

CONFORT TÉRMICO *VERSUS* CONSUMO ENERGÉTICO EN VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL EN CLIMA CÁLIDO HÚMEDO

*Thermal comfort versus energy consumption in
social housing in warm humid climate*

DR. EN ARQ. RUBÉN SALVADOR ROUX GUTIÉRREZ
Profesor Investigador
Facultad de Arquitectura Unidad Saltillo
Universidad Autónoma de Coahuila, México.
rroux33@hotmail.com

DR. VÍCTOR MANUEL GARCÍA IZAGUIRRE
Profesor Investigador
Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo
Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.
vgarcia@uat.edu.mx

Fecha de recibido: 13 noviembre 2013
Fecha de aceptado: 21 abril 2014

pp: 123-140



FAD | UAEMéx | Año 9, No 16
Julio - Diciembre 2014

RESUMEN

El presente artículo se refiere al estudio efectuado sobre el confort térmico en viviendas de interés social (VIS) en el sur de Tamaulipas, México, cuyo clima es cálido húmedo; por lo anterior, se podrá determinar la eficacia del mismo en comparación al consumo energético por sistemas de ventilación mecánico, proyecto financiado por el Programa de Mejoramiento del Profesorado (PROMEP) como Apoyo a la Reincorporación de Exbecarios, según oficio PROMEP/103-5/07/2405 y PROMEP/103-5/09/1539.

En ese sentido, se ha tomado como premisa que la calidad ambiental y las condiciones de habitabilidad son requerimientos básicos y fundamentales que deben ser contemplados en la producción del hábitat construido, tanto en los aspectos de diseño como en las características constructivas; elementos que se vuelven especialmente críticos para las viviendas de interés social, cuyo sector poblacional, en la gran mayoría de los casos, no cuenta con los recursos económicos suficientes para pagar las tarifas de consumo energético, sobre todo en zonas donde las condiciones climáticas de temperatura media y máxima están por encima de los rangos de confort en verano; y las cuáles tienen la disyuntiva de que generalmente presentan serias deficiencias en la calidad térmica interior.

Por lo mismo, se analizarán tanto las características de las viviendas originalmente entregadas, así como las modificaciones efectuadas por los usuarios a los espacios habitables.

El análisis permitirá presentar soluciones que puedan mejorar la eficiencia de los sistemas de ventilación natural y artificial.

Palabras clave: clima, confort térmico, consumo energético.

ABSTRACT

This paper refers to the study about social interest houses (VIS by its abbreviations in Spanish) thermal comfort in the humid warm climate, in the coast of the Gulf of Mexico, on how to determine the effectiveness of the thermal comfort versus energy consumption for mechanical ventilation. This research was sponsored by Teacher Improvement Program (PROMEP by its abbreviations in Spanish) as support reintegration of former grantees, under the project PROMEP/103-5/07/2405 and PROMEP/103-5/09/1539.

In that sense, it has been established that the environmental quality and the habitability conditions are basic and fundamental requirements that must be contemplated in the constructed habitat production, as much in the design aspects like constructive characteristics; elements that become especially critics for social interest houses, whose population sector in the great majority of the cases doesn't have the sufficient economics resources to pay the of energetic consumption fees, especially in areas where climatic conditions of average and maximum temperature is upper the range in summer comfort; and which have the dilemma of have serious deficiencies in the inner thermal quality.

Will be analyzed the characteristics of the houses originally given, as well as the modifications conducted by the users to the inhabitable spaces.

The analysis will be able to allow solutions that allow to improve the natural or artificial ventilation.

Key words: climate, energy consumption, thermal comfort.

INTRODUCCIÓN

La zona metropolitana del sur de Tamaulipas, México, integrada por los municipios de Tampico, Madero y Altamira, está inmersa en una zona climática cálido húmeda, cuyas características generales según el CONAFOVI (2005), se caracterizan por tener una temperatura que oscila de los 20°C a los 26°C con precipitaciones anuales que van de los 1500 a 3000 mm, e incluso en algunas áreas puede alcanzar más de 4000 mm.

Sin embargo y aún con las particularidades meteorológicas descritas anteriormente, tanto los organismos oficiales, los arquitectos, así como los constructores, han privilegiado en la edificación de viviendas contemporáneas de esta zona climática, el responder a cuestiones económicas y cuantitativas, soslayando en esa búsqueda las cualidades del diseño arquitectónico de las mismas, olvidando los elementos más simples y perceptibles del entorno físico, necesarios para realizar un hábitat edificado apropiado al usuario, ya sea con una adecuada ventilación natural en el interior de las mismas, evitar el soleamiento, calentar los interiores en invierno y refrescarlos en verano; en síntesis, construir apropiadamente los espacios para la zona climática donde se edifican, para lograr una calidad de vida adecuada para los usuarios.

La energía es un factor determinante en el costo de la vivienda, el cual deriva tanto de la que es consumida cuando ésta se edifica, como aquella que será utilizada posteriormente al ser habitada (Tabla 1).

La CONAVI (2008) afirma que el consumo excesivo de energía como consecuencia de un mal diseño en la vivienda es causa de emisiones de CO_2 injustificables de gases de efecto invernadero, la cual para las zonas cálidas registrará al menos un consumo adicional de 1,000 kWh al año, lo que representa cerca de 600 kg de CO_2 liberados innecesariamente a la atmósfera.

Tabla 1. Venta de Energía Eléctrica por Sector.

