

## EDIFICIOS BIOCLIMATICOS PARA LA INFRAESTRUCTURA DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA DE LA UNESCO. ÑACUÑAN - MENDOZA

M. Basso \* - M.A. Cantón \*\* - A. Esteves \*\*\* - C. de Rosa\*\*\*\*

Casilla de Correo 131. 5500 Mendoza

### RESUMEN

Se presenta el proyecto del edificio principal "Escuela del Desierto", como parte de un programa edilicio que comprende además dos viviendas económicas solares, destinadas al encargado y guardaparque. El conjunto edilicio tiene como objeto dotar de infraestructura mínima a la Reserva de Ñacuñan, ubicada en el departamento de Santa Rosa, de la provincia de Mendoza. Pertenecer al Sistema de Reservas de la Biosfera de la UNESCO.

Se presentan los valores predictivos de comportamientos energéticos (SLR - LANL) y ambientales (SIMEDIF).

### 1 - INTRODUCCION

El proyecto del edificio "Escuela del Desierto" se ha realizado en el Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda del CRICYT y se encuadra dentro del marco de transferencia acordado con el Ministerio de Medio Ambiente Urbanismo y Vivienda de la Provincia de Mendoza, para dotar a la Reserva de Ñacuñan de la infraestructura mínima para la investigación científica, la educación ambiental dirigida a todos los sectores y abrir puertas para los estudios de la relación hombre - naturaleza orientados a un desarrollo sustentable.

La Dirección de Recursos Naturales Renovables del Ministerio de Medio Ambiente estará a cargo de la ejecución y seguimiento de la obra que se iniciará en el transcurso del año 1994 con financiación del Banco Mundial.

La Reserva de Ñacuñan fue creada en 1961 por ley N° 2821/19/07/61 de la Provincia de Mendoza sobre tierras fiscales. El organismo responsable de la administración, conservación y recuperación de los antiguos bosques de algarrobo, es el Instituto Argentino de Investigaciones de Zonas Áridas

Desde 1986 Ñacuñan pertenece al Programa El Hombre y la Biosfera (MaB -70) de UNESCO, integrando la Red Mundial de 300 Reservas. Además es una de las cuatro áreas protegidas de la Provincia. El objetivo del mismo es preservar el patrimonio del ecosistema y contribuir a mantener la riqueza de la biodiversidad. (1)

El programa arquitectónico consta de espacios destinados a investigaciones de campo: sala de uso múltiples (presentaciones de interpretación ambiental y museo para visitantes, conferencias, seminarios, cursos, talleres y reuniones vecinales), laboratorio, zona de albergue para investigadores: 2 dormitorios con capacidad para doce personas cada uno y servicios de apoyo: comedor, cocina y sanitarios para visitantes (por su carácter de área protegida reciben permanentemente contingentes).

- 
- \* Profesional Principal (CONICET)
  - \*\* Becaria de Perfeccionamiento (CONICET)
  - \*\*\* Investigador Asistente (CONICET)
  - \*\*\*\* Investigador Independiente (CONICET)

## 2 - LOCALIZACION GEOGRAFICA Y CLIMA

El centro - este de la provincia de Mendoza está ocupado por una vasta llanura conocida como la Travesía del Tunuyán, enmarcada al oeste por la sierra de las Huayquerías, los ríos Desaguadero al este, Tunuyán al norte y Diamante al sur. En esta llanura, en el departamento de Santa Rosa, se ubica la Reserva que posee 12.600 Ha, distante 200 km al sureste de la ciudad de Mendoza.

Pertenece al bioma de desiertos y semidesiertos templado cálidos, que con las restantes zonas áridas del mundo abarcan el 30% de la superficie terrestre. Está enclavada en el centro de la Provincia del Monte, lo que le otorga una alta representatividad a los estudios de la misma.

Las coordenadas geográficas son:

Latitud : - 34.05°

Longitud : 67.90°

Altitud : 500m

El clima es templado - cálido, continental con marcada amplitud térmica, tanto anual como diaria y con escasas lluvias torrenciales en verano (331 mm de precipitación anual). La radiación solar es elevada, propia del desierto mendocino con una media anual de 17.30 Mj/m<sup>2</sup> día. La temperatura mínima es de -13°C, y la máxima 41°C. Los GD base 18 : 1530°C . día/año.

