

ARQUITECTURA BIOCLIMATICA URBANA EN MENDOZA
PRIMERAS EVALUACIONES DE UN CASO DE TRANSFERENCIA

Carlos de Rosa*, Alfredo Esteves*

RESUMEN

Las viviendas solares que se describen en el trabajo representan un caso de transferencia de esta tecnología al medio social de la región, con alguna medida de éxito. A pesar de que la solución lograda no alcanza los valores ideales, en los que podrían obtenerse fracciones de ahorro solar del orden del 80%, para el clima de Mendoza, se considera como un avance que puede propender favorablemente a la difusión de esta tecnología, toda vez que sea posible compatibilizarla con los requerimientos urbanísticos y arquitectónicos usuales.

La tecnología de construcción utilizada no difiere en mayor medida de la tradicional en la zona para este tipo de viviendas. Los sistemas pasivos utilizados son ganancia directa para calefacción y enfriamiento convectivo nocturno en verano.

Los resultados obtenidos mediante mediciones durante una secuencia de días de invierno, indican resultados aceptables de confort en los espacios al norte, a pesar de las altas tasas de infiltración comprobadas. La fracción de ahorro solar (F.A.S.) de 56,80%, se considera satisfactoria dada la escasa inversión en medidas no - tradicionales de conservación de energía.

INTRODUCCION

La transferencia de desarrollos científico-tecnológicos al sector productivo y al medio social, presenta particulares dificultades en el campo de la arquitectura. Muchos factores limitativos inciden sobre el diseño y la tecnología utilizables en viviendas y edificios producidos por el sector privado.

En el caso del diseño bioclimático, en situaciones urbanas consolidadas, estos factores se presentan con nitidez: una tecnología tradicional deficiente, acceso al sol limitado y sobrecostos de difícil aceptación por parte del comitente. En la práctica, esto significa por una parte, un compromiso en el que las soluciones emergentes se alejan en cierta medida de los modelos ideales, por la otra, el reconocimiento de que toda transferencia realista en este campo, debe ser gradual y progresiva.

En el caso que se presenta en este trabajo, una conjunción de circunstancias favorables, en particular la excelente disposición del comitente, han permitido obtener una solución aceptable, aún tratándose de inversión especulativa en viviendas destinadas a la renta.

DESCRIPCION TECNICA

* Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda (LAHV) - CRICYT
C.C. 131 (5500) Mendoza

