

## SISTEMA ACTIVO COLECTOR - PISO ACUMULADOR

G. Lesino<sup>#</sup>, L. Castro<sup>#</sup>, L. Saravia<sup>#</sup>, M. Grión<sup>#</sup> y R. Caso  
C.de Rosa<sup>\*</sup>, M. Basso<sup>\*</sup>, J. Fernández<sup>\*</sup>, A. Gilbert<sup>\*</sup>, G. Lelio<sup>\*</sup>  
F. Solanes<sup>\*</sup>, R. Vilapriño<sup>\*</sup>, V. Armando<sup>\*</sup>, A. Puig<sup>\*</sup>, A. Ravetto<sup>\*</sup>  
J. Fucaraccio<sup>\*\*</sup>, R. Reborá<sup>\*\*</sup>, L. Lofano<sup>\*\*</sup>

### Resumen

Para un departamento del Conjunto Solar (1) a construirse en Mendoza, se ha diseñado un sistema de colector - calentador de aire-piso acumulador para calefacción en invierno. En verano el sistema se puede usar para refrescamiento, circulando por el piso aire fresco nocturno.

Esta propuesta forma parte de un proyecto del Conjunto que fue elaborado por el Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda del IADIZA, financiado por la Secretaría de Vivienda y Ordenamiento Ambiental, en el que han colaborado el INENCO y el Centro de Investigación del Comportamiento Ambiental y Energético de la vivienda (CICAEVI).

### 1. Introducción

El Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda del IADIZA ha elaborado un proyecto de Conjunto Solar (1) financiado por la Secretaría de Vivienda y Ordenamiento Ambiental para la ciudad de Mendoza. Colaboraron además el INENCO y el Centro de Investigación del Comportamiento Ambiental y Energético de la Vivienda (CICAEVI).

El Conjunto Solar consta de tres móbloques de seis departamentos en tres plantas, cada uno de los cuales cuenta con un ala orientada al Norte y otra al Noreste o Noroeste.

El edificio tiene carácter parcialmente experimental por lo que se decidió incluir un sistema activo para su ensayo en un departamento a ser ocupado, por lo que su diseño debía ser de gran seguridad y no admitía modificaciones.

\* INENCO - UNSa. Salta- ARGENTINA  
\* LAHV - IADIZA Mendoza- ARGENTINA  
\*\* CICAEVI-INTI-Buenos Aires- ARGENTINA

La propuesta, a pesar de que el edificio no está construido, tiene carácter de adaptación (retrofit) ya que el proyecto estaba finalizado y el sistema debía integrarse a él, respetando modulaciones de fachada, características estructurales, distribución interna de locales, etc. El tipo de sistema propuesto permite el uso en edificios de varias plantas. Al extenderse la experiencia, para independizar el manejo térmico que quieran hacer los usuarios de las diversas plantas, es necesario que exista un cierto grado de aislación térmica entre pisos.

### II. Descripción del sistema

El sistema consta de un colector colocado sobre una pared vertical y formado por una chapa metálica cubierta por un vidrio. El aire impulsado por un ventilador circula entre la chapa metálica y el aislante posterior. El colector está conectado a un acumulador que consta de una placa de hormigón situada en el piso y atravesada por caños de hormigón por los que circula el aire.

Durante el invierno el aire calentado por el colector atraviesa el acumulador según los sentidos indicados en la Fig. 1 correspondiente al esquema de invierno.

