

APORTE DE ENERGIA SOLAR UTIL DE SISTEMAS SOLARES PASIVOS
EN ALTAS LATITUDES.

John Martin Evans, Silvia de Schiller y Adriana Perez Anacleto

Programa de Investigacion "Habitat y Energia"
Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo,
Universidad de Buenos Aires,

Pabellon 3, Piso 4, Ciudad Universitaria, (1482) Cap. Fed.

RESUMEN

Este trabajo evalua la eficiencia de sistemas solares pasivos en distintas latitudes del país. Se adopto una vivienda tipo, para realizar estimaciones cuantitativas del aporte de energia solar util (ESU) recibida a traves de distintos sistemas solares pasivos segun nivel de aislacion y latitud.

Simultaneamente se realizo un estudio de los problemas de sobrecalentamiento con ganancia directa, en la misma vivienda.

Se considera que la cantidad de energia solar util es la que contribuye al mejoramiento de las condiciones de habitabilidad del interior y puede reemplazar a combustibles convencionales. Este dato resulta fundamental para evaluar la factibilidad de sistemas solares. El aporte de energia solar util llega a niveles maximos en latitudes comprendidas entre 45°S y 55°S, segun el nivel de aislacion de la vivienda y las características del sistema.

1. INTRODUCCION

Las regiones de altas latitudes en la Republica Argentina no reúnen condiciones de asoleamiento para favorecer el empleo de sistemas solares pasivos. La absorcion atmosferica produce reducidos niveles de radiacion en invierno debido a la baja altura del sol.

Asimismo, la alta nubosidad en invierno disminuye aun mas la radiacion disponible, especialmente en las localidades australes y cordilleranas. Ushuaia representa el

caso mas desfavorable, con 13' de altura maxima del sol en el solsticio de invierno y solamente 1,5 horas de asoleamiento efectivo en el mes de junio, que representa solamente 19% del maximo astronomicamente posible.

Sin embargo, en regiones de altas latitudes, el periodo del año cuando se requiere calefaccion es mayor y la demanda total de energia es mas elevada. La mayor demanda permite aprovechar la energia solar durante un periodo mas largo del año. Además, las temperaturas mas bajas en esos meses, permiten aprovechar una mayor proporcion de la radiacion incidente comparada con climas mas templados.

El equilibrio entre la demanda de energia y la oferta de la radiacion solar influye en la factibilidad de sistemas solares. El objetivo principal de la investigacion fue el estudio comparativo de este equilibrio en distintas latitudes.

La relacion entre la demanda y la oferta en un caso especifico determina la energia solar util (ESU) recibida a traves de un sistema. Las estimaciones de la energia solar util constituyen una etapa fundamental en la evaluacion de factibilidad de sistemas solares.

Las variables del diseño que determinan la captacion de ESU son: características del sistema solar empleado y nivel de aislacion termica del edificio. Se analizo la ESU de 12 sistemas solares con 5 niveles diferentes de aislacion en 10 localidades ubicadas sobre el Rio Parana y la costa atlantica; ver figura 1.

* Esta investigacion conto con financiacion parcial de CONICET.

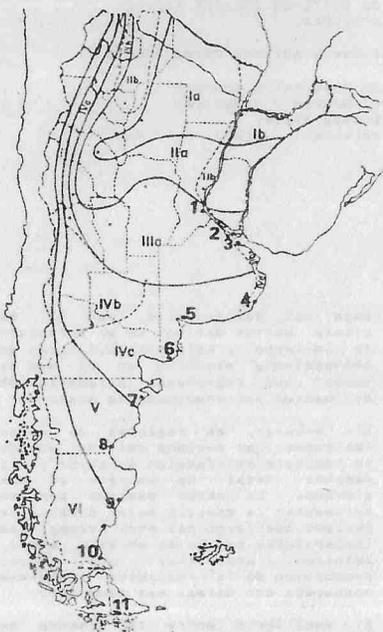


Figura 1. Ubicacion de las localidades estudiadas.

