



XIENCAC
ENCANTRO NACIONAL DE CONFORTO
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

VIIELACAC
ENCANTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

Búzios - RJ - 2011

EFICIENCIA ENERGETICA EN VIVIENDAS EN LAS SIERRAS DE CORDOBA ARGENTINA. UN CASO DE ESTUDIO

Marta Bracco; Silvina Angiolini; Jerez Lisardo; Ana Pacharoni; Gabriela Sanchez; Pablo Avalos; Mariana Gatani .

Arquitectos, Profesores Facultad de Arquitectura Urbanismo y Diseño. Universidad Nacional de Córdoba. República Argentina Av. Vélez Sársfield 264 Tel. 54-351-4332096 int.133 silvinaangiolini@hotmail.com

1. INTRODUCCION

Ante la crisis energética actual, existe la necesidad urgente de concientización sobre la utilización de pautas de diseño para alcanzar la eficiencia energética en nuestros edificios, y particularmente en viviendas. Hoy en Argentina, el 40% de la energía que se consume pertenece al sector residencial, y de ese porcentaje una gran porción es para lograr el acondicionamiento térmico de las mismas. Desde la perspectiva de que cada edificio se comporta según las condicionantes del lugar, y las características de su sistema constructivo, se estudia una de las viviendas seleccionadas en una zona periurbana a la ciudad de Córdoba Capital. El relevamiento, registro, análisis y aplicación del conocimiento adquirido están dejando huella en un conjunto de “buenas practicas” que deben ampliar su espacio de reconocimiento y divulgación en el ambiente de la investigación y la práctica profesional de la arquitectura, y así sentar bases para una mejora constante.

Este trabajo forma parte del proyecto “Gestión de tecnología sustentable y eficiencia energética” y comprende el análisis y medición sistemática de cuatro viviendas. Como caso de estudio se presenta una vivienda ubicada en las sierras de Córdoba, Argentina (LAT. 31ª 25s).

2. OBJETIVO

El objetivo del mismo es establecer pautas de diseño sustentable para el clima del lugar, (templado cálido, Córdoba, Argentina) mediante el estudio del comportamiento energético de las viviendas, a través de su evaluación y análisis.

Analizando resultados teóricos obtenidos según normas y relevando empíricamente las viviendas, se confrontan los resultados para entender el comportamiento térmico de las mismas y así proponer mejoras en el diseño arquitectónico mediante el uso de diferentes materiales en las envolventes para lograr la eficiencia energética haciendo énfasis en las posibilidades de aplicación.

3. MÉTODO

Las principales etapas metodológicas son:

- 1) Relevamiento de las condiciones climáticas de emplazamiento de la vivienda.
- 2) Características de las viviendas, localización, emplazamiento, distribución, sistema constructivo utilizado.
- 3) Se evalúa el sistema constructivo en relación al comportamiento higrotérmico de las envolventes.

Aplicación de métodos de cálculo teórico, establecidas por las normas IRAM vigentes hoy en Argentina:

a) Análisis térmico: Se verifica el coeficiente **K** (W/ m2. K) de **Transmitancia Térmica**: indica el flujo de calor a través de la unidad de superficie de un elemento constructivo sujeto a una diferencia de temperatura del aire a ambos lados del elemento de 1°C, y según las características térmicas de los materiales y capas constructivas (IRAM 11.601) en envolventes exteriores. Los resultados se verifican según establece la normativa, para verano e invierno. (Normas IRAM 11.603)

b) Riesgo de condensación: Se verifica el riesgo de **Condensación Superficial**: condensación de vapor de agua sobre la superficie interna de los cerramientos exteriores. **Condensación intersticial** se produce en un punto de la masa interior de un cerramiento (IRAM 11.625 y 11.630)

- c) **Soleamiento:** Se debe verificar un mínimo de 2 horas de sol directo en el solsticio de invierno a través de aberturas, de la mitad de locales habitables (IRAM 11.603)
- d) **Cálculo FAS:** Se calculó la fracción de ahorro solar (FAS) que determina la relación entre la energía proveniente del sol que se aprovecha y las pérdidas térmicas netas del edificio
- e) **Cálculo coeficiente de pérdida global calor G:** Se calcula el valor de **coeficiente G** (W/m³.K) calcula las pérdidas de calor por m³, por k y se lo compara con el G máximo admisible fijado en IRAM (11604:2001)
- 4) **Medición:** se realiza una evaluación del comportamiento térmico real de verano e invierno (situaciones climáticas extremas) con mediciones in situ, utilizándose sensores de adquisición de datos higrotérmicos HOBO.
- 5) **Encuesta a los usuarios:** se busca conocer el grado de satisfacción en relación al confort y la intervención en el comportamiento térmico de la vivienda.
- 6) **Entrecruzamiento de datos:** Conclusiones
- 7) **Mejoras y sugerencias tecnológicas.**

