

OPTIMIZACION ENERGETICA Y CLIMATIZACION NO-CONVENCIONAL  
EN VIVIENDAS DE INTERES SOCIAL  
EDIFICADAS POR AUTOCONSTRUCCION Y AYUDA MUTUA

E. Di Bernardo\*, A. Cortés\* y P. Mosconi\*

RESUMEN

Se presentan el proyecto y alternativas para la climatización de un conjunto de 20 viviendas, actualmente en edificación por autoconstrucción y ayuda mutua, por parte de una Cooperativa integrada por pobladores de un asentamiento precario, en tránsito a la regularización jurídica de las tierras que ocupan.

Se ha estimado un costo de 3500 u\$s por unidad terminada. El reducido costo se basa en dos factores: 1) Uso intensivo de mano de obra y; 2) Diseño optimizado. Casi todos los componentes se fabrican prácticamente desde las materias primas.

Se presentan los valores simulados del comportamiento térmico y la energía de funcionamiento de las viviendas en situación invernal, comparándose distintas alternativas de aislación y con otra opción constructiva.

Se describen los sistemas de refrescamiento estival no-convencional de tipo experimental incluídas en algunas de las viviendas: tubos enterrados y torres verticales eólicas.

INTRODUCCION

Una porción muy importante del déficit habitacional está referida a la población que habita en los asentamientos precarios conocidos como "villas de emergencia" o "villas miseria", caracterizados fundamentalmente por la ocupación ilegal de la tierra por parte de sus moradores.

Algunas iniciativas tendientes a permitir a dichas personas alcanzar, en condiciones accesibles a sus posibilidades económicas, la propiedad de lotes dignos en las tierras que ocupan, abren una perspectiva de solución de este problema.

Los sistemas de autoconstrucción y ayuda mutua, se presentan como particularmente aptos para atacar este segmento del déficit. Además, en todas las grandes ciudades del país, una parte sustancial y en muchos casos mayoritaria de las viviendas efectivamente construídas para las familias humildes son edificadas, por sus propios dueños, generalmente sin o con escasa e inadecuada asistencia técnica. Esto deriva de la imposibilidad de esperar la "llegada" de la "solución habitacional", de los planes oficiales que, aún en condiciones ideales, no alcanzarían ni siquiera a cubrir el crecimiento vegetativo de la demanda.

\* CEAH. Fac. de Arq., Planeamiento y Diseño (U.N.Rosario). Riobamba 210 bis. 2000 Rosario

# Fac. de Cs. Exactas, Ing. y Agrimensura (U.N.Rosario). e IFIR (CONICET - U.N.Rosario). Av. Pellegrini 250. 2000 Rosario

Dado el carácter masivo que tiene esta clase de construcción, es importante, tanto desde el punto de vista individual como social, la racionalización de su consumo energético, teniendo en cuenta además que, un deficiente comportamiento térmico de las unidades podría significar tanto un consumo energético (y por ende un costo) innecesariamente elevado, como la falta de confort y la distorsión del concepto de vivienda digna, por falta de medios para atender a dichos consumos.

#### PLAN DE VIVIENDAS DE LA COOPERATIVA "SALADILLO SUR"

La Cooperativa de Vivienda, Consumo y Crédito "Saladillo Sur" Ltda., integrada por pobladores de un asentamiento precario o villa ubicada en la zona Sur de Rosario, que está en proceso de transferencia onerosa, desde el Estado Nacional, de las tierras que ocupan sus miembros, gestionó y obtuvo de una fundación extranjera, fondos para edificar por autoconstrucción y ayuda mutua, 20 viviendas., con reintegro, por los adjudicatarios, del crédito en materiales que la Cooperativa les brinda.

Previamente a la interacción con el Grupo Técnico, los adjudicatarios disponían de un proyecto de su propia confección, de tipo tradicional, en una sola planta, que fue optimizado en el proceso de discusión.