2. NIVELES DE AISLACION

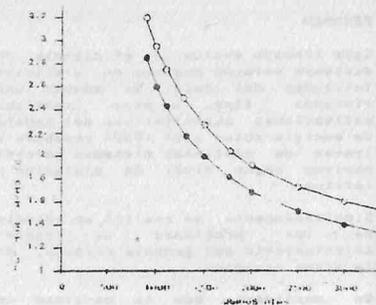
El Cociente Carga Colector (CCC) permite sintetizar las características térmicas del edificio que incorpora un sistema solar pasivo. El CCC indica las pérdidas del edificio por unidad de diferencia en temperatura entre el interior y exterior por unidad de superficie del sistema solar. Se supone un sistema con superficie de absorción vertical con orientación al norte.

Las estimaciones de pérdidas unitarias responden a varios niveles de aislamiento térmico. El nivel mínimo de aislamiento corresponde a la norma IRAM 11.604 para la zona bioambiental II (1) mientras el nivel más exigente equivale al de super aislamiento adoptado en Suecia.

En la primera etapa del análisis se mantuvieron los mismos niveles de

aislacion (igual valor de G y CCC) en las distintas latitudes.

Sin embargo, las localidades más frías requieren mejores niveles de aislamiento para conservar combustibles y lograr confort, independientemente del uso de sistemas solares pasivos. La Norma IRAM 11.604 indica niveles mínimos de aislamiento global para edificios en distintas localidades, según el número de grados días. La curva de la variación de "G" según los grados días indicados en la figura 2 responde a la optimización de los costos de energía convencional y los costos de materiales aislantes.



0 Vivienda aislada de 200 m³.
8 Vivienda apaisada de 400 m³.

Figura 2 Valores máximos admisibles de "G" para la unidad de vivienda en estudio, según la Norma IRAM 11.604 (1985).

En la segunda etapa del análisis, se estimó el aporte de ESU con distintos niveles de aislamiento en cada localidad según las recomendaciones de la citada Norma.

3. ENERGIA SOLAR UTIL

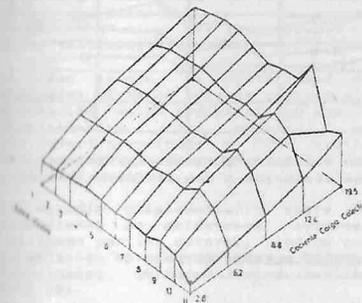
Se realizó el cálculo del aporte de energía solar útil mediante un programa de computación especialmente preparado para este estudio. Se utilizó el método del Passive Solar Handbook (2) con datos de Argentina preparados por Yarle y Fabris (3). Los resultados se presentan en gráficos con tres coordenadas para indicar la relación entre el aporte de ESU y las dos variables: latitud y cociente carga colector.

La figura 3 indica los resultados para cuatro sistemas solares pasivos. En

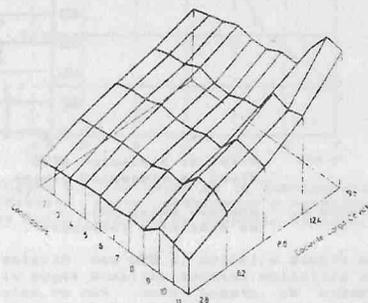
todos los casos considerados, el aporte mayor de ESU ocurre en latitudes que superan los 45°S. Los máximos valores de ESU ocurren en distintas localidades según la calidad de aislamiento térmico de la vivienda, las características del sistema solar y, en especial, sus capacidad aislante. El uso de aislamiento nocturno y sistemas con mayor aislamiento (triple vidrio en vez de doble; muro Trombe en vez de ganancia directa, etc.) favorece el aporte en latitudes más australes.

Se debe ajustar el valor de ESU correspondiente a Espacios Soleados debido a la calateración necesaria para evitar temperaturas menores que 5°C.

