

PRIMERA EXPERIENCIA DE UNA ESCUELA SOLAR EN UN ECOSISTEMA ARIDO DE LA PROVINCIA DE LA PAMPA. PRIMEROS RESULTADOS DE SU COMPORTAMIENTO ENERGETICO.

C. Filippín¹ y M. De La Mata²

CONICET - Ministerio de Cultura y Educación de La Pampa
Spinetto 785 - C.C. 132 (6300) Santa Rosa, La Pampa
Tel Fax 0954 34222

RESUMEN

La localidad de Algarrobo del Aguila se encuentra ubicada en el oeste de la provincia de La Pampa, a 36°26', 67°09' y 320m de latitud, longitud y altura sobre el nivel del mar, respectivamente. El proyecto del edificio escolar se desarrolló en una tira que ubica a la zona de aulas al Norte, y los servicios y la administración al Sur. Los aventanamientos al norte permiten una ganancia directa de los aportes solares en invierno. La envolvente vertical y superior posee aislación de poliestireno expandido de 0.04 y 0.08m respectivamente de espesor. El edificio fue evaluado térmicamente utilizando el modelo de simulación SIMEDIF, alcanzando las aulas temperaturas interiores de 18°C sin calefacción auxiliar para el mes de agosto con cielo claro. La fracción de ahorro solar calculada fue del 62,7%. La evaluación lumínica se realizó para junio, agosto y noviembre, con valores resultantes entre 300 y 500 lux. Los primeros resultados de la evaluación térmica iniciada en el mes de Julio de 1995, en condiciones de uso real, son satisfactorios. El consumo de kerosene como calefacción auxiliar es de 10 litros cada 3 días.

INTRODUCCION

Más del 75% de nuestro país posee climas áridos y semiáridos. A este porcentaje La Pampa aporta su región árida centro-occidental con un área que abarca el 53% del territorio provincial. Estas regiones con ambientes altamente sensitivos poseen extremos climáticos que son realidades básicas al momento de tomar decisiones. La precipitación mínima y su variabilidad, elevados niveles de intensidad de radiación solar, importantes variaciones estacionales y diarias de la temperatura, y elevados albedos caracterizan a esta extensa región.

La localidad de Algarrobo del Aguila según una clasificación macroambiental simplificada de la provincia de La Pampa en función de aspectos geomorfológicos, altimétricos, pluviométricos y fitogeográficos pertenece a la región árida que toma parte del Centro, Sud y Oeste provincial y cubre un área de terrazas basálticas, suelos de elevada dureza, altimetría creciente hacia el N.O. (300 a 1.000m sobre el nivel del mar), elevados albedos y un régimen pluviométrico que responde a un ambiente típicamente desértico.

Su vegetación es también típicamente desértica, con predominio del monte bajo, achaparrado y arbustos xerófilos. La región acusa una densidad poblacional de 0.06 a 0.1 hab./km², el mayor porcentaje de necesidades básicas insatisfechas y el mayor índice de analfabetismo de la provincia. Se localiza al noroeste de la provincia, en la región descripta, y a 36°26', 67°09' y 320m de latitud, longitud y altura sobre el nivel del mar, respectivamente.

¹ Investigadora Asistente - CONICET . Spinetto 785 - C.C. 132 - (6300) Santa Rosa, La Pampa.