En el proyecto resultante (Figura 1), las viviendas están agrupadas en conjuntos de cuatro unidades cada uno, en dos plantas, con uso privado del suelo por cada adjudicatario, contando con 56 m<sup>2</sup> cubiertos y un patio posterior de 26 m<sup>2</sup>, con acceso técnico independiente. La disposición de las unidades, de acuerdo a la estructura del terreno disponible (un antiguo terraplén ferroviario), se da en dos filas de lotes angostos y largos (7,10 m x 14 m), así definidos en función del proyecto de

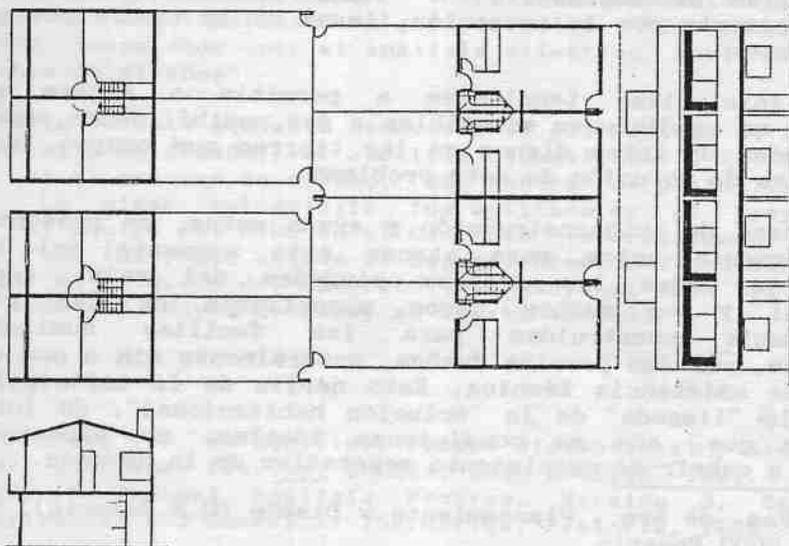


Figura 1: Planta, corte y vista de viviendas

vivienda, habiéndose acordado ello con los organismos técnicos gubernamentales responsables del loteo. La planta baja consta de cocina-comedor y baño, contándose en la alta con dos dormitorios, con balcón al frente. En todos los casos la amplitud de los ambientes es igual o superior a la del proyecto original.

La disposición en dos plantas de la vivienda y el tipo de loteo, permiten maximizar las posibilidades de radicación definitiva, en perspectiva, del mayor número de familias, teniendo en cuenta la escasez de terrenos no inundables disponibles en la zona.

Con respecto a los materiales, el diseño permite ahorrar material para paredes, dado la gran cantidad de medianeras; y costo de techo, dado que éste es superior, por m<sup>2</sup>, al de entrepiso.

El mejoramiento del comportamiento energético de las viviendas a nivel del conjunto total de las mismas se centró, en una primera fase, en las mejoras de diseño, dada la resistencia inicial del grupo social a incorporar otros elementos (por ejemplo aislaciones), que incrementen el costo de la vivienda. La reducción a un mínimo de la envolvente reduce considerablemente las pérdidas térmicas invernales y la carga térmica estival, especialmente por la disminución del área de techo.

#### COSTOS ENERGETICOS Y MONETARIOS

Las Figuras 2 y 3 muestran la incidencia en el costo energético (energía base) y monetario de los materiales utilizados en la construcción de las viviendas, comparándose además los valores de las viviendas efectivamente construidas con los que de viviendas similares, pero en una sola planta. Se verifica una disminución del 9,4 % en el costo monetario y del 15 % en el energético.

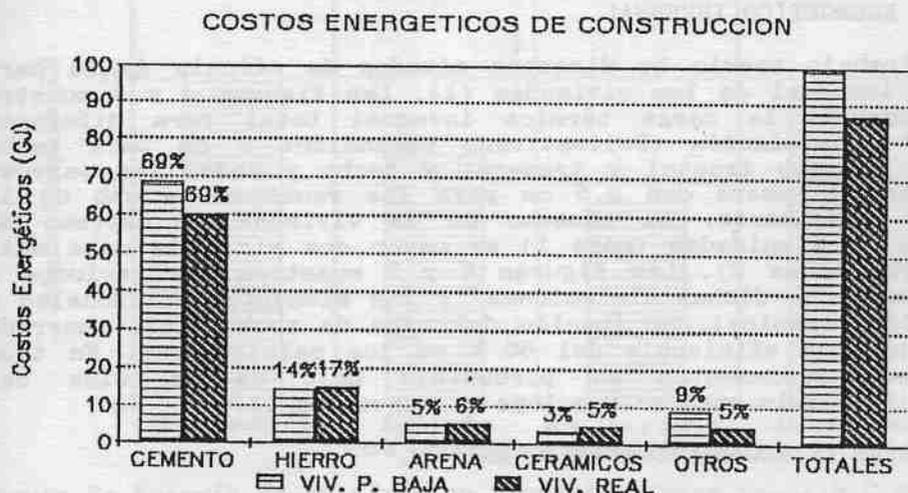


Figura 2: Comparación de costos energéticos (energía base) de las viviendas construidas con una no-optimizada, en una sola planta.

