

EVALUACIÓN TÉRMICA DE UNA VIVIENDA EN SAN CLEMENTE

Por **M. Sc. José Fabián Véliz Párraga***, **Dra. Cs. Dania González Couret****
y **M. Sc. Elim Mariane Zambrano Martillo*****

* y ***Universidad Técnica de Manabí, Ave. Urbina y Che Guevara, Portoviejo, Ecuador.
E-mail: jfveliz@hotmail.com

**Universidad Tecnológica de La Habana, 119 e/ Rotonda y Ciclovía, Marianao, La Habana, Cuba
E-mail: daniagcouret@gmail.com

Resumen

Como parte de la investigación que desarrolla el autor principal con vistas a la defensa de su tesis de doctorado, se ha evaluado el ambiente térmico interior en la vivienda social en Ecuador y las posibilidades de mejorarlo en Portoviejo, a partir de las soluciones de cubierta. En aras de profundizar en el impacto térmico real de soluciones tradicionales de cubierta ligera, se ha tomado como caso de estudio una vivienda en la playa San Clemente, en la cual se han realizado mediciones de la temperatura interior durante el mes de febrero de 2018.

Sobre la base del comportamiento probable esperado de la temperatura del aire en función de la tipología volumétrica-espacial, la orientación de la vivienda y su contexto, así como los materiales de construcción empleados, se discute el efecto de la exposición de la cubierta a la radiación en días soleados o nublados, y la orientación de los espacios.

En todos los casos la temperatura interior es superior a la exterior, excepto al mediodía en planta baja, pero en días nublados, esta puede ser hasta 3 °C menor que en días soleados, cuando la temperatura interior puede llegar a ser hasta 8 °C superior al exterior a la sombra, y hasta 7 °C mayor que la registrada en planta baja durante la tarde. Los resultados obtenidos con respecto a la orientación confirman la importancia de la volumetría de la cubierta en esta baja latitud.

Palabras clave: Ambiente térmico interior, cubiertas, vivienda popular, Portoviejo.

THERMAL EVALUATION OF A HOUSE IN SAN CLEMENTE

Abstract

As part of the research work carried out by the main author as PhD. Thesis, indoor thermal environment of social housing in Ecuador has been evaluated, as well as possibilities to improve it in Portoviejo, based on roof solutions. In order to go deeper into the real thermal impact of traditional light roof solutions, a house in San Clemente beach has been taken, as study case to carry out measurements of indoor temperature during three days in February 2018.

Based on the probable expected behavior of indoor air temperature depending on volumetric and spatial typology, as well as building materials, context, and orientation, the effect of the roof exposition to solar radiation during sunny and cloudy days and spaces orientation is discussed.

Indoor temperature is always higher than outdoors, except on ground floor at noon, but on cloudy days, it may be up to 8 °C higher to outdoors, and up to 7 °C major than the one registered on the ground floor during the afternoon. Respect to orientation, achieved results confirm the importance of roof volumetric solution at this very low latitude.

Keywords: Indoor thermal environment, roofs, popular housing, Portoviejo.

1. Introducción

La presente ponencia se relaciona con una investigación en curso sobre el ambiente térmico interior en una vivienda social de Ecuador y las posibilidades de mejorarlo en la ciudad de Portoviejo, capital de la provincia de Manabí, a partir de nuevas propuestas de soluciones de cubierta, dada la importancia que ese elemento de cierre horizontal asume en latitudes tan bajas como la del Ecuador.

En la referida investigación que servirá de base para la defensa del grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas del autor principal de la presente ponencia, se ha realizado un estudio exploratorio del ambiente térmico interior en viviendas populares ubicadas en diversas urbanizaciones de la ciudad de Portoviejo, construidas con diferentes materiales y tecnologías de construcción [Véliz y González, s/a]. Los resultados de ese estudio experimental preliminar permitieron confirmar lo que ya se había sido planteado en la etapa teórica inicial de la investigación con respecto a la importancia de la cubierta, elemento que constituye el objeto de estudio de la tesis [González y Véliz, 2016].