3.1. Referencias climáticas de Córdoba.

Córdoba, Argentina está ubicada a una Lat.: 31,19 S y Long.: 64.13 W. Según Normas IRAM 11603 en Zona Bioambiental III; Subzona A: Templada Cálida con amplitudes térmicas mayores de 14°C. Tiene estaciones bien marcadas, con veranos cálidos y húmedos e inviernos fríos y secos. Los veranos, con temperaturas máximas medias que superan los 30°C y mínimas medias de 17°C. La diferencia térmica diaria es muy importante. La estación lluviosa coincide con la época cálida siendo de 581,2 mm la precipitación entre los meses de Noviembre a Febrero. En diciembre la heliofanía relativa es alta, de 66,9 %. Los inviernos con temperaturas medias que oscilan entre 5°C, la mínima media y 19,1 °C la máxima media, con una temperatura mínima extrema de -5,2 °C en Julio. La diferencia térmica diaria es importante, como así también los días claros, donde el aprovechamiento solar es óptimo, siendo el 40,66% en julio.- Es una estación netamente seca, con 14,13 mm. de precipitaciones promedio.

3.2. Localización, emplazamiento, sistema constructivo.

Punta Serrana es una urbanización sobre el río Anisacate, a 55 Km. hacia el Sur de la capital de la Provincia de Córdoba, Argentina. Altura s/el nivel del mar 537 m. Se trata de una vivienda unifamiliar, diseñada por los arquitectos S. Angiolini y M. Martiarena para períodos vacacionales (Fig.1). La fachada Norte es la que permite ganancia de calor en invierno (por ganancia directa y por acumulación) y en verano se protege de la radiación solar, por los aleros horizontales que se encuentran sobre las aberturas. La calefacción se complementa con una salamandra central en el lugar de reunión. Sistema constructivo utilizado: Envoltente Lateral: los muros este, oeste, y sur son de doble bloque cerámico con cámara de poliestireno expandido de alta densidad, revocados y pintados en ambas caras, los muros norte (PB), ejecutados con ladrillos macizos, son de 0.45m. de espesor, revocados y pintados en ambas caras. Aberturas: Carpintería de aluminio (DVH 6mm+9mm+6mm). Envoltente superior: combina cubiertas planas e inclinadas. Inclinada: estructura metálica, con cubierta de chapa, cámara de aire, aislante hidrófugo, aislación de 3" de lana de vidrio, barrera corta vapor y cielorraso de placa de yeso. Plana: son de dos tipos, una es losa accesible (terrace) con terminación de revestimiento cerámico; la otra es losa invertida sobre el local cocina, conformada por losa de viguetas con cielorraso aplicado y capa de compresión, barrera de vapor, hormigón de pendiente, membrana asfáltica, poliestireno de alta densidad, y canto rodado. (Fig.2)

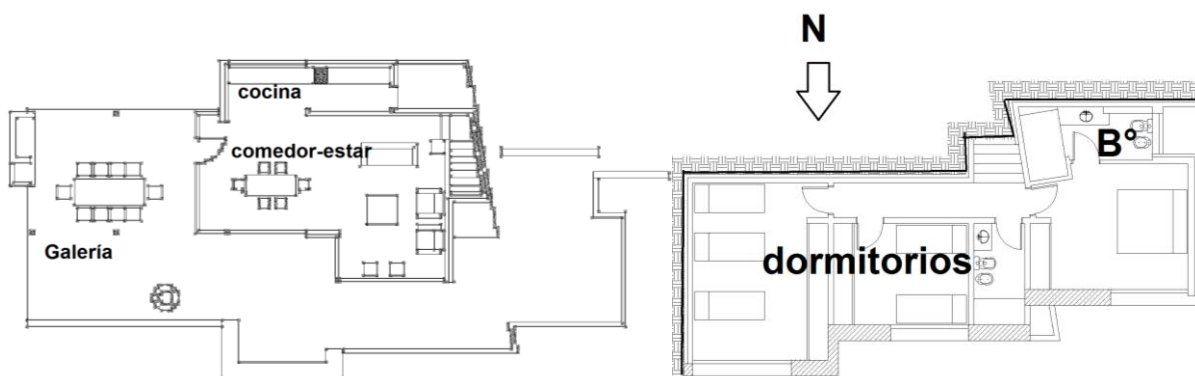


Figura 1: Planta alta y planta baja semienterrada

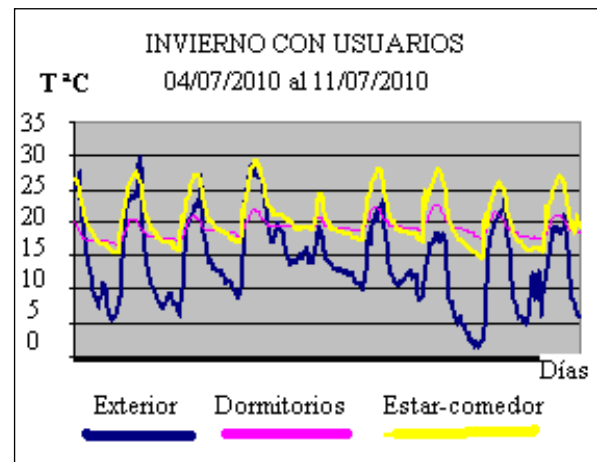
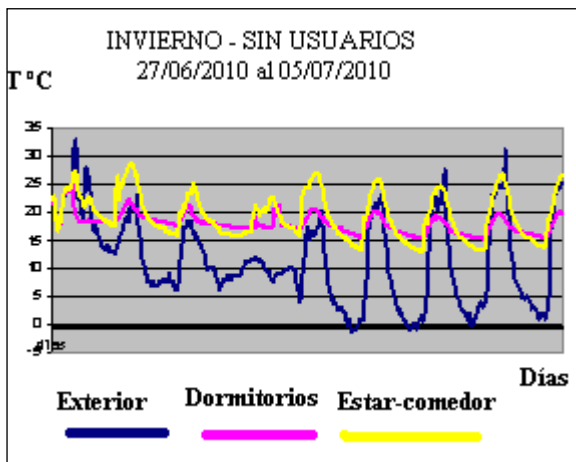
3.3. Transmitancia Térmica, Condensación, Porcentaje opaco-transparente, Coeficiente G.

MURO: Doble Ladrillo cerámico esp.: 0.30	MURO macizo esp.: 0.45	TECHO INCLINADO	TECHO PLANO
K = 0,45 Verifica C y B –verano e invierno	1,52 Verifica C invierno y C y B verano	0,35 verifica C y B invierno y verano	0,51 Verifica C y B invierno y C verano

Figura.2: Detalle de envolventes superiores y laterales, análisis de transmitancia térmica y riesgo de condensación.

Ninguna de las envolventes presenta condensación superficial, ni intersticial y todas verifican con norma. Sobre el total de sus envolventes laterales La vivienda presenta un 17.3% de masa térmica, un 26,9% de superficie vidriada, y un 55,8 % de envolventes aisladas. El coeficiente global de pérdidas de calor es G de cálculo: 0,94 W.m³.kelvin.. G Admisible: 1,389 W.m³.kelvin, verifica con norma.

3.4 Mediciones



Figuras 3 y 4: Resultados de mediciones de temperatura en invierno sin usuario y con usuario

Las mediciones se realizaron en invierno y verano, las dos estaciones extremas de nuestro clima. En invierno se observa (Fig.3 y 4) como la temperatura en el dormitorio se mantiene constante, 19° aprox. El living comedor en cambio tiene picos de máxima y mínima similares al exterior, que alcanzan amplitudes entre 12 y 15°C. La presencia de los usuarios no modifica el comportamiento térmico de la vivienda.

En verano, (Fig. 5) se observa como se mantienen constantes las temperaturas en el dormitorio, dentro de los parámetros de confort, mientras que en el estar la curva de temperatura acompaña, levemente por debajo, a la curva de temperatura exterior. No se registran diferencias con respecto a la intervención de los usuarios en el comportamiento térmico.

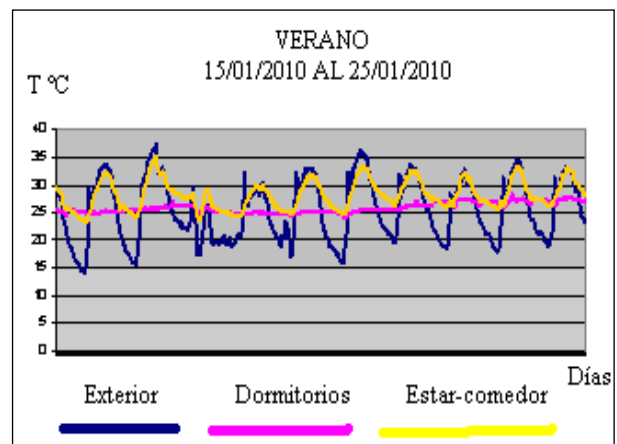


Figura 5: Mediciones de temperatura en verano con usuario

3.5. Entrevista a Usuarios

Los usuarios perciben dentro de la vivienda dos zonas bien diferenciadas: planta baja y planta alta. Siendo la planta alta percibida como caliente en verano y como algo fría en invierno. El nivel de bienestar alcanzado en la planta baja es confortable en verano e invierno. Los usuarios manifiestan no ejercer control alguno para lograr el confort en la vivienda.

4. RESULTADOS PARCIALES

Se establece que para el clima templado cálido de Córdoba, Argentina, son consideradas pautas de diseño sustentable: la orientación Norte para locales principales, y la sur para ubicación de los secundarios; la aislación en las envolventes este, oeste, sur y en las envolventes horizontales. Se establece que la inercia térmica en las envolventes, es adecuada para la orientación Norte, siendo desaprovechado su comportamiento en otras orientaciones. Para el verano, se necesita proteger las aberturas de la radiación solar y en el invierno de las pérdidas. El gran porcentaje vidriado en planta alta, y la falta de inercia en sus envolventes, hace que las temperaturas internas acompañen a las externas, provocando discomfort.

Se recomienda controlar la intensa radiación luminosa en verano y las pérdidas en invierno, con protecciones como toldos y cortinas sobre los ventanales norte.

Los resultados parciales establecen que el equilibrio en la distribución de envolventes con masa térmica, transparentes y aisladas, estudiando la correcta ubicación en relación a las orientaciones, ganancias y pérdidas, son los que determinan el éxito en el uso de los recursos para el clima de Córdoba.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- NORMAS IRAM -Instituto Argentino de Racionalización de Materiales: Norma 11.603/1996 Acondicionamiento Térmico en edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina. Normas IRAM: 11.549/2002.-11.601/2002.-11.604/2001-11.605/1996-11.625/2000- 1.630/2000-11.658/2003-11.659/2004-07 Provincia de Buenos Aires Ley 13059 -9/4/2003 Acondicionamiento térmico en los edificios y reducción del impacto ambiental por un uso racional de la energía.
- 2- CZAJKOWSKI J., GOMEZ A. Arquitectura Sustentable. Cd Book Diario Clarin.Editorial Argentino. Junio 2009
- 3- GATANI, BRACCO, ANGIOLINI, JEREZ, PACHARONI, SANCHEZ, TAMBUSSI, AVALOS: Definición de indicadores de análisis de diseño sustentable. El caso de una vivienda serrana en Córdoba.-XXXI Reunión de trabajo de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente, XVII Encuentro IASEE, Mendoza 2008.
- 4- GONZALO, Guillermo. (2003) Manual de arquitectura bioclimática, 2° edición. CP 67, Buenos Aires.
- 5- MARTINEZ C. (2005).Comportamiento térmico – energético de envolvente de vivienda en S.M. de Tucumán en relación a la adecuación climática. Revista avances en Energías renovables y Medio Ambiente, vol. 9, 2005
- 6- VOLANTINO V. (2007)- Eficiencia energética en construcciones – www.inti.gov.ar
- 7- MARISTANY, A. Planilla de cálculo para las propiedades térmicas de las envolventes. CIAL, FAUDI, U.N.C. Córdoba, 2006.
- 8- MAZRIA, Edward. El libro de la energía solar pasiva. Ediciones Gustavo Gili, SA. Mexico, 1985.
- 9- FILIPPIN Celina. Energía Eficiente, Uso eficiente de la energía en edificios, Ediciones Amerindia, La Pampa, 2005.
- 10-. GATANI, BRACCO, ANGIOLINI, JEREZ, PACHARONI, SANCHEZ, TAMBUSSI, AVALOS (2008-2009)). Gestión de Tecnología Sustentable y Energías Alternativas. Definición de Indicadores de diseño en Córdoba FAUD. UNC.
- 11-. BRACCO, ANGIOLINI, JEREZ, PACHARONI, SANCHEZ, TAMBUSSI, et al director: LAMBERTUCCI (2008-2007)). Eficiencia energética en edificios de la ciudad de Córdoba FAUD. UNC.