

EDIFICIO SOLAR PASIVO EN TIERRA CRUDA EN LA ZONA PAMPEANA (*)

E. Di Bernardo^(*), A. Cortés^(*) Y O. Margenet

^(*) Centro de Estudios del Ambiente Humano. Facultad de Arquitectura, Planeamiento y Diseño (UNR)
Riobamba 210 bis - 2000 Rosario

^(*) Facultad De Ciencias Exactas,
Ingeniería y Agrimensura (UNR)
Av. Pellegrini 250 - 2000 Rosario

e Instituto de Física Rosario (CONICET-UNR)
27 de Febrero 210 bis - 2000 Rosario

RESUMEN

Se presenta el proyecto y se informa del avance en la construcción del Centro Comunitario de la Cooperativa "Saladillo Sur", integrada por pobladores de un asentamiento precario ubicado en la ciudad de Rosario, empleando técnicas de tierra cruda, y con criterios de aprovechamiento de Energía Solar (muros colectores-acumuladores) y ahorro energético. La edificación de dicho local forma parte de un proceso más vasto que incluye la autoconstrucción, actualmente en curso de las viviendas definitivas de los pobladores, por autoconstrucción.

1. Introducción

En la región NOA Y países vecinos a la misma están bastante difundidas las técnicas de construcción en tierra cruda. En la zona Pampeana, de clima más húmedo y menores amplitudes térmicas, la tradición en este tipo de construcciones es mucho menor. La recuperación y el perfeccionamiento de estos materiales y las técnicas correspondientes en la construcción resulta importante por: a) Disminución de costos, especialmente tratándose de autoconstrucción; b) reducción de la energía base de los materiales involucrados en el proceso de edificación (1); c) Amortiguamiento considerable del impacto ecológico de la producción de viviendas. El empleo de la tierra cruda puede ser realizado en forma directa o con el agregado de estabilizantes como asfalto (1), cemento u otros.

La combinación del empleo de dichos materiales con la utilización de la energía solar resulta interesante desde dos puntos de vista: Las propiedades térmicas de los mismos (y su bajo costo, que permite contemplar espesores importantes sin encarecimiento excesivo) los hacen aptos para la edificación de edificios solares y con criterios de ahorro energético en general. Además, dado que una de las limitaciones para el empleo de tierra cruda en climas húmedos es el prolongado tiempo de secado necesario, la utilización de técnicas económicas y no contaminantes de secado, tales como el secado solar pueden aumentar la posibilidad de aplicaciones masivas de dichos materiales.

(*) Trabajo parcialmente subsidiado con fondos del CONICET.

2. Descripción del edificio

En el marco del proceso de regularización dominial y urbana de un asentamiento precario ubicado en la ciudad de Rosario, que incluye el acceso a la propiedad de la tierra a través del Programa ARRAIGO y la edificación de viviendas por autoconstrucción financiadas parcialmente por una fundación extranjera y el Estado Nacional (MISEREOR y PROSOL respectivamente) (2), se previó erigir un nuevo local para la organización comunitaria (Cooperativa de Vivienda, Consumo y Crédito "Saladillo Sur" Ltda.).