En verano, el colector será sombreado por una cortina de enrollar del mismo

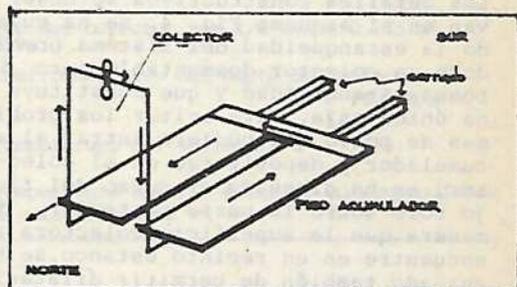


Fig.1-Esquema de funcionamiento para invierno

## SISTEMA ACTIVO COLECTOR - PISO ACUMULADOR

G. Lesino<sup>#</sup>, L. Castro<sup>#</sup>, L. Saravia<sup>#</sup>, M. Grión<sup>#</sup> y R. Caso  
C.de Rosa<sup>\*</sup>, M. Basso<sup>\*</sup>, J. Fernández<sup>\*</sup>, A. Gilbert<sup>\*</sup>, G. Lelio<sup>\*</sup>  
F. Solanes<sup>\*</sup>, R. Vilapriño<sup>\*</sup>, V. Armando<sup>\*</sup>, A. Puig<sup>\*</sup>, A. Ravetto<sup>\*</sup>  
J. Fucaraccio<sup>\*\*</sup>, R. Reborá<sup>\*\*</sup>, L. Lofano<sup>\*\*</sup>

### Resumen

Para un departamento del Conjunto Solar (1) a construirse en Mendoza, se ha diseñado un sistema de colector - calentador de aire-piso acumulador para calefacción en invierno. En verano el sistema se puede usar para refrescamiento, circulando por el piso aire fresco nocturno.

Esta propuesta forma parte de un proyecto del Conjunto que fue elaborado por el Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda del IADIZA, financiado por la Secretaría de Vivienda y Ordenamiento Ambiental, en el que han colaborado el INENCO y el Centro de Investigación del Comportamiento Ambiental y Energético de la vivienda (CICAEVI).

### 1. Introducción

El Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda del IADIZA ha elaborado un proyecto de Conjunto Solar (1) financiado por la Secretaría de Vivienda y Ordenamiento Ambiental para la ciudad de Mendoza. Colaboraron además el INENCO y el Centro de Investigación del Comportamiento Ambiental y Energético de la Vivienda (CICAEVI).

El Conjunto Solar consta de tres bloques de seis departamentos en tres plantas, cada uno de los cuales cuenta con un ala orientada al Norte y otra al Noreste o Noroeste.

El edificio tiene carácter parcialmente experimental por lo que se decidió incluir un sistema activo para su ensayo en un departamento a ser ocupado, por lo que su diseño debía ser de gran seguridad y no admitía modificaciones.

\* INENCO - UNSa. Salta- ARGENTINA  
\* LAHV - IADIZA Mendoza- ARGENTINA  
\*\* CICAEVI-INTI-Buenos Aires- ARGENTINA

La propuesta, a pesar de que el edificio no está construido, tiene carácter de adaptación (retrofit) ya que el proyecto estaba finalizado y el sistema debía integrarse a él, respetando modulaciones de fachada, características estructurales, distribución interna de locales, etc. El tipo de sistema propuesto permite el uso en edificios de varias plantas. Al extenderse la experiencia, para independizar el manejo térmico que quieran hacer los usuarios de las diversas plantas, es necesario que exista un cierto grado de aislación térmica entre pisos.

### II. Descripción del sistema

El sistema consta de un colector colocado sobre una pared vertical y formado por una chapa metálica cubierta por un vidrio. El aire impulsado por un ventilador circula entre la chapa metálica y el aislante posterior. El colector está conectado a un acumulador que consta de una placa de hormigón situada en el piso y atravesada por caños de hormigón por los que circula el aire.

Durante el invierno el aire calentado por el colector atraviesa el acumulador según los sentidos indicados en la Fig. 1 correspondiente al esquema de invierno.

En verano, el colector será sombreado por una cortina de enrollar del mismo

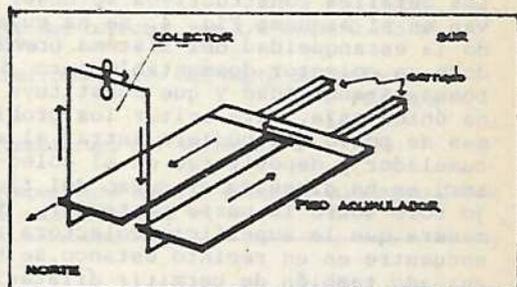


Fig.1-Esquema de funcionamiento para invierno

tipo que las usadas en los muros Trombe. El piso será refrescado por el aire nocturno, tomado de la zona Sur del edificio e impulsado por el mismo ventilador que realiza el movimiento del aire en invierno.