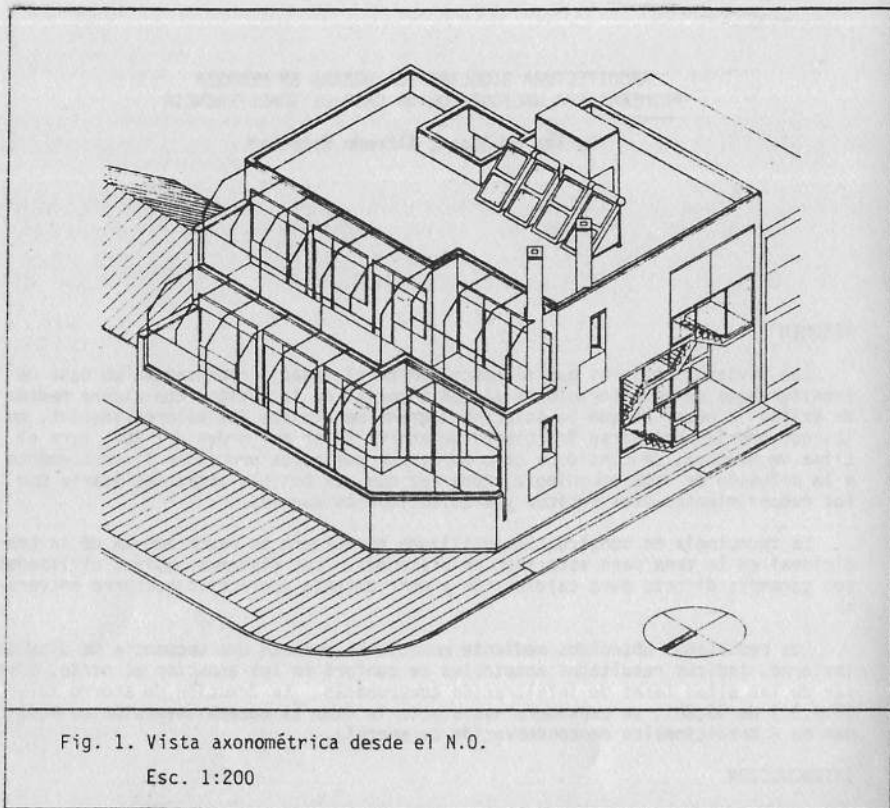


Fig. 1. Vista axonométrica desde el N.O.

Esc. 1:200

El edificio se sitúa en una zona residencial típica del departamento de Godoy Cruz, en Mendoza, con edificación de una y dos plantas y calles con arboleda densa aunque no muy antigua.

El terreno en esquina, de proporciones cercanas al cuadrado, tiene sus lados expuestos al norte y al oeste. El acceso al sol del lado norte es bueno, aunque con una moderada limitación debida a la arboleda. Particularmente sobre la esquina, donde se sitúa un olmo cuyo ramaje desnudo en invierno es particularmente denso. Se ha optado por aceptar esta limitación, en respeto al valor de los árboles como patrimonio urbano.

El edificio de dos plantas, cada una alojando un departamento de tres dormitorios, presenta un esquema compacto y escalonado, (Fig 1) que permite amplios balcones y posibilita un buen asoleamiento de todos los espacios principales: estares y dormitorios alineados sobre la fachada N.

Los espacios de servicio, baños y cocina se ubican del lado sur hacia el patio interior de las viviendas. Los tendederos ubicados en posición central posibilitan una buena permeabilidad de la zona de dormitorios a las brisas nocturnas provenientes del S y S.E. (Fig. 2).