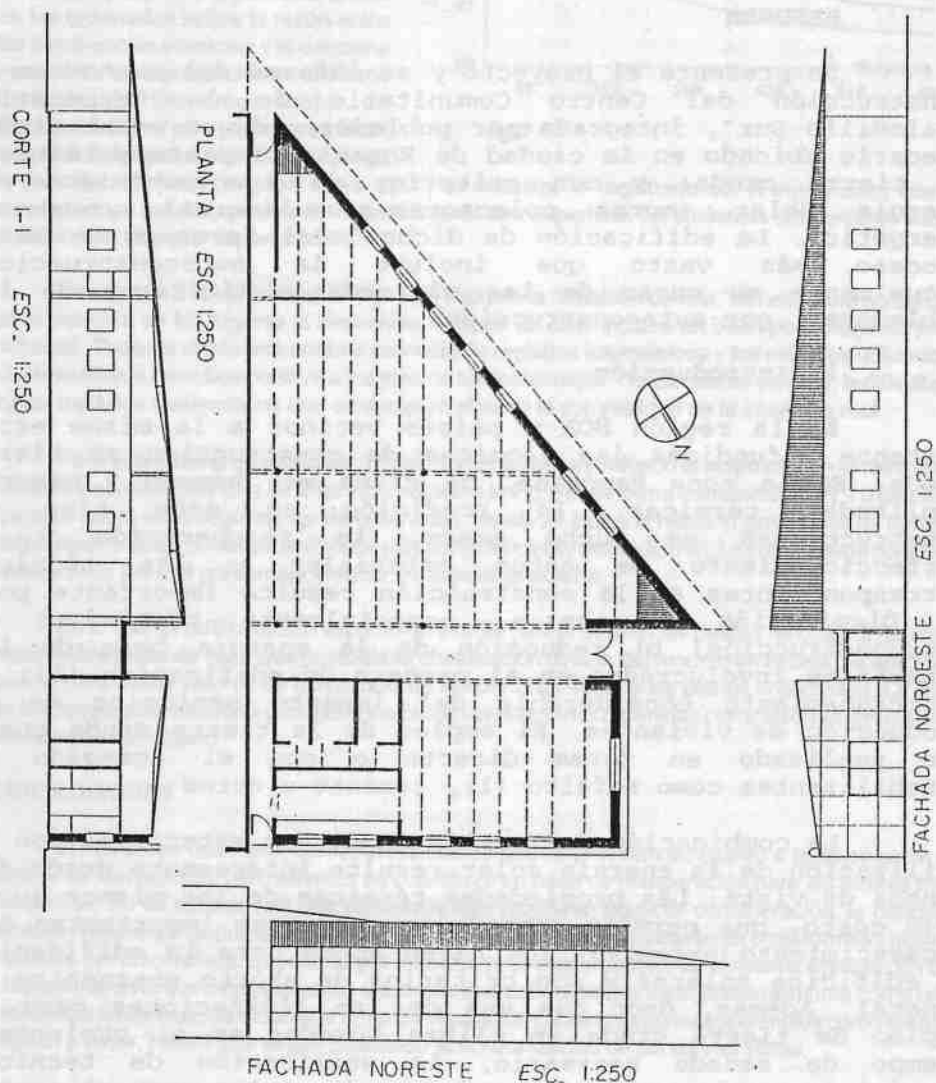


Figura 1: Planta, corte y vista del edificio del Centro Comunitario de la Cooperativa "Saladillo Sur".

En la Figura 1 se muestra el proyecto del edificio, en una sola planta, de 294 m². El mismo consta de un gran salón que será utilizado principalmente como guardería en horario diurno, y como local de reuniones y Asambleas, fundamentalmente en horario nocturno y fines de semana; una oficina administrativa de la entidad, cocina, baños y depósito. El diseño general del edificio responde entre otras cosas a la geometría del terreno disponible: un solar ubicado al extremo de las viviendas en construcción, en forma de rectángulo yuxtapuesto a un triángulo cortado en chanfle.

Las paredes ubicadas al NE y NO son muros Trombe de tierra apisonada con cubiertas de policarbonato alveolar y ventilación de la cámara en verano. En el caso de las pared NE, la más larga, está prevista fabricarla en secciones con juntas de contracción de poliestireno expandido, para evitar posibles fisuras. Los demás muros son de adobes de suelo-cemento. La pared SE (medianera) se previó inicialmente para ser construida en bloques de hormigón con aislación. El techo será de chapa galvanizada con aislación inferior de poliestireno expandido, el cuál, una vez salpicado o pintado hará de cielorraso. El contrapiso de suelo-cemento, y el piso de cerámicos.