Descripción	MWh	I/2008	I/2009
Total		153,551,526.730	151,350,309.000
Doméstico		40,848,424.830	42,151,603.000
Comercial		9,688,508.250	9,628,493.000
Servicios		5,214,908.630	6,012,099.000
Agrícola		8,049,073.440	9,237,080.000
Industrial		89,750,611.580	84,321,034.000
Mediana industria		54,424,333.220	52,587,621.000
Gran industria		35,326,278.360	31,733,413.000

Fuente: SENER 2009.

Es indiscutible que el uso de los aparatos de climatización permite dar mayor confort al interior de las viviendas, sin embargo, esta adecuación resulta ser un gasto económico excesivo, tanto por la inicial instalación como por su posterior consumo y necesario mantenimiento.

Otro factor a considerar es el que está directamente relacionado con las soluciones que el usuario ha tenido que realizar al ocupar las viviendas, efectuando adecuaciones constructivas a las viviendas para mejorar su acondicionamiento físico. En ambos casos impacta directamente a la economía familiar (Tabla 2).

Tabla 2. Ventas de energía eléctrica por tarifa.

Descripción	MWh	1/2008	1/2009
VENTAS TOTALES		133,351,526.730	151,350,310.000
Tarifa domestica	40,848,424.830	42,151,603.000	
1. Domestico	11,643,589.700	11,950,550.000	
1A. Domestico con temperatura media minima en verano de 25C	1,924,309.580	2,016,164.000	
1B. Domestico con temperatura media minima en verano de 28C	4,677,661.110	4,881,760.000	
1C. Domestico con temperatura media minima en verano de 30C	9,450,925.800	10,053,086.000	
1D. Domestico con temperatura media minima en verano de 31C	2,775,857.840	2,874,376.000	
1E. Domestico con temperatura media minima en verano de 32C	3,666,000.880	3,662,320.000	
1F. Domestico con tempera media minima en verano de 33C	4,172,588.980	4,624,279.000	
DAC. Domestico alto consumo	2,536,490.940	2,089,067.000	

Fuente: SENER 2009.

A decir de la CONAFOVI (2006), la sociedad mexicana requiere de nuevos diseños de viviendas que se adapten a sus necesidades y que además modifiquen las tecnologías actuales, altamente consumidoras de energía, sin afectar el valor adquisitivo de la vivienda, sobre todo considerando que el aumento en el uso de la energía está estrechamente relacionado con la necesidad de climatizar el ambiente por los factores del clima del lugar, la ineficiencia tecnológica o el diseño inadecuado de la vivienda; elementos que pueden darse de manera individual o peor aún combinados.

En ese sentido y como parte del proyecto que esta investigación pretende, se han realizado análisis en una muestra de viviendas de interés social, cuyas características constructivas son prototípicas de una gran parte de las edificadas en la zona de estudio, en las cuales se han identificado el comportamiento energético basado exclusivamente en las características del diseño arquitectónico, materiales usados en su edificación, orientación, así como el entorno físico que rodea a la vivienda.

Para poder dar puntualmente respuestas a las preguntas que este investigando se planteó se darán las principales características climáticas de la zona, así como el procedimiento constructivo y materiales usados en las viviendas que se contruyen actualmente en la zona de estudio.

ANÁLISIS DE LAS VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL EN LA ZONA SUR DE TAMAULIPAS

El clima que predomina en la zona metropolitana del sur de Tamaulipas, de acuerdo a datos proporcionados por la Comisión Nacional del Agua (ver tabla 3 y 4) es de tipo tropical cálido húmedo, mismo que se caracteriza por tener lluvias durante el verano con una temperatura media de 24°C, cuya variación promedio va desde los 36.8°C a 9.7°C, aunque se tiene un registro máximo histórico de 46°C y una mínima histórica de 0°C. La temperatura media y máxima están por encima de los rangos de confort en verano. Específicamente según el CONAFOVI (2005), la temperatura media anual varía entre 20°C y 29°C, mientras que la precipitación anual promedio es de 600 a 1600 mm.

Tabla 3. Normales Climatológicas 1961 – 1990 Estación 28111 Tampico, Tam, Méx.

CONCEPTO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Temperatura Máxima Normal	22.4	23.7	26.4	29.0	30.6	31.6	31.5	32.0	31.3	29.4	26.6	23.8	26.2
Máxima mensual	25.6	28.1	28.4	31.1	33.2	34.2	33.9	34.5	33.1	31.0	29.4	27.2	34.5
Año de máxima	1965	1962	1964	1964	1962	1962	1964	1964	1964	1964	1964	1965	1964
Mínima mensual	19.5	20.4	23.5	26.9	29.2	29.9	28.1	29.8	29.0	26.6	21.1	19.5	19.5
Año de mínima	1979	1979	1968	1967	1970	1974	1974	1974	1974	1976	1976	1969	1979
Temperatura Mínima Normal	14.1	15.1	18.4	21.6	24.0	24.8	24.5	24.6	23.9	21.6	18.5	15.4	20.8
Mínima mensual	12.0	12.0	15.5	19.0	21.5	22.8	22.6	23.3	22.2	18.1	14.8	10.2	10.2
Año de mínima	1979	1976	1968	1967	1970	1974	1974	1976	1974	1976	1976	1969	1969
Máxima mensual	17.5	19.6	20.7	23.4	25.5	26.1	25.8	26.0	25.2	23.2	21.9	18.5	26.1
Año de máxima	1989	1962	1972	1963	1989	1982	1980	1964	1964	1972	1973	1970	1962

Fuente: Comisión Nacional del Agua.