La tradicional cubierta de fibra vegetal (cady) de la vivienda vernácula manabita ha sido sustituida por elementos ligeros en la vivienda popular urbana contemporánea [González y Véliz, 2017], siendo las tejas acanaladas de acero galvanizado (zinc) y de asbestocemento (eternit) las más usadas, por su disponibilidad y bajo costo, aunque a ambos tienen un elevado coeficiente global de transferencia térmica.

La solución del problema de la cubierta en la vivienda popular, debe ser encarada considerando de forma integral su dimensión ambiental, económica y social, pues por un lado su costo puede limitar el empleo de mejores soluciones desde el punto de vista ambiental, específicamente térmico, pero también los patrones socioculturales suelen conducir al empleo de soluciones constructivas identificadas como símbolos de mayor estatus social a pesar de su peor desempeño térmico.

Es por ello que, como parte de esta investigación, se desarrollaron mediciones de temperatura interior en módulos experimentales unitarios cubiertos con diferentes soluciones constructivas a partir del empleo de recursos disponibles localmente, incluso, reusados o reciclados, con vistas a hacer una evaluación comparativa de los resultados [González y Véliz, s/a]. No obstante, como las temperaturas interiores son diferentes en un módulo experimental unitario y cerrado con respecto a una vivienda real, se decidió hacer otro estudio exploratorio del comportamiento del ambiente térmico interior en una vivienda real con cubierta ligera de asbesto cemento, ubicada en la playa de San Clemente, cuyos resultados se discuten en la presente ponencia.

2. Materiales y métodos

La vivienda estudiada se ubica en la playa San Clemente, en la costa pacífica ecuatoriana, al noroeste de la ciudad de Portoviejo, capital de la provincia de Manabí, a pocos metros de la costa, con una volumetría de planta casi cuadrada y las cuatro paredes exteriores orientadas a solo 3 grados respecto a las cuatro orientaciones principales (norte, oeste, sur y este) (Fig. 1).



Fig. 1. Microlocalización de la vivienda objeto de estudio.

Las mediciones de temperatura se realizaron durante tres días, entre el 15 y el 18 de febrero de 2018, momento en que la trayectoria solar aparente es casi perpendicular por su cercanía al solsticio. Al no disponer de una estación meteorológica cercana en zona de playa, se han tomado como referencia las temperaturas registradas durante esos días en la estación de Portoviejo, con valores que oscilan entre 23 °C y 29 °C (Fig. 2). Sin embargo, como la estación de referencia se ubica en el Jardín Botánico donde abunda la vegetación, es de suponer que en este contexto costero las temperaturas puedan ser superiores. Con vistas a evaluar los resultados de las mediciones, se realizaron observaciones del estado del tiempo diario en cuanto a la ocurrencia de lluvias o el predominio de cielo nublado o con presencia de sol, los cuales aparecen en la Tabla 1 y han sido reflejados mediante colores en los gráficos de temperatura (soleado en amarillo, nublado en verde y lluvia en azul).



Fig. 2. Valores máximos y mínimos de temperatura en la estación meteorológica de Portoviejo durante los días en los que se realizaron las mediciones. Los colores reflejan el estado del tiempo en San Clemente en cada momento (soleado en amarillo, nublado en verde y lluvia en azul).

Tabla 1. Estado del tiempo en San Clemente durante los días en que fueron realizadas las mediciones

Fecha	Estado del tiempo		
	Mañana	Tarde	Noche
Jueves 15 febrero 2018	—	Nublado	Lluvia
Viernes 16 febrero	Soleado	Soleado	Nublado
Sabado 17 febrero	Soleado	Nublado	Lluvia
Domingo 18 febrero	Nublado	Soleado	Nublado

Se trata de una vivienda de dos plantas (Figs. 3 y 4). En la planta baja se encuentran el garaje y las zonas de servicio, además de una piscina disponible en el espacio lateral. La zona habitable se ubica en la planta superior, bajo una cubierta ligera a dos aguas orientada al norte y al sur, construida con tejas de asbesto cemento, que protege las paredes mediante un alero perimetral de 0,60 m de proyección horizontal. El entrepiso y las paredes son de madera, aunque las de la planta baja son de bloques de mortero revocados por ambas caras. Las ventanas son de vidrio de corredera en todos los casos, con una malla interior para protección contra insectos. Las paredes exteriores están terminadas con pintura de color amarillo ocre.