2. Materiales y técnicas constructivas

Por tratarse de un local comunitario y no de una vivienda familiar se consideró el emprendimiento como una oportunidad adecuada para implementar, con fines demostrativos, tecnologías no tradicionales en la zona, y por tanto susceptibles de encontrar inicialmente importantes resistencias culturales en un sector social, ansioso de superar la marginación, entre otras cosas, borrando todo tipo de diferencias edilicias con sus vecinos.

Las técnicas de construcción en tierra cruda, ampliamente difundidas en todo el mundo y con las cuales se han erigido edificios y monumentos que han resistido asombrosamente bien el paso del tiempo han caído en desuso en el mundo "civilizado", especialmente a partir de la Segunda Guerra Mundial, debido al auge de técnicas de construcción con mayor grado de industrialización y menor empleo de mano de obra, aunque no necesariamente mayor calidad.

Uno de los problemas más importantes vinculados con el empleo de este material deriva de los procesos de expansión y contracción de la arcilla contenida en el suelo al absorber y expulsar humedad, que pueden conducir a fisuras si no son adecuadamente controlados (3 y 4).

La primera cuestión a tener en cuenta para evitar estos problemas es una adecuada proporción de arcilla (elemento cohesionador) y arena (elemento inerte) en la tierra empleada. Si se desea limitar aún más las variaciones volumétricas del material es necesario recurrir a procesos de "estabilización". En los materiales industrializados la misma se logra mediante cocción, con el consiguiente incremento en la energía base involucrada en la construcción de los

edificios. Por otra parte, en el caso del ladrillo, la materia prima es tierra negra, de uso agrícola, erigiéndose así en otra agresión más al medio ambiente.

Otras alternativas son la estabilización mediante materiales que impermeabilicen a la arcilla (asfalto emulsionado), creen una matriz rígida (cemento), o bien que reaccionen químicamente con la arcilla produciendo una especie de cementación.

En el presente trabajo se encaró inicialmente la estabilización de bloques de tierra mediante asfalto emulsionado (bitudobe). Se hicieron algunos ensayos con tierra colorada extraída de los pozos ciegos del lugar, la cual fue sometida a pruebas de laboratorio que permitieron comprobar que la misma no presentaba sales solubles que afectarían la acción del asfalto. Aunque algunos ensayos de campo indicaban también que la tierra era bastante adecuada, a partir de los resultados de la granulometría se decidió mejorar aún más su composición agregando arena gruesa del Río Paraná, material económico en la zona.

Se fabricaron bloques de bitudobe con 2, 4 y 5 % de asfalto. Una vez secados naturalmente en una sucesión de días con buen tiempo, su resistencia mecánica, según ensayos de campo, resultó muy satisfactoria; pero ensayos de absorción de agua en laboratorio mostraron tenores del orden de un 10 %, tras algunos días en cámara húmeda, indicando que no se había alcanzado la impermeabilización de la arcilla. Dado los costos que implicaría utilizar porcentajes de asfalto aún mayores y los plazos de comienzo de la obra se optó por descartar el bitudobe como material principal para la erección de los muros.

Simultáneamente se fabricaron bloques con un 4 % de cal, la cual en ciertas condiciones (5) puede producir una estabilización química y podría resultar el material más económico, pero la simple mezcla tierra, arena, cal condujo en este caso a bloques que se disgregaban con facilidad.

Se decidió recurrir como principal material estabilizante al cemento portland, que si bien presenta menores ventajas ecológicas que el asfalto, tiene un costo muy inferior. Se construirán así mismo algunas secciones de muros con tierra cruda corregida pero sin estabilizar para poder realizar comprobaciones de la relación costo-calidad, dejando abierta la posibilidad de levantar también alguna sección con bitudobe en caso que nuevos ensayos permitan superar las dificultades encontradas con el mismo.

