

MEDICIONES Y EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO
TERMICO DE LA VIVIENDA SOLAR DE ABRA PAMPA

R. Caso, G. Lesino* y L. Saravia*

INENCO#, Universidad Nacional de Salta
Buenos Aires 177 - 4400 Salta
y

Rafael Requena
INTA - Balcarce
Provincia de Buenos Aires

RESUMEN.

A fines de 1986 se finalizó la construcción de la vivienda solar de Abra Pampa. A partir de ese momento se instaló un equipo de medición automático para el monitoreo de datos climáticos y temperaturas dentro de la vivienda. En la actualidad se cuenta con casi un año de datos que muestran el comportamiento térmico del edificio.

En el presente trabajo se expone los resultados de dichas mediciones, se evalúa la eficiencia de los muros colectores acumuladores orientados al norte y al oeste e invernadero con colección norte y este.

Las temperaturas internas en verano e invierno presentan un muy buen comportamiento con medias de unos 20C y fluctuaciones totales de alrededor de 4 - 5C.

INTRODUCCION.

Durante 1986 se finalizó la construcción de la vivienda para el Director de la subestación Experimental del INTA en Abra Pampa (1,2) y se están realizando mediciones del comportamiento térmico de la misma, desocupada, desde diciembre de 1986. Ellas continuarán en el futuro, completándose por lo menos un año en estas condiciones y continuando luego con la presencia de los habitantes.

En el parágrafo 2 se describen someramente las características del edificio y las condiciones climáticas, en el 3 se muestran los resultados y se realizan comentarios específicos sobre los mismos y en el 4 se establecen las conclusiones generales.

DESCRIPCION DEL EDIFICIO Y CLIMA.

La Subestación experimental del INTA donde se encuentra la vivienda se halla en la Puna Salteña a 3500m de altura sobre el nivel del mar, a 19 Km de la ciudad de Abra Pampa a una latitud de 22 grados sur. Como es sabido, la región tiene niveles de radiación muy altos y el clima es frío y seco, con una media anual de 9°C, 14°C en verano y 4°C en invierno. Las temperaturas mínimas de invierno son frecuentemente inferiores a los -10°C. La humedad ambiente es baja, existiendo unos 4 gramos de agua por kilo de aire seco, en invierno.

La figura 1 muestra una planta de la vivienda que tiene un área cubierta de 208 m² con una modulación de 4m x 4m. Consta de dos dormitorios, estar, cocina-comedor, dos baños, lavadero y despensas, garage

* Investigador del CONICET

Instituto UNSa.-CONICET

e invernáculo. Los muros no colectores son de piedra de origen local (cuarcita), dobles, con aislación de poliestireno expandido de alta densidad (24Kg/m³ de 10 cm y barreras de vapor de polietileno de 200µ. Los tabiques interiores son de ladrillo hueco o de madera aglomerada. La vivienda está construida sobre una planta de hormigón, habiéndose colocado una aislación térmica de 5cm entre ella y el suelo. Los pisos son de baldosas cerámicas de azotea, oscuras.

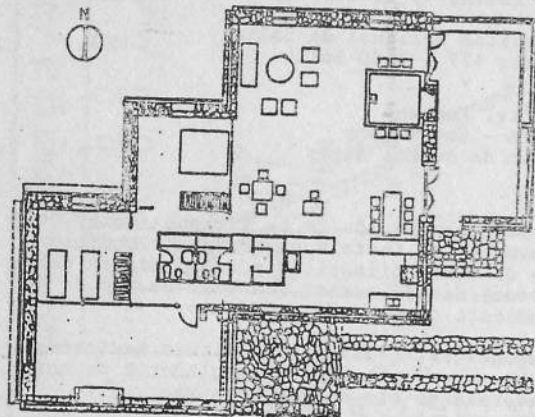


Fig. 1 Plano

La cubierta es de chapa galvanizada, con 15 cm de aislación y cielorraso de madera. Los muros colectores, de 50 cm de espesor de cuarcita, están pintados de negro. Las vidrieras llevan dos vidrios y las carpinterías son metálicas. Tienen 2 aberturas superiores y 2 inferiores por cada tramo de 4 m, para termocirculación y su parte central está perforada por una ventana fija de 1m² para iluminación y ganancia directa. Los cierres de las ventanillas para termocirculación en invierno y ventilación en verano están realizados en madera y son de accionamiento manual.