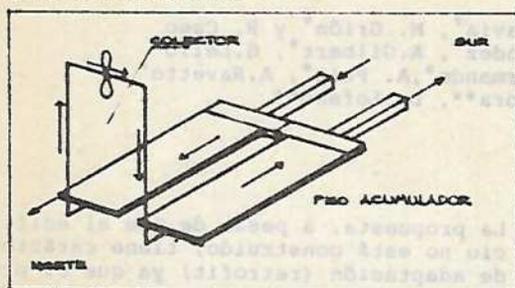


Fig. 2 - Esquema de funcionamiento para verano

El colector consta de una chapa negra protegida por un vidrio. La chapa es lamada por el flujo de aire. En la Fig. 3 se observa el modelo térmico empleado.

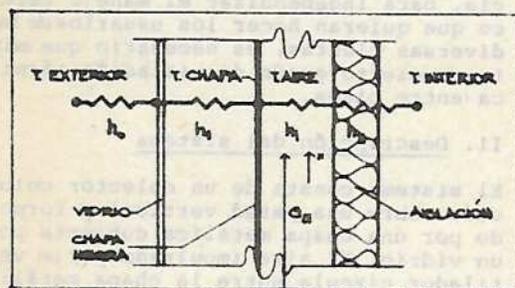


Fig. 3 - Corte del colector

Dado que el circuito es cerrado, el aire realiza el doble pasaje, desde el piso acumulador, hacia arriba y luego hacia abajo. Por detrás de la chapa negra y formando el canal hay una aislación de lana de vidrio con cubierta reflectora de manera de independizar el colector del recinto interior de la vivienda.

Los detalles constructivos se observan en el esquema Fig. 4. Se ha cuidado la estanqueidad del sistema previniéndose un colector desmontable pero de buena estanqueidad y que constituye una única caja. Para evitar los problemas de polvo que pudiera entrar al acumulador y depositarse en el colector, se ha diseñado el curso del flujo sólo sobre la parte posterior, de manera que la superficie colectora se encuentre en un recinto estanco. Se ha cuidado también de permitir dilataciones adecuadas al ciclo térmico de las partes metálicas.

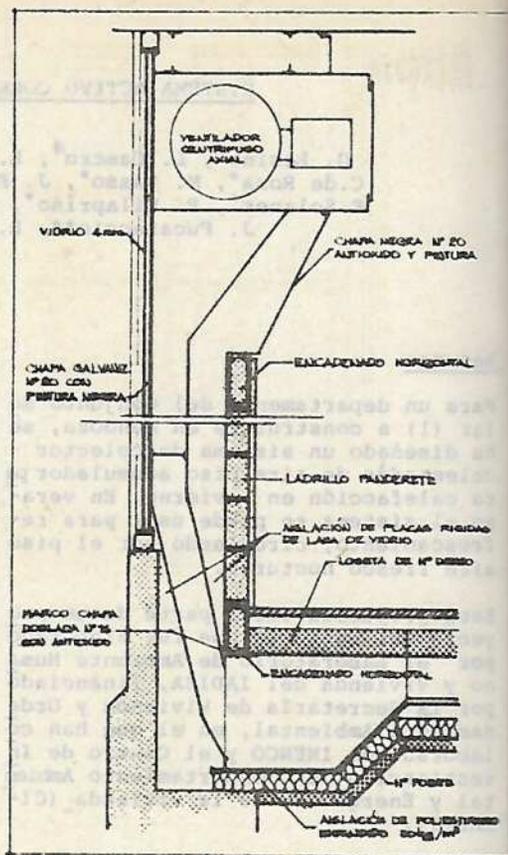


Fig. 4 - Detalles constructivos del colector

El ventilador especificado es de tipo centrífugo axial de bajas revoluciones. De esta manera la impulsión del flujo se hace en la dirección del eje evitando las complicaciones de tipo conductivo y de ocupación de espacio causadas por la succión perpendicular a la impulsión de los ventiladores centrífugos.

El ventilador funcionará con aire a temperaturas menores de 50°C pero puede estar detenido en un ambiente a mayor temperatura, si se ha hecho una mala operación del sistema como dejarlo asolearse con el ventilador fuera de servicio por lo que debe ser adecuado a la situación descrita.