Dado que el cemento es el componente más importante de ambos costos, el desarrollo de elementos constructivos alternativos (tierra apisonada o adobe por ejemplo) es una opción a tener en cuenta en futuros desarrollos de este tipo de viviendas, si se pudieran superar las resistencias de tipo cultural y social.

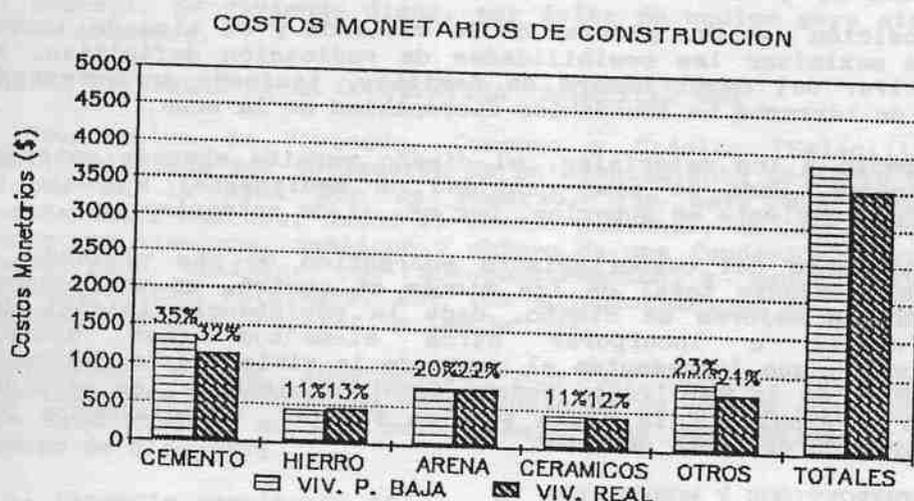


Figura 3: Comparación de costos monetarios de las viviendas construidas con una no-optimizada, en una sola planta.

El reducido costo de las unidades, especialmente si se lo compara con los de FONAVI y la calidad obtenida, se basa en dos factores: 1) Uso intensivo de mano de obra y; 2) Diseño optimizado.

#### CONSUMO ENERGETICO INVERNAL

En un trabajo previo se discuten métodos de cálculo de la carga térmica invernal de las viviendas (1). Las Figuras 4 y 5 muestran resultados de la carga térmica invernal total para diferentes niveles de aislación (Poliestireno expandido: 5 cm para techo, techo y paredes frontal y trasera; y techo y todas las paredes. Postigones de chapa con 2,5 cm para las ventanas en uno de los casos). Lógicamente, el consumo de la vivienda al extremo del conjunto de 4 unidades (casa 1) es mayor que el de la casa entre medianeras (casa 2). Las Figuras 6 y 7 muestran los períodos de amortización de dichas aislaciones (y los elementos adicionales de protección mecánica), en función del tipo de combustible ahorrado, suponiendo una eficiencia del 60 % en los calefactores. En todos los casos representan un porcentaje bajo de la vida útil presumible, de lo cual se concluye su conveniencia.

#### ESTRATEGIAS DE ACONDICIONAMIENTO ESTIVAL

Para abordar el problema del acondicionamiento estival pasivo en la zona de Rosario, se plantea el uso de estrategias de enfriamiento combinadas, ya que los sistemas utilizables para este microclima

templado-húmedo presentan baja eficiencia para el total de la carga térmica a eliminar (2).

