

DISEÑO BIOCLIMATICO Y DAYLIGHTING EN UN EDIFICIO ESCOLAR RURAL - PROYECTO Y PREDICCIÓN DE COMPORTAMIENTOS ENERGETICO AMBIENTALES.

Basso, M#; de Rosa, C**; Esteves, A.* y Pattini, A.##.
Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda (LAHV-CRICYT)
Casilla de Correo 131 - 5500 MENDOZA

Lesino, G.** y Saravia, L.*** (Asesores)
Instituto Nacional de Energías No-Convencionales (INENCO - UNSA)
Buenos Aires 177 - 4400 SALTA

Guisasola, M. (Documentación para licitación)
Dirección de Arquitectura y Urbanismo. Ministerio de Obras y Servicios
Públicos de Mendoza (DAU-MOSP)

RESUMEN

Se presenta el anteproyecto y los valores predichos de comportamientos energéticos (SRLR - LANL) y ambientales (SIMEDIF) del edificio de la Escuela Técnico Agraria N° 4-227, a construirse en 1994, en la localidad de Alto Verde del Departamento de San Martín, a 50 km. al Este de la ciudad de Mendoza.

Si bien los valores calculados se encuentran dentro de los rangos aceptables, la escala y complejidad del edificio requieren una serie de estudios de alternativas técnicas para optimizar los valores obtenidos, principalmente: transferencia de calor desde el invernadero a aulas y espacios adosados en planta baja, control de la humedad generada por riego dentro del invernadero y ventilación adecuada de aulas.

Los aspectos de comportamiento lumínico, constituyen por su importancia, un trabajo separado.

1- INTRODUCCION

El proyecto de la escuela Técnico-Agraria N° 4-227, a construirse en 1994, en la localidad de Alto Verde, departamento de San Martín en la Zona Este de la Provincia de Mendoza, fue realizado dentro del Acta-Acuerdo de Colaboración suscripta en 1991 entre el CRICYT y el Ministerio de Obras y Servicios Públicos de Mendoza (MOSP). La labor se realizó con financiamiento del Proyecto N° 15 del Programa de Ciencia y Técnica de la Provincia.

El programa arquitectónico es típico de un establecimiento secundario para 250 alumnos por turno, compuesto por: 9 aulas, espacios para uso social, administración y servicios. Una característica esencial del programa, es la necesidad de invernaderos para cultivo de hortalizas o plantas de flores, con fines didácticos y de producción para la venta.

#	Profesional Principal	CONICET
##	Bechario Perfeccionamiento	"
*	Investigador Asistente	"
**	" Independiente	"
***	" Principal	"

2- LOCALIZACION GEOGRAFICA Y CLIMA

La localidad de Alto Verde , se encuentra en una zona bajo riego del oasis Norte, a aproximadamente 10km. al este de la ciudad de San Martín, villa cabecera del departamento homónimo, cuyas coordenadas geográficas son:

Latitud: -33,08 ° Longitud: 68,42 ° Altitud: 613 msnm

La ciudad de San Martín cuenta con una estación del SMN, de cuyos datos correspondientes a los últimos 20 años se han calculado los siguientes indicadores climáticos:

GD anuales de Calefacción (B18 ° C)	1,465
GD anuales de Enfriamiento (B 23 ° C)	156
Radiación Solar Global Media Anual (MJ/m2)	19,8

3- DISEÑO Y TECNOLOGIA

El predio rural destinado al establecimiento escolar, incluye áreas para cultivos, chacra, granja y una minifábrica. El sector correspondiente al edificio tiene un área de 7000m², con una extensión de 100m del lado norte.

El edificio se ubica del lado sur de dicho sector, con acceso directo desde la calle y respetando la orientación óptima, con una desviación aproximada de 10° respecto a las directrices principales del terreno.

Se trata de un edificio de tipología lineal en dos plantas con máxima exposición al norte.