Las revoluciones de los ventiladores deben ser bajas para que sean muy silenciosas ya que se hayan instalados en locales pequeños y habitados.

### III. Estudio teórico del sistema

Para evaluar el comportamiento del co

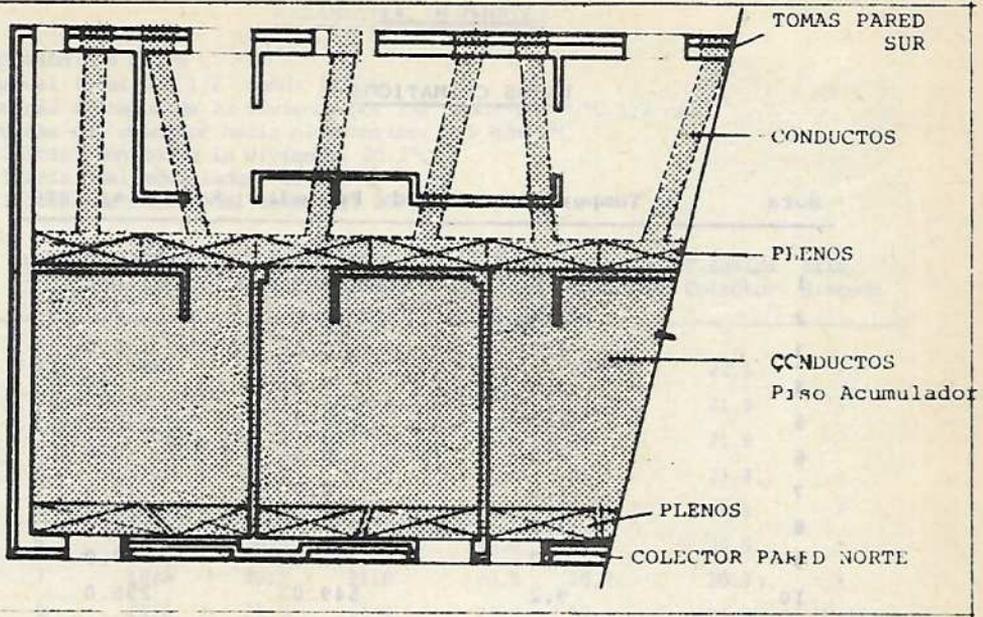


Fig. 5 - Planta que muestra ubicación de pisos acumuladores, ductos y colectores

lector se ha realizado un modelo sencillo obteniéndose rendimientos máximos del 60 al 70% según las condiciones de funcionamiento supuestas. El rendimiento varía con la diferencia entre la temperatura del aire a la entrada y la del aire exterior, la radiación incidente y el flujo de aire. El piso acumulador consta de una placa de hormigón pesado atravesada por caños de hormigón comprimido y aislada por debajo con poliestireno expandido y está ubicado como se muestra en la Fig. 5.

Se ha utilizado un modelo computacional en diferencias finitas para simular un comportamiento y dimensionar adecuadamente el espesor de hormigón, diámetro de los caños, etc. para tener temperaturas adecuadas a la transferencia térmica y al confort en la superficie. El modelo y programa están descritos en otro trabajo (2).

En la Tabla I se observan los parámetros empleados para la simulación y en la Tabla II los datos meteorológicos usados. Se simularon días con radiación de día claro y promedio.

Algunos resultados de la simulación aparecen en la Tabla III. Se puede observar que el diseño es adecuado ya que:

- 1) en día claro suministra prácticamente las pérdidas de la vivienda.

Tabla N° I

Parámetros Fijos

- Conductividad del material:  $1.75 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$ .
- Densidad:  $2400 \text{ Kg/m}^3$
- Calor específico:  $1000 \text{ J/kg } ^\circ\text{C}$
- Coef. convectivo sup. del acumulador:  $9.8 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$
- Coef. conductivo fondo del acumul.:  $0.7 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$
- Coef. convectivo dentro de los caños:  $12 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$
- Intervalo x :  $0.033 \text{ m}$
- Intervalo y :  $0.041 \text{ m}$
- Intervalo z :  $0.37 \text{ m}$
- Sup. del colector por 1/2 caño:  $0.173 \text{ m}^2$
- Coef. convectivo del ducto del colector:  $14.5 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$
- Temperatura del suelo:  $16^\circ\text{C}$
- Temperatura Horaria exterior correspondiente al día promedio.