Trabajando con los valores medios de temperatura, siguiendo la metodología de Mahoney (2), Ñacuñán presenta clima templado, con grandes amplitudes térmicas durante todo el año, predominando la necesidad de calefacción: 75% de horas anuales: 8% de enfriamiento y 16% en confort.

Es de destacar que en los meses de verano, la gran amplitud existente hace que se tengan temperaturas mínimas por debajo de 21°C, indicando la necesidad de calefaccionar y en el mismo día alcanza temperaturas por encima de los 27°, señalando de este modo la necesidad de refrescamiento. Por ésta razón el edificio deberá contar con alta inercia térmica y como sistemas pasivos enfatizar la ganancia solar sin descuidar la posibilidad de enfriamiento convectivo nocturno como estrategia de verano.

## 3 - DISEÑO Y TECNOLOGIA

El edificio se implanta en la zona de la Reserva, en un área exenta de vegetación en la esquina sur - oeste, sobre la Ruta Provincial N°153 y Calle Pública.

Se trata de un edificio de tipología compacta con máximo desarrollo de la fachada Norte. El acceso al mismo se realiza por la Calle Pública, desde el Sur.

Las premisas básicas de proyecto fueron las siguientes:

- Ambientes principales al Norte: Sala de usos múltiples, comedor y dormitorios. La ganancia directa es el sistema de calefacción empleado para los espacios de uso diurno: sala de usos múltiples y comedor, mientras que en los espacios de uso nocturno ha sido combinado con el uso de muros solares sin termocirculación. (Fig. 1)
- Espacios de apoyo a la investigación y servicios, ubicados sobre el lado Sur del volumen, para mantener la compacidad necesaria, reciben el beneficio de la ganancia solar directa a través de ventanas superiores obtenidas por diferencia de techos. (Figs 1 y 2)
- Los componentes de la envolvente y tabiques interiores proveen una alta inercia térmica.
- Todos los elementos constructivos expuestos al exterior estarán debidamente aislados para reducir la energía intercambiada a través de los mismos con especial atención a minimizar los puentes térmicos.

- Las aberturas sobre la fachada Norte, conforman los sistemas solares pasivos, tanto la ganancia directa como los muros acumuladores. Dada la frecuencia de los vientos en la zona los cerramientos móviles deben lograr máximas condiciones de estanqueidad.
- El enfriamiento convectivo nocturno se produce por ventilación cruzada en verano, y estará dado por las puertas de acceso al edificio, ubicadas en el lado Sur del mismo, para los espacios principales y por ventanas al Sur en los de servicio.
- Dada la distancia a la ciudad de Mendoza se emplearán sistemas constructivos que simplifiquen la ejecución y sean fácilmente transportables hasta el lugar.
- Se proveerá también de un sistema solar para calentamiento de agua, para uso en duchas, ubicado próximo a la zona de sanitarios.

No ha sido necesario la provisión de un sistema fotovoltaico, debido a que el predio se encuentra ubicado contiguo al pueblo, que cuenta con una usina generadora de energía.

El edificio consta de una superficie cubierta de 258 m<sup>2</sup> y un volumen interior de 657 m<sup>3</sup>.

Desde el punto de vista tecnológico, el edificio hace uso de los sistemas constructivos usuales regionalmente. Para la cubierta se ha adoptado, por estar el Departamento de Santa Rosa alejado de los centros de abastecimiento, por un sistema liviano fácilmente transportable:

- Techos en pendiente: Cabriadas metálicas, machimbre de madera, aislación térmica de poliestireno expandido (0.075m), una capa de concreto con copos de poliestireno (0.045 m), cámara de aire y chapa trapezoidal.  $k = 0.45 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$
- Techos planos: Losetas cerámicas, aislación térmica de poliestireno expandido (0.075 m), capa de concreto con copos (0.045 m) y membrana asfáltica.  $k = 0.367 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$ . (Fig. 3)
- Muros: Mampostería de ladrillo de 0.20 m de espesor, aislación térmica exterior (0.05m) revoque interior y exterior de protección.  $k = 0.634 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$ .
- Fundaciones: Cimientos corridos de hormigón ciclópeo y aislación térmica exterior de 0.05 m.  $k = 0.88 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$ . (Fig. 4)
- Ventanas y puertas ventanas: Marcos y hojas de chapa doblada N°18 con dobles contactos y burletes. Dobles vidrios en todas las aberturas.  $k = 3.2 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$ .  
En aberturas Norte y muros acumuladores de dormitorios, cortinas de enrollar de PVC (Fig : 5).  
 $k = 2.84 \text{ w/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$

En verano la protección de la fachada Norte está dada por una pérgola.

