

Comportamiento y confort térmico de vivienda en la Ciudad Rural Sustentable Nuevo Juan Del Grijalva, Chiapas, México

Gabriel Castañeda Nolasco, Pável Ruiz Torres, José Luis Jiménez Albores

Notas del autor (es)

Gabriel Castañeda Nolasco

Profesor de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Chiapas, líder del Cuerpo Académico COCOVI. Arquitecto y Doctor en Ciencias de la Ingeniería ambiental. Boulevard Belisario Domínguez Km 1081, sin número, Terán. Correo electrónico: gulasco2@gmail.com.

Raúl Pável Ruiz Torres

Profesor de la Facultad de arquitectura de la Universidad Autónoma de Chiapas, Colaborador del Cuerpo Académico COCOVI, Arquitecto y Doctor en Arquitectura. Boulevard Belisario Domínguez Km 1081, sin número, Terán. Correo electrónico: pavelvvg@msn.com

José Luis Jiménez Albores

Profesor de la Facultad de arquitectura de la Universidad Autónoma de Chiapas, Miembro del Cuerpo Académico COCOVI. Arquitecto y Maestro en Arquitectura. Boulevard Belisario Domínguez Km 1081, sin número, Terán. Correo electrónico: jljimenez67@hotmail.com

Para citar este artículo:

Castañeda, G., Ruiz, P. y Jiménez, J. (2013) Comportamiento y confort térmico de vivienda en la Ciudad Rural Sustentable Nuevo Juan Del Grijalva, Chiapas, México. *Espacio I+D Innovación más Desarrollo*, 2 (2), 89-103. doi: 10.31644/IMASD.2.2013.a07

Abstract

This paper presents results on the behavior and thermal comfort in rural sustainable housing community of Nuevo Juan de Grijalva, located in Chiapas, Mexico during the month of January. In order to measure thermal behavior, Dry Bulb Temperature Variables and Superficial Interior Temperatures were measured; Thermal comfort was analyzed using the adaptive approach, using a questionnaire designed under regulation ISO 10551. This information allowed for the development of proposals to improve the housing design, principally for the use of passive means oriented towards thermal comfort in future developments.

keywords: Thermal comfort, wet weather, rural housing.

Resumen

Se presenta los resultados sobre el comportamiento y confort térmico en la vivienda de la ciudad rural sustentable Nuevo Juan del Grijalva, Chiapas, México; en el mes de enero. Para el comportamiento térmico se midieron las variables de Temperatura de Bulbo Seco (TBS) y Temperatura Superficial Interior (TSI); para el análisis de confort térmico se realizó bajo el enfoque adaptativo, utilizando como instrumento un cuestionario diseñado con la norma ISO 10551. Esta información permitirá el desarrollo de propuestas de mejoramiento a la vivienda, principalmente para la utilización de medios pasivos orientados al confort térmico en los crecimientos futuros.

Palabras clave: Confort térmico, clima húmedo, vivienda rural.

Introducción

Se exponen los resultados del proyecto de investigación denominado “Los componentes y condicionantes de la vivienda en las ciudades rurales sustentables de Chiapas. Caso de estudio Nuevo Juan del Grijalva” realizado por el Cuerpo Académico Componentes y Condicionantes de la Vivienda (COCOVI) de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Chiapas. Este trabajo permitirá contribuir con conocimiento para plantear mejoras a las viviendas de dicha comunidad.

La ciudad se encuentra ubicada en el municipio de Ostucán, en la región norte del estado de Chiapas, cuenta con clima cálido húmedo con lluvias en verano con una altitud sobre el nivel del mar de 320 m. El proyecto se propuso a dos años, de que la ciudad en estudio se pobló con gente originaria de diferentes lugares, pero principalmente de las personas que fueron reubicadas por haber sufrido afectaciones por el derrumbe de una montaña, lo que provocó daños irreversibles al asentamiento llamado originalmente Juan del Grijalva.

