

## PROTOTIPO DE VIVIENDA SOCIAL BIOCLIMÁTICA

Cohenca Cohan, Delia <sup>a\*</sup>; Bieber Benítez, Daniel <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Facultad Politécnica, Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguay,

<sup>b</sup> Facultad de Arquitectura, Diseño y Arte, Univ. Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguay

\*deliacohenca@pol.una.py – 595-21-585589

### Resumen

En nuestro país Paraguay al igual que en otras regiones del mundo, las viviendas sociales no han sido diseñadas para aprovechar los recursos naturales. La elevada temperatura y humedad existentes generan una sensación de discomfort, razón por la cual los usuarios se ven obligados a recurrir a recursos mecánicos para conseguir un confort aceptable. Esto provoca un mayor gasto de energía y causa gastos económicos, además de contribuir a la contaminación ambiental. Se propone una solución a la problemática de la vivienda social acorde al clima del Paraguay, a la situación económica de sus habitantes y al ahorro energético de las viviendas, logrando un ambiente mucho más confortable.

El estudio comprende el diseño de una vivienda social bioclimática; analizando la orientación e implantación más favorable. La distribución de los ambientes con un adecuado sistema de iluminación y ventilación natural. Para reducir el gasto energético de la vivienda a través de la envolvente térmica se evalúa la utilización de diferentes materiales cerámicos para la envolvente exterior de manera a atenuar la incidencia del sol, conforme a su orientación, y el empleo de tecnologías alternativas para la cubierta dada la importancia de esta última pues en la misma se genera el 40 % de la carga térmica total.

Las conclusiones de este estudio señalan que el grado de confort térmico obtenido (Norma ISO 7730) no llega a ser el óptimo, pero la mejoría con la propuesta de aislación, tipo de materiales, orientación y forma de la vivienda es considerablemente positiva. Se obtiene un diseño bioclimático comprometido con el ahorro energético, amigable con el medioambiente, que permite la utilización y combinación inteligente de materiales para optimizar el confort térmico de los habitantes. Un aspecto importante fue demostrar que la construcción sostenible no es necesariamente más cara o poco atractiva.

---

**Palabras clave:** diseño bioclimático, confort térmico, vivienda social.

### Introducción

Al observar las construcciones se verifica que se ha producido una selección natural del hábitat que se ha ido adaptando a la cultura y al clima, aprovechando los materiales autóctonos y conocimientos disponibles (Domínguez, M. 1999). En nuestro país Paraguay, las viviendas sociales no han sido diseñadas para aprovechar los recursos naturales. Las elevadas temperaturas y humedad existente generan una sensación de discomfort (falta de confort térmico) razón por la cual los usuarios se ven obligados a recurrir al empleo de recursos mecánicos (ventilador, aire acondicionado, extractor) para conseguir un confort aceptable. Esto significa que se produce un mayor gasto de energía y en consecuencia gastos económicos, además de contribuir a la contaminación ambiental. En las condiciones actuales el usuario seguirá siendo un simple espectador, obligado a vivir en condiciones muchas veces ajenas a sus necesidades, a sus posibilidades y lo que es peor, ajenas a la realidad social y económica del país (Cohenca, D. 2008). Se propone introducir al mercado una solución a la problemática de la vivienda social acorde al clima de nuestro país y a la situación económica de sus habitantes, solucionar los problemas de mantenimiento y ahorro energético de las viviendas, logrando un ambiente mucho más confortable para los usuarios. El estudio comprende el diseño de una vivienda social bioclimática; analizando la orientación e implantación más favorable. La distribución de los ambientes con un adecuado sistema de iluminación y ventilación natural. Se evaluó la utilización de diferentes tipologías de materiales cerámicos para la envolvente exterior de manera a atenuar la incidencia del sol, conforme a su orientación. Así mismo, analizar el empleo de tecnologías alternativas para la cubierta, dada la importancia debido a que al estar expuesto al sol durante todo el día genera el 40 % de la carga térmica total.