#### 4 - ACONDICIONAMIENTO ENERGETICO

Las estrategias utilizadas se pueden resumir en dos tipos: conservación de energía y uso de sistemas pasivos de acondicionamiento térmico.

En conservación de energía: aislación térmica de poliestireno expandido de diferentes espesores según los componentes, en muros y fundaciones: 0,05m y en cubiertas: 0.075m. Se colocará doble vidrio en todas las aberturas y cortinas de enrollar de PVC en zona de dormitorios

Estas medidas contribuyen al mejoramiento térmico de la envolvente. Los valores resultantes son los siguientes :

Coeficiente Global de Pérdidas (G) :	0.86 W/ m <sup>3</sup> °C
Coeficiente Neto de Pérdidas (CNP) :	448.3 W/ °C

Area Colectora Total (ACT) :	43.75 m <sup>2</sup>
Ganancia directa (GD) :	39.13 m <sup>2</sup>
Muro Acumulador (MT) :	4.62 m <sup>2</sup>
Fracción de Ahorro Solar Anual (FAS) :	69 %

Por tratarse de un ambiente del desierto, con amplitudes térmicas extremas y con veranos muy calurosos se ha preferido reducir las pérdidas al exterior y utilizar una superficie de ganancia directa más moderada.

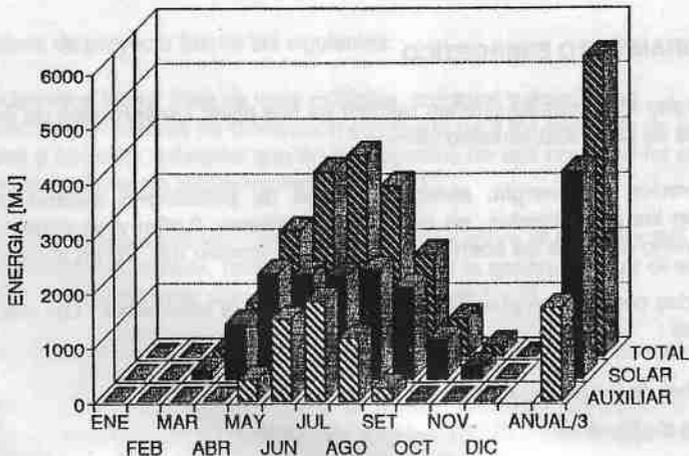
El área colectora compuesta de 39.1 m<sup>2</sup> ganancia directa y 4.6 m<sup>2</sup> de muro acumulador aporta una cantidad de energía que cubre el 69% de las necesidades anuales. El área colectora / área de piso es del 16.9 %.

La tabla N°1 indica la fracción de ahorro mensual (FAS) y la calefacción auxiliar calculada de acuerdo al método de LANL (3) .

TABLA 1 :

MES	GD (°C)	FAS (%)	CALOR TOTAL (kw/a)	CALOR SOLAR (kw/a)	CALOR AUXILIAR (kw/h)	GAS ENVASADO (tubo 45kg)	LEÑA (kg)
3	13	100.0	139.9	139.9	0	-	-
4	93	99.0	1000.6	990.6	10	-	2.4
5	214	83.5	2302.5	1922.6	379.9	0.66	92.6
6	313	56.2	3367.6	1892.6	1475.0	2.5	359.7
7	342	50.8	3679.6	1869.2	1810.4	3.1	441.6
8	289	63.6	3109.4	1977.6	1131.8	1.9	276.0
9	175	87.5	1882.9	1647.5	235.4	0.4	57.4
10	65	99.4	700.0	693.0	7.0	-	1.7
11	19	100.0	204.0	204.0	0	-	-
<b>ANUAL</b>	<b>1523</b>	<b>69.0</b>	<b>16386.5</b>	<b>11337</b>	<b>5049</b>	<b>8.6</b>	<b>1231</b>

### ENERGIA ANUAL NECESARIA METODO LANL - FAS MENSUAL



## 5 - SIMULACION TERMICA

La simulación térmica nos indica el comportamiento ambiental para una solicitud determinada. Se ha simulado el día 1 de agosto, esperando obtener para ese día temperaturas relativas dentro de la zona de confort. La escala de la radiación solar, en todos los gráficos, es la siguiente: RS en  $W/m^2/30-10$ .