La contribución conjunta del colector-acumulador y la ganancia directa podrá ser acumulada por el propio piso, significando una reserva para días nublados,

TABLA N° II

DATOS CLIMATICOS

Hora	Temperatura	Rad. Promedio	Rad. día claro
1	5.0	0.0	0.0
2	4.2	0.0	0.0
3	3.9	0.0	0.0
4	3.6	0.0	0.0
5	3.5	0.0	0.0
6	3.5	0.0	0.0
7	3.5	0.0	0.0
8	3.5	222.0	116.0
9	6.7	415.0	208.0
10	9.2	549.0	295.0
11	11.4	617.0	361.0
12	13.0	639.0	295.0
13	14.0	617.0	395.0
14	14.4	549.0	361.0
15	14.5	415.0	295.0
16	13.5	222.0	208.0
17	12.4	0.0	116.0
18	11.2	0.0	0.0
19	10.1	0.0	0.0
20	9.0	0.0	0.0
21	8.0	0.0	0.0
22	7.0	0.0	0.0
23	6.2	0.0	0.0
24	5.4	0.0	0.0

Coefficiente de transmisión y absorción de cubierta y  
absorbedor:

$$0.85 \times 0.90 = 0.765$$

PARAMETROS VARIABLES

Radiación día claro

Masa del local por 1/2 caño: 385 Kg

Pérdidas de calor de la vivienda por 1/2 caño: 1.8 W/°C.1/2 caño

Pérdidas del colector hacia el exterior: 2.5 W/m<sup>2</sup> °C

T. Inicial dentro de la vivienda: 20.3°C

T. Inicial del acumulador: 23.5°C

T. Inicial de salida del colector: 25°C

Hora	T.Ambiente del local	T. Sup. Acumul.	T.Fondo Acumul.	T. Sup. Comienzo Acumul.	T.Entrada Colector	T.Salida Colector	Efic. Sistema
1	19.7	21.7	24.7	22.0	22.1	22.1	-
2	19.6	21.4	22.4	21.7	21.9	21.9	-
3	19.4	21.2	22.1	21.4	21.6	21.6	-
4	19.3	20.9	21.8	21.1	21.4	21.4	-
5	19.1	20.7	21.5	20.9	21.1	21.1	-
6	19.0	20.5	21.2	20.6	20.9	20.9	-
7	18.8	20.2	21.0	20.4	20.7	20.7	-
8	18.6	20.1	21.4	20.3	22.3	24.9	50.47
9	18.5	20.3	22.5	20.6	24.5	29.9	57.17
10	18.5	20.9	24.0	21.3	26.6	34.0	58.97
11	18.6	21.4	25.5	22.2	28.4	36.7	59.65
12	18.7	22.1	26.8	23.2	29.7	38.4	59.86
13	18.9	22.8	28.0	24.1	30.6	38.9	59.75
14	19.1	23.4	28.7	24.8	30.9	38.2	59.25
15	29.3	23.9	26.9	25.2	30.3	35.7	57.97
16	19.3	24.1	28.4	25.3	28.7	31.3	53.14
17	19.7	23.9	27.1	24.9	26.3	25.3	-
18	19.8	23.6	26.2	24.3	24.8	24.8	-
19	19.9	23.3	25.5	23.9	24.3	24.3	-
20	19.9	22.9	24.9	23.5	23.8	23.8	-
21	19.9	22.6	24.3	23.1	23.4	23.4	-
22	19.8	22.3	23.8	22.7	23.0	23.0	-
23	19.8	22.0	23.4	22.4	22.6	22.6	-
24	19.7	21.8	23.0	22.1	22.3	22.3	-