Antecedentes

Como parte de las actividades de extensión de la UNACH, a través del Cuerpo Académico COCOVI, enmarcado en la línea de investigación Transferencia Tecnológica para la Vivienda Bioclimática, se desarrolló un proyecto que contempla la evaluación de diversos aspectos de la ciudad rural Nuevo Juan del Grijalva, contemplando los aspectos físicos de la vivienda y del asentamiento en su conjunto.

En el presente artículo se aborda solamente los resultados de la evaluación del comportamiento térmico de la vivienda y del confort térmico experimentado por sus habitantes, con el fin generar un material que sirva para la formación de los alumnos de la Facultad de Arquitectura en particular y, en su caso, llegar a la realización de propuestas de mejoramiento para las viviendas del asentamiento.

Debido a las condiciones logísticas del proyecto, el trabajo de campo se desarrolló fuera del periodo de máximo calor en la región, sin embargo los resultados expuestos se compararán posteriormente cuando se obtengan los del periodo más cálido que va del 15 de abril al 15 de mayo.

Objetivo General

Evaluar el comportamiento térmico de la vivienda de la ciudad rural sustentable Nuevo Juan de Grijalva y determinar la Temperatura Neutral (T_n) y zona de confort de las personas que habitan las viviendas para el mes de enero bajo el enfoque adaptativo.

Materiales y métodos

Localización de Nuevo Juan del Grijalva

La Ciudad Rural Sustentable Nuevo Juan de Grijalva se localiza en la región norte del estado de Chiapas, a $17^{\circ}25'38''$ Latitud Norte y $93^{\circ}22'20''$ Longitud Oeste, se encuentra a una altitud media de 320 m. sobre el nivel del mar, la zona mantiene un clima Cálido húmedo con lluvias durante todo el año (fig. 1), actualmente cuenta con 410 viviendas construidas, además con Infraestructura, servicios y equipamiento que caracteriza a una ciudad.



Fig. 1, Localización del municipio de Ostucán en el estado de Chiapas, México
Fuente: Instituto de Población y Ciudades Rurales del Gobierno del Estado de Chiapas, 2012

Este asentamiento fue construido en la extensión de terreno denominado el "Cinco", a siete kilómetros de la cabecera municipal. fig. 2.



Fig. 2, , Localización de la Ciudad Rural Sustentable Nuevo Juan del Grijalva
Fuente: Instituto de Población y Ciudades Rurales del Gobierno del Estado de Chiapas, 2012

El asentamiento

La extensión del terreno para la nueva ciudad fue de 80 hectáreas, a 7 kilómetros de la cabecera municipal de Ostucán, de las cuales 50 hectáreas se utilizaron para el asentamiento urbano donde se construyeron 410 viviendas y los equipamientos y servicios propios de una ciudad. A esta superficie se suman las 30 hectáreas que se utilizaron para el área de proyectos productivos tales como invernaderos para producir chile habanero, procesadora de lácteos, planta de cacao, empaedora, etc. (fig. 3)

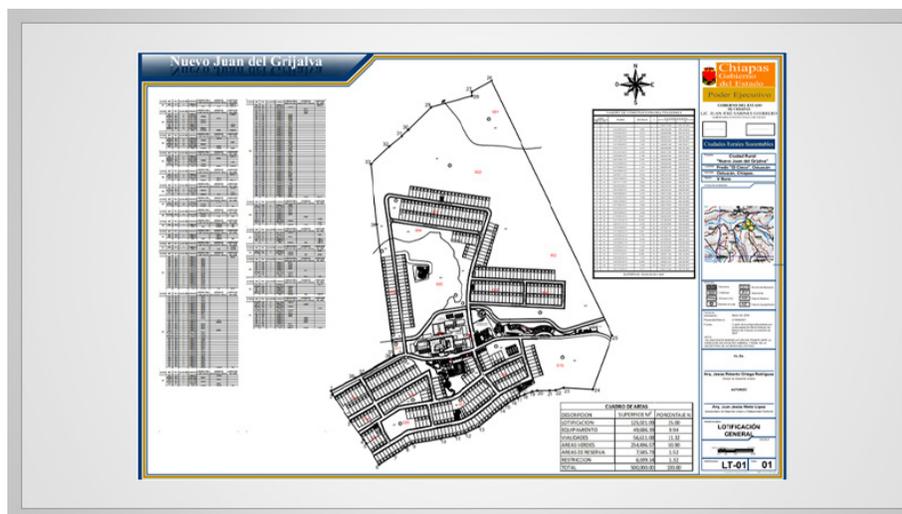


Figura 3. Plano urbano de la Ciudad Rural Nuevo Juan del Grijalva
Fuente: Gobierno del Estado de Chiapas, 2012