El invernáculo, de 16 m², tiene aberturas de 22,5 m² de superficie vidriada del este y 12 m² al norte. Está conectado con el estar por puertas vidriadas y en la parte superior de la divisoria hay 3 banderolas de 2,8 m² cada una para permitir la entrada de aire caliente desde el invernáculo al estar.

RESULTADOS Y COMENTARIOS ESPECIFICOS.

Instrumental:

La toma de datos se ha realizado con un equipo automático marca Relevar de origen nacional, alimentado por baterías que se cargan con paneles fotovoltaicos. Los sensores de temperatura son termocuplas de cobre constantán con compensación electrónica de cero en el sistema de adquisición. Las medidas de radiación global sobre superficie horizontal y vertical se realizan con solarímetros Kipp y Zonen.

El registro horario de los datos se realizan en cinta magnética que es leída luego en Salta mediante una interfase.

Resultados:

Las fig. 2, 3 y 4 muestran temperaturas de verano, otoño e invierno y las 5, 6 y 7 las radiaciones globales en los mismos días.

Se aprecia el excelente comportamiento térmico durante todo el año con valores promedio de unos 20°C y fluctuaciones menores de 6°C en invierno en las zonas de mayor ocupación. Estas tienen temperaturas muy próximas entre sí a pesar de su diferente posición y orientación dentro de la vivienda gracias a la distribución de los colectores y a que la radiación interior no llega al techo permitiendo la uniformización de la temperatura interior. El garage se mantiene a temperatura adecuada para los vehículos, actuando como cámara entre el interior y el exterior.

Las temperaturas del invernáculo exhiben el comportamiento típico de

estos locales que reciben alta insolación.

Invernáculo:

Las temperaturas de invierno y verano aparecen en las fig. 8 y 9. Se ha calculado su eficiencia en régimen de días similares para poder desprestigiar los efectos de acumulación. El calor Q transferido por día del estar y comedor se ha calculado teniendo en cuenta las componentes a través de puertas, banderolas y muros. La transferencia convectiva por aberturas se ha evaluado con la fórmula (3).

$$Q = \frac{2}{3} W C \sqrt{2g} (h/2)^3 (\Delta T)^3 / T_o \cdot \rho \cdot C_p$$

donde W es el ancho de la abertura, h su altura, C el coeficiente de descarga, T_o la temperatura absoluta media, ΔT la diferencia de temperatura entre los recintos conectados, ρ es la densidad del aire y C_p su calor específico. Para el 1/8/87, la radiación global recibida, teniendo en cuenta la diferencia de orientación es de 595 MJ/día.

Por no contarse con solarímetros al este y oeste, la radiación sobre dichos planos verticales se ha obtenido por el método de Liu-Jordan, ajustando la global horizontal y vertical norte.

La eficiencia así definida, con puertas y banderolas totalmente abiertas, es del 40%. Cada una de ellas transfiere la mitad de la energía total. Este valor es intermedio entre el estimado para ganancia directa (60%) y el de un invernáculo con conexiones esencialmente conductivas a través de muros (20%).

Tiene sentido la comparación ya que nos encontramos en un caso intermedio puesto que el área de banderolas y puertas constituye un 60% del total del área de contacto entre invernáculo y comedor.

Para verificar estos valores se realizarán medidas directas de velocidad y temperatura del aire en las aberturas, validando el valor del coeficiente de descarga usado.

Las temperaturas interiores máximas llegan a los 30°C en invierno y a los 40°C en verano. Dado el buen comportamiento general de la vivienda, los usuarios podrán, si así lo desean, ventilar el invernáculo para tener allí mejores condiciones de confort y hacer posible el uso de este espacio.