Con relación a la técnica constructiva se consideraron dos opciones: Bloques de tierra cruda (con o sin estabilizantes) plástica y apisonamiento de la pared en encofrados. Se optó por un sistema mixto con algunas paredes en cada sistema, para posibilitar la comparación, fundamentalmente en lo que hace a las velocidades de edificación en cada caso, teniendo en cuenta las diferentes etapas involucradas (armado de encofrados, mezcla,

apisonamiento y curado-secado "in situ" en un caso; mezcla y fabricación de los adobes, curado-secado y levantamiento de paredes en el otro).

Cabe destacar que el proyecto del local fue previsto para ser realizado con la segunda mitad del tiempo total de un Programa Intensivo de Trabajo (PIT). Por esta causa, tanto la edificación misma, como inclusive detalles del proyecto (sobre todo aquellos que hacen a los tiempos demandados por cada tarea) han estado afectados, y lo están aún, por los vaivenes del desarrollo general de dichos programas.

3. Secado

Dos series de ensayos de fabricación de bloques de bitudobe (sin y con tamizado previo de la tierra) a la intemperie permitieron además verificar la otra dificultad para el empleo de tierra cruda en climas húmedos: El excesivo tiempo de secado inicial de los bloques si las condiciones ambientales no resultan circunstancialmente favorables.

Se prevee superar este problema mediante sistemas sencillos de secado solar basados en láminas de polietileno negras y transparentes y eventualmente ventiladores de bajo consumo. El recubrimiento de los bloques en la propia cancha de fabricación mediante polietileno, previa distribución en el área de recipientes con agua, servirá en el caso del suelo-cemento para proveer durante el período inicial la cámara húmeda para asegurar el fraguado del cemento, pasándose recién a la etapa de secado propiamente dicha, retirando la provisión de agua y permitiendo la circulación de aire para evacuar la humedad. Respecto a esta última, y a la posibilidad de un sistema activo de secado, cabe destacar que la remoción de agua de los bloques debe hacerse a un ritmo y con una combinación temperatura-velocidad de aire tales que se logre la máxima velocidad de secado sin que se produzcan fisuras.

En el caso de las paredes apisonadas, además de construirse con menor tenor inicial de agua que los bloques, por tratarse de muros Trombe, el secado se completará durante el período inicial de funcionamiento del sistema colector.

4. Simulación

Utilizando el programa SIMEDIF (6), se hicieron diversas corridas, simulando el comportamiento térmico invernal del edificio en días fríos típicos de la región y con variantes en el diseño del edificio en lo referente a aislaciones y sistemas de aprovechamiento de la energía solar.

En la Figura 2 se observa la evolución horaria de la temperatura ambiente y la del local principal del edificio, para un día frío soleado con y sin incorporación del muro Trombe, habiéndose aislado las demás paredes y el techo.

Se puede apreciar cómo la incorporación del muro colector permite una mejora importante en las condiciones de habitabilidad.

TEMPERATURA DE LOCALES EVOL.HORARIA(LOCAL COMUNITARIO)