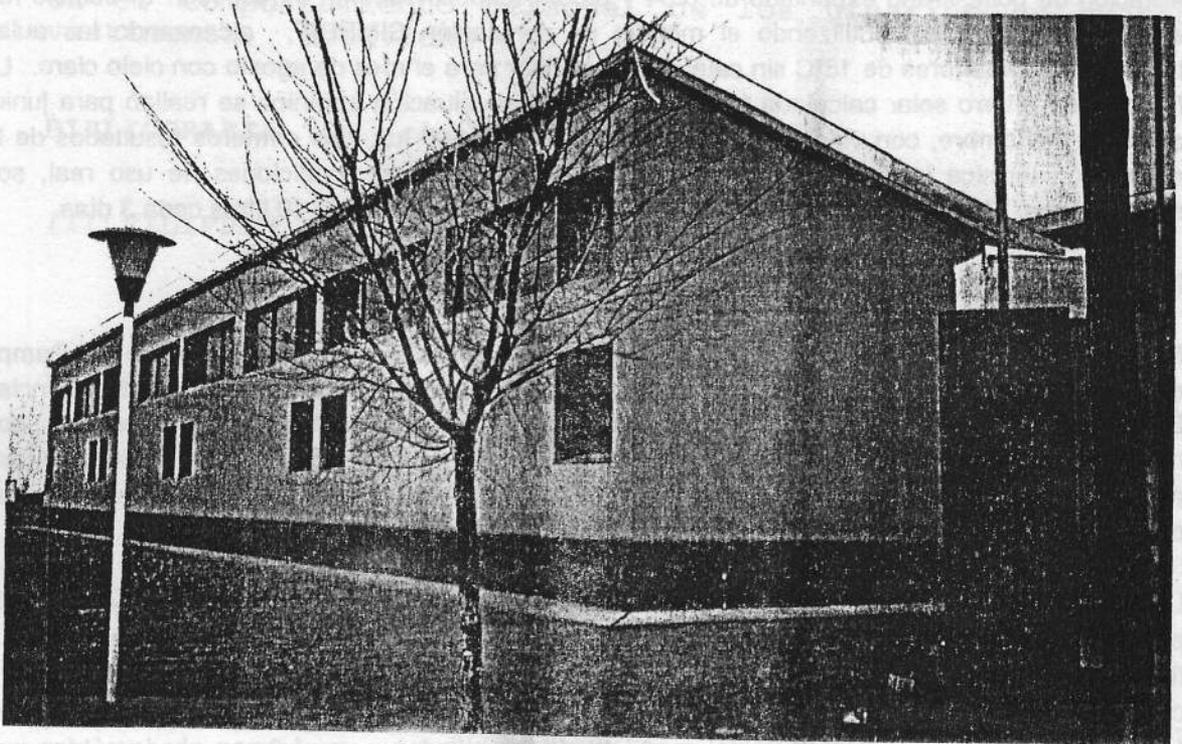
² Técnico del Ministerio de Cultura y Educación de la Provincia de La Pampa.

Al carecer la localidad de datos climáticos, debieron emplearse, para evaluar energéticamente el edificio valores correspondientes a Santa Isabel, población distante a 80km de aquella. Los datos corresponden a registros del Servicio Meteorológico Nacional, período 1961/1970.

Del climograma de OLGAY se dedujo que, las condiciones exteriores medias de Noviembre, Diciembre, Enero, Febrero y Marzo permanecen dentro del área de confort. Los meses restantes permiten acceder al confort, con radiación solar. El máximo asoleamiento y la minimización de las pérdidas térmicas fueron pautas de diseño determinantes en el edificio escolar.

Con el fin de evaluar térmicamente el edificio se empleó el Modelo de Simulación Térmica SIMEDIF [1] y el Método SLR, Relación Carga Térmica/ Colector [2] para definir la Fracción de Ahorro Solar y, luego, el Consumo Anual de Energía Auxiliar.

RESULTADOS



El proyecto fue elaborado a través de un convenio entre CONICET, la Subsecretaría de Planeamiento Educativo de la Provincia de La Pampa y el Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda dependiente del CRICYT de Mendoza [3]. Se desarrolló en una tira de 8 módulos de 7,20 * 6,20m con una superficie total de 357 m², (Figura 1). Mediante un quiebre en la estructura resistente de la cubierta, además de las aulas, poseen iluminación cenital, la administración, salón de usos múltiples y servicios. (Figura 2). La estructura está compuesta de vigas, columnas y encadenados de cemento y dinteles arriostrados de hormigón armado.