El gráfico N°1 indica la temperatura resultante del SUM y el promedio ponderado por el volumen de todos los ambientes del edificio. Como puede observarse la temperatura del SUM alcanza los 20°C y se mantiene por encima de los 17°C durante las horas de uso diario. En el gráfico N°2 se puede observar la temperatura de los dormitorios que se mantiene entre los 15 y 18°C y la del muro acumulador alcanza los 40°C.

La temperatura de los locales que se ubican del lado sur del edificio (cocina laboratorio y sanitarios) se mantiene entre los 14 y 15°C. (Graf. 3)

Cabe destacar que si bien ésta temperatura es menor en el caso de la cocina, tiene aportes adicionales durante la preparación de los alimentos, que no están considerados en el proceso de cálculo. Sólo el laboratorio y los sanitarios requerirán aportes de calor adicional.

## 6 - COSTOS

El Ministerio de Medio Ambiente ha realizado el presupuesto de obra. El monto total es de \$ 134017.00. El costo por m<sup>2</sup> es de \$ 517.92. La inversión necesaria para solarizar el edificio se indica a continuación:

El sobrecosto de las estrategias de conservación y sistemas solares es:

Aislación en muros: 5 cm de poliestireno expandido, metal desplegado y revoque =	\$ 3092.00
Aislación en fundaciones : 5 cm de poliestireno expandido =	\$ 451.00
Aislación en techos : 2.5 cm de poliestireno expandido adicionales, 5 cm de concreto con copos de poliestireno expandido =	\$ 1023.00
Vidrios adicionales =	\$ 1368.00
Ventanas : 30 % del valor de obra por doble contacto y burletes =	\$ 4430.00
Cortinas de PVC en dormitorios y muros acumuladores =	\$ 484.00

**TOTAL** **\$ 10848.00**

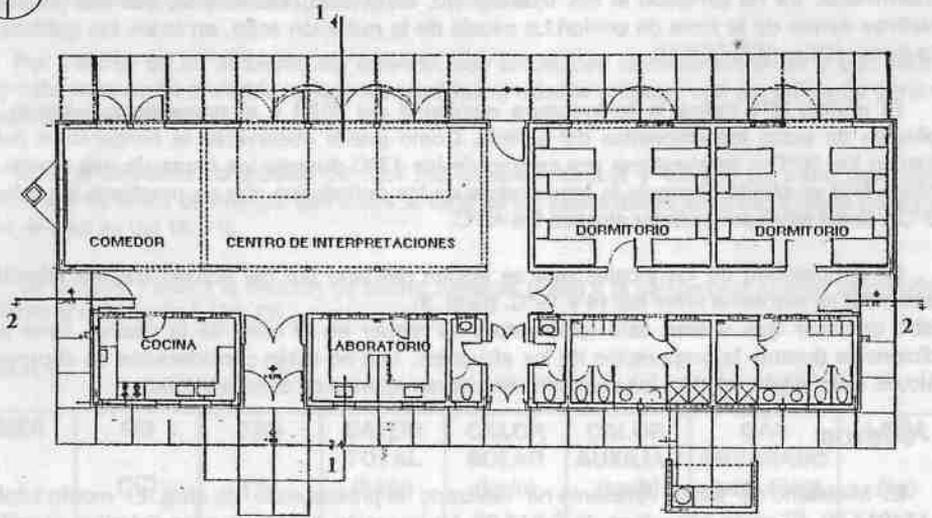
Estas medidas implican un 8.09% respecto al costo total del edificio terminado, incluyendo IVA en los materiales.