## Objetivo General

Transferir las tecnologías aplicadas a un modelo virtual de una vivienda social bioclimática para ser desarrollada como prototipo de testeo en el campus de la UNA, para disminuir el consumo de energía. Emplear materiales adecuados a las condiciones climáticas y mejorar el confort térmico en las viviendas.

## Metodología

Este trabajo está enfocado dentro de un marco referencial apoyado en la Teoría General de Sistemas. En donde las viviendas, las personas que las habitan, el clima y las condiciones del entorno, son sistemas en sí mismos, interrelacionados entre sí y con el exterior. Para realizar el análisis, se utilizó el modelo planteado por Akutsu (1987), que ha desarrollado un manual de procedimientos para la evaluación del desempeño térmico de construcciones (Figura 1).

Se centra el interés en variables climáticas y de habitabilidad en relación a las variables dimensionales y formales de los edificios.

La obtención de datos y la descripción de las viviendas se enfocan en elementos de la arquitectura bioclimática. La ayuda del análisis de las características climáticas locales establece las pautas que guían el proceso creativo permitiendo la propuesta de diseño.

Con los datos de la vivienda en relación a su localización, orientación, arquitectura (conformación geométrica, materiales, etc.), como a su carga energética y la actividad de sus moradores, es posible modelar para cada caso las variables referidas con el empleo del programa *DesignBuilder*; la simulación permite calcular las demandas energéticas del edificio, con estos resultados se realiza el análisis y viabilidad de las mejoras a ser implementadas en la planificación previa a la construcción.

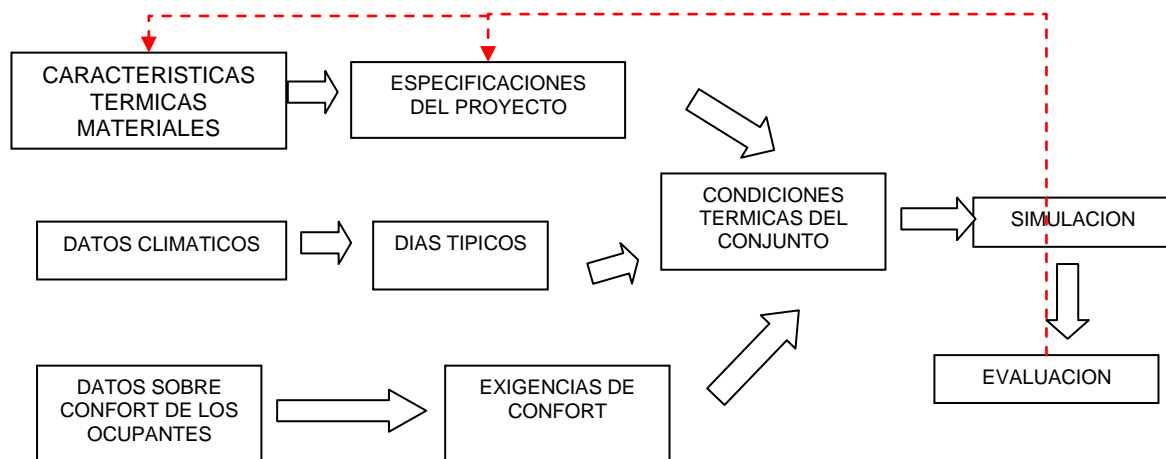


Figura 1: Esquema metodológico utilizado (Sartorio, D. 2008)

## Resultados

Una de las principales causas de la permeabilidad de las condiciones ambientales en el interior de las viviendas, es decir de las ganancias y pérdidas térmicas, se verifican en las cubiertas (40%), en la mampostería (30%) y en las ventanas (20%). Se identifican estos como puntos potenciales para mejorar el confort y a la vez potenciales de ahorro energético, de manera a controlar el 70 % de las ganancias térmicas en el interior de la vivienda; excluyendo el 20% correspondiente a las ventanas.