La construcción es la tradicional de la región para viviendas: muros de mam-

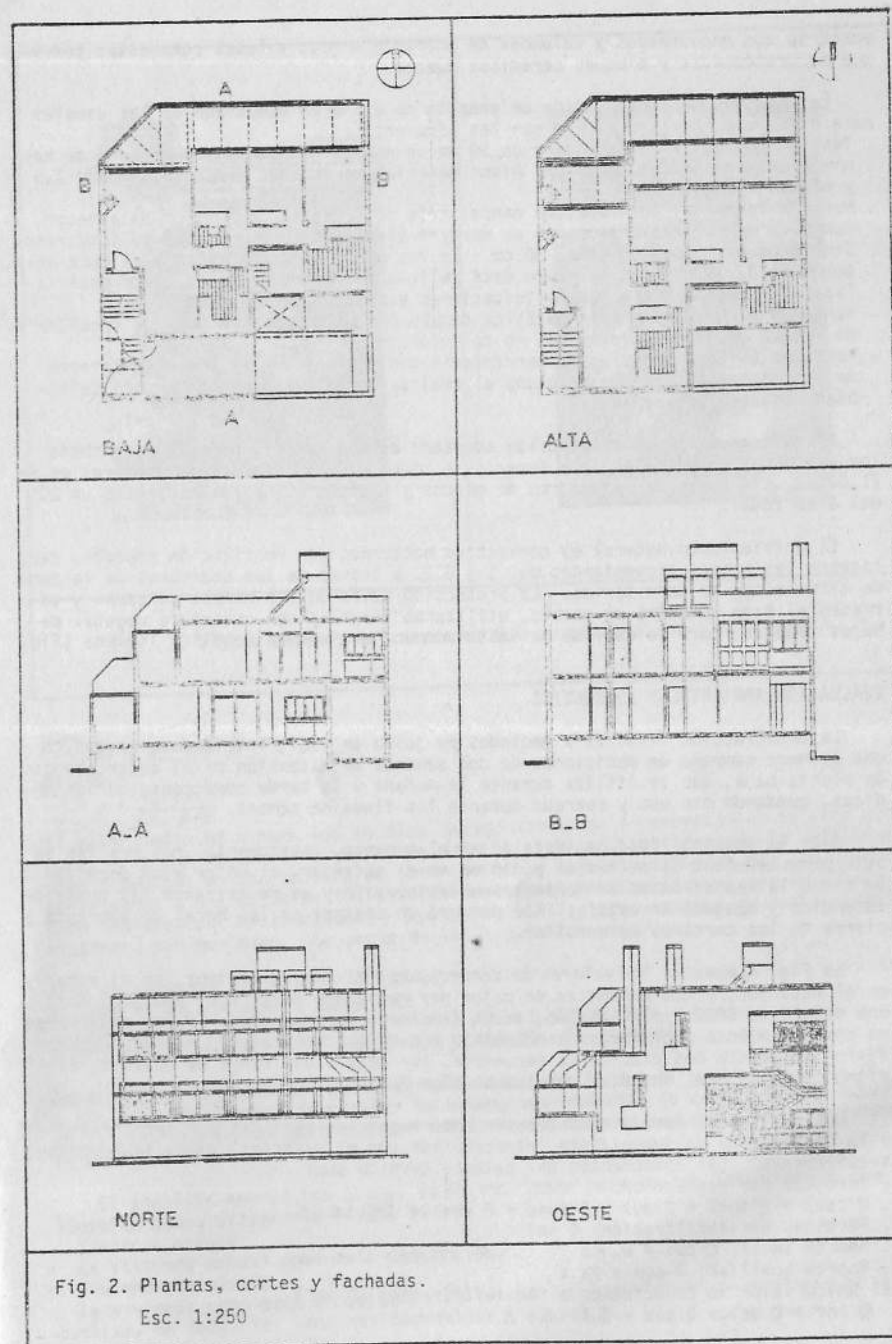


Fig. 2. Plantas, cortes y fachadas.

Esc. 1:250

postería con encadenados y columnas de hormigón armado y losas compuestas por viguetas pretensadas y bloques cerámicos huecos.

Las medidas de conservación de energía no difieren demasiado de las usuales para el tipo de construcción y son las siguientes:

- Techos: Poliéstireno expandido de 50 mm de espesor sobre losa y relleno de hormigón alivianado con copos del mismo material de espesor variable (mínimo 7,5 y máximo 15 cm).
- Muros exteriores: Dos capas de mampostería de ladrillo de 12,5 cm de espesor, con 5 cm de relleno intermedio de mortero alivianado con copos de poliéstereno. Sin revocos. Espesor total 30 cm. En los muros de colindancia y el muro externo al O, la cavidad del muro está rellena con hormigón denso, para materializar la resistencia a las solicitaciones estructurales por sismo.
- Ventanas al N: Carpintería metálica de doble contacto con cortinas de enrollar de madera (burlletes previstos, no colorados).
- Ventanas al S: Mismo tipo de carpintería con vidrios dobles (La capa interna de vidrios no estaba aún colocada al realizarse la evaluación, tampoco se habían colocado los burlletes).

El sistema solar de calefacción adoptado es de ganancia directa para todos los ambientes principales. La superficie total de las carpinterías solares es de 21,04 m², sin descontar espesores de marcos y bastidores, aproximadamente un 20% del área total.

El enfriamiento natural es convectivo nocturno, por ventilación cruzada, canalizando las brisas provenientes del S y S.E. a través de las aberturas de la zona de circulación de dormitorios. La protección solar de los muros, ventanas y terrazas al N se obtendrá en verano, utilizando pérgolas con cobertura vegetal de hojas caducas, para lo cual se ha instalado una estructura metálica liviana (Fig. 3).

EVALUACION AMBIENTAL Y ENERGETICA

La construcción finalizó a mediados de julio de 1987, iniciándose en agosto una primera campaña de mediciones de dos semanas de extensión en el departamento de planta baja, que se utiliza durante la mañana y la tarde como consultorios médicos, quedando sin uso y cerrado durante los fines de semana.

Dada la imposibilidad de instalar por el momento, instrumental más preciso se utilizaron termómetros de máxima y mínima en el exterior, el estar y un dormitorio. Se midió la radiación solar mediante un actinógrafo y se registraron las horas de encendido y apagado de estufas. Se procuró un control de las horas de apertura y cierre de las cortinas de enrollar.