Para las mediciones de temperatura se emplearon de equipos Kestrel 4200 (Pocket Air Flow Tracker), ubicados

en el interior de la vivienda en un trípode a la altura de 1,50 m (Fig. 5), programados para medir a intervalos de 60 minutos durante tres días. Las mediciones fueron realizadas de forma simultánea en cuatro puntos (Fig. 6), uno ubicado en un dormitorio de esquina con paredes exteriores orientadas al sur y este; el segundo en otro dormitorio de esquina, pero en esta ocasión con las paredes exteriores orientadas el norte (dando a la terraza frontal) y al oeste; el tercero en la planta baja y por tanto, fuera de la influencia de la cubierta ligera de asbesto cemento, y el cuarto de referencia exterior con el equipo de medición dentro de una cabina meteorológica ubicada bajo un árbol cercano (Fig. 7), con vistas a registrar la temperatura del aire exterior a la sombra sin la influencia de radiaciones térmicas provenientes del entorno.



Fig. 3. Vivienda objeto de estudio.



Fig. 4. Espacio interior



Figura 5. Equipo de medición en interior.

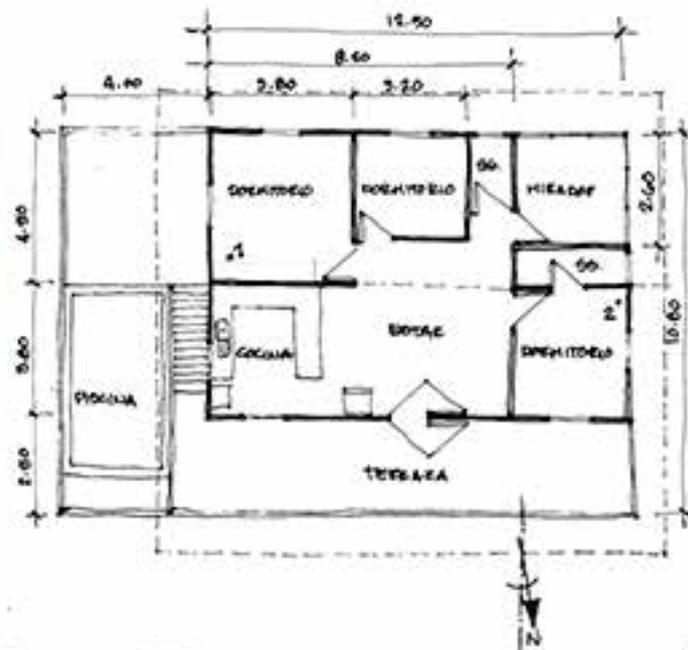


Fig. 6. Puntos de medición.



Fig. 7. Equipo de medición en exterior.

3. Resultados y discusión

Las temperaturas horarias medidas simultáneamente en cada uno de los cuatro puntos, incluido el exterior, aparecen graficadas en la Fig. 8, mientras que las diferencias entre la temperatura medida en cada punto del espacio interior con respecto al exterior se recogen en la Fig. 9. En ambos casos se indica el estado del tiempo en cada momento (soleado en amarillo, nublado en verde y lluvioso en azul).

Como era de esperar, en todos los casos la temperatura interior es mayor que la exterior, excepto en la planta baja

al mediodía, cuyo valor puede llegar a ser igual o ligeramente inferior, justo en el momento en que se producen las máximas temperaturas exteriores. La diferencia entre la temperatura registrada en la planta baja, donde la cubierta no está expuesta al sol, con respecto al exterior a la sombra, siempre resulta inferior a 2 °C.

En cambio, en los dormitorios medidos en la planta alta, la temperatura interior llega a ser hasta 8 °C superior a la exterior en la tarde, y casi 4 °C durante la noche. Sin embargo, se aprecian importantes diferencias entre ambos espacios interiores con diversa orientación.