Con los datos obtenidos de la vivienda tanto en relación a su arquitectura (conformación geométrica, materiales, etc.), como a su carga energética y la actividad probable de sus moradores, se realiza con el programa *DesignBuilder* la simulación del desempeño energético, de manera a calcular

las demandas energéticas de los modelos, comparando una tecnología convencional (mampostería de ladrillos comunes, techo de tejas y tejelones cerámicos) y la tecnología alternativa propuesta en esta investigación (ladrillos huecos, techo de chapas y cobertura vegetal).

Los datos utilizados en el presente trabajo, fueron recabados de las siguientes fuentes:

- Datos de la Base Meteorológica del Aeropuerto Internacional, Luque, Paraguay.
- Datos de la Base del software Energy Plus, desarrollado por el Departamento de Energía de Estado, USA, con datos de ASHRAE del año 2002.
- Datos de la NASA, Surface meteorology and Solar Energy, para  $-25.5$  de latitud, y  $-57.5$  de longitud.

El prototipo de vivienda base con la cual se realiza el análisis térmico cuenta con;  $60\text{m}^2$  cubiertos, dos dormitorios, cocina, baño y un espacio principal conformado por el estar - comedor, los cuales se conectan a la galería y a través de esta al exterior como se puede apreciar en la Figura 2.

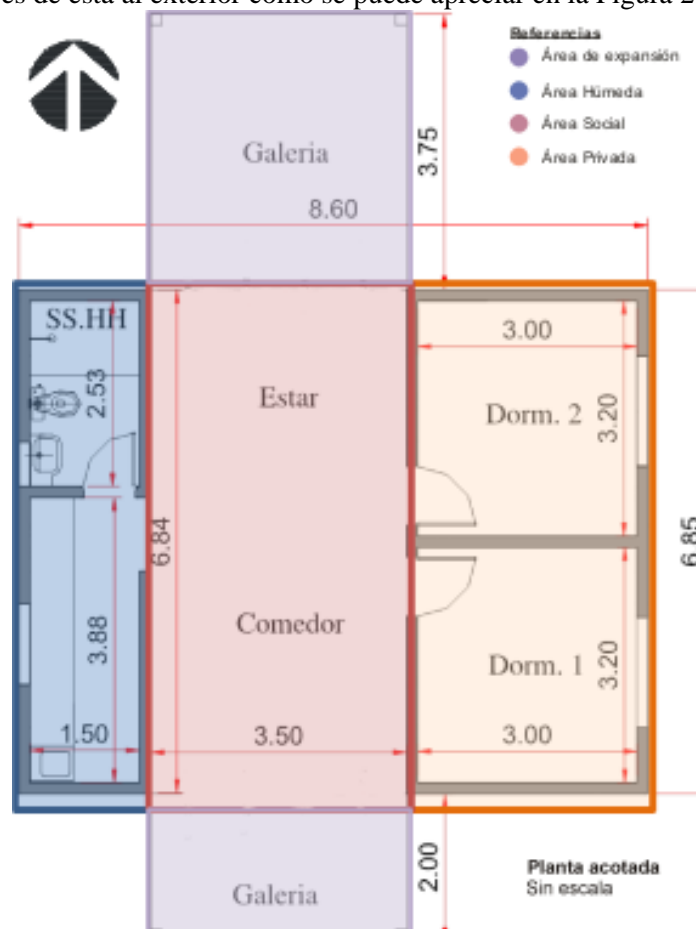


Figura 2: Planta del prototipo bioclimático

La mejor solución resulta al ubicar la fachada más larga o la zona más frecuentada (como el estar-comedor) de la vivienda orientado al norte, ya que con un alero se logra proyectar sombra a todo lo largo del paramento, debido a que el sol se encuentra en su mayor altura y ángulo de incidencia, permitiendo a los aleros generar mayor superficie de sombra. En el Oeste es mucho más perceptible el calor debido que además de la incidencia de los rayos del sol, se suman la radiación del calor absorbido por todos los cuerpos que rodean a la vivienda, que han estado expuestos al sol a lo largo de día. La diferencia con el Este es que a la mañana los cuerpos del entorno aun están fríos, debido a que durante la noche perdieron todo el calor absorbido. Para mejorar aún más el confort en los ambientes interiores, se plantea una chimenea solar a lo largo del techo, logrando una corriente de aire natural para renovar el aire caliente por medio de la convección y a la vez dotando a la vivienda con una

mejor iluminación natural.