CONSUMO TOTAL INVERNAL  
DISTINTOS NIVELES AISLACION CASA 1

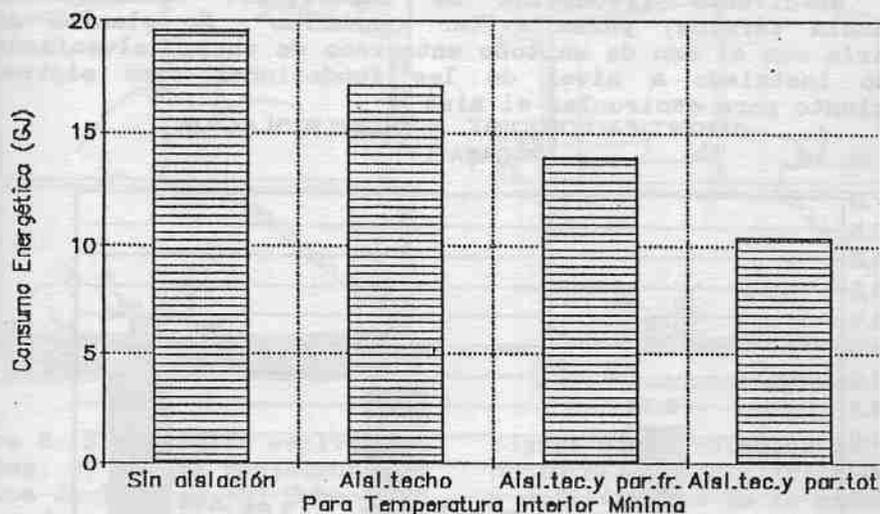


Figura 4: Energía de calefacción requerida (para  $t_{int} > 18$  C durante todo el día), para distintos niveles de aislación. Casa 1 (extremo del grupo de 4 viviendas).

CONSUMO TOTAL INVERNAL  
DISTINTOS NIVELES AISLACION CASA 2

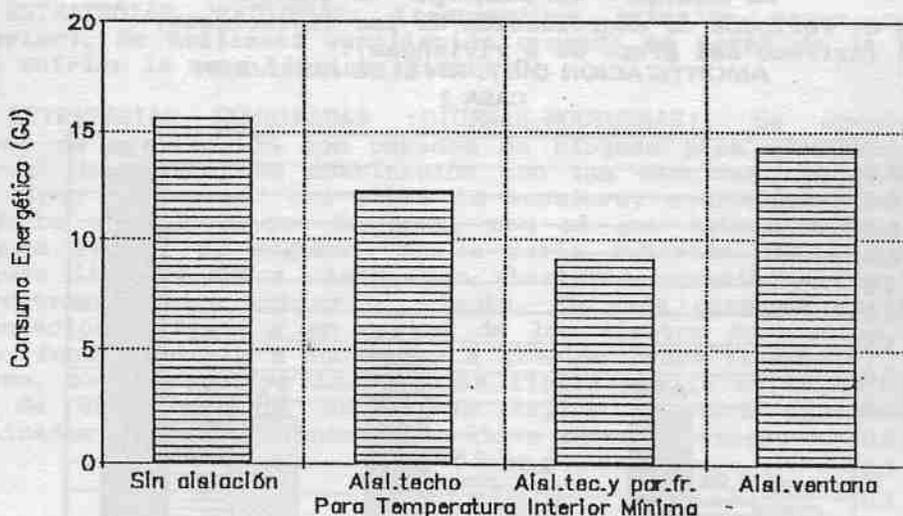


Figura 5: Energía de calefacción requerida (para  $t_{int} > 18$  C durante todo el día), para distintos niveles de aislación. Casa 2 (vivienda entre medianeras).

La secuencia de uso de estrategias está basada en la optimización de los procesos ventilativos y es la siguiente:

1) ESTRATEGIAS DIURNAS: (temperatura exterior mayor que la interior). Se refiere básicamente a la optimización termoenergética de la envolvente (reducción de superficie, maximización de resistencia térmica) para "evitar ganancias". Se plantea además combinarla con el uso de un tubo enterrado de chapa galvanizada que ha sido instalado a nivel de las fundaciones como sistema de enfriamiento para recircular el aire

AMORTIZACION DIST. NIVELES AISLACION  
CASA 1

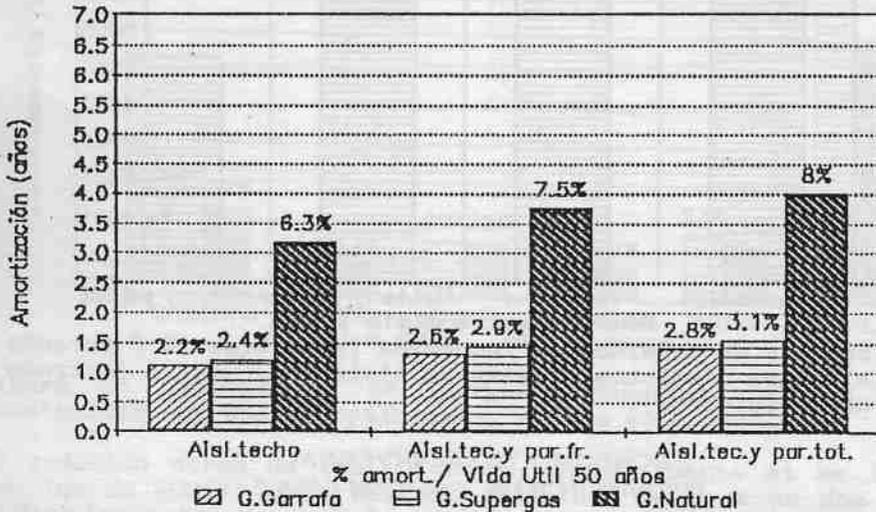


Figura 6: Periodos de amortización de las aislaciones. Casa 1 (extremo del grupo de 4 viviendas).