La vivienda

La vivienda definitiva fue construida con los muros de suelo cemento, con un techo de doble lámina de fibrocemento con un alma de poliestireno expandido de cinco cm. de espesor, como manera de aislante térmico, sumado el cierre del área del corredor, argumentada como una exigencia de la población (figs. 4 , 5 y 6), considerándose estos cambios como determinantes de proyecto.

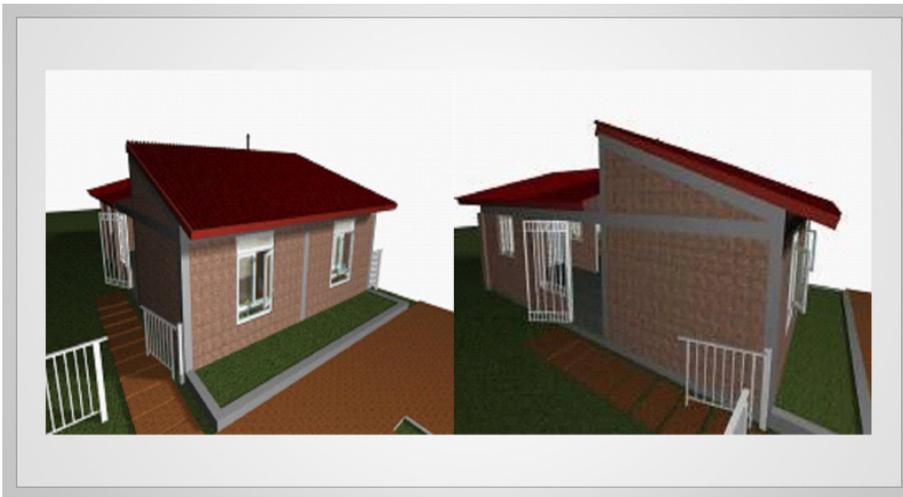


Fig. 4. Propuesta de vivienda con techo de láminas de fibro cemento aislado y al mismo tiempo cerrando el corredor, para ampliar el área interior de la vivienda.
Fuente: Castañeda Nolasco, 2008



Fig. 5. Material utilizado en muros y techos, bloques de suelo cemento y láminas de fibrocemento con alma de poliestireno expandido de cinco cm. de espesor, con el fin de reducir la ganancia térmica del exterior de la vivienda.



Fig. 6. Panorámica del asentamiento Nuevo Juan del Grijalva
Fuente: Castañeda Nolasco, 2008

Evaluación Térmica

Para la evaluación del comportamiento térmico se eligió una vivienda y se colocaron equipos de colección automática de datos de la marca HOBO, para medir la temperatura interior de bulbo seco y de temperatura superficial, midiendo 36 horas continuas, tomando lecturas automáticas cada 20 segundos promediado a cada media hora.

Para el estudio de confort se seleccionaron las viviendas aleatoriamente ubicadas en distintas partes de la ciudad, el número de personas que accedieron a participar en el estudio fue de 35, el levantamiento de datos se realizó durante el 16 y 17 de enero en periodo matutino y vespertino. El método para seleccionar a las personas en el trabajo de campo fue a través de una muestra dirigida, ya que se buscaba tener personas que fueran serias al responder los cuestionarios y además tener la seguridad de instalar el equipo de monitor de estrés térmico, que es frágil en su funcionamiento, por ello fue importante elegir cuidadosamente y de forma controlada la elección de los sujetos con ciertas características especificadas.

Aspectos que se consideraron para la selección de las personas en la muestra

Es importante mencionar que las características están presentadas muy sintetizadas y se encuentran desarrolladas de acuerdo a los factores internos y externos que afectan en la preferencia térmica de las personas.