Para incrementar la ventilación, se propone el uso de puertas batientes a todo lo ancho del estar comedor y en ambas paredes (norte y sur). De este modo se genera una ventilación cruzada importante logrando renovar el aire del interior aprovechando la ventilación natural.

La propuesta del cerramiento vertical es de ladrillo hueco, debido a que presenta un bajo valor de la conductividad térmica (ladrillo macizo  $\lambda = 0.87$  W/m.K versus ladrillo hueco  $\lambda = 0.49$  W/m.K) que resulta en una mejor capacidad de aislación térmica gracias a las cámaras de aire. Esta es la opción más eficiente y que se debería considerar para el ahorro energético.

Para la cubierta se opta por la utilización de la chapa de zinc. Por su bajo costo y su peso reducido. De esta forma se logra disminuir considerablemente las cargas transmitidas a los paramentos, permitiendo la utilización de nuevas técnicas constructivas en los muros o materiales menos resistentes a la compresión pero con una mayor capacidad de aislante térmico. La chapa de zinc es un material que posee un índice de conductividad térmica muy alta, que le hace ganar calor de una manera mucho más rápida que otros materiales, acumulando una gran cantidad de calor. Esta energía absorbida se transmite al interior de la vivienda aumentando la temperatura y disminuyendo el confort térmico. La ventaja de este material es que con la misma rapidez con que gana calor, la pierde. Este comportamiento permite que a tempranas horas de la noche ya pierda todo el calor absorbido durante el día, disminuyendo considerablemente la temperatura. Para disminuir la ganancia de calor en el techo, se propone la utilización de un pergolado (Figura 3). Ubicado a 40 cm del techo para generar sombra, dejando una cámara de aire que ayuda a la pérdida de calor y cuando corresponda facilita la limpieza y mantenimiento. Esta capa de cobertura vegetal reducirá la superficie de contacto directo con los rayos del sol, arrojando sombra al techo.

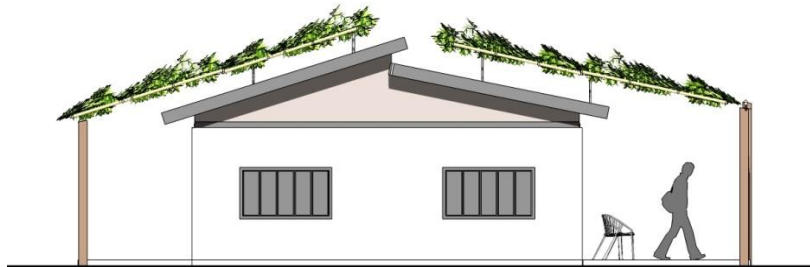


Figura 3: Corte Transversal – Cubierta con techo de chapas y pergolado con frondosa

## Discusión

Los resultados obtenidos en la simulación de un día en el cual la familia desarrollaría todas las actividades usuales, pudiendo considerarse por tanto un día común dentro de la rutina familiar, en este caso el 4 de enero, en la Figura 4 se grafica la comparación entre ambos modelos en relación al índice de confort de Fanger. Se utiliza el Software *DesignBuilder* especializado en el análisis térmico, lumínico y energético de edificios y que también ofrece la posibilidad de evaluar los niveles de confort y las emisiones de CO<sub>2</sub>, entre muchas otras funciones.