Las premisas básicas para el partido arquitectónico son las siguientes:

- Ubicación de los espacios principales alineados sobre la fachada norte. En planta baja espacios de uso social y administrativo y aulas en planta alta, para permitir una ventana de iluminación superior. En ambas plantas, los espacios de servicio se alinean sobre el lado sur del volumen.
- Los invernaderos para cultivo requeridos por el programa arquitectónico, se integran al edificio sobre su costado norte constituyendo para los espacios de ambas plantas el sistema principal de calefacción solar.
- En planta alta, los espacios de esparcimiento ubicados del lado sur del edificio, reciben el beneficio de ganancia solar directa a través de ventanas superiores(Fig 1 y 2).

No se ha requerido una instalación fotovoltaica, dado que el predio semi-rural se encuentra servido por la red de energía eléctrica general.

Los principales datos numéricos del edificio, son los siguientes:

Superficie cubierta	1605 m ²
Superficie del invernadero	236 m ²
Volumen del edificio	6153m ³

Desde el punto de vista tecnológico, el edificio hace uso pleno de los sistemas constructivos más difundidos regionalmente:

Techos: losetas cerámicas, aislación térmica de poliestireno expandido (0.075m), cámara de aire y chapa trapezoidal de aluminio K= 0.44 w/m² °C (en pendiente) 0.32w/m² °C (horizontales).

Muros : mampostería de ladrillón, aislación térmica exterior (0.05) y revoque exterior de protección.

$K = 0.59 \text{ w/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$.

Fundaciones: cimientos corridos de hormigón ciclópeo y aislación térmica exterior (0.05m).

$K = 0.72 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$.

Ventanas exteriores: Marcos y hojas de chapa doblada N ° 18 con dobles contactos y burletes. Dobles vidrios en todas las ventanas.

$K = 3.8 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$

El cierre del invernadero adosado, está constituido por perfiles metálicos que enmarcan placas de policarbonato de 12 mm de espesor en su tramo inclinado y por vidrio doble transparente en el tramo vertical inferior(Fig 3).

En verano, la protección del invernadero está prevista mediante el tensado de un elemento exterior de sombra sobre la superficie en pendiente y una serie de aberturas superiores al exterior, operables desde una pasarela de servicio, para salida del aire caliente estratificado.

Los principales indicadores de conservación son los siguientes:

.Coeficiente Global de Pérdidas: $2871.8 \text{ W/ } ^\circ\text{C}$

.Coeficiente volumétrico de pérdidas (G): $0.46 \text{ W/ } ^\circ\text{Cm}^3$

La transferencia de calor entre el invernadero y los espacios de ambas plantas adosadas al mismo, plantean dificultades particulares de predicción, considerándose por el momento varias alternativas:

.Radiación directa ingresando, a través del invernadero, por superficies vidriadas entre espacios e invernadero.

.Transferencia por conducción a través de muros de mampostería ciegos entre los mismos espacios.

.Transferencia por convección natural mediante apertura de ventanas o puertas entre los mismos espacio, según se indica en planos.

.Puede considerarse además la transferencia convectiva forzada, utilizando pequeños ventiladores ubicados en la parte superior del muro de cierre entre el invernadero y las aulas.

Otro aspecto aún no estudiado es el de la importante generación de vapor de agua en el invernadero, que tiene una superficie de tierra regada de 190m^2 . La misma podría ingresar a las aulas con el aire caliente, alterando la situación de confort y eventualmente produciendo condensación sobre la ventana superior del aula.

4- PREDICCIÓN DEL COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO.

El cálculo predictivo se ha realizado utilizando, el método SRL del LANL, considerando un modo de transferencia de calor desde el invernadero a los espacios, combinada entre muro de mampostería (conducción) SS A3 y muro aislado (convección) SS A7. Los valores principales obtenidos del cálculo son los siguientes:

.Coeficiente Neto de Pérdidas (CNP):	683 W/ °C
.Area Colectora	(AC)
Invernadero Adosado (proyección vertical):	405m ²
Ganancia Directa :	90m ²
Fracción de Ahorro Solar (FAS) 24 horas :	51.2%

5- PREDICCIÓN DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO

Se realizaron estudios de simulación del comportamiento térmico del edificio, utilizando el modelo SIMEDIF, para una secuencia de días claros típicos del mes de agosto. Se supuso que las conexiones entre invernadero y espacios adosados, principalmente aulas, se producen por modo

radiante y conductivo, a través de aberturas vidriadas y muro de mampostería común, sin aislar. No se consideraron conexiones convectivas.