Los aspectos a considerar para la selección de las personas a entrevistar fueron las siguientes:

- Se encuestaron personas de 11 años a 75 años de edad.
- Que las personas lleven viviendo en la ciudad por un mínimo de 6 meses previos al estudio de campo.
- Que estén dispuestos a contestar el cuestionario.
- Que sean viviendas ventiladas naturalmente.
- Que las viviendas de los sujetos seleccionados se encuentren ubicados en distintas partes de la ciudad rural.

Equipo empleado para el monitoreo del confort térmico

Los datos que se registraron en el interior de las viviendas son: la temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo húmedo, temperatura de globo, humedad relativa y velocidad del viento. Para el monitoreo en interiores se utilizó el equipo de monitor de estrés térmico QUESTemp 36 (fig. 7).



Figura 7: Monitor de estrés térmico y anemómetro omnidireccional, modelo QUESTemp 36

Equipo empleado para el monitoreo del comportamiento térmico

Se utilizó el equipo de medición de la familia HOBO DATA LOGGER marca ONSET (fig. 8), midiendo la Temperatura de Bulbo Seco (TBS) y Temperatura superficial Interior (TSI) con un sensor externo al data logger.



Figura 7: Monitor de estrés térmico y anemómetro omnidireccional, modelo QUESTemp 36

El cuestionario se desarrolló a partir del cuestionario utilizado en el proyecto “Confort térmico y ahorro de energía en la vivienda económica en México, regiones de clima cálido seco y húmedo” (CONAVI, 2005); así como también el revisado de otras investigaciones análogas y se realizaron modificaciones para adaptarlo a los objetivos del trabajo de estudio. El cuestionario utilizado fue el adaptado en la tesis doctoral de Ruiz Pável (2011). El objetivo de este cuestionario fue establecer la sensación y la preferencia térmica del usuario de la vivienda.

La encuesta está estructurada en 5 partes, las cuales se explican en los siguientes párrafos:

1) Datos de control:

Es para registrar las fechas, los folios de cada cuestionario del periodo del monitoreo y registrar quien capturó la encuesta.

2) Información general del habitante:

Este es llenado en gabinete, contiene datos que identifican al habitante y datos que son constantes durante el periodo de monitoreo, como es la estatura, el peso y la edad.

3) Datos llenados por cada sesión de respuestas:

Se registra los datos temporales como fecha y hora, ya que se llenará un cuestionario cada hora, se pretende conocer fecha y hora en que se respondió, para poder compararlo con los datos registrados por los equipos.

Se registran factores que cambian en tiempo como es el tipo de vestimenta y dispositivos de control climático activados en el lugar, el tiempo que lleva en la casa y la actividad desarrollada antes de contestar el cuestionario.

Para el tipo de vestimenta se clasificó de acuerdo a la forma de vestir en casa en la localidad, para la clasificación nos ayudamos del factor "Clo" (Innova, 1997) para su posterior análisis. Para el caso de la actividad desarrollada se basó en la ISO 8996 (1989), esta norma forma parte de una serie de normas internacionales que hacen referencia al ambiente térmico. En ella se describen los diferentes métodos de determinación del consumo energético indicando el nivel de precisión de cada uno de ellos.

- 4) Percepción del ambiente higrotérmico interior en la vivienda:
Contiene datos para la identificación de la sensación, preferencia y tolerancia de las personas que habitan la vivienda respecto al ambiente higrotérmico. Se pregunta la sensación térmica, sensación de humedad, sensación de ventilación, sensación de radiación, preferencia de temperatura, preferencia de humedad, preferencia de ventilación, preferencia de radiación y tolerancia personal ante el ambiente térmico. Las escalas de sensación y preferencias se realizaron de acuerdo al ISO 10551 (Estándar que marca los elementos que se necesitan para realizar una evaluación del ambiente térmico a partir de preguntas subjetivas).
- 5) Datos de monitoreo Físico:
Es llenado en gabinete y se anota los datos registrados por equipo de monitor de estrés térmico. Existen dos columnas, una de datos registrados en interiores y otra para datos registrados en exteriores. Los datos medidos en interiores que se anotan son la temperatura de bulbo seco, la temperatura de bulbo húmedo, temperatura de globo, humedad relativa y la velocidad del viento. Los datos anotados en exteriores es la temperatura de bulbo seco, humedad relativa y temperatura de rocío.