## 7 - CONCLUSIONES

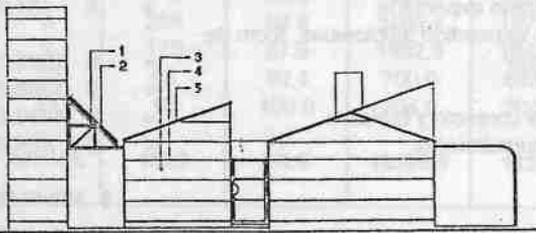
El edificio del Centro de Interpretación de la Reserva de Ñacuñán, al igual que las dos casas solares que completan la infraestructura constituyen un importante ejercicio de transferencia. Su impacto no se circunscribe al ámbito local o provincial sino que trasciende al nacional e internacional dado que la Reserva será foco permanente de actividades científicas con la asistencia de investigadores y pasantes de todo el país y del exterior.

## 8 - REFERENCIAS

- (1) - Informe : "CONSTRUCCION Y REHABILITACION DE INFRAESTRUCTURA BASICA EN AREAS NATURALES PROTEGIDAS". Programa de Saneamiento Financiero y Desarrollo Económico de las Provincias Argentinas (PSF - DEPA) Convenio BIRF 3280/AR y BID 619/OC - AR.
- (2) - Koenisberg O.H., Ingersoll T.G., Maythew A., Szokolay S.V. "VIVIENDAS Y EDIFICIOS EN ZONAS CALIDAS TROPICALES". Ed. Paraninfo, Madrid, 1977.
- (3) - Balcomb J: D: et al "PASSIVE SOLAR DESIGN HANDBOOK". Vol. 2. American Solar Energy Society, Boulder, N.Y.
- (4) - Casameiro M. , Saravia L. (1984). "CALCULO TERMICO HORARIO DE EDIFICIOS". Actas de la 9ª Reunión de Trabajadores ASADES. San Juan, Argentina.