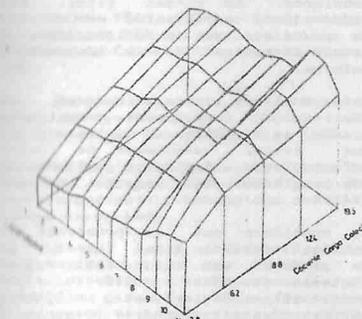
Un estudio complementario (4) indica las características comparativas del uso de sistemas solares pasivos en otras regiones del mundo con latitudes similares, pero con distintos climas e intensidades de radiación solar.



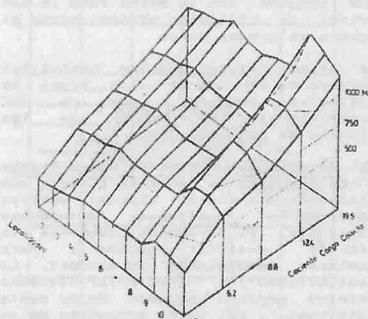
a) Sistema solar GDA1 Ganancia directa sin aislamiento nocturno.



c) Sistema solar MTA1 Muro Trombe sin aislamiento nocturno.



b) Sistema solar GDA3 Ganancia directa con aislamiento nocturno.



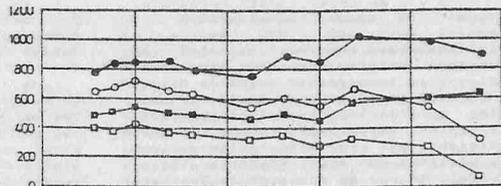
d) Sistema solar ESA3 Espacio soleado con aislamiento nocturno.

Localidades:

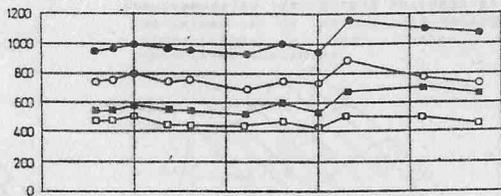
1. Rosario.
2. San Miguel
3. La Plata
4. Mar del Plata
5. Bahía Blanca
6. Viedma
7. Trelew
8. Comodoro Rivadavia
9. Puerto Deseado
10. Río Gallegos
11. Ushuaia

Figura 3. Energía Solar Util anual por m² según latitud y CCC.

Ganancia directa
con doble vidrio



Muro Trombe



Nivel de aislación alta ■ con aislación □ sin aislación nocturna
Nivel de aislación mínima ● con aislación ○ sin aislación nocturna

Figura 4. Energía solar útil en distintas latitudes.

La figura 4 indica la ESU con niveles de aislación térmica variable según el número de grados días. Aun en este caso se puede verificar los valores máximos de ESU en altas latitudes. La figura indica los valores anuales de ESU con niveles de aislación térmica que cumplen con la Norma IRAM 11.604 (Nivel de aislación mínima) según el número de grados días.

La misma figura también indica los valores de ESU con un alto nivel de aislación térmica, con un CCC proporcionalmente menor que los niveles de la Norma IRAM.

La energía solar útil de muros Trombe y de sistemas de ganancia directa con aislación nocturna alcanza valores máximos en localidades de altas latitudes, pero también aumenta la energía auxiliar necesaria para mantener condiciones de confort. La factibilidad de incorporar sistemas solares pasivos depende de su costo adicional y del valor económico de la energía convencional substituida equivalente a ESU.

La fracción solar es ESU como proporción de la demanda de energía total. La fracción solar disminuye notablemente en las localidades del sur del país, pero los valores absolutos de ESU demuestran mayor factibilidad en estas regiones.

4. SOBRECALENTAMIENTO

La necesidad de incorporar sistemas de protección solar para evitar sobre calentamiento puede aumentar el costo de sistemas solares pasivos en climas templados. En climas fríos, con temperaturas confortables en verano, se puede utilizar la ventilación como método de control de la temperatura interna.

Para analizar este fenómeno, se desarrolló un programa de computación basado en el método de admitancia (5) que evalúa problemas de sobre calentamiento. Se indica gráficamente los resultados del programa en una vivienda con ganancia directa.