Muros colectores acumuladores:

Los muros colectores acumuladores norte en invierno presentan una eficiencia del 26%, 40% de la transferencia de energía se realiza por termocirculación. Este valor es razonable ya que las ventanillas fueron diseñadas con un área mayor del 2% del muro.

En la bibliografía suelen encontrarse valores mayores pero los resultados provienen de países donde la absorción de los vidrios es mucho menor debido a un más bajo contenido de hierro. Nuestras simulaciones numéricas son coherentes con el resultado medido.

Las temperaturas máximas alcanzadas en la superficie exterior del muro llegan a los 47°C. Dada la absorción de radiación ya mencionada estos valores indican un coeficiente de absorción del muro de acuerdo a lo diseñado del orden de 0.9.

El retardo a través del muro es de unas cinco horas. Para los parámetros térmicos de la cuarcita la velocidad de propagación del máximo de la temperatura es de 7.5 cm/hora. Con un espesor de 50cm el retardo

esperado sería de unas 6 horas.

La eficiencia de los muros colectores oeste en invierno es 10%, valor menor que el de los norte. Las simulaciones numéricas, a igualdad de otros parámetros, muestra que la eficiencia de estos sistemas disminuye al bajar la radiación.

Sin embargo, la contribución de estos muros al acondicionamiento del garage es importante, manteniendo su temperatura sobre los 10°C.

Estratificación:

Es interesante analizar la existencia de estratificación fig. 8. En ella se ha graficado la temperatura del cielorraso, a 2m del piso, sobre los ventiletes inferiores, de la superficie del piso y 7 cm por debajo de ésta. Nótese que se ha exagerado la escala para intensificar el efecto. Se puede observar escasa estratificación y la influencia del piso y cielorraso. D. Balcomb(3) ha marcado que esto suele suceder cuando existe buena convección global.

Radiación nocturna.

En la fig. 9 se puede observar el efecto de la radiación nocturna en la chapa del techo, la que llega a estar 11°C por debajo de la ambiente exterior. Se ha graficado la temperatura exterior del techo, cielorraso y ambiente exterior.

CONCLUSIONES GENERALES.

En general el comportamiento de la vivienda es muy satisfactorio y de hacer los usuarios un uso adecuado de los controles manuales con que se cuenta, puede mejorar aún más. Se observa un valor medio de la temperatura adecuado y uniforme a través de la vivienda y en las diferentes épocas del año. Las fluctuaciones son reducidas (y se pueden reducir aún más por cierre de ventanillas y conexión con el invernáculo) para una vivienda 100% solar. Esto implica un buen funcionamiento de la acumulación debido a la conductividad de la cuarcita y a las bajas infiltraciones. No hemos logrado obtener estos resultados con muros de adobe.

En el futuro se continuará con las mediciones ya mencionadas en el trabajo sobre velocidades de aire y se realizarán ensayos de humidificación en lo que respecta al aspecto hídrico del confort.

BIBLIOGRAFIA.

- 1.- G. Lesino, R. Ovejero, L. Saravia y R. Requena. Anteproyecto y análisis térmico de una vivienda con uso de energía solar para la Puna. Actas de la 4a Reunión de la ASADES, 1978, La Plata.
- 2.- G. Lesino, R. Requena et al. Edificios solares en la Puna; estado de avance de su construcción y modelización. Actas de la 7a. Reunión de ASADES, 1981, Rosario.
- 3.- D. Balcomb et al. Natural convection air flow measurements and theory. 9th National Passive Solar Conference, 1984, Ohio, USA.