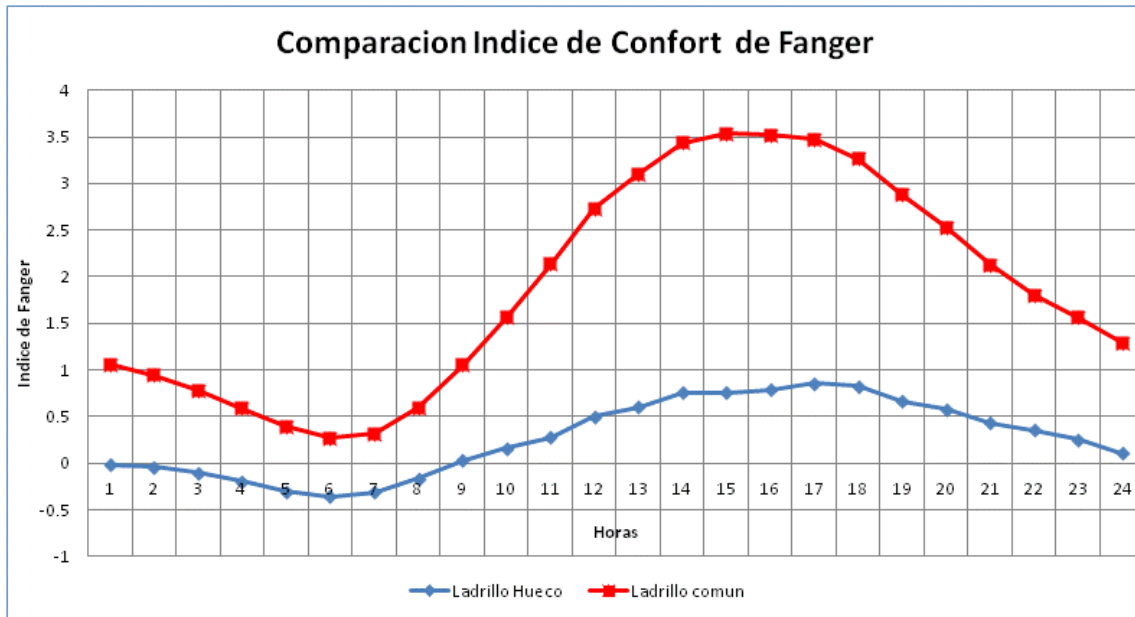


Figura 4 : Comparacion del Indice de Confort de Fanger

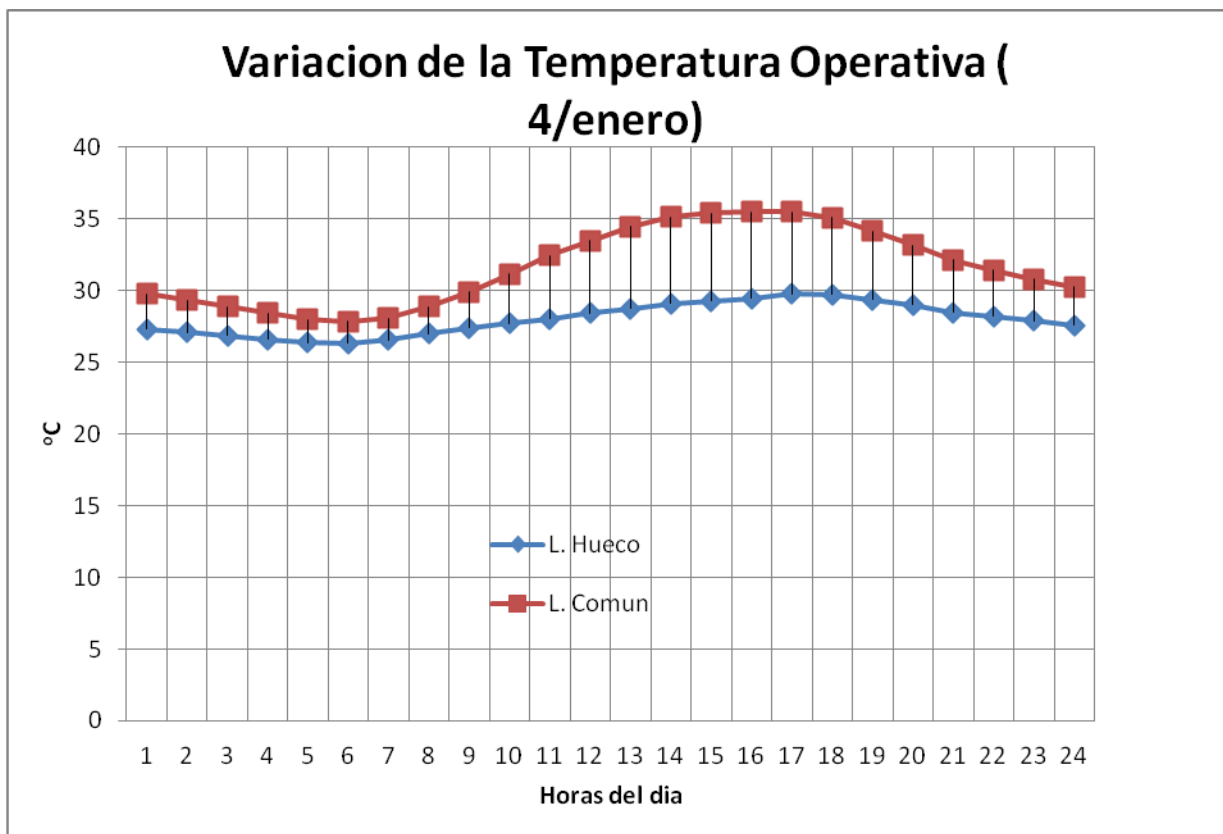


Figura 5 : Variacion de la temperatura operativa entre ambos modelos

En la Figura 5 se observa la simulación para la variable temperatura operativa (día típico 4/01) en el interior de la vivienda, los resultados reflejan que con la tecnología tradicional la temperatura se mantiene casi constante en valores inferiores a 30°C, mientras que con la tecnología alternativa propuesta la temperatura llega a 35°C entre las 13 y 19 hs. Los muros actúan como acumuladores térmicos liberando el calor que guardaron durante el día y cuando la temperatura del aire exterior disminuye, se verifica que el flujo de calor va desde el exterior hacia el interior durante el verano, por tanto la propuesta de ladrillo hueco ayuda a mantener la temperatura en climas calurosos y por tanto a reducir los costos en climatización.

En la Figura 6, se observa el ahorro posible entre los dos modelos con respecto a la ganancia térmica anual en los techos. Como se muestra en la grafica el de la vivienda original gana 800 Kw/h más que el de la vivienda mejorada. Esto incide directamente en la temperatura del interior del prototipo.