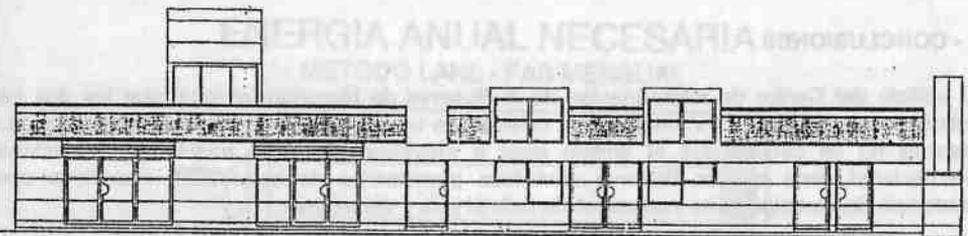


PLANTA

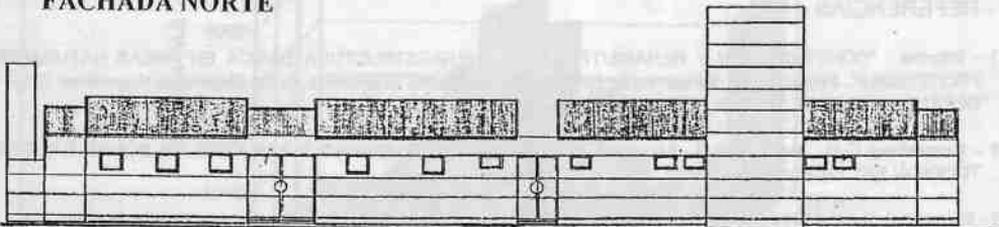


FACHADA ESTE

- 1 - SOPORTE CAÑO ESTRUCTURAL
- 2 - COLECTOR SOLAR
- 3 - REVOQUE
- 4 - BUÍA METALICA
- 5 - CHAPA TRAPEZOIDAL



FACHADA NORTE



FACHADA SUR

FIGURA 1: PLANTA Y FACHADAS

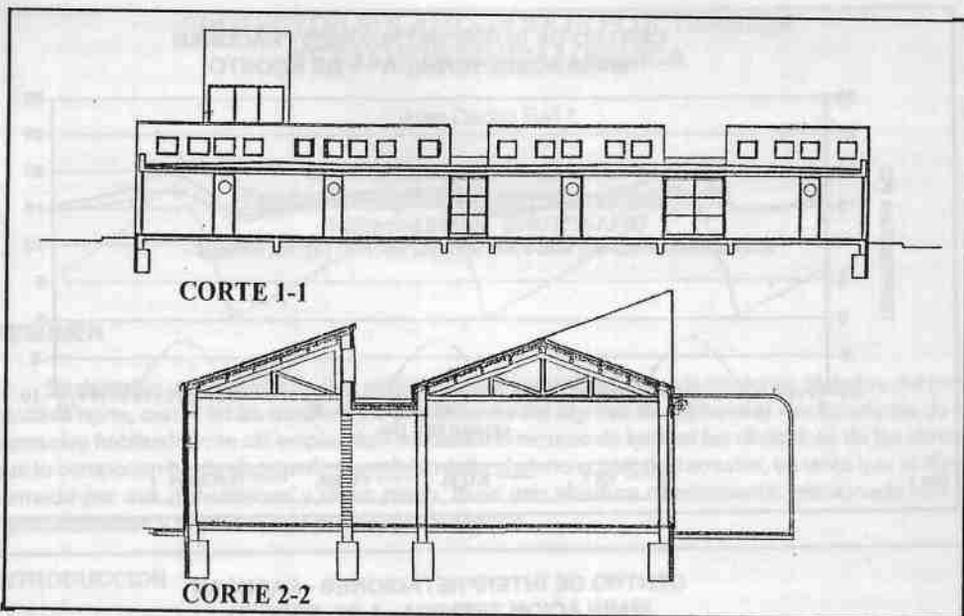


FIGURA 2 : CORTES

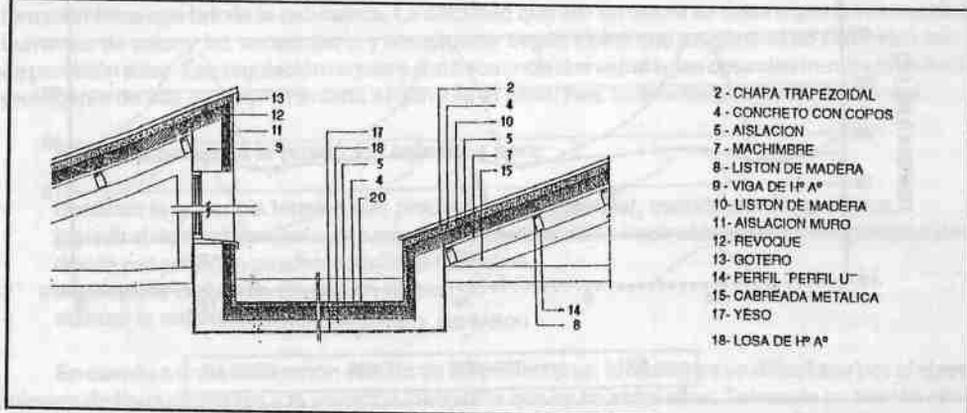


FIGURA 3 : CORTE TRANSVERSAL DE CUBIERTA

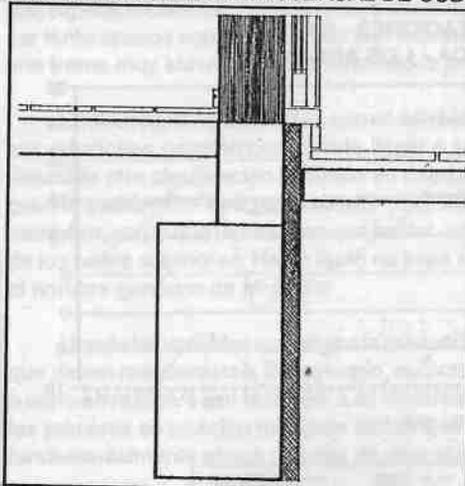


FIGURA 4 : FUNDACIONES