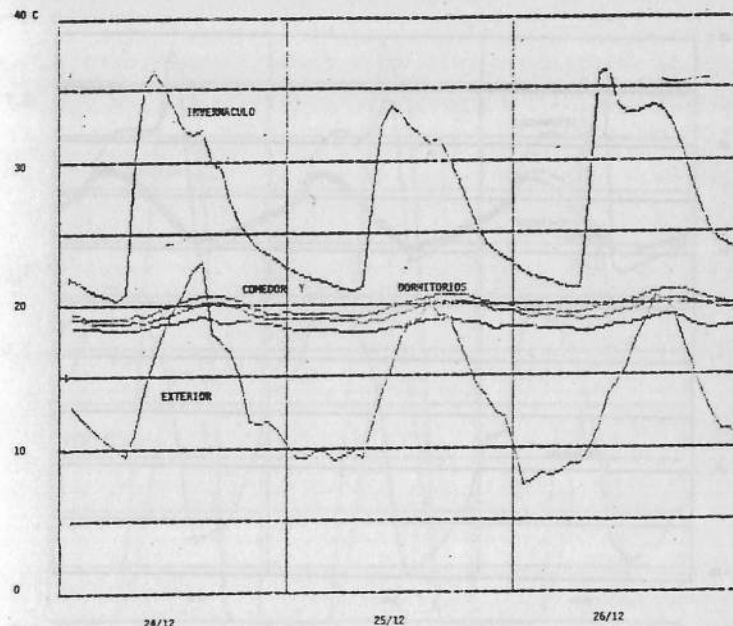


Fig. 2 Temperaturas verano

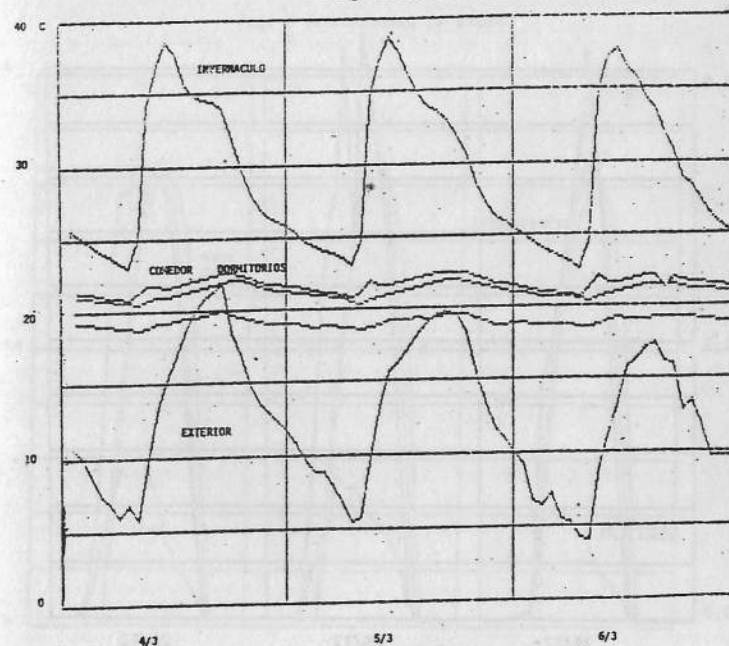


Fig. 3 Temperaturas otoño

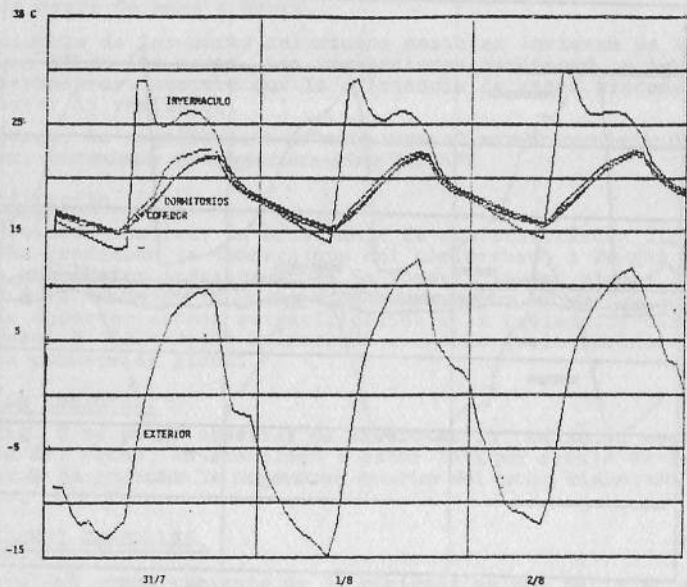