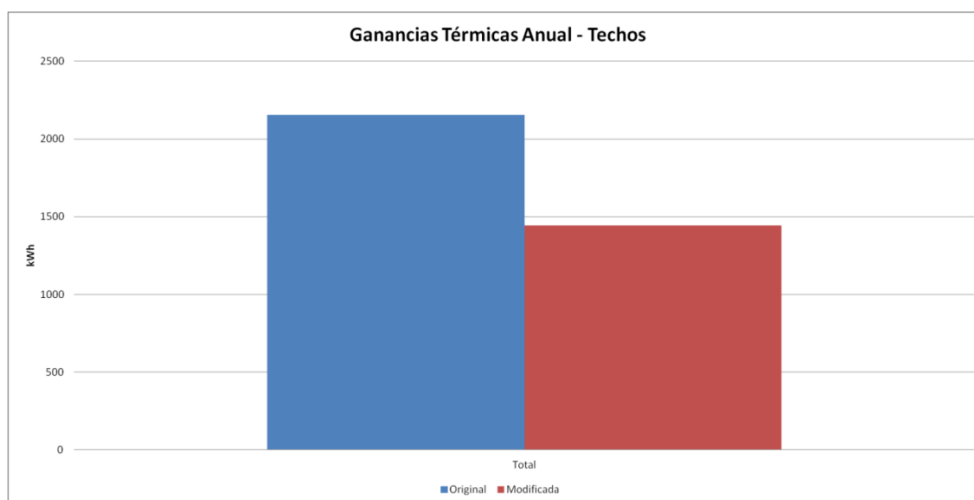


Figura 6: Ganancias térmicas anuales – techos

## Conclusiones

Con una correcta zonificación de la vivienda se consigue optimizar el consumo energético durante todo el año, minimizando las pérdidas de calor en invierno y protegiéndonos de éste en verano. Es importante proyectar una adecuada distribución de espacios, atendiendo a consideraciones bioclimáticas, de ahorro energético y funcional.

En este estudio se han utilizado herramientas informáticas que permiten evaluar la demanda energética y las condiciones de confort de una vivienda de diferentes maneras y a partir de diferentes enfoques. Aunque el menú de posibilidades es muy amplio y día a día aumenta el número de herramientas disponibles en el mercado para este tipo de análisis, más allá de las herramientas tecnológicas, se valora la importancia que merece el uso de una herramienta versátil en el estudio del confort térmico.

Se han utilizado diversas alternativas (pasivas) para reducir el consumo energético en las viviendas y mejorar el confort térmico, sin olvidar que todo consumo tiene asociado un impacto sobre el ambiente.

Se verifica que el uso indiscriminado de sistemas de climatización en las viviendas generalmente se debe a un mal diseño del recinto (orientación), al abuso de superficies vidriadas y materiales inapropiados. Así mismo, cuando las superficies tienen una orientación oeste sin utilizar ningún sistema de protección de la fachada, se genera una acumulación de energía dentro del recinto de manera que este necesite refrigeración.

Este estudio permite analizar la relación del flujo térmico con el tipo del material de la envolvente y en algunos casos se observa que pequeñas modificaciones generan grandes reducciones en el flujo de energía desde el exterior al interior de la vivienda.

Se obtiene un diseño comprometido con el ahorro energético, amigable con el medioambiente, que permite la utilización y combinación inteligente de materiales para optimizar el confort térmico de los habitantes. El grado de confort térmico obtenido no llega a ser el óptimo citado en la literatura, pero la mejoría con la propuesta de aislación, tipo de materiales, orientación y forma de la vivienda es considerablemente positiva. La vegetación contribuye a crear un entorno saludable, renueva el oxígeno y regula la humedad ambiental. Un aspecto importante fue demostrar que la construcción sostenible no es necesariamente más cara o poco atractiva. Por el contrario, se necesita un esfuerzo para mostrar que 'moderno' significa 'sostenible'.

## Referencias

- 1) COHENCA, D. 2010. Estudio de alternativas para mejorar la eficiencia energética en viviendas unifamiliares económicas. Caso: Departamento Central, IJIE, v. 2 1 , p. 70-83. ISSN/ISBN: 2175-8018
- 2) DOMINGUEZ, M., GARCIA, D., 1999. La impaciencia térmica de los cerramientos. Nueva Arquitectura con arcilla cocida, N° 10 p 69,84 ISSN 1135-3384.
- 3) GONZALO, G.E. 2003. Manual de Arquitectura Bioclimática. Editorial Nobuko, ISBN: 950-43-9028-5. Argentina.
- 4) IZARD, J. L.; GUYOT, A. 1980. Arquitectura Bioclimática. Barcelona. Gili, España, ISBN: 978-968-6085-69-3.
- 5) SARTORIO, D. 2011. Estudio del desempeño térmico de vivienda económica. Caso de vivienda unifamiliar típica de la zona aledaña al área metropolitana de la ciudad de Asunción. Revista de Ciencia y Tecnología de la DIUNA, v. 5 Número 10. ISSN/ISBN: 2070-0415