AMORTIZACION DIST. NIVELES AISLACION  
CASA 2

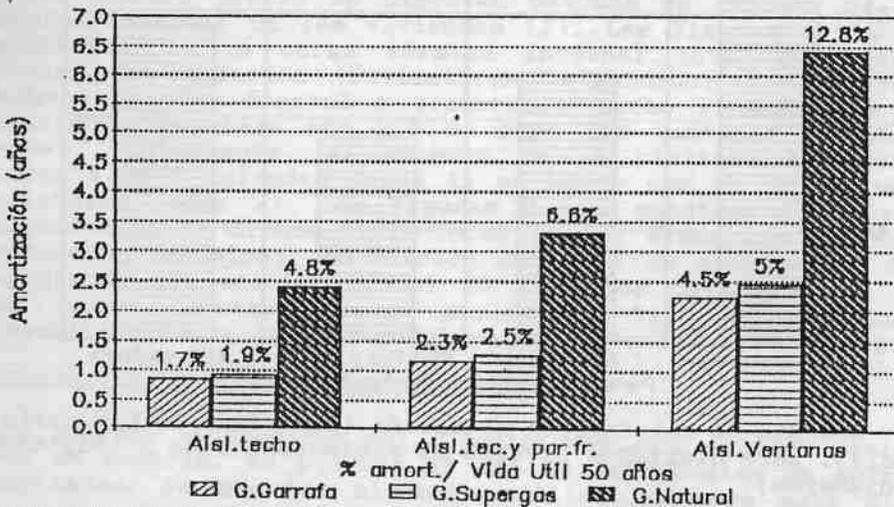


Figura 7: Periodos de amortización de las aislaciones. Casa 2 (vivienda entre medianeras).

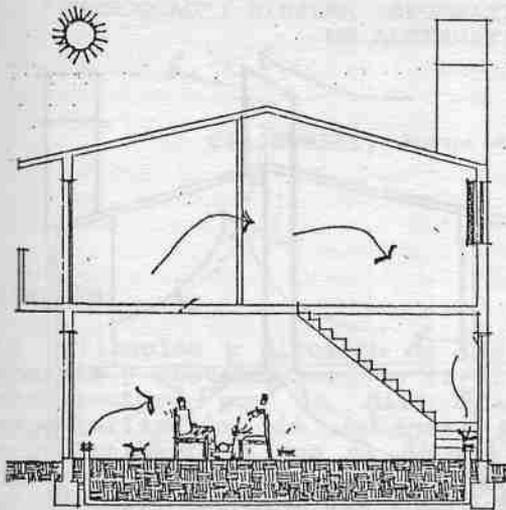


Figura 8: Estrategias estivales diurnas. a) Máxima resistencia térmica de la piel. b) Tubo enterrado. c) Dispositivos para movimiento de aire.

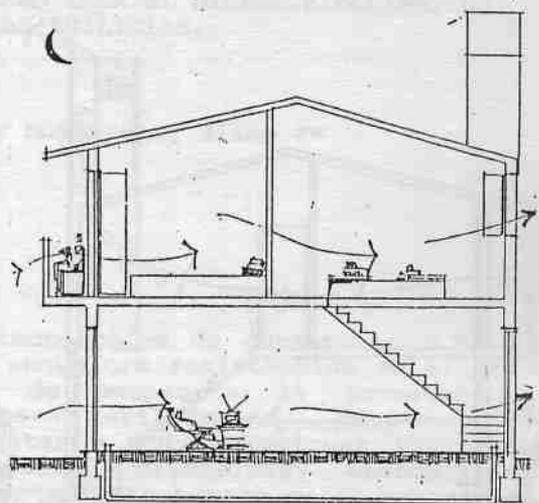


Figura 9: Estrategias estivales nocturnas. (Ventilación cruzada y enfriamiento de la masa térmica)

interior (1). Probablemente se requiera además, en ocasiones, el uso de dispositivos de movimiento de aire interior (Figura 8).