Tabla 4. Temperatura Media Mensual 1921 – 2006 Tampico, Tam, Méx.

CONCEPTO	PERIODO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Promedio	1921 a 2006	18.5	19.8	22.5	25.2	27.5	28.4	28.1	29.4	27.7	25.7	22.7	19.8
Año más frío	1974	18.8	17.9	22.3	24.1	27.0	25.9	25.4	28.8	25.6	23.4	20.8	18.7
Año más caluroso	2006	21.6	21.6	25.2	28.2	28.2	29.3	29.2	30.0	29.3	27.1	24.1	20.3

Fuente: CNA; Anuario Estadístico Tamaulipas Edición 2007 INEGI.

La humedad en la zona sur de Tamaulipas es alta considerando que el promedio anual es de 70% siendo por lo general el mes de septiembre el más húmedo, coincidiendo con ser el de más alta precipitación pluvial, así como el mes más activo de la temporada anual de huracanes. La humedad relativa más baja registrada es de 50%, en los meses de enero y febrero después del paso de vientos fríos y secos del invierno conocidos como nortes; permanece fuera de confort casi todo el año, la sensación más importante a contrarrestar es el bochorno.

La precipitación pluvial de acuerdo a las estadísticas proporcionadas por la Comisión Nacional del Agua (CNA) y el Instituto Nacional de

Estadística, Geografía e Informática (INEGI) ha ido variando año con año en donde el mínimo de precipitación anual fue de 788 mm y una máxima de 1044 mm.

Con relación a la vivienda, en la zona sur de Tamaulipas, prácticamente resulta muy complicado definir una casa típica, los factores locales de ubicación del terreno y las diferentes épocas de construcción, han modificado sustancialmente en algunos casos la forma arquitectónica, así como los materiales de construcción, la mano de obra y la utilización de materiales de otras regiones o países.

Una revisión histórica apoyada con visitas de campo a las viviendas de la zona que prevalecen desde principios del siglo XX, han demostrado que las primeras viviendas edificadas, tenían como premisa de diseño adaptarse adecuadamente al entorno físico para evitar que sus usuarios se sintieran incómodos en el interior de las mismas.

Espuna (2011) comenta que se deduce, fundamentado en el análisis del diseño de este tipo de casas, que la principal preocupación era la búsqueda de las corrientes de aire, así como el uso de materiales que les ayudarán a reducir los efectos del soleamiento con la finalidad de abatir la sensación de inercia térmica, humedad y en consecuencia, refrescar el interior de las mismas.

En ese sentido, el soleamiento es un parámetro que sirve para determinar la cantidad de radiación solar que alcanza una parte de la corteza terrestre o un edificio en los planos que tiene expuestos al sol, tales como techos y fachadas, en especial el sitio de estudio que es el municipio de Altamira, que se ubica a los 22° 23' latitud norte 97° 56' longitud oeste.

Como todas las energías, éstas acaban siempre transformadas en energía térmica, las radiaciones en sí se convierten en calor al ser absorbidas por las superficies; el valor medio es de 1.94 cal/cm²/min, aunque a menor altitud ésta tiene a ser menor (Imagen 1), debido a que hay mayor cantidad de pérdida a consecuencia de la atmósfera (Olgay, 2006:32).

Parte de la radiación solar penetra directamente al interior por las aberturas y otra parte es absorbida por paredes y techos, tal y como lo afirma Serra (2006:33) casi la mitad de los intercambios de energía del cuerpo humano con el ambiente se realizan por radiación, la piel emite radiación y recibe la que emiten los cuerpos que la rodean. Por lo anterior, se debe evitar la incidencia de la radiación solar directa sobre el edificio y la entrada de la misma en los espacios interiores, siendo la más crítica la penetración de calor por la cubierta.