Fig. 4 Temperaturas de invierno

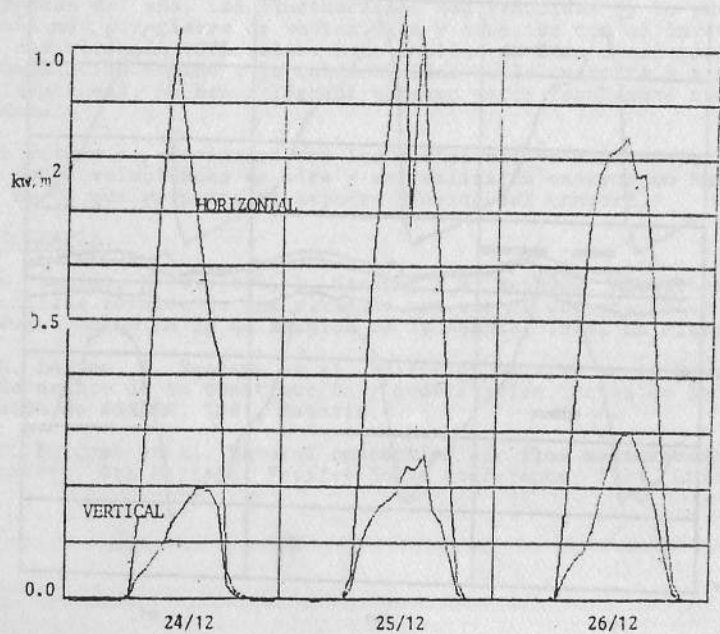


Fig. 5 Radiaciones de verano

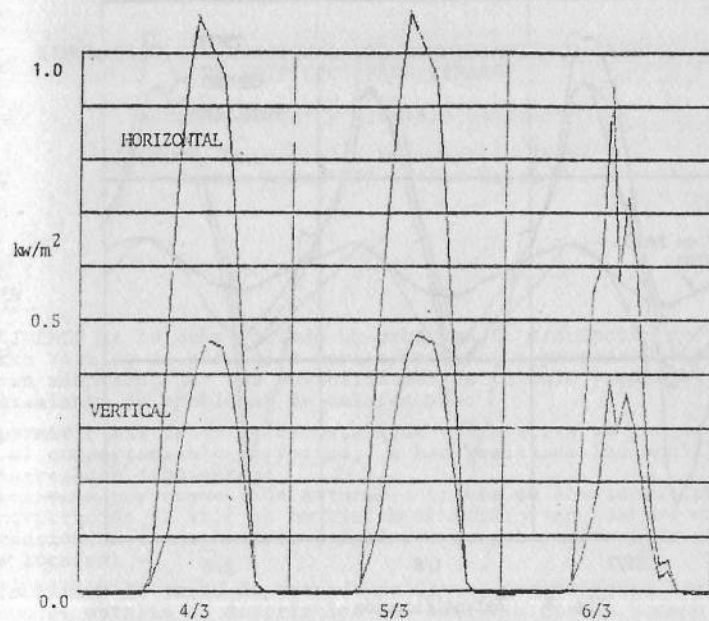


Fig. 6 Radiaciones de otoño

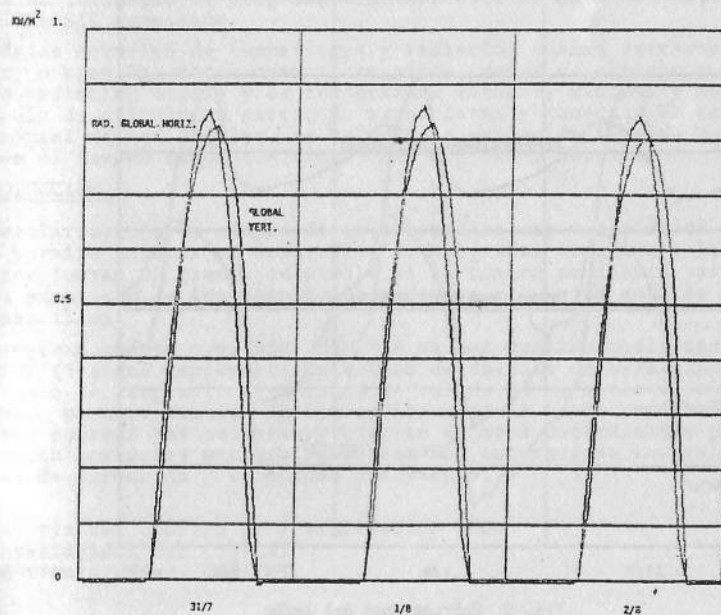