A continuación se pueden apreciar algunas fotos del levantamiento de datos en las viviendas (ver figuras 9 y 10).

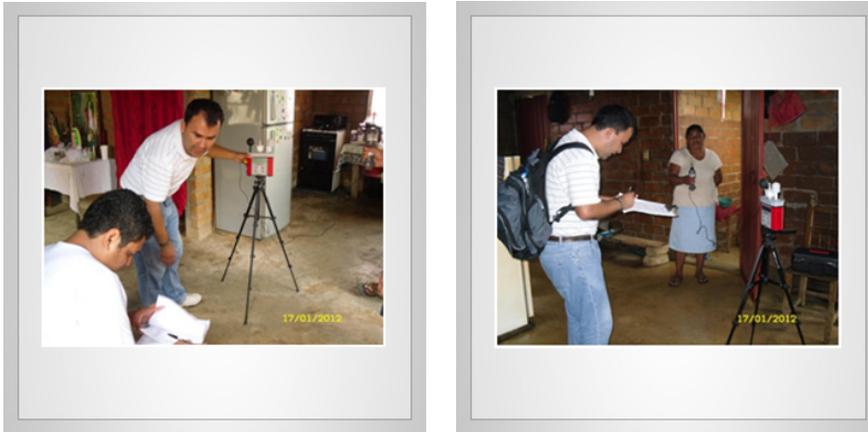


Figura 7: Monitor de estrés térmico y anemómetro omnidireccional, modelo QUESTemp 36

Método de análisis

Para el análisis de los datos se utilizó el software Excel; con dicho programa se encontró la temperatura neutra de confort a partir de una regresión de mínimos cuadrados y para la obtención de la zona de confort térmico se añadió ± 2.5 para definir los límites de la zona.

Resultados del análisis del confort térmico

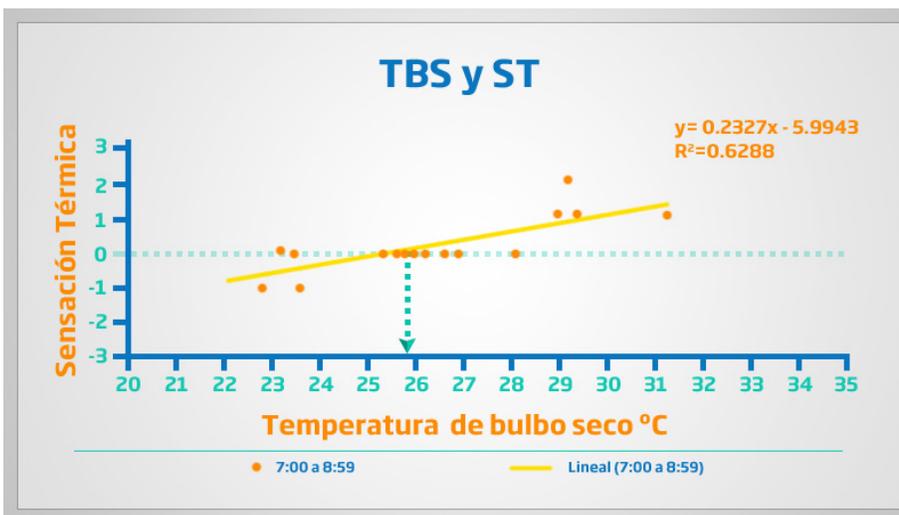


Figura 11: Análisis de los datos por regresión por mínimos cuadrados. Sensación térmica (ST) y temperatura de bulbo seco (TBS)