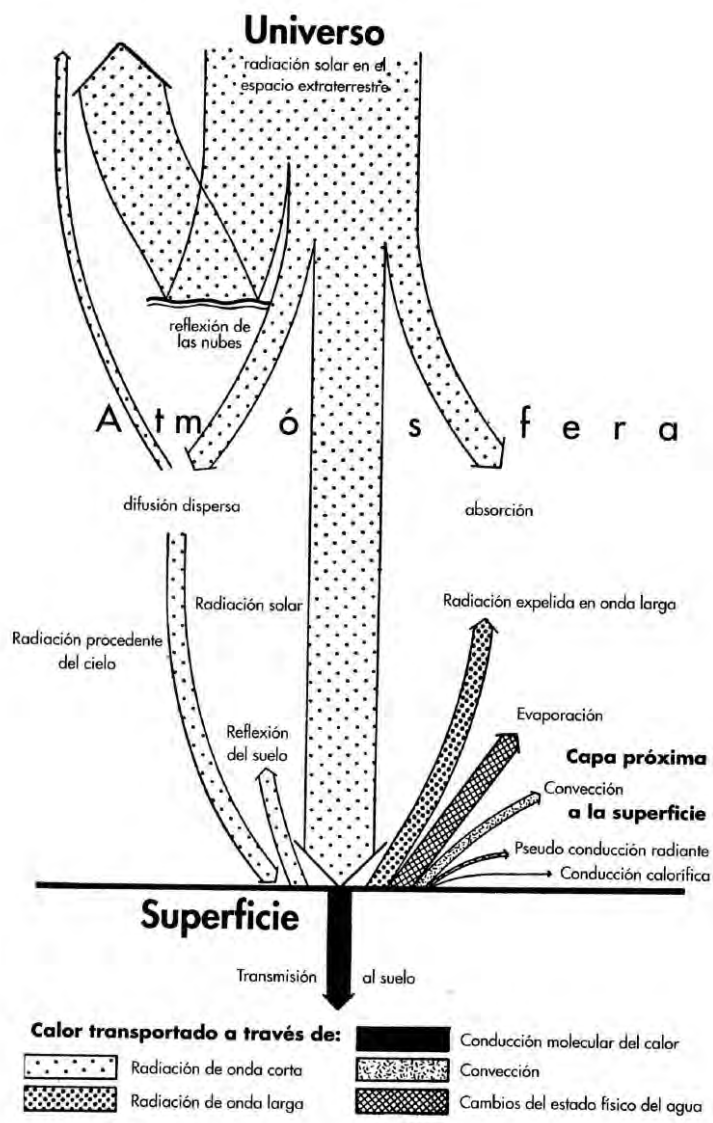


Imagen 1. Intercambio calorífico al mediodía de un día de verano en climas cálidos húmedos
 Fuente: Olgay (2006: 33).

En ese sentido, a decir de Espuna (2011), los muros de las viviendas vernáculas eran más gruesos que los interiores con la intención de retardar los efectos de la transmisión de calor a los cuartos. Las puertas de algunas viviendas tenían aberturas en la parte superior para permitir la ventilación. La mayoría de los techos analizados de esa época son inclinados por dos motivos:

1. Para aislar el calor en la parte más alta de la vivienda permitiendo el efecto de termosifón además de la circulación del aire.
2. Para facilitar el desalojo de las aguas pluviales.

Estas viviendas usaban exclusivamente el diseño de los elementos arquitectónicos, sin necesidad de recurrir a sistemas mecánicos para adecuarse a su entorno físico, aunque ello no implica necesariamente que no se puedan instalar, para una mejor sensación térmica.

Con relación al confort térmico de las viviendas, una forma de calcular la conductividad de un material es por medio del coeficiente de transferencia de calor (k), el cual, a diferencia de la conductividad térmica, no depende del espesor del material. Para propósitos de simplificación de cálculo de flujo de calor a través de una superficie se ha establecido un valor R . Éste es inversamente proporcional a la conductividad (k) y directamente proporcional al espesor del material (t). En términos unitarios, el valor R se mide por unidad de área (ft^2 o m^2), por unidad de temperatura absoluta (grados Kelvin o Celsius) entre flujo de calor (BTU/h o Watts).

Con este parámetro se puede establecer, por unidad de área de un componente dado de envolvente de una construcción (pared, ventana o techo), el efecto de aislamiento térmico como directamente proporcional al diferencial de temperatura (ΔT). En el tabla 5 se presentan las propiedades termofísicas de algunos de los materiales que integran el sistema constructivo de las viviendas, indicando los valores de conductividad ($W/m\cdot K$), calor específico ($J/Kg\cdot K$) y densidad (kg/m^3).

Tabla 5. Propiedades termofísicas de materiales que integran los sistemas constructivos estudiados.

Material	Conductividad	Calor específico	Densidad
Concreto	2	1000	2400
Polietileno	0.25	180	1200
Poliestireno	0.028	1590	35
Yeso	0.4	1000	1000
Zinc	110	380	7200
Poliuretano	0.035	1400	25

Fuente: Elaborado por los investigadores de diversas fichas técnicas de los materiales.

Estas propiedades termofísicas y las ópticas son fundamentales para entender básicamente la transferencia de calor en las edificaciones. La conductividad se relaciona con la capacidad del material para transmitir el calor, a menor valor más resistente al paso del calor, a mayor valor la transmisión del calor es bastante rápida. Respecto al calor específico, está relacionado a la capacidad del material para incrementar su temperatura en $1^\circ C$ por unidad de masa, mientras más

alto sea este valor el material será de mayor capacidad térmica. Esta capacidad puede ser a favor o en contra dependiendo del clima y diseño particular de cada edificación.

La densidad es el peso por unidad de masa de material, mientras más denso el material mayor será su capacidad de almacenar el calor. Esta variable se ve influenciada importantemente por las anteriores dos. Generalmente los materiales aislantes tienen una baja densidad, como por ejemplo el poliestireno y poliuretano, que tienen baja densidad asociada a una baja conductividad. Un metal, como el zinc, tiene una mayor densidad y también una mayor conductividad.

Según la CONAVI (2008), la envolvente de la vivienda que es por lo general de tabique o bloques de concreto, observa una conductividad térmica mucho menor que la óptima, lo que obliga a un consumo excesivo de energía en los equipos de aire acondicionado, así como el usar ventanas con vidrios ordinarios aumenta considerablemente la radiación de calor al interior de una vivienda, tal y como se observa en la imagen 4.