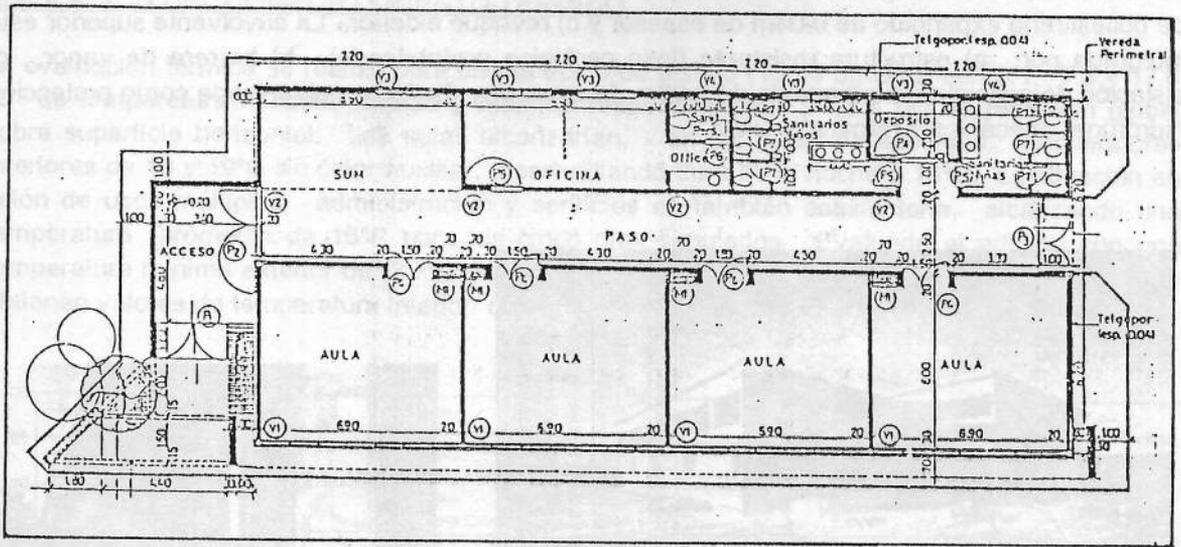


Fig. 1. Planta

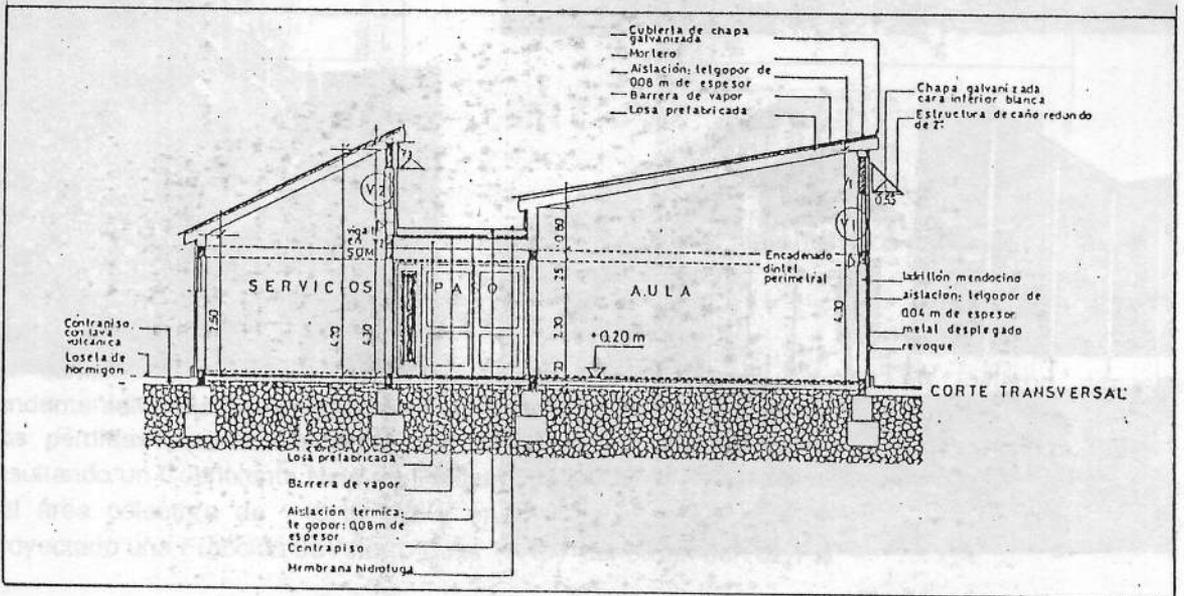


Fig. 2. Corte Transversal

La ganancia directa de energía solar en el edificio quedó definida a través de aventanamientos cenitales, correspondiendo 28,80 m² de ganancia directa al sector aulas (7,20 m²/módulo) y 17,30 m² al sector administración, salón de usos múltiples y servicios (4,30 m²/módulo). La carpintería se resolvió con marcos y hojas de madera en módulos de 1,10 * 7m en aulas y 0,60 * 7m en salón de usos múltiples, servicios y administración. En las aulas y hacia sus extremos, se incorporaron módulos de carpintería bajo el dintel de hormigón para proveer, visuales hacia el exterior y ventilación cruzada. Las áreas transparentes se resolvieron con láminas perfiladas de policarbonato. Se incluyen en el proyecto aleros de 0.55m de ancho para garantizar el sombreado de los aventanamientos cenitales en los meses de verano, los que aún no han sido colocados.