2) **ESTRATEGIAS NOCTURNAS:** (temperatura exterior menor que la interior). Se utilizará ventilación cruzada en horas de la noche, para enfriar la masa térmica (Figura 9).

3) **ESTRATEGIAS COMBINADAS (DIURNAS-NOCTURNAS):** Se construirán torres de ventilación con paredes de bloques para aprovechar las fuerzas de viento, en combinación con las térmicas. Se ensayarán dos tipos de torres: Uno sobre la escalera, conformando un único conducto con el tanque de agua, con el que intercambiará calor (Figura 10), y el segundo, en la parte superior de la cumbrera (Figura 11). En ambos casos, con aberturas superiores regulables interiormente para captar el viento. En cada caso se ensayarán, orientación a favor y en contra de los vientos dominantes en la zona (funcionamiento a succión y a presión respectivamente). Estas torres, con las cuales los iraníes tienen amplia experiencia (2), son de uso corriente en climas áridos y secos (generalmente combinadas con enfriamiento evaporativo en esos casos).

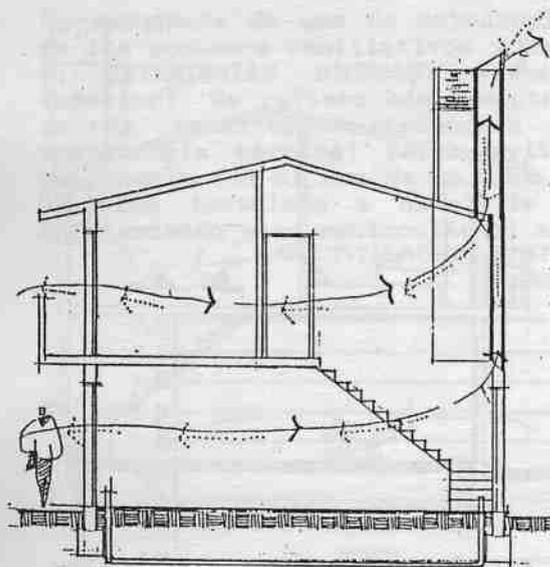


Figura 10: Estrategias diurnas/nocturnas. Torre de ventilación junto al tanque (opciones a succión y a presión).

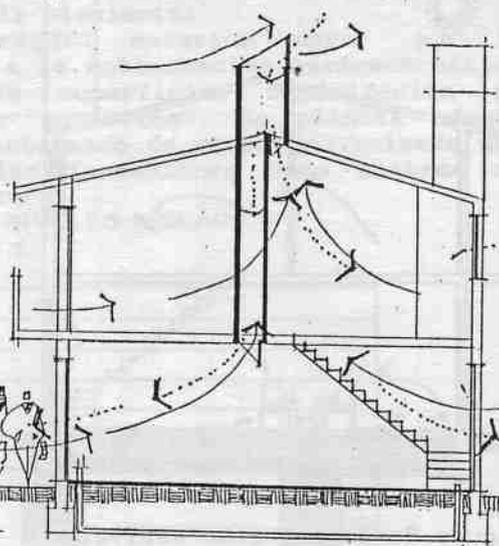


Figura 11: Estrategias diurnas/nocturnas. Torre de ventilación en la cumbrera (opciones a succión y a presión).

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento al Arq. J.Vázquez.

#### REFERENCIAS

- 1 A. Cortés, E. Di Bernardo and P. Mosconi, "Thermal models confrontation for the evaluation of low-cost dwellings". Workshop on Materials Science and Physics of non-conventional Energy Sources. Bs. As, 1992.
- 2 P. Mosconi y E. Di Bernardo, "Eficiencia de las estrategias de enfriamiento para reducir la carga térmica estival de una vivienda económica", Actas VI Congreso Latinoamericano y III Iberoamericano de Energía Solar, Cartagena, Colombia, mayo 1989.
- 3 P. Mosconi, J. Vazquez y E. Di Bernardo "Simulación y ensayo de un sistema de tubo intercambiador de calor aire-tierra para el acondicionamiento pasivo estival de espacios habitables", Actas XI Reunión de Trabajo de ASADES, San Luis, 1986.
- 4 M. Bahadori "An improved design of wind towers for natural ventilation and passive cooling", Solar Energy Vol. 35 No.2, pp.119-129, 1985.