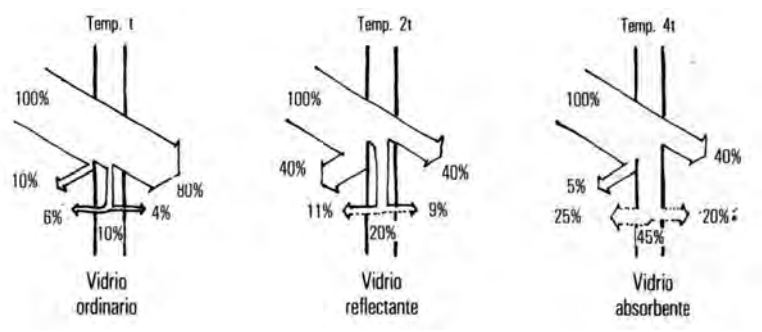


Imagen 4. Comportamiento radiante del vidrio ordinario y de los vidrios especiales.
Fuente: Vélez (2007: 19).

Bajo estas premisas, se analizó un modelo prototípico de vivienda que ha sido construida para el caso particular del clima de la zona sur de Tamaulipas.

METODOLOGÍA

El primer paso dentro de la metodología fue identificar el conjunto habitacional que tuviese las características del proceso constructivo más representativo de las viviendas de interés social (vis), y agrupara las características para la gran mayoría de este tipo de edificaciones que actualmente se efectúan en la zona (ver imagen 2).

Definido el conjunto habitacional de estudio, se seleccionó un muestreo de 6 viviendas, para poder monitorear los aspectos higro-metereológicos

de las vis, consistente en temperatura, humedad, velocidad y dirección del viento. La elegibilidad de las viviendas-muestra estuvo basada en los siguientes aspectos de inclusión:

- Que preferentemente tuvieran diversas orientaciones.
- No era necesario que hubiera modificaciones evidentes.
- Que estuvieran habitadas o cuando menos que las usaran cotidianamente.
- Que quisieran participar en el proyecto.

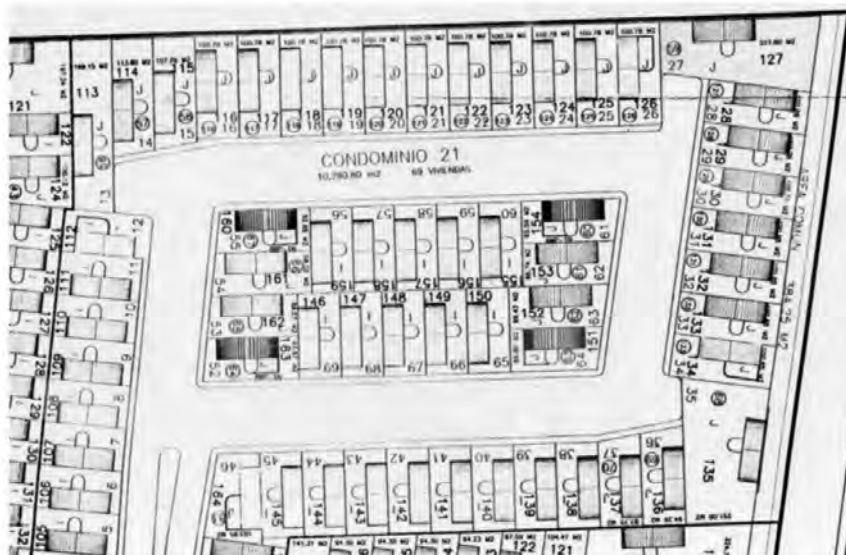


Imagen 2. Planta de Conjunto Fraccionamiento Villa de las Flores.
Fuente: Casas Geo, 2005.

En cada una de las viviendas se ubicarían, tres data loggers Marca Hobo modelos V-2, dos al interior de la vivienda y uno al exterior. El instrumental se dejaría en las viviendas durante un periodo mínimo de tres semanas para tener suficientes valores para el análisis posterior.

La tipología de las viviendas seleccionadas corresponde a ser casas habitación unifamiliares de dos niveles, aisladas y ubicadas en terrenos que van desde los 85m² hasta los 110m², de los cuales la construcción de la vivienda ocupa aproximadamente 65 m². En los 32.5 m² de la planta baja, se ubican la sala-comedor, cocina y medio baño, mientras que en la planta alta con una superficie de 32.50 m² en donde se ubican dos recamaras y un baño completo, la altura de entrepiso es de 2.52 m. (Ver imagen 3).

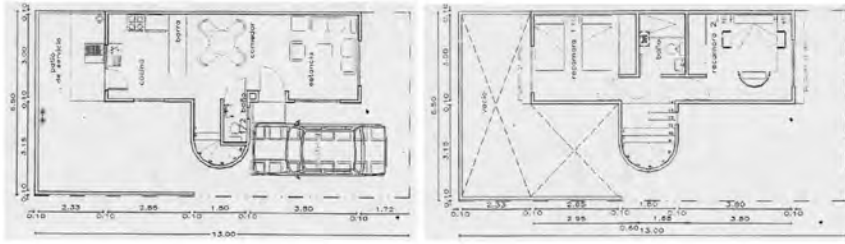


Imagen 3. Planta Baja y Alta de Vivienda de Interés Social.
Fuente: Casas Geo, 2005.