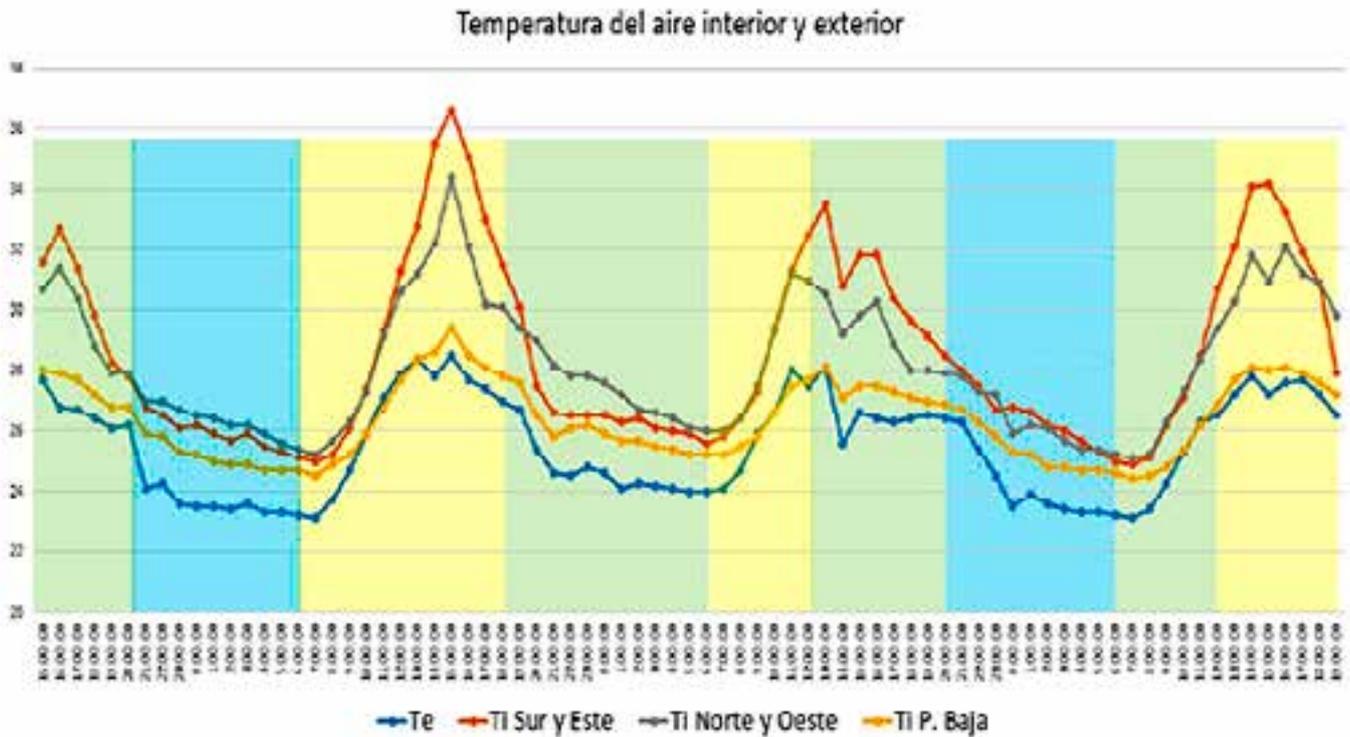


Fig. 8. Valores de temperatura horaria medidos en cada punto. Los colores reflejan el estado del tiempo en San Clemente en cada momento (soleado en amarillo, nublado en verde y lluvia en azul).



Fig. 9. Diferencia entre la temperatura interior medida en cada espacio interior con respecto al exterior de referencia. Los colores reflejan el estado del tiempo en San Clemente en cada momento (soleado en amarillo, nublado en verde y lluvia en azul).

Al contrario de lo esperado, no es el espacio con una pared orientada al oeste el que presenta las mayores temperaturas en el horario de la tarde. La razón es que este interior con dos paredes expuestas tiene una de ellas (la orientada al norte) totalmente protegida del sol durante todo el día, de manera que solo recibe radiación solar directa a través de la pared oeste en el horario de la tarde. Por otro lado, este espacio se encuentra mayormente bajo el plano de cubierta orientado al norte, que es el que recibe menor intensidad de radiación solar en febrero. No obstante, es este espacio el que presenta mayores temperaturas durante la noche y madrugada, como consecuencia del calentamiento solar de la pared oeste de madera durante la tarde, ya que no existe ningún obstáculo exterior que lo impida.

Por otro lado, el dormitorio orientado al sur y al este es el que presenta las más altas temperaturas durante la tarde, ya que aunque la fachada orientada al este queda parcialmente protegida por el techo de la escalera y el propio contexto, la pared sur recibe radiación solar durante todo el día, y además, se encuentra bajo la porción de cubierta inclinada al sur, que es la que más intensidad de radiación solar recibe en febrero. Así, la temperatura interior en este espacio llega a ser entre 1 °C y 3 °C superior a la del otro dormitorio a las 3:00 p.m., mientras que la temperatura interior en el espacio con paredes exteriores hacia el norte y el oeste llega a ser hasta 1 °C más alta a media noche que en el orientado al sur y oeste.

También es posible apreciar en los gráficos de temperatura, la influencia de la nubosidad y la lluvia en el ambiente térmico. Durante las dos noches en que llovió, la temperatura del aire exterior fue inferior a 24 °C, el valor predominante en la noche en que no hubo lluvia, aunque la diferencia no es muy significativa (inferior a 1 °C). Algo similar sucede en la mañana y la tarde nublada con respecto a la soleada, aunque en estos casos la diferencia de temperatura llega a ser algo mayor (aproximadamente 2 °C al mediodía).

Sin embargo, estas diferencias de temperatura se hacen mucho mayores en el espacio interior. En una tarde soleada, la temperatura interior llega a ser cercana a 6 °C

superior a una tarde nublada a las 3:00 p.m., mientras que en una noche lluviosa puede ser inferior en hasta 3 °C a las 9:00 a.m. con respecto a una noche nublada. Todo lo expuesto ratifica el importante rol de la cubierta y su exposición a la radiación solar, con respecto a la temperatura del aire interior en el Ecuador, especialmente cuando se trata de una cubierta ligera de asbesto cemento.

4. Conclusiones

Los resultados de esta investigación experimental exploratoria permiten ratificar la importancia que para el ambiente térmico interior tiene la cubierta y su exposición a la radiación solar en la latitud de Ecuador, con independencia de la orientación de los espacios, sobre todo cuando se trata de una cubierta ligera de alto coeficiente global de transferencia térmica.

Se constata la influencia del estado del tiempo en el ambiente interior, con independencia de la solución de cubierta, que puede llegar a ser de hasta 6 °C mayor en una tarde soleada con respecto a una nublada, y de hasta 3 °C menor en una noche de lluvia. Esta es, por tanto, una importante información a tener en cuenta al comparar el desempeño de diferentes soluciones a partir de las diferencias de temperatura obtenidas de mediciones asincrónicas.

Referencias bibliográficas

- GONZÁLEZ COURET, D.; J. F. VÉLIZ PÁRRAGA (2016). «Resiliencia urbana y ambiente térmico en la vivienda». *Arquitectura y Urbanismo*. Vol. XXXVII, No. 2, mayo-agosto 2016.
- GONZÁLEZ COURET, D.; J. F. VÉLIZ PÁRRAGA (2017). «La vivienda vernácula en clima cálido – húmedo. Caso de estudio: Portoviejo, Ecuador». *XIV Jornadas Técnicas de Arquitectura Vernácula*, La Habana, 2017.
- GONZÁLEZ COURET, D.; J. F. VÉLIZ PÁRRAGA (s/a). «Alternative roof solutions to reduce indoor temperature for social housing in warm and humid climates. Case study: Portoviejo, Ecuador». *Renewable Energy*. (En prensa).
- VÉLIZ PÁRRAGA, J. F.; D. GONZÁLEZ COURET (s/a). «Vivienda de interés social en Portoviejo. Ambiente térmico interior». *Revista AUS*, Universidad Austral de Chile.