La envolvente vertical quedó constituida por: a) paramento de ladrillón mendocino, b) aislación de poliestireno expandido de 0.04m de espesor y c) revoque exterior. La envolvente superior está integrada por: a) estructura resistente (losa cerámica prefabricada), b) barrera de vapor, c) aislación de poliestireno expandido de 0.08m de espesor y d) chapa galvanizada como protección hidrófuga, mecánica y térmica.

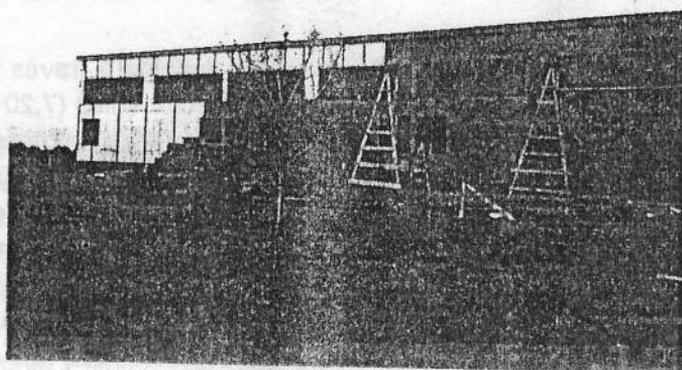
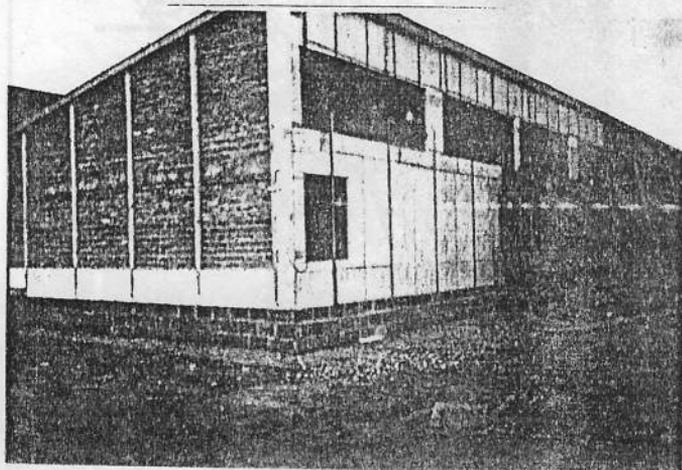
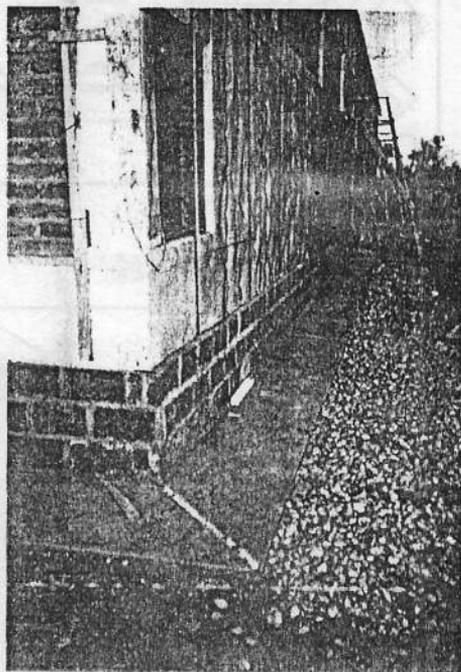


Fig.3. Detalles Constructivos

SIMULACION DEL COMPORTAMIENTO TERMICO.

La evaluación térmica se realizó para un día típico de diseño (10 de agosto) con 0.1, 7.8 y 17.6 °C de temperatura mínima, media y máxima respectivamente y 13.6 MJ de radiación global sobre superficie horizontal. Las aulas alcanzarían, en las horas de actividad, temperaturas interiores de 18 y 19°C sin calor auxiliar, descendiendo durante la noche a 14°C. La situación en salón de usos múltiples, administración y servicios es también satisfactoria, alcanzando una temperatura promedio de 16°C para los cinco días simulados. Evaluado el edificio con una temperatura mínima exterior de -3.7°C para el mes de Junio, para cielo claro y cielo cubierto, se obtienen valores de temperatura interior de 16°C y 14°C respectivamente.(Figura 3 y 4).