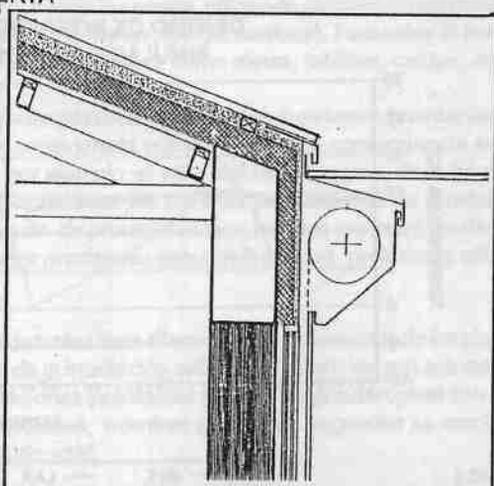


FIGURA 5 : PROTECCION DORMITORIOS

CENTRO DE INTERPRETACIONES - ÑACUÑAN  
SIMULACION TERMICA - 1 DE AGOSTO

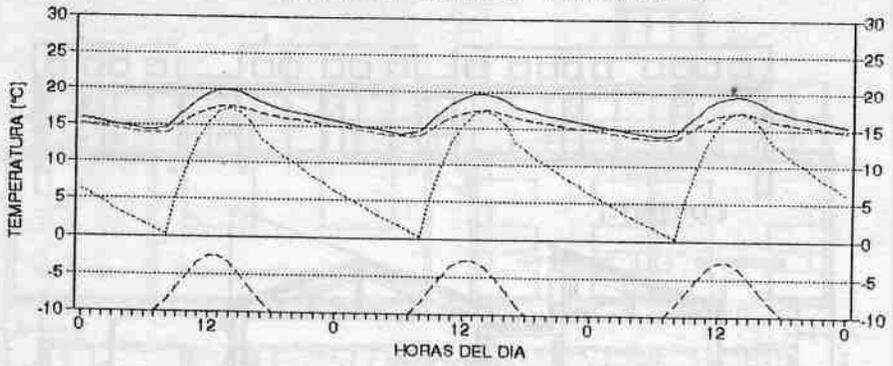


FIG.1

EXT. S.U.M. PROM. R.SOLAR

CENTRO DE INTERPRETACIONES - ÑACUÑAN  
SIMULACION TERMICA - 1 DE AGOSTO

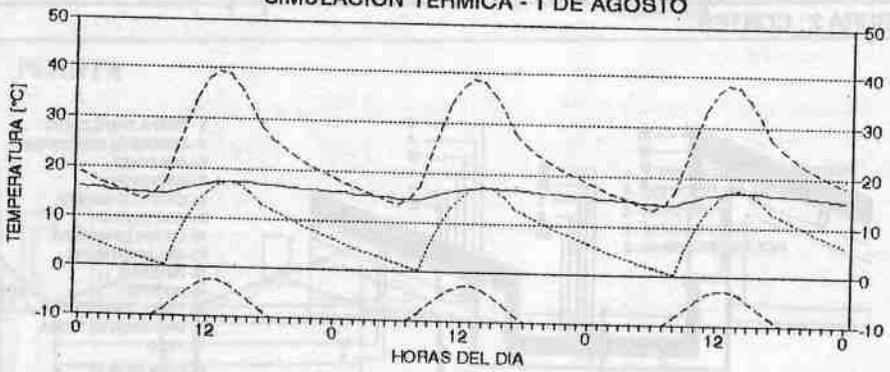


FIG.2

EXT. TROMBE DORM. R.SOLAR

CENTRO DE INTERPRETACIONES - ÑACUÑAN  
SIMULACION TERMICA - 1 DE AGOSTO

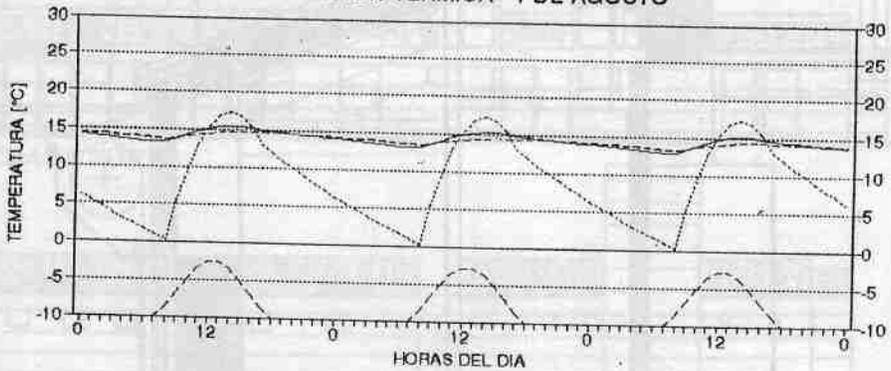


FIG.3

EXT. LAB. PAS. R.SOLAR