Dado que para efectos de esta investigación sólo son relevantes las especificaciones de construcción de la envolvente, se diseñó una ficha técnica para determinar los mismos, los cuales en términos generales fueron:

- Muros de bloques de concreto de 0.12 x 0.20 x 0.40 m.
- Las losas son aligeradas con vigas preforzadas y casetones de poliestireno de 0.15 x 0.80 x 1.00 m, las viguetas están puestas a cada 0.90 m, en la losa de entrepiso se coló una capa de compresión de 5 cm de espesor.
- En la losa de azotea, se puso una teja de fibrocemento de la marca EUREKA de 0.87 x 1.12 m y 4 mm de espesor, fijada a las vigas con clavo para concreto de 3”.
- Los acabados exteriores son de estuco color blanco, mismos que posteriormente fueron pintados con pintura vinílica en diversos colores. Interiormente el aplanado es a base de yeso con pintura vinílica en color blanco.
- Las puertas exteriores son tipo MULTIPANEL de 0.90 x 2.10 m.
- Las ventanas son corredizas de aluminio con perfil de 1¼” y vidrio claro de 3 mm.

Para poder determinar qué tanta incidencia de radiación solar tenían cada una de las viviendas muestreadas, se realizaron modelos a escala de las vis de forma que se pudiera efectuar el análisis del soleamiento mediante el uso de un heliodon de múltiples soles el cual permitió simular el tránsito del sol desde las 8:00 hasta las 18:00 h. en las distintas estaciones del año.

Con la serie de fotografías que se tomaron se visualizó cuales eran las fachadas más expuestas a los rayos solares, excluyendo los techos que de suyo propio son las áreas que reciben mayor radiación térmica (ver imagen 5).

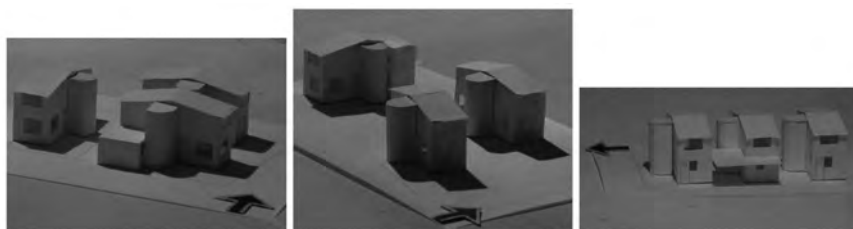


Imagen 5. Asoleamiento de diversos sembrados de vis en periodo de verano.
 Fuente: Elaborado por investigadores.

RESULTADOS

Con relación al conjunto habitacional que se tomó para el análisis de viviendas de interés social se encontró que, bajo las recomendaciones bioclimáticas de la Comisión Nacional de Fomento a la Vivienda (CONAFOVI):

1. En cuanto al agrupamiento de las viviendas, éstas no cumplen la distancia mínima, la cual debiera ser según la altura de la vivienda en el sentido de los vientos dominantes.
2. En el conjunto no existen ni plazas, plazoletas o andadores que permitan tener una zona arbolada con vegetación perenne, que reduzcan la radiación hacia las viviendas.
3. Aun cuando las viviendas se encuentran aisladas en cada uno de los lotes, al no tener el distanciamiento mínimo recomendado de cuando menos la altura de la vivienda, la cercanía entre las mismas, genera en algunas viviendas, sombras que en pocas ocasiones resultan ser favorables para reducir la radiación solar.
4. Debido a las diversas orientaciones que tienen los bloques de viviendas, así como al diseño arquitectónico que tienen es difícil que cumplan la recomendación de tener la sala, comedor y recamaras al sureste, así como la cocina y baños al noroeste.
5. Aun cuando el techo es de dos aguas, el material con el cual está construido, facilita la radiación solar hacia el interior de las viviendas.



Imagen 6. Casa 127.

Fuente: Elaborado por investigadores.

6. En su conjunto, la vivienda no tiene dispositivos de control solar, ni arquitectónicos, ni naturales; los aleros sólo se presentan en el segundo nivel y tienen una medida mínima de 30 cm; el uso de vegetación sólo existe para aquellos lotes en los cuales el espacio para el crecimiento de árboles sembrados por el desarrollador, los cuales, en una gran mayoría, los propietarios de las vis los han talado para poder realizar una ampliación o para pavimentar lo que era el espacio verde. Independientemente de lo anterior, el conjunto arquitectónico todavía no está consolidado y los pocos árboles que sobreviven se encuentran todavía en una fase inicial de crecimiento que no auxilian en la reducción de la radiación solar (ver imagen 6).
7. El diseño arquitectónico de la vivienda propicia la ventilación cruzada, aunque la cercanía de las viviendas no facilita este hecho en el conjunto, al ser cortada la circulación de la misma por la distribución que los lotes tienen.
8. Las ventanas, dependiendo del sembrado de la vivienda en la urbanización, pueden quedar hacia el oeste, lo cual, por la cercanía entre las viviendas, resulta en algunos casos, favorecedor al generar sombras que impiden que incidan la radiación solar sobre las mismas (ver imagen 7).

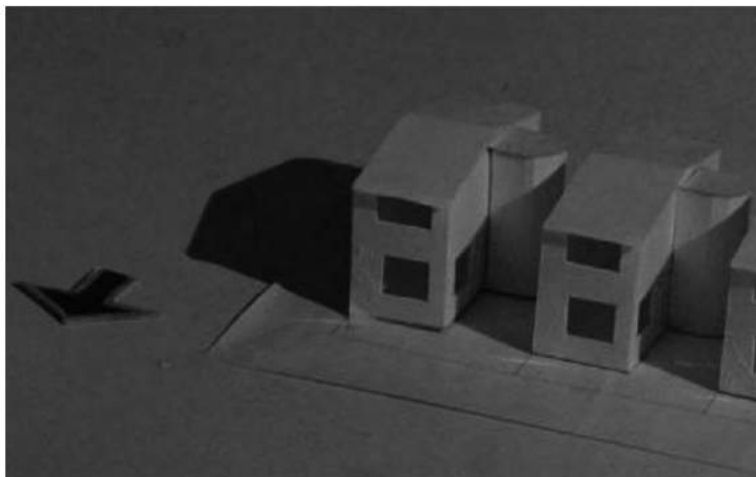


Imagen 7. Casa 140 Periodo verano 16 horas.
Fuente: Elaborado por investigadores.