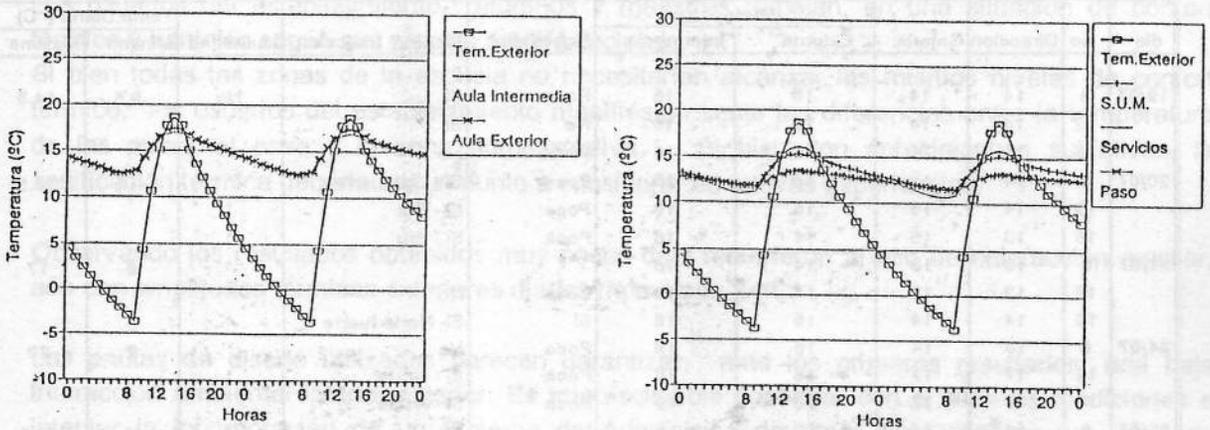


Fig.4. Simulación del Comportamiento Térmico para el 1 y 2 de agosto

CALCULO DE LAS NECESIDADES DE CALOR AUXILIAR.

La cantidad de energía solar necesaria en un espacio interior en invierno depende fundamentalmente de la cantidad de pérdidas de calor al exterior a través de la piel del edificio. Las pérdidas por transmisión y por infiltración constituyen las pérdidas totales del edificio, resultando un Coeficiente Neto de Pérdidas (CNP) de 657,9 W/°C (Watt/°C). Siendo la superficie del área colectora de 46,10 m² y en función del CNP obtenido, corresponde al edificio proyectado una Fracción de Ahorro Solar (FAS) del orden del 62,7%

El Calor Auxiliar Anual (CAA) resultante, en relación a los grados-día considerados, base 16°C,(GDAnual=1252 °C), el CNP y la FAS, es de 7373,7 Kwh/año para 24 hs diarias de calefacción. Considerando un funcionamiento del edificio escolar de 8hs diarias, el calor auxiliar anual sería de 2.433,3 Kwh/año equivalente a 453 litros de kerosene.

COMPORTAMIENTO TERMICO REAL DEL EDIFICIO

Debido a que el instrumental, termómetro de registro simple, para iniciar las evaluaciones es escaso y las condiciones para iniciar un plan de monitorización no son óptimas, los primeros resultados que se obtienen de las mediciones se consideran válidos para evaluar en una primera aproximación el comportamiento térmico del edificio.

Las mediciones son realizadas por los propios alumnos del establecimiento bajo la dirección de sus maestras como experiencia educativa, para ser presentada a las autoridades del Ministerio de Educación de la Provincia de La Pampa.

La Tabla 1 muestra los resultados obtenidos, aclarando cuando correspondió el uso de calefacción auxiliar. Las variables del ambiente exterior son suministradas por una Empresa Vial radicada en la localidad. La Figura 3 muestra el comportamiento térmico de las aulas, externa e intermedia, para Junio y según el modelo de simulación empleado. Ante situaciones climáticas exteriores similares, el comportamiento térmico del ambiente interior de las aulas en condiciones reales de uso y los valores obtenidos en la simulación realizada se aproximan.

