, 1:1 y 1:3 dependiendo de la orientación de entrada y salida de aire.

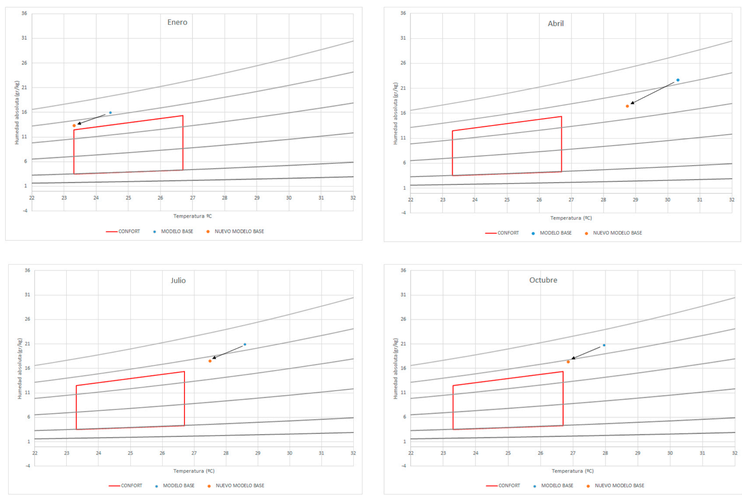
Posteriormente se analiza la temporalidad de apertura de ventanas para ventilación natural, con 4 formas:

- Ventilación constante.
- Ventilación cerrada.
- Ventilación diurna.
- Ventilacion nocturna.

Disminuyen valores de temperatura, humedad absoluta y humedad relativa.

Modelo combinado - análisis anual

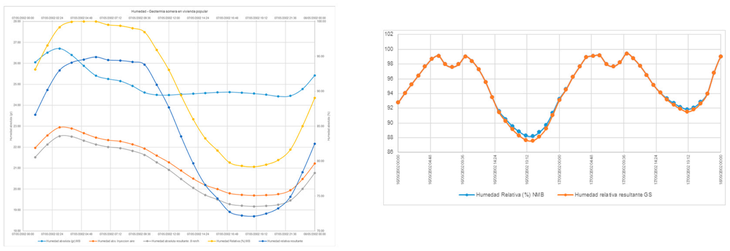
Se realiza la combinación de las estrategias para realizar el análisis anual con el afan de poder estudiar su eficiencia en diferentes momentos y condiciones climáticas del lugar.



Gráficas 11-14 - Resultados anuales en gráficas psicrométricas, comparación modelo combinado (NMB) con modelo base.

Geotermia somera

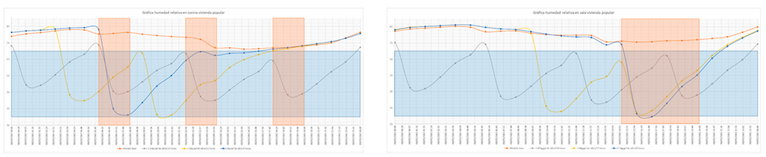
En el presenta aparatado se analizan los cálculos matemáticos y de simulación realizados para la vivienda popular, añadiendo al MB un sistema de geotermia somera a 6 metros de profundidad, dicha profundidad fue elegida al tener un mejor comportamiento térmico en los 6 meses mas calurosos del año en el caso de estudio.



Gráficas 15 y 16 - Comparación eficiencia de geotermia somera en mayo y septiembre.

Paneles desecantes

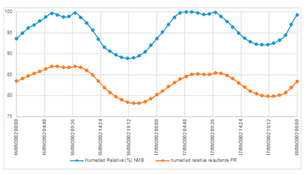
Para el análisis de paneles deshumidificantes se supone la colocación de paneles desmontables con gel de silice dentro de las habitaciones con mayor uso de la vivienda, con diferentes cantidades de material desecante, dependiendo del volumen de cada espacio.



Gráficas 17 y 18 - Resultados colocación paneles desecantes en cocina y sala.

Deshumidificación por presión

Para el análisis de deshumidificación presurisando el aire antes de la entrada se analisa otro efecto de condensación del vapor del agua, en este caso, manteniendo la temperatura constante, pero introduciendo el aire en tuberías, donde posteriormente es sometido a procesos de presurización mecánica, condensando una porción del vapor de agua, y después abriéndo una válvula de acceso al interior de la vivienda, es importante que durante todo el proceso, cualquier otro tipo de ventilación quede cancelada, para evitar entradas de humedad relativa del exterior al interior de la vivienda.



Gráfica 19 - Humedad relativa resultante de ventilación con presurización deshumidificante

	Alta temperatura Baja humedad	Alta temperatura Alta humedad	Temperatura confor Alta humedad	Baja temperatura Baja humedad	Baja temperatura Alta humedad
Incremento cubiertas	Integrada	Integrada	Integrada	Integrada	Integrada
Falso plafon	Integrada	Integrada	Integrada	Integrada	Integrada
Aislante térmico	Integrada	Integrada	Integrada	Integrada	Integrada
Proporción ventanas 3:1	Integrada	Integrada	Integrada	Integrada	Integrada
Protección solar	Integrada	Integrada	Integrada	Integrada	Integrada
Temporalidad ventilación	Constante	Nocturna	Nocturna	Constante	Nocturna
Ventilación cruzada	Siempre	Siempre	Siempre	Siempre	Siempre
Geotermia somera deshumidificante	Activada	Activada	Desactivada	Activada	Desactivada
Paneles desecantes	Desactivada	Desactivada	Activada	Desactivada	Activada
Deshumidificación por presurización	Desactivada	Activada	Desactivada	Desactivada	Activada

Tabla 2 - Criterio de utilización de estrategias de climatización semi-pasiva

R E F E R E N C I A S

ANSI/ASHRAE. (2016). Criteria for Moisture Control Design Analysis in Buildings.
Djongyang, N., Tchinda, R., & Njomo, D. (2010). Thermal comfort: A review paper. Renewable and sustainable energy reviews, 14(9), 2626-2640.
Wagner, A., Gossauer, E., Moosmann, C., Gropp, T., & Leonhart, R. (2007). Thermal comfort and workplace occupant satisfaction—Results of field studies in German low energy office buildings. Energy and buildings, 39(7), 758-769.
Yao, R., Li, B., & Liu, J. (2009). A theoretical adaptive model of thermal comfort–Adaptive Predicted Mean Vote (aPMV). Building and Environment, 44(10), 2089-2096.
Hinz, E. (1986). Proyecto clima y arquitectura: informe final de la primera etapa del trabajo de in vestigación, subvencionado por el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CONDES) de la Universidad del Zulia.
INEGI. (2016). Encuesta nacional de ingresos y gastos de los hogares 2016. Retrieved from México.
Olgyay, V., & Frontado, J. (1998). Arquitectura y clima: manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas: Gustavo Gili.

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH