



Docencia
Investigación
Extensión
Gestión

**Comunicaciones
Científicas y Tecnológicas
Anuales
2009**



La información contenida en este volumen es absoluta responsabilidad de cada uno de los autores.

Quedan autorizadas las citas y la reproducción de la información contenida en el presente volumen con el expreso requerimiento de la mención de la fuente.

COMPILACIÓN:
Secretaría de Investigación

COORDINADOR EDITORIAL:
Arq. Marcelo Coccato

COMISIÓN EVALUADORA:
Arq. Carlos Eduardo Burgos // Dg. Cecilia Roca Zorat
Arq. Claudia Pilar // Arq. Herminia Alías // Arq. María Elena Fossati
Arq. Daniel Vedoya // Arq. Mario Berent

DISEÑO GRÁFICO:
Dg. Cecilia Roca Zorat
Imagen de portada: Biblioteca Central de Seattle

© Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Universidad Nacional del Nordeste

(H3500COI) Las Heras 727 | Resistencia | Chaco | Argentina

Web site: <http://arq.unne.edu.ar>

ISSN: 1666 - 4035

Reservados todos los derechos
Impreso en Corrientes, Argentina.
Junio de 2010

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE

Arq. Mgter. Julio Enrique Putallaz
DECANO

Arq. Marcelo Andrés Coccato
VICE DECANO

Arq. Mario Merino
SECRETARIO ACADÉMICO

Arq. Inés Presman
SECRETARIA DE DESARROLLO ACADÉMICO
Y COOPERACIÓN INTERINSTITUCIONAL

Arq. Marcelo Barrios D'ambra
SECRETARIO DE ASUNTOS ESTUDIANTILES

Arq. Marcela Bernardi
SECRETARIO DE EXTENSIÓN Y TRANSFERENCIA

Lic. Gabriela Latorre
SECRETARIA ADMINISTRATIVA

033 .

**SIMULACIÓN DEL COMPORTAMIENTO TERMICO
DE UN PROTOTIPO DE VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE “ECOTECT” .
VALIDACIÓN CON MONITOREO EXPERIMENTAL.**

Jacobo, Guillermo J. - Alías, Herminia M. - Busso, Arturo J. - Sogari, Noemí C.
heralias@arq.unne.edu.ar / gjjacobo@arq.unne.edu.ar / ajbusso@gmail.com / noemi_fisica@yahoo.com.ar

RESUMEN

Tomando como punto de partida un monitoreo experimental para evaluar el comportamiento térmico de un prototipo unifamiliar de madera localizado en el barrio Dr. Nicolini de la ciudad de Corrientes y construido por el IN.VI.CO (Instituto de Viviendas de Corrientes), este trabajo presenta la aplicación y evaluación de la aplicabilidad del programa “ECOTECT”. El buen ajuste encontrado entre tendencias y resultados simulados entre esta herramienta informática y las mediciones in situ efectuadas, demuestra que la misma podría ser usada eficazmente tanto para implementar mejoras que optimicen el nivel de confort térmico de viviendas populares ya construidas, como para optimizar el desempeño térmico de viviendas en la etapa de diseño conceptual, a la vez que ser usada como herramienta didáctica de apoyo a la enseñanza de la arquitectura.

PALABRAS CLAVE: Simulación dinámica - Vivienda - ECOTECT.

INTRODUCCIÓN

El objetivo de este trabajo es la verificación del comportamiento térmico y energético, y su validación a través de la comparación con monitoreo experimental, de una vivienda tipo duplex, del barrio Dr. Nicolini de la ciudad de Corrientes, aplicando el programa informático ECOTECT (Marsh A. J., 2003). Mediante el análisis de los resultados arrojados por el programa informático, se podrían detectar las falencias de diseño en la vivienda y proponer mejoras energéticas y alternativas de diseño en las etapas iniciales del proyecto, reduciendo los altos costos de tiempo y económicos que ocasionaría la solución de dichos problemas una vez que el edificio es puesto en servicio. Para que la base de comparación fuera homogénea con respecto al monitoreo experimental (llevado a cabo en días en que la vivienda no estaba habitada), las simulaciones en ECOTECT se realizaron considerando a la vivienda completamente cerrada, vacía, minimizando las renovaciones de aire, sin aportes de calor internos debidos a personas, equipos eléctricos, etc. A pesar de que estas suposiciones no son válidas en la generalidad de los casos, permiten visualizar la potencialidad del método de análisis (Sogari et. al, 2006).

ECOTECT es un software de análisis edilicio desarrollado en la Escuela de Arquitectura y Bellas Artes de la Universidad de Australia Occidental, que ofrece una interfaz 3D de modelización integrada con una amplia gama de funciones (análisis solar, térmico, lumínico, acústico, de impacto ambiental y económico).

2. Monitoreo experimental. Mediciones “In situ”

La vivienda monitoreada (fig. 1 y 2) consta de una superficie cubierta total de 98,5 m², distribuidos de la siguiente manera:

En Planta Alta (52 m2) hay 3 dormitorios y 1 baño; en Planta Baja (46,46 m2) hay 1 sala estar – comedor, 1 cocina, 1 lavadero y 1 baño; el entrepiso es de losa alivianada de viguetas pretensadas; la cubierta de la Planta Alta es a dos aguas, de chapa galvanizada sinusoidal con 14% de pendiente y cielorraso suspendido de placas de yeso desmontables, con aislamiento térmico de lana de vidrio de 2" de espesor. Las paredes, tanto interiores como exteriores, son de ladrillos cerámicos huecos portantes de 18x18x25 cm., con revoque exterior (azotado impermeable + grueso fratazado) e interior (grueso fratazado), conformando un cerramiento de 0,20 cm. de espesor. Sólo algunas divisorias interiores son tabiques de mampostería de ladrillos cerámicos huecos de 8x18x25 cm. revocados.

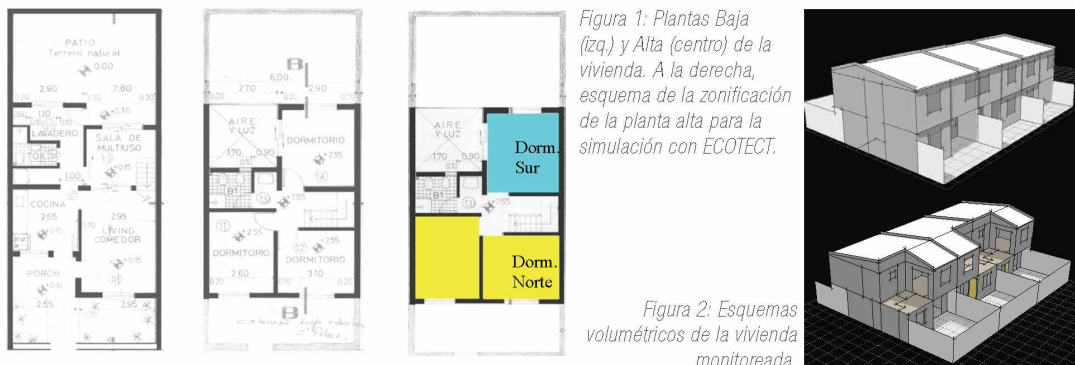


Figura 1: Plantas Baja (izq.) y Alta (centro) de la vivienda. A la derecha, esquema de la zonificación de la planta alta para la simulación con ECOTECT.

Figura 2: Esquemas volumétricos de la vivienda monitoreada.

La Figura 3 presenta la evolución de las temperaturas medias de los diferentes ambientes de la vivienda para los días 24 y 25 de enero de 2009. Las variables medidas durante el monitoreo, que se realizó solamente para los dormitorios de la Planta Alta de la vivienda, fueron: temperatura media de las habitaciones, temperatura ambiente exterior (a la sombra), y radiación solar sobre superficie horizontal. Como sensor de radiación solar se empleó un solarímetro fotovoltaico. Como sensores de temperatura se utilizaron termistores previamente calibrados en un baño termostático. Los sensores se conectaban a una PC a través de un módulo de adquisición de datos de 16 Bits marca RIAC ADQ 16 de industria nacional con 8 canales analógicos y 8 canales digitales de 4 canales de control. Para la implementación del código de simulación se reprodujo la distribución de los dormitorios, así como las características

y tipos de materiales de la mampostería, aberturas, etc. Dado que la vivienda no se simula como una unidad sino que son sus componentes los que tienen asociado un modelo matemático, se introdujeron descripciones detalladas de los ambientes, constitución de muros, distribución geométrica de aberturas y propiedades de sus materiales constitutivos.

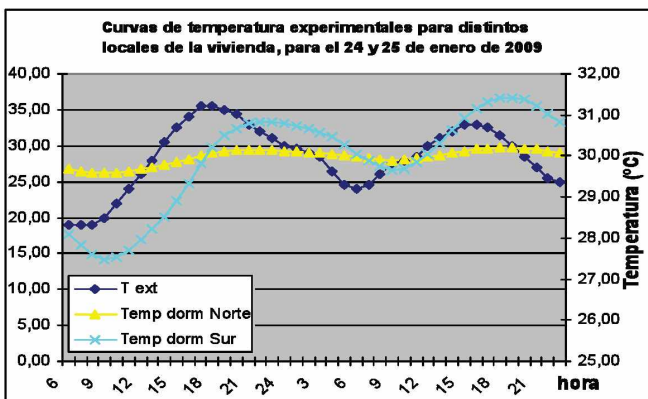


Figura 3: Curvas de temperatura experimentales para los dormitorios de la vivienda, 25 de enero.

2.1. Resultados

Para los días de verano (fig. 3) se registran situaciones muy diferentes según se trate de los dormitorios orientados al Norte o del orientado al Sur.

Para el primer caso, la curva térmica interior presenta una amplitud térmica que no supera los 4°C (valor que resulta sensiblemente inferior a la amplitud de la curva de temperatura exterior, de 12 a 14°C), registrándose una amortiguación de los valores máximos con respecto a los máximos de la curva térmica del exterior, con un retraso de aproximadamente 3 hs. En cambio, en el dormitorio Sur la curva de temperaturas sigue, aunque con un retraso de 6hs. aproximadamente, a la curva de temperatura externa, experimentando idénticos picos sin amortiguación significativa (solamente entre 2 y 3°C menores). Si se define a la zona de confort comprendida entre 19 y 29°C, las temperaturas del dorm. Norte se encontrarían en el límite superior de dicha zona, no así las del dorm. Sur, que alcanzan los 37°C a las 17,00hs del 25 de enero.

3. Modelización y simulación con "Ecotect"

Se zonificaron los locales de la vivienda, designándolos como Zonas Térmicas (fig. 1, derecha). Sólo se indica la zonificación efectuada para los dormitorios de la Planta Alta, ya que fue la única monitoreada experimentalmente. A partir de la biblioteca del programa, se asignaron los materiales de cada una de las superficies (paredes, techos, aberturas) y sus propiedades. Luego se procedió a la verificación del comportamiento térmico de la vivienda, del que aquí, por cuestiones de espacio, sólo se exponen los resultados para el día de verano.

3.1. Resultados

Temperaturas Horarias: La Figura 4 muestra la evolución de temperaturas internas de las zonas térmicas definidas de la Planta Alta sobre un período de 24 horas, para el 25 de enero, el mismo día en que se realizó el monitoreo experimental. Se definió la banda de confort entre los 18° y los 28°C. Además, el gráfico muestra la información ambiental que toma los datos del archivo de clima, lo que permite estudiar a qué factores climáticos externos están respondiendo las temperaturas internas. Los ambientes de la vivienda permanecen más calientes entre las 10 y las 19hs, presentándose una curva térmica de muy poca amplitud en relación a la curva de la temperatura ambiente exterior. Las temperaturas interiores se mantienen bastante constantes, entre los 31 y los 33°C, acusando 1 ó 2°C más que la máxima exterior, lo que podría derivarse del hecho de considerar a la vivienda cerrada las 24 hs. La temperatura interior en la zona "Dormitorios Norte" alcanza un máximo de 33°C a las 15 hs., superando la máxima temperatura del aire exterior de 31°C. La curva térmica de la zona Dormitorio Sur acompaña casi con exactitud la de los otros dormitorios, aunque se encuentra levemente por debajo (1°C) de éstas.

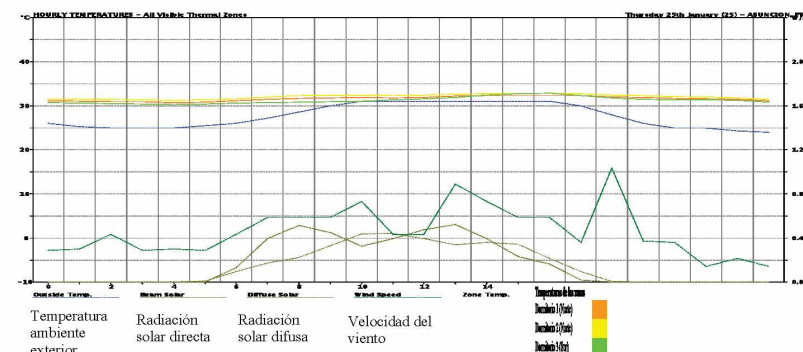


Figura 4: Gráfico de temperaturas medias del aire interior de los dormitorios, horarias, para el 25 de enero.

Ganancias de Calor por Hora: La fig. 5 (ganancias de calor del día de verano) muestra la magnitud de cada tipo de carga de calor para cada hora, actuando en las zonas térmicas del modelo sobre un período de 24 horas. Las máximas cargas de calor provienen de la transferencia por conducción a través de la masa de la envolvente perimetral de las zonas (produciéndose la máxima carga entre las 9,00 y las 16,00hs.), seguida por las ganancias por la temperatura sol – aire (produciéndose la máxima entre las 13,00 y las 14,00hs.). Esto indicaría el gran calentamiento que se produce en la superficie de la envolvente perimetral al exterior. La ganancia solar directa se ve reducida, posiblemente porque las zonas definidas sólo tienen aventanamientos al Norte y al Sur, las cuales quedan en sombra durante buena parte del día. El considerable espesor del aislante térmico del ciellorraso (2” de lana de vidrio), es tal vez otro factor reductor de la ganancia solar directa, que solamente entre las 7 y las 9 hs experimenta el pico máximo, por incidencia de radiación solar.

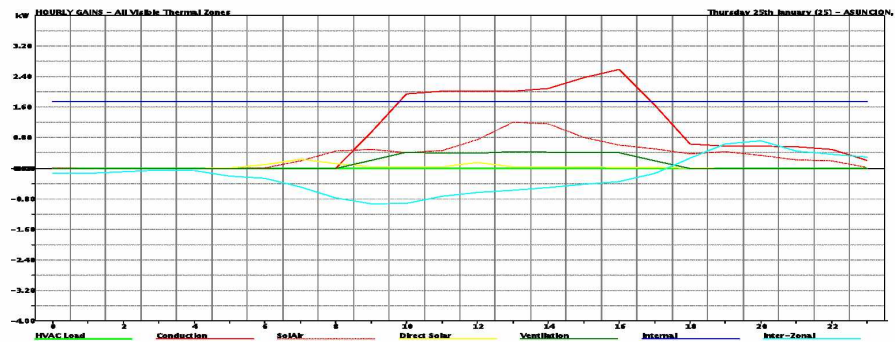


Figura 5: Ganancias de Calor por Hora de los dormitorios de la vivienda, para el 25 de enero.

RESULTADOS COMPARATIVOS. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Se verificó que, tanto en el día de verano como en el de invierno, las temperaturas interiores de la vivienda están fuera de la banda de confort, lo que indica la necesidad de reducir ganancias en verano y pérdidas en invierno, para evitar el uso intensivo de energía eléctrica para acondicionar los ambientes por parte de los usuarios. Cada ítem de la rutina de análisis térmico presentada verifica algunas falencias de diseño en las zonas de la vivienda simuladas, planteando una marcada necesidad de, por un lado, optimizar el diseño tecnológico de las envolventes perimetrales y, por el otro, incluir protección de la radiación solar. La vivienda analizada representa una tipología implementada masivamente en las provincias de Corrientes y Chaco a través de planes nacionales, desde el año 1970 a la fecha, por lo que algunas de las falencias de diseño tecnológico y térmico – energéticas detectadas, se harían extensivas a otros sectores del parque habitacional de estas ciudades. Comparando los resultados obtenidos con ECOTECT, en cuanto a temperaturas por hora, se observaron ciertas discrepancias con los resultados experimentales: las curvas térmicas experimentales y las de simulación para los dormitorios al Norte son muy similares en cuanto a forma y amplitud, aunque existen variaciones numéricas: mientras que las mediciones indican temperaturas de entre 26 y 30°C para verano y entre 16 y 18°C para invierno (aún dentro del límite superior del rango de confort o levemente fuera de él), las curvas simuladas se mantienen entre 30 y 33°C en verano y entre 13 y 16°C en invierno (definitivamente fuera de la zona de confort), lo que puede deberse a posibles errores internos en la determinación de adyacencias entre las superficies del modelo. Todavía no pudo ser realizado el monitoreo de los demás ambientes de la vivienda, por lo que la comparación de los resultados es aún profundizable.