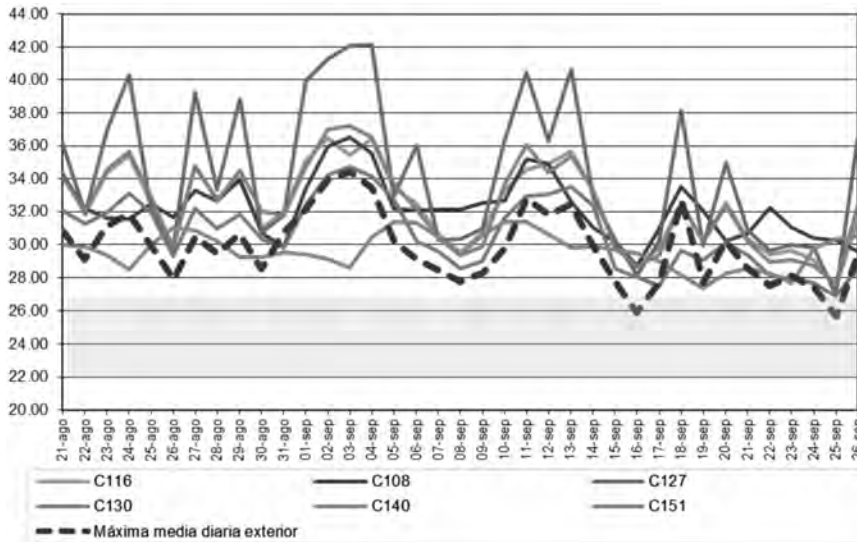
9. En cuanto a las recomendaciones de tamaño de las ventanas, respecto a la dirección de los vientos, éstas no se cumplen por haber sido usados modelos comerciales para las mismas.

La teoría sobre la transferencia de calor en edificaciones indica que un sistema constructivo de baja masa térmica permitiría que la temperatura interior de las edificaciones se pareciera a la temperatura exterior, obviamente en horas diurnas la baja masa térmica generaría condiciones severas al interior, sin embargo, en la noche lograría meter en confort a las viviendas, es por ello que un diseño apropiado debería analizar la factibilidad de lograr una zonificación donde se vincule el horario de uso del espacio con el sistema constructivo, esto es, espacio diurno-alta masa térmica; espacio nocturno-baja masa térmica.

Sin embargo, el estudio del desempeño térmico de las casas monitoreadas ha dado resultados adversos. Éstos se obtuvieron mediante un análisis descriptivo del comportamiento que va de lo general a lo particular, evaluando en primera instancia las temperaturas medias máximas de las casas, posteriormente las temperaturas medias mínimas; en ambos casos contrastando con la temperatura exterior. Después, el análisis continúa comparando la temperatura media máxima frente a la media mínima, la temperatura exterior y el rango de confort acorde a la norma 55 del ASHRAE (22 - 27°C).

En la gráfica 1 se ha colocado la temperatura media diaria exterior como valor comparativo, así como la zona de confort (22 - 27°C). Se observan tres comportamientos básicos:

1. El primero representado por la casa 127 la cual se caracteriza por presentar los valores más altos de todas las viviendas medidas.
2. El segundo grupo, representado por las casas 151, 108 y 116, son aquellas viviendas que tienen valores más elevados que la temperatura exterior, pero que no son tan elevados.
3. El tercer comportamiento es representado por la casa 130, la cual se comporta muy similar con la temperatura exterior.
4. La casa 140, no pertenece a ningún grupo debido a que presenta un comportamiento poco característico de viviendas con ventilación natural.



Gráfica 1. Temperatura máxima media de las viviendas estudiadas.
Fuente: Elaborado por investigadores.

En resumen, se observa que todas las casas se encuentran por encima de los valores del exterior, así como, que prácticamente todas las casas y los valores del exterior se encuentran fuera de la zona de confort indicando un sobrecalentamiento de las casas.

Es muy cierto que el índice de confort utilizado en el presente estudio (norma 55 del ASHRAE) es demasiado estático y no toma en consideración el importante efecto de la adaptación de los habitantes a las condiciones climáticas de la zona, lo cual todavía se encuentra en gran debate. Sin embargo, estos índices no se elevan más allá de 29°C, por lo que el porcentaje de horas fuera de la zona de confort no se esperaría una fuerte caída por el uso de un índice adaptativo de confort.

Todo lo anterior lleva a determinar que una casa bioclimática no necesita de la instalación de sistemas novedosos, sino usar los elementos del entorno físico para incorporarlos a los espacios arquitectónicos de

siempre, con la finalidad de reducir el consumo energético y conseguir confort de forma natural.

Esta sería una de las varias razones para recuperar la arquitectura bioclimática, rescatando viejas técnicas y adoptando nuevas, tales como:

- Reducir la energía consumida.
- Permitir ahorrar dinero en la factura de los servicios de electricidad o de gas.
- Permitir adecuar la vivienda con el entorno natural y físico.