La Fig. 4 muestra los valores de temperaturas máximos y mínimos, en el estar y en el exterior, y las ganancias de calor por radiación solar y el aportado por una estufa de 6000 kcal/h máximo, según las horas de encendido. Puede observarse un comportamiento satisfactorio en cuanto a que las temperaturas mínimas descendieron solamente dos días de la secuencia, por debajo del rango de confort, asimismo la media máx. interior resulta de 20,4 ° C.

Las mediciones permitieron también determinar las pérdidas por infiltración y la cantidad de volúmenes/hora intercambiado con el exterior, según se describe seguidamente. Los componentes del balance térmico son:

- Pérdidas por conducción:
 $Q_{cond} = Q_{tech} + Q_{mur} + Q_{fund} + Q_{vent} = \sum K_i \Delta i \Delta T$
 - Pérdidas por infiltración: Q_{inf}
 - Aporte solar: $Q_{sol} = H \cdot A_c$
 - Aporte auxiliar: $Q_{aux} = P_a \cdot t$
- El único valor no conocido es el de infiltración (Q_{inf})
 $Q_{inf} = Q_{sol} + Q_{aux} - \sum K_i \Delta i \Delta T$

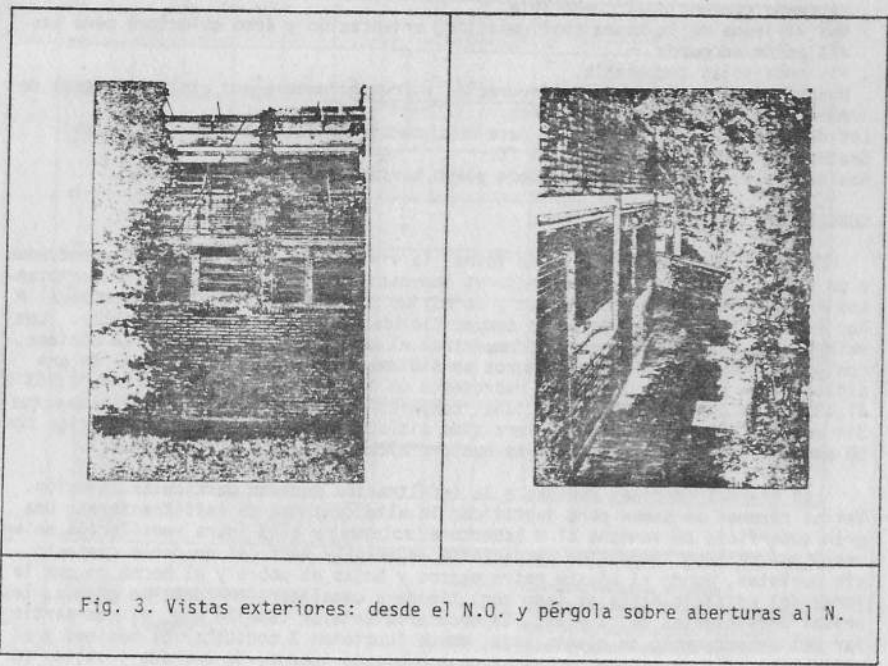


Fig. 3. Vistas exteriores: desde el N.O. y pérgola sobre aberturas al N.

además:
 $Q_{inf} = n \cdot C_p \cdot P \cdot V$
 de donde:
 $n = \frac{Q_{inf}}{C_p \cdot P \cdot V}$

El valor medio de n para los 10 días de registro es de 4 renovaciones de aire por hora. Para corroborar este valor, se calculó el Q_{inf} , considerando la infiltración producida en una ventana de abrir de doble contacto (40 m³/h.m²), valor que corresponde a una media de los ensayos de estanqueidad realizados por la Dirección Nacional de Construcciones y Energía del INTI, para ventanas de estas características, sin burlletes. Se parte de los siguientes valores:

- Área de ventanas operables : 33,96 m²
- Volúmen de la vivienda : 309,25 m³
- Volúmen infiltrado : 33,96 m² x 40 m³/h.m² = 1.358,4 m³/h
- Número de renovaciones : 1.358,4 m³/h / 309,25 m³ = 4.39 r/h

Ambas cifras muestran una buena aproximación, por lo que el valor calculado de 4 r/h es perfectamente factible. Se estima que mediante la colocación de burlletes en la carpintería, las pérdidas por infiltración podrían reducirse en aproximadamente un 50%.