Fig. 7 Radiaciones en invierno

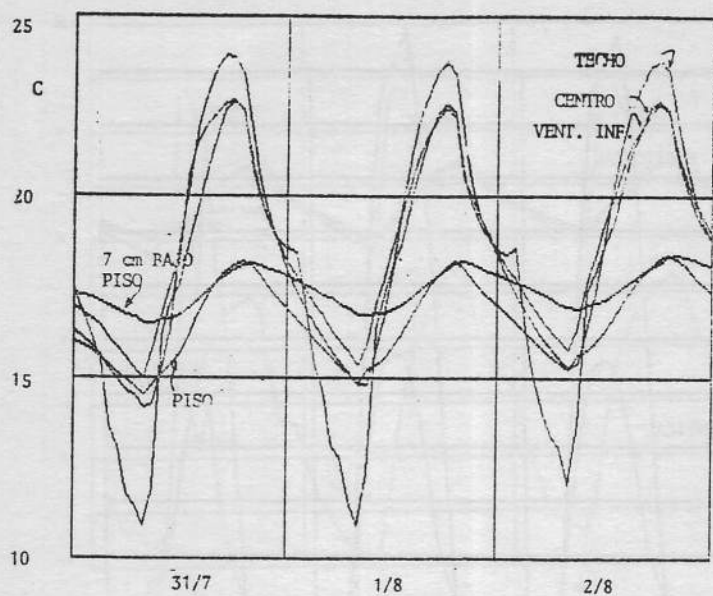


Fig. 8 Estratificación

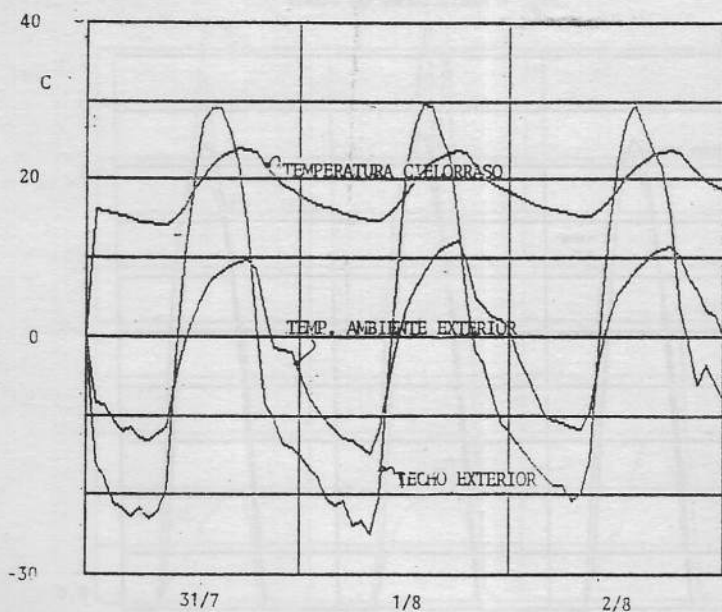


Fig. 9 Enfriamiento del techo