CALORES HORARIOS

Colector	Superficie	Fondo	Acumulador
1.99	1.66	0.37	-2.73x10 <sup>-2</sup>

PARAMETROS VARIABLES

Radiación Promedio

Masa del local por 1/2 cano: 385 Kj

Pérdidas de calor de la vivienda por 1/2 cano: 1 W/°C . 1/2 cano

Pérdidas del colector hacia el exterior: 5 W/m<sup>2</sup> °C

T. Inicial dentro de la vivienda: 20.3°C

T. Inicial del acumulador: 23.5°C

T. Inicial de salida del colector: 25°C

Hora	T.Ambiente local	T.Sup. Acumul.	T.Fondo Acumul.	T.Sup. comienzo Acumul.	T.Entra da colec tor	T.Salida colector	Efic. Sistema
1	19.6	20.5	20.9	20.6	20.7	20.7	-
2	19.5	20.4	20.7	20.5	20.6	20.6	-
3	19.4	20.2	20.6	20.3	20.4	20.4	-
4	19.3	20.1	20.4	20.2	20.3	20.3	-
5	19.2	20.0	20.3	20.0	20.1	20.1	-
6	19.1	19.8	20.1	19.9	20.1	20.1	-
7	19.0	19.7	20.0	19.8	19.9	19.9	-
8	18.9	29.6	20.0	19.7	20.1	20.5	15.57
9	18.8	19.6	20.3	19.7	20.9	22.7	36.20
10	18.8	19.7	20.8	19.9	21.9	24.8	43.17
11	18.8	2.0	21.6	20.3	22.9	26.7	46.26
12	18.8	20.3	22.3	20.7	23.8	28.1	47.54
13	18.9	20.6	23.0	21.2	24.4	28.7	47.83
14	19.0	21.0	23.4	21.6	24.6	28.5	47.27
15	19.1	21.2	23.6	21.9	24.5	27.5	45.76
16	19.2	21.4	23.5	22.0	23.9	25.9	21.25
17	19.3	21.4	23.1	21.9	23.1	23.9	29.57
18	19.3	21.2	22.5	21.6	21.9	21.3	-
19	19.3	21.0	22.1	21.3	21.6	21.6	-
20	19.4	20.9	21.7	21.1	21.3	21.3	-
21	19.3	20.7	21.5	20.9	21.1	21.1	-
22	19.3	20.5	21.2	20.7	20.9	20.9	-
23	19.3	20.4	21.0	20.5	20.7	20.7	-
24	19.2	20.2	20.7	20.4	20.5	20.5	-

CALORES HORARIOS

Colector	Superficie	Fondo	Acumulador
0.94	0.78	0.24	-7.55x10 <sup>-2</sup>

- 2) en día promedio el departamento es tá balanceado térmicamente.

El sistema es de carga controlada ya que se puede hacer accionar el ventilador por controles que sensen tanto la llegada de radiación como la temperatura del acumulador.

En caso de tenerse una sucesión de días claros, la carga del acumulador se puede interrumpir a través de un control de temperatura máxima del mismo.

Las dimensiones disponibles no permiten ir más allá del par de días de acumulación pero representa una posibilidad de interés,

- 3) las temperaturas superficiales del piso acumulador son adecuadas al confort,
- 4) el colector tiene buen rendimiento aún en la hipótesis pesimista de suponer una pérdida al exterior de  $5 \text{ w/m}^2\text{°C}$ ,
- 5) las fluctuaciones de la temperatura interna son muy aceptables debido a la masa del departamento y del propio piso.

En la Tabla IV aparecen las temperaturas medias mínimas de verano, "fuerza fría" de refrescamiento en esa época.

#### Agradecimiento

Los autores agradecen la colaboración prestada por el Arq. Chiarito para la presentación de este trabajo.

#### Bibliografía

1. Conjunto Solar I - Bioclimatic and Passive Design. Applied low a Cost Multistorey Housing. C. de Rosa et al. Presentado en PLEA 84, México 1984.
2. M. Grión, L. Castro Padula, G. Lesino y L. Saravia - Prototipo de vivienda para ensayo de techos colectores sin cubierta y acumulación en el piso. Publicado en las Actas de la 8va. Reunión de ASADES, La Pampa, 1983, p.25.

TABLA IV

#### TEMPERATURAS MEDIAS DE VERANO

Mes	Temperatura Media °C	Temp. Máxima Media °C	Temp. Mínima Media °C
Enero	23.6	30.1	18.4
Febrero	22.7	29.0	17.6
Marzo	19.5	25.9	14.9
Noviembre	20.3	27.1	15
Diciembre	22.5	29.4	17.4