Tal y como lo sugiere la CONAFOVI (2006), para ahorrar energía en los sistemas de climatización es necesario adecuar la envolvente de la vivienda, con la finalidad de mejorar su comportamiento térmico, lo cual puede lograrse con base en criterios bioclimáticos, como la ventilación natural, el control solar, el enfriamiento pasivo y el uso de material aislantes.

CONCLUSIONES

Los promedios globales de confort, resultan alarmantes para aquellos que residen en dichas viviendas: el 95% del tiempo, las casas se encuentran en condiciones fuera de la zona de confort estándar (27°C), estando solamente el 5% del tiempo dentro de ésta.

Existe un desfase promedio de 4 horas, sin embargo esto no ayuda debido a que el amortiguamiento es nulo, lo que indica que las casas a pesar de ser de mampostería no tienen alto amortiguamiento térmico. Será parte de futuros estudios la incorporación de sistemas adaptativos e incluso aquellos que consideren la humedad elevada como parámetro que remarca el desconfort por sobrecalentamiento.

En general se observa que el sistema constructivo, el diseño y la configuración de las viviendas a nivel arquitectónico y urbano no son adecuadas al clima de la localidad (tabla 6). Aunado a las condiciones climáticas imperantes en la zona sur del Estado de Tamaulipas, el resultado al interior de las viviendas se traduce en un sobrecalentamiento que lleva a un desconfort térmico, lo cual tiene como consecuencia el deficiente aprovechamiento del espacio arquitectónico, comprometiendo la habitabilidad del mismo e incrementando el consumo energético para mejorar el confort térmico de la vivienda.

Tabla 6. Modelos encontrados en el desempeño térmico de las casas estudiadas.

VIVIENDA	OBSERVACIONES:	MODELO DEL DESEMPEÑO DE LA VIVIENDA
C108	Desempeño intermedio	
C116	Vivienda similar a C151	Vivienda con eficiente ventilación, pero no presenta protección solar
C127	Casa con mayores valores de temperatura.	Esta vivienda se comporta como se espera de un espacio arquitectónico de muy elevada masa térmica y poca ventilación.
C130	Desempeño similar a la temperatura máxima media externa	Vivienda que responde a la tipología de un espacio arquitectónico naturalmente ventilado (día y noche). Pero bien orientado.
C140	Vivienda con temperatura menor a la temperatura máxima media externa.	Vivienda que responde a la tipología de un espacio con ventilación nocturna. Bien orientada y moderada masa térmica.
C151	Vivienda similar a C108	Vivienda con eficiente ventilación, pero no presenta protección solar

Fuente: Elaborado por investigadores.

En síntesis, la selección de los materiales en la actualidad es demasiado heterogénea y no se toman en cuenta sus propiedades termofísicas ni ópticas para un diseño apropiado al clima y modelo de edificación, que redundarían en un mejor confort térmico y por ende en un bajo consumo energético.

FUENTES DE CONSULTA

BIBLIOHEMEROGRAFÍA

1. Comisión Nacional de Fomento a la Vivienda (2005), Diseño de áreas verdes en desarrollos habitacionales, CONAFOVI, México.
2. Comisión Nacional de Fomento a la Vivienda (2006), Uso eficiente de la energía en la Vivienda, CONAFOVI, México.
3. Comisión Nacional de Vivienda (2008), Programa Específico para el Desarrollo Habitacional Sustentable ante el Cambio Climático, CONAVI, México.
4. Espuna Mujica, José Adán (2011), *Evolución de la Vivienda Inglesa en Tampico, La influencia del modelo de vivienda inglesa en la costa del Golfo de México*, Académica Española, Alemania.
5. García Izaguirre V. y López P. Elías (2010), "Evaluación del confort térmico. Caso de estudio viviendas de interés medio en Tampico, México" en González Gonzalez M. (2010), *El conocimiento del ambiente. Aportaciones a la arquitectura y al urbanismo*, CUMEX-UABC, México.
6. Huelsz, G. (2009), "Altos valores de la resistencia térmica no aseguran un buen desempeño térmico de la envolvente de una edificación", A.A.V.V., Memorias de la XXXIII Semana Nacional de Energía Solar, ANES, Guadalajara, Jal., México.

7. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (2007), *Anuario Estadístico Tamaulipas Tomo I*, INEGI – Gobierno del Estado de Tamaulipas, México.
8. Olgyay, Víctor (2006), *Arquitectura y Clima. Manual de Diseño Bioclimático para Arquitectos y Urbanistas*, Gustavo Gili, España.
9. Serra, Rafael (2006), *Arquitectura y climas*, Gustavo Gili, España.
10. SENER (2009), *Prospectiva del sector energético 2009-2024*, Dirección General de Planeación Energetica, Secretaría de Energía, México.
11. Velez González, Roberto (2007), La ecología en el Diseño arquitectónico: Datos prácticos sobre diseño bioclimático y ecotécnicas, Trillas, México.

MESOGRAFÍA

1. Barrios G., Elías P., Huelsz G. y Rojas J. (2010), “Selección de los materiales de muros y techos para mejorar el confort térmico en edificaciones no climatizadas” en Marincic I., *Estudios sobre Arquitectura y Urbanismo del Desierto*, Vol. III. Núm. 3, octubre 2010, pág. 70-84, [En línea] <http://www.arq.uson.mx/esaud/PDF/ESAUD3-Cap4.pdf>, consultado el 2 de octubre de 2010.