Se considera que los problemas de sobrecalentamiento en el interior de la vivienda son más críticos en sistemas de ganancia directa. Las temperaturas exteriores utilizadas corresponden a promedios máximos y mínimos de los meses considerados: enero en figura 6 y marzo en figura 7. Los niveles de radiación corresponden a condiciones con cielo claro (kt según niveles máximos para cada latitud).

Se ajustaron las tasas de ventilación para modificar las temperaturas, tratando de lograr niveles confortables. Se disminuyeron las tasas a 1 cambio de aire por hora cuando las temperaturas eran inferiores a 18°C y se aumentaron

hasta 20 cambios de aire por hora cuando la temperatura superaba 26°C.

Los gráficos indican que en latitudes superiores a 47°S, no existe peligro de sobrecalentamiento en los días con cielo claro y temperaturas máximas equivalentes a las medias del mes.

5. CONCLUSIONES

Las evaluaciones del comportamiento de sistemas solares pasivos indican que la energía solar útil captada y el beneficio económico de un sistema solar no disminuye en localidades cercanas al nivel del mar ubicadas en estas latitudes.

Al mismo tiempo, la posibilidad de proyectar sistemas solares pasivos sin protección solar representa un ahorro significativo. Sin embargo, en latitudes superiores a 50°S resulta imprescindible incorporar sistemas de aislación nocturna.

Un estudio complementario sobre el rendimiento de colectores solares, realizado por los autores, indica que se obtienen valores máximos de ESU en localidades ubicadas sobre latitud 40°S (6).

REFERENCIAS

- 1) Norma IRAM 11604. Coeficientes Volumétricos "G" Máximos Admisibles de Perdidas de Calor. IRAM, Buenos Aires, 1985.
- 2) Balcomb and Jones, R. W. Passive Solar Design Handbook, Volume 3. American Solar Energy Society, 1983.
- 3) Fabris, A and Yarle, E. Tablas de Caudente Carga Colector para 60 Localidades de la Argentina. ISABA, Buenos Aires, 1986.
- 4) Evans, J.M., de Schiller, S. y Ferez Anaclerio, A., Energía y Habitat: Diseño y Conservación de Energía en Estocolmo. Summa Colección Temática 22, Buenos Aires, Dic. 1987.
- 5) Burberry P., Building for Energy Conservation, Architectural Press, Londres, 1978.
- 6) Evans, J.M., de Schiller, S., y Ferez Anaclerio, A., Use of Passive Solar Systems in the High Latitudes of Argentina. Proceedings International Conference: North Sun '88, Solar Energy at High Latitudes, Borlange, Suecia, Agosto, 1988.

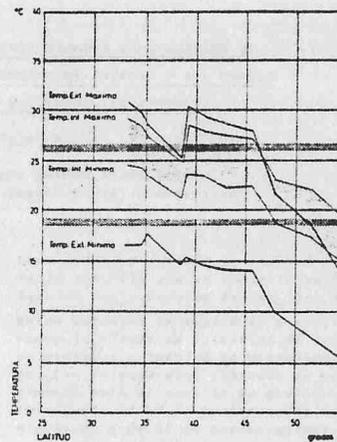


Figura 6. Variación de la temperatura interior (zona sombreada) y exterior en enero: sistema de ganancia directa.

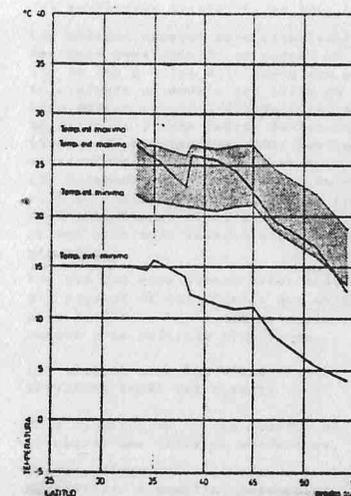


Figura 7. Variación de la temperatura interior (zona sombreada) y exterior en marzo: sistema de ganancia directa.