En la figura 11 se graficó en el eje de las "Y" la sensación térmica de las personas y en el eje de las "X" la Temperatura de Bulbo Seco (TBS). Una

vez ingresado los datos se agrega una línea de tendencia solicitando el valor R para determinar el grado de correlación entre los datos. El valor R de de 0.6288, el cual indica que existe relación entre los datos y no es fortuito los resultados, cabe destacar que el ideal de R son los valores 0.9, pero con los pocos datos obtenidos en campo es alto el valor, ya que al aumentar a 100 casos seguramente el valor estará alrededor de 0.8 o 0.9. Una vez obtenido la línea de tendencia se puede obtener la Temperatura neutral (T_n), puede ser gráficamente como se expresa en la figura 11 o sustituyendo el valor "cero" en la ecuación de la recta, despejando el valor de "X". La T_n resultante es de 25.8 °C, que para fines prácticos se redondea a 26 °C. Una vez que se obtiene la T_n se le suma y resta 2.5 para determinar los límites de la zona de confort. Finalmente la zona de confort obtenido es de 23.5°C a 28.5°C, la T_n resulta de 26°C.

Se comparó la T_n con dos modelos adaptativos obtenidos en climas similares, los resultados son los siguientes: Brager-De Dear (1998), su fórmula es $T_n = 17.38 + ((0.31 * T_m))$, siendo T_m la media del mes a analizar o en su caso anual. Para Humpreys- Nicol (2000), su fórmula es $T_n = 13.5 + ((0.51 * T_m))$. El valor a sustituir se eligió el promedio de TBS para Enero obtenido del SMN histórico de las normales climatológicas, el cual es T_m para enero en Ostuacan de 25.7°C.

Los resultados de la tabla 1 indican que lo obtenido en " T_n " cumple con los parámetros mencionados bajo el enfoque adaptativo, la diferencia entre los modelos es mínima, por lo tanto podría utilizarse preliminarmente para evaluar condiciones de comportamiento térmico en las viviendas de la ciudad rural, quedando con una $T_n = 26°C$ con una zona de confort que va de los 23.5°C a los 28.5°C.

Brager-De Dear (1998)	$T_n =$	25.3
Humpreys - Nicol (2000)	$T_n =$	26.6

Tabla 1: Cálculo de T_n con dos modelos adaptativos para el mes de enero

Resultados del comportamiento térmico

El resultado de la evaluación de la vivienda con la zona de confort obtenida en este trabajo demuestra que existen condiciones de confort prácticamente todo el día, a excepción de las horas de la madrugada se encuentra en condiciones de sensación de frío. Cabe mencionar que no representa condiciones críticas de frío por el tipo de clima que predomina en la localidad.