El análisis energético global se ha realizado para cuatro situaciones, que se ilustran comparativamente (Tabla 1) :

- Vivienda actual
 La vivienda actual como está construída.
- Vivienda terminada.
 La vivienda como está proyectada, incluyendo dobles vidrios en ventanas al S y burlletes en todas las ventanas operables.

. Vivienda convencional comparable.

Una vivienda de la misma configuración, orientación y área colectora pero sin aislación en muros.

. Vivienda solar comparable.

Una vivienda de la misma configuración y área colectora con aislación total de muros, dobles vidrios y burletes.

Los datos climáticos relevantes para la ciudad de Mendoza son los siguientes:

Grados-Día de calefacción: 1.384 °C.

Radiación Solar Global diaria sobre plano horizontal: 18.060 Kjoule/m².

CONCLUSIONES

Desde el punto de vista de su forma, la vivienda ha sido concebida atendiendo a un compromiso entre las limitaciones impuestas por el terreno, los requerimientos funcionales y arquitectónicos y un máximo posible desarrollo de fachada al N. Por estas razones se aleja de la compacidad ideal que hubiera sido deseable. Los valores del análisis energético demuestran el beneficio moderado que se obtiene, con un sistema de aislación de muros sensiblemente más económico que el de una aislación en planchas, pero que representa un incremento de la F.A.S. de 34,65% a 41,43% entre la vivienda convencional comparable y la vivienda en su estado actual. Sin embargo, si la vivienda hubiera sido aislada íntegramente por el exterior con 50 mm de poliestireno expandido se hubiera alcanzado una F.A.S. de 64,47%.

Las grandes pérdidas debidas a la infiltración merecen particular atención. Varias razones se suman para justificar la alta cantidad de infiltraciones: Una gran superficie de ventana al N (aberturas solares) y al S (para ventilación en verano) una calidad "normal" de carpintería de chapa y perfiles de doble contacto, sin burletes, donde el ajuste entre marcos y hojas es pobre y el hecho de que la forma del edificio hacia el lado sur, tiende a canalizar, en forma de embudo, las brisas provenientes del S y SE. Es necesario señalar también que, el uso particular del departamento de planta baja, donde funcionan 3 consultorios médicos y el estar como sala de espera, ocasiona un movimiento intenso de entrada y salida por la puerta principal y puede por lo tanto incrementar en buena medida las infiltraciones debidas a una carpintería de pobre estanqueidad. La vivienda terminada que contempla la colocación de burletes en todas las hojas de abrir de la carpintería, cuyo efecto se estima en una reducción del volumen infiltrado a la mitad (de 4 a 2 renov./h) permitirá que el porcentaje de pérdidas por infiltración en la carga térmica total se reduzca del 54,74% en la vivienda actual al 41,55% en la vivienda terminada con mejores niveles de conservación de energía debido a los dobles vidrios. Asimismo se producirá un incremento de la F.A.S. de 41,43% a 56,80%, es decir un mejoramiento del 37% respecto a la vivienda en su estado actual. Uno de los aspectos de difícil valoración, que perjudica seguramente la bondad de los resultados obtenidos, es la falta de un control más riguroso por parte de los usuarios, sobre los elementos de regulación térmica de los espacios: apertura de las ventanas y puertas exteriores, apertura y cierre de cortinas de enrollar, encendido y apagado de estufas y falta total de control durante los fines de semana. A pesar de estos inconvenientes se ha observado en los usuarios, un interés creciente por las posibilidades que el edificio permite y un grado interesante de satisfacción con su ambiente higrotérmico.

Futuras evaluaciones contemplan campañas de mediciones más extensas en ambas estaciones extremas con instrumental de mayor precisión y un estudio de la relación costo-beneficio en base a consumos reales de combustibles para calefacción y estudios detallados de sobrecostos por conservación de energía y carpinterías solares.