Los resultados de la simulación, se ilustran en forma gráfica en la Fig. 4 y los resultados relevantes pueden sintetizarse como sigue:

Espacio	TBS max. (° C)	TBS min. (° C)
Invernadero	28	15
Aulas	26	19
Ambiente (exterior)	19	4

CONCLUSIONES PROVISORIAS

El edificio de la Escuela Técnico Agraria de Alto Verde, plantea, por su escala y complejidad, una serie de problemas higrotérmicos cuya solución no está claramente resuelta hasta el momento. El forzado de procesos de transferencia convectiva controlada, puede mejorar notoriamente los comportamientos térmicos debidos a intercambios puramente pasivos.

Otro aspecto aún no definido, es la tasa de renovación de aire necesario para mantener adecuadas condiciones de higiene y salubridad en aulas. Se parte de la base que desde el punto de vista de la situación energética en invierno, no es posible cumplir con lo prescrito por el Código Rector de arquitectura Escolar: 8 RAH. En los meses más cálidos: marzo, noviembre y diciembre, este cumplimiento sería deseable y podría obtenerse mediante ventilación cruzada, con el aire exterior ingresando por las ventanas al sur, a través de aulas y saliendo del edificio del lado norte, por las ventanas superiores por convección natural o convección forzada a través de la parte superior del invernadero.

Los aspectos de iluminación natural de aulas, por su importancia, se presentan como un trabajo separado.