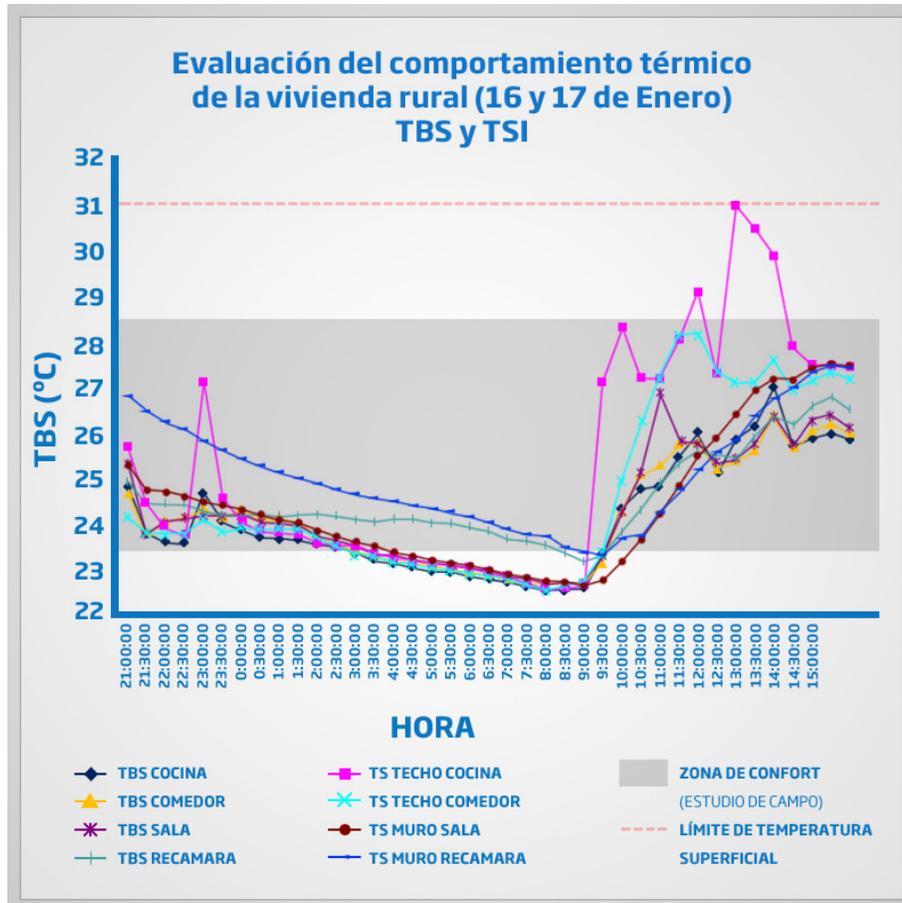


Figura 12: Evaluación del comportamiento térmico de la vivienda rural (16 y 17 de enero) TBS Y TSI

Con respecto a la temperatura superficial interior, se comparó con el parámetro de temperatura superficial de la piel (31° C a 34°C de acuerdo a Auliciems y Szokolay, 1999). Este parámetro se indica en la figura 12 con una línea roja, y como puede observarse las temperaturas superficiales de los techos y muros no sobrepasan este límite, se infiere que el sistema tipo sándwich de la cubierta, la cual está compuesta de dos capas de láminas de fibrocemento y al interior dos pulgadas de poliestireno mitiga la ganancia por radiación solar en la envolvente del techo.

Conclusiones

La evaluación del comportamiento térmico de la vivienda de la ciudad rural Nuevo Juan de Grijalva para el mes de enero presenta condiciones confortables durante el día, lo que se comprueba con el análisis del confort de los habitantes, cabe destacar que se utilizó una zona de confort obtenida bajo el enfoque adaptativo, la cual generalmente está por arriba de los estándares internacionales, por la premisa que las personas tienden a adaptarse a las condicionantes climáticas que ellos experimentan. Aunque la zona de confort obtenida y la Temperatura neutra coincide con modelos adaptativos más utilizados en estudios de confort térmico. Por otro lado, la temperatura superficial del techo y los muros presentan condiciones óptimas en su comportamiento térmico debido a que no sobrepasan el límite adoptado de la temperatura superficial de la piel.

Estos resultados se compararán con los próximos estudios que se realizarán en los meses cálidos, pero se puede inferir que tendrá resultados similares en la variable de la temperatura superficial, caso contrario se puede esperar en la temperatura de bulbo seco interior, porque este es directamente influenciado por la temperatura del aire exterior.

Referencias bibliográficas

Aulliciems y Szokolay (1999). *S.V. Thermal confort. PLEA Notes, Brisbane (Australia), PLEA: Passive and Low Energy Architecture*. University of Queensland.

Comisión Nacional del Agua y el Sistema Meteorológico Nacional. Página web: <http://smn.cna.gob.mx>.

Gómez-Azpeitia, G., Bojórquez, G. Ruiz, R.P., Romero, R.A., Ochoa, J.M., Pérez, M., Reséndiz, J. y Llamas, A. (2009). *Comfort Temperatures inside low-cost housings of six warm climate cities in Mexico, PLEA 2009*. The 26th International Conference, 21-24 June 2009.

Ruiz Torres, R. P. (2011). *Confort térmico variable en clima cálido subhúmedo*. Coquimatlán, Colima.: Tesis Doctoral en Programa PIDA.

Ruiz Torres, R. P., & Castañeda Nolasco, G. (2012). *Estudio preliminar de Confort térmico en la vivienda de la ciudad sustentable*. México

Vecchia, Francisco, (1997). *Tesis doctoral: Clima y ambiente construido. A abordagem dinâmica aplicada ao Conforto Humano*. San Pablo, FFLCH USP.