RECONOCIMIENTOS

El proyectista de la obra Arq. Carlos de Rosa, desea expresar su reconocimiento al Arq. Aniceto J. Puig quien colaboró en las tareas de proyecto, a los ingenieros Elías Japaz, Magin Mayol y Agustín Reboredo responsables del cálculo estructural

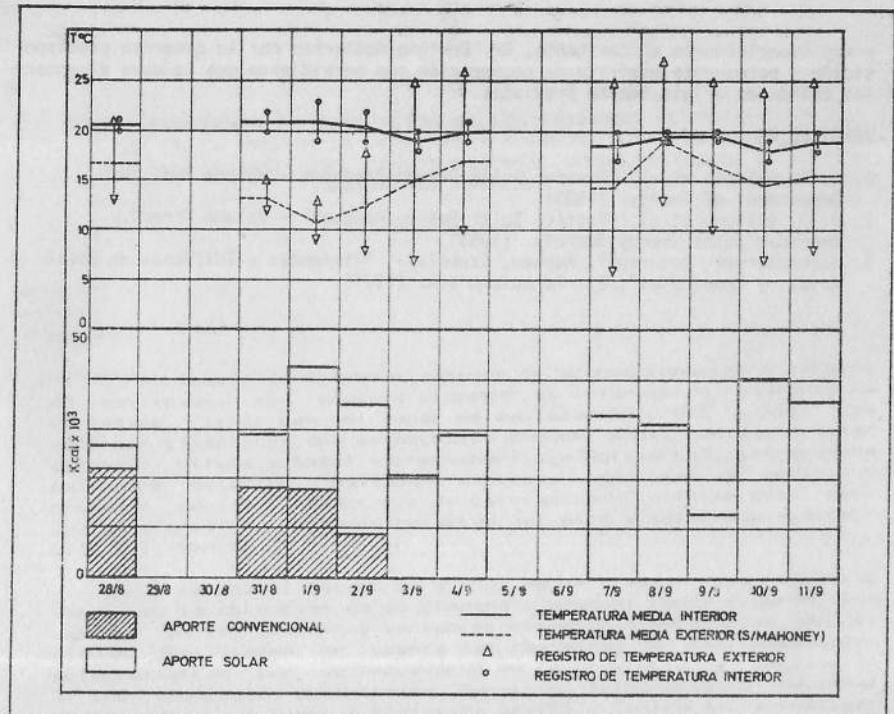


Fig. 4. Registros de temperaturas máximas y mínimas exteriores y en el Estar y registros de radiaciones y aportes de calor convencionales.

CONCEPTO	ACTUAL *	TERMINADA	CONVENCIONAL	SOLAR
Infiltración n Vol/h	4	2	4	2
Coeef. global de pérdidas Q Kcal/h.°C	592,10	390,03	730,47	312,37
Coeef. volumétrico de pérdidas G Kcal/h.°C.m ³	1,91	1,26	2,36	1,03
Coeef. neto de pérdidas G.N.P. Kcal/h.°C	552,10	350,03	690,47	281,37
Relac. Carga-Colector RCC Kcal/día.m ² .°C	629,47	399,08	787,13	320,76
Fracción de ahorro Solar F.A.S. (%)	41,43	56,80	34,65	64,47
Mejora respecto a la vivienda convencional comparable (%)	+19,56	+63,92	-	+86,06

Tabla I. Comparativo de valores de comportamiento energético para la vivienda actual, terminada y convencional y solar comparables.

y muy especialmente al comitente, Dr. Benigno Gutierrez por su generosa predisposición y permanente espíritu de cooperación que permitieron que la obra alcanzara las calidades originalmente previstas.

REFERENCIAS

1. J. D. Balcomb et al. "Passive Solar Design Handbook - Volume Two". U.S. Department of Energy. (1980)
2. J. D. Balcomb et al. "Passive Solar Design Handbook - Volume Three". American Solar Energy Society. (1983).
3. Koenisberger, Ingersoll, Mayhew, Szokolay. "Viviendas y Edificios en Zonas Áridas y Tropicales", Ed. Paraninfo S.A. (1977).