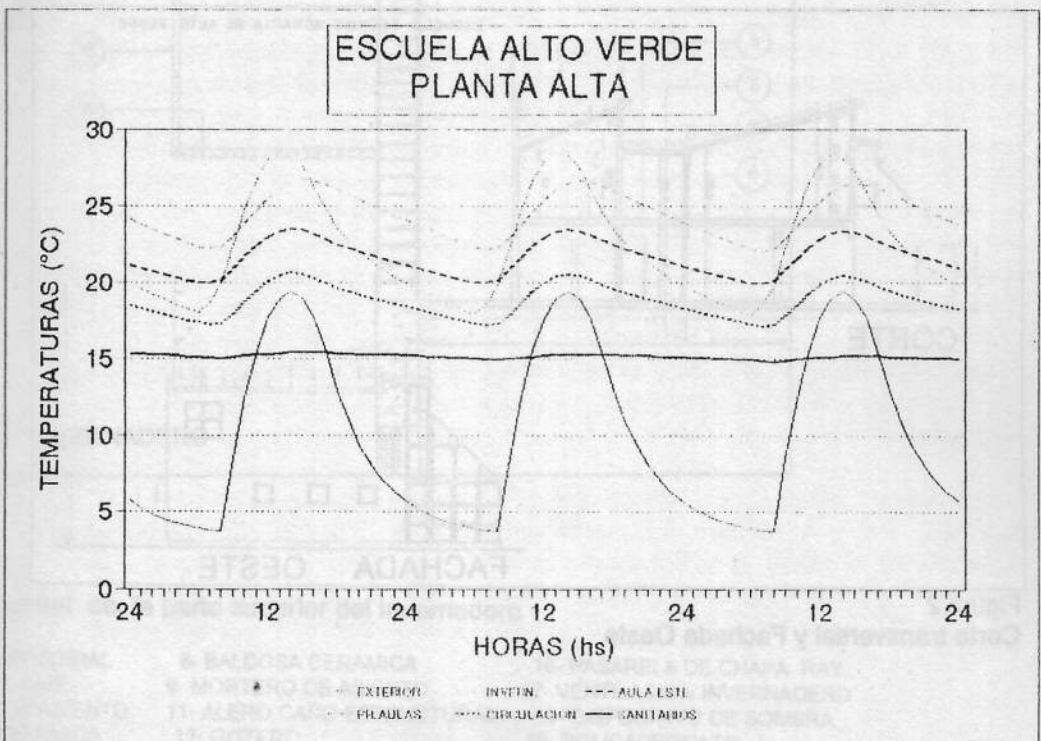
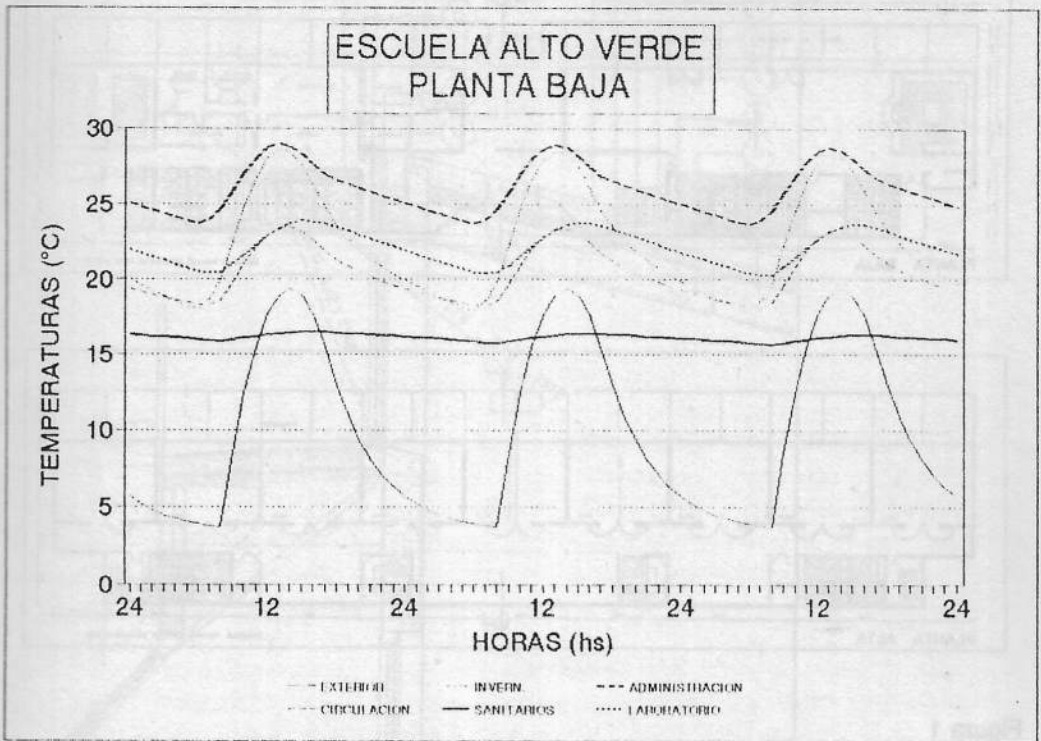
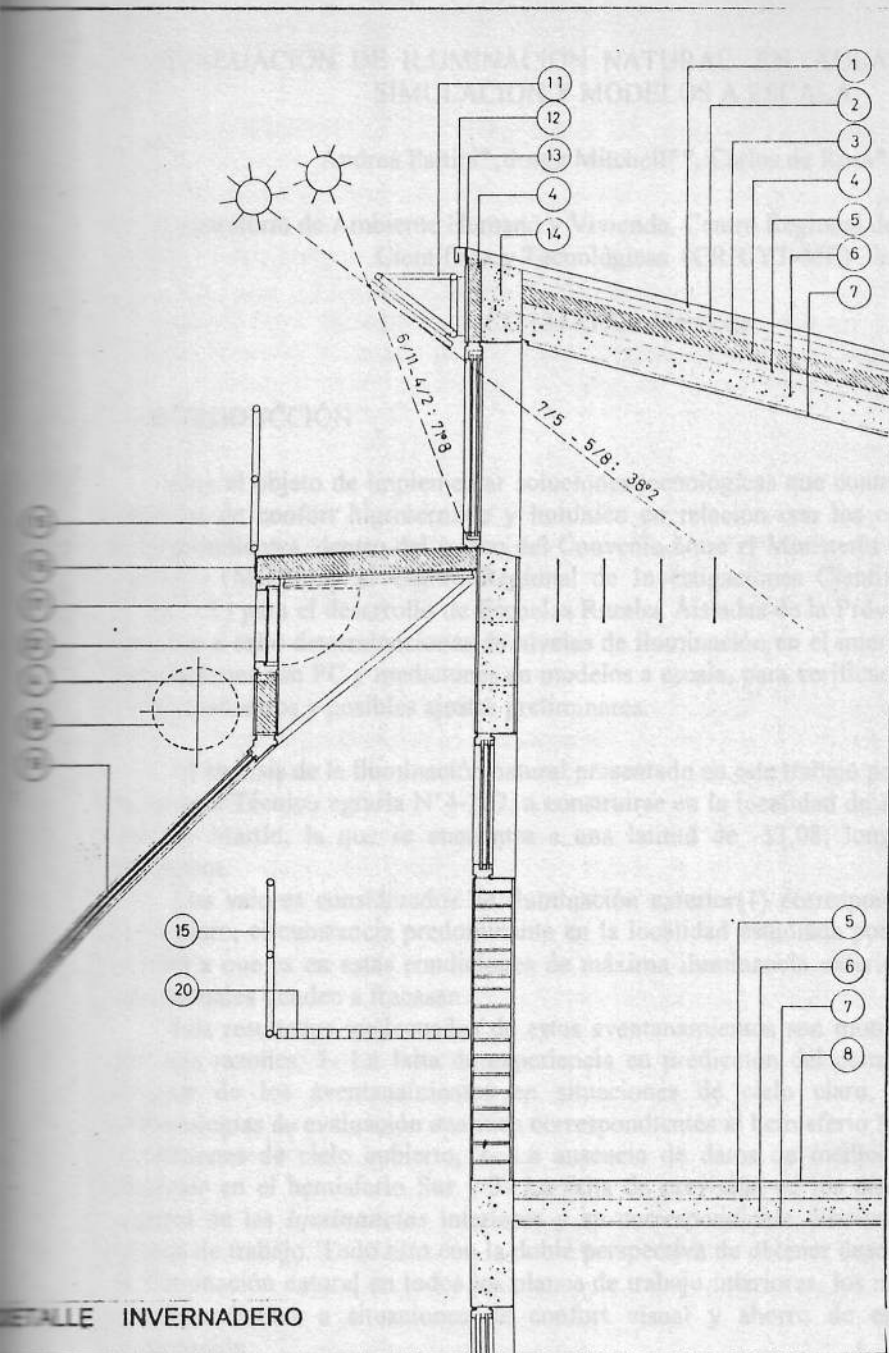


Figura 4: Simulación de temperaturas en espacios interiores de planta inferior y superior



DETALLE INVERNADERO

Figura 3
Sección transversal de la parte superior del Invernadero

- | | | |
|---------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| 1- CHAPA TRAPEZOIDAL | 8- BALDOSA CERAMICA | 16- PASARELA DE CHAPA RAY. |
| 2- CAMARA DE AIRE | 9- MORTERO DE ASIENTO | 17- VENTILACION INVERNADERO |
| 3- MORTERO DE ASIENTO | 11- ALERO CAÑO ESTRUCTURAL | 18- DISPOSITIVO DE SOMBRA |
| 4- AISLACION TERMICA | 12- GOTERO | 19- POLICARBONATO |
| 5- CHAPA DE COMPRESION | 13- REVOQUE | 20- PASARELA METALICA SERV. |
| 6- BALDOSA CERAMICA HUECA | 14- VIGA DE H ¹ ARMADO | 22- EXTRACTOR DE AIRE |
| 7- REFORZAMIENTO DE YESO | 15- BARANDA CAÑO ESTRUCTURAL | |