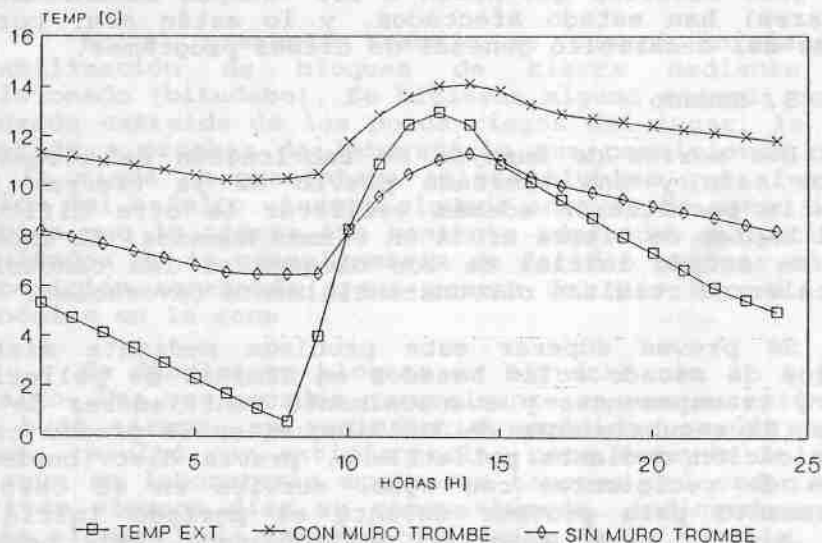


Figura 2: Evolución horaria de las temperaturas ambiente y del local principal para un día frío soleado.

Agradecimientos

Los autores del presente trabajo expresan su agradecimiento al personal de los Institutos de Mecánica Aplicada y Estructuras y de Fisiografía y Geología de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura por su colaboración en los estudios de suelos necesarios para la realización del mismo.

Referencias

1- O. Margenet. Casa Hill. Camino a San Carlos, La Banda, Santiago del Estero. Vivienda unifamiliar en adobe estabilizado con emulsión asfáltica, 320 m². "Nuevo Diario", suplemento de ecología, abril-mayo de 1992.

2- E. Di Bernardo, A. Cortés y P. Mosconi, "Optimización energética y climatización no-convencional en viviendas de interés social por edificadas por autoconstrucción y ayuda mutua". Actas de la XV Reunión Nacional de Energía Solar y Fuentes Alternativas, Catamarca, noviembre de 1992.

3- A. Merril, "Casas de Tierra apisonada y suelo-cemento". Ed. Windsor. Buenos Aires, 1950.

4- P. Bardou y V. Arzoumanian, "Arquitecturas de adobe". Ed. Gustavo Gil. Barcelona, 1979.

5- W.J. da Cunha Silveira, "Sistemas Constructivos para habitaçoes populares em encostas".

6- M.Cassermeiro and L.Saravia, "Cálculo Térmico horario de edificios solares pasivos". Actas de la IX Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energía Solar. San Juan, 1984.

RESUMEN

El diseño de este precalentador está basado en las condiciones de renovación y ventilación de las aulas, para las que se recomienda altas tasas de renovaciones de aire (5 renovaciones por hora (R/h) en este caso). El calentamiento de los ambientes se debe realizar en forma activa, pero que un sistema que ofrezca la energía de energía, como ocurre actualmente en gran parte de los países, no parece ser una opción efectiva. El presente estudio se basa en superficies colectoras (pedregal o rocas colectoras de alta capacidad térmica y alta conductividad).

Con pruebas sobre modelos experimentales e cálculo y métodos basados en el método del análisis dimensional, se podrá determinar la magnitud de los fenómenos de renovación de aire y de hidrodinámicos intervinientes, la cantidad de calor transferido por el aire circulante, los caudales de aire y el rendimiento térmico del sistema.

DISEÑO DE DISTINTOS SISTEMAS PASIVOS PARA PRECALENTAR AIRE

Para lograr un diseño compacto y efectivo, se estudiarán diferentes tipos de calefacción solar pasivos (2,3). Partiendo del diseño más simple, el del piso de aire por termalifusión, se podría pensar en un sistema que introduzca en un aula un aire exterior previamente calentado al circular por el colector. El aire frío entraría en el colector por su parte inferior, cruzaría luego la placa colector y al estar calentándose, a regreso al interior del aula (Figura 1). El funcionamiento de este sistema se muestra en el Esquema 1.

Los parámetros más importantes que influyen en este tipo de sistemas, son la inclinación y orientación del trazo de entrada de aire frío al colector, el momento de salida del aire del colector e ingreso al ambiente, la altura e inclinación de este trazo y el área de la superficie colector. Es importante tener en cuenta que el aire exterior no está en reposo, pudiendo tener un caudal de flujo de aire al colector, con la velocidad y dirección del viento.

* Recurso de Español: 10/10/84