Tabla 1: Comportamiento Térmico del Edificio - Primeros Resultados

TEMPERATURAS INTERIORES (C)						VARIABLES CLIMATICAS EXTERIORES					
dia	ho	Direccion	Galeria	Aula		Nubosidad	Viento y Direccion	Humedad	Temp.Diaría (C)		
				Externa	Intermedia				Minima	Maxima	
19/07	8	14	14	15	15	Poca	Si	No	-9.5	14.5	
	12	14	14	15	16	No	Si	.			
	16	15	14	15	16	Poca	No	.			
20/07	8	14	14	14	15	Poca	Si - Sur fuerte	.	-10	18.5	
	12	14	15	15	16	Poca	Si - Sur	.			
	16	13	15	14	16	Poca	Si - Sur	.			
21/07	8	13	13	14	16			.	8	17	
	12	13	13	14	15	Poca	No	.			
	16	14	14	15	16	Si	Si - Norte fuerte	.			
24/07	8	15	14	15	16	Poca	No	.	7	20	
	12	17	17	18	18	Poca	Si - Norte	.			
	16	17	17	18	19	Poca	Si - Norte	.			
25/07	8	14	11	18	15	No	No	.	-5	20.5	
	12	17 c/c	15 c/c	17 c/c	20 c/c	No	No	.			
	16	17	15	17	19	No	Si - Norte	.			
26/07	8	14	13	15	16	Si	Si - Sur	.	3	17	
	16	18	15	17	18	No	No	.			
	20	13	14	14	15	No	No	.			
27/07	8	15 c/c	15 c/c	15 c/c	16 c/c	Poca	No	.	-4.5	20.5	
	12	18 c/c	19 c/c	20 c/c	20 c/c	No	Si - Noreste	.			
	16	18 c/c	20 c/c	20 c/c	21 c/c	Poca	Si - Noreste	.			
	20	14 c/c	15 c/c	15 c/c	16 c/c	Poca	No	.			
28/07	8	14	14	14	15	No	Si-Norte	.	-5	23	
	12	18 c/c	15	17 c/c	18 c/c	No	No	.			
	16	18	18	18	20	No	Si-NE, muy fuerte	.			
29/07	8	14	15	15	16	Día de lluvia		Si	2	12	
	16	15	18	18	17						

Referencia: la temperatura acompañada de c/c significa con calefaccion auxiliar

CALEFACCION AUXILIAR

La ocupación del establecimiento escolar se inicia a las 8hs y se prolonga hasta las 17hs. Se emplean, en el primer mes de las mediciones y según el informe del personal, 10 litros de kerosene cada 3 días. Considerando cuatro meses como período crítico invernal corresponderían 280 litros, cifra inferior a la calculada en la etapa del proyecto, valor que deberá ser ratificado o rectificado al final del período crítico.

CONCLUSIONES

Considerando la situación desfavorable en que fue construída la obra con ausencia de un director y/o un representante técnico, en una localidad distante de centros urbanos, con escasa disponibilidad de mano de obra, los resultados pueden considerarse auspiciosos.

De esta experiencia y desde el punto de vista constructivo, surge que deberían evitarse las alfajías de madera y el metal desplegado como estructura de soporte del revoque exterior. El uso de madera no estacionada y condiciones climáticas adversas provocaron movimientos importantes y como consecuencia fisuras y grietas en los revocos exteriores que debieron sellarse con productos especiales.

El uso de policarbonato en las áreas transparentes requiere de una correcta especificación técnica en cuanto a su colocación para evitar su carga estática que provoca la adherencia de partículas de arena, situación que se agrava en ambientes aislados y desprotegidos.

Los usuarios del establecimiento, alumnos y maestros trabajan, en una situación de confort térmico y lumínico según sus propias manifestaciones.

Si bien todas las zonas de la escuela no necesitarían alcanzar los mismos niveles de confort térmico, los usuarios del establecimiento manifiestan sentir las diferencias entre la temperatura de las aulas, el pasaje y la zona administrativa. Si bien son apreciaciones subjetivas, la zonificación térmica debería ser un punto a considerar en nuevas experiencias.

Observando los resultados obtenidos muy pocos días recurrieron al uso de calefacción auxiliar, aún con amplitudes térmicas exteriores diarias de más de 24°C.

Las pautas de diseño utilizadas parecen garantizar, ante los primeros resultados, una baja interacción ambiental interior-exterior. Es imprescindible continuar con el plan de mediciones e intentar la incorporación de un Sistema de Adquisición de datos para realizar un plan de monitorización durante un tiempo prolongado.

Se prevé iniciar en el año 1996, la ampliación del establecimiento en cuyo proyecto se podrán capitalizar los errores y aciertos de esta primer etapa, siendo fundamental un análisis más riguroso de la zonificación térmica del edificio.

BIBLIOGRAFIA

- [1] CASERMEIRO, M. y SARAVIA, L. (1984). Cálculo Térmico Horario de Edificios Solares. IX Reunión de Trabajo ASADES (Asociación Argentina de Energía Solar). San Juan, Argentina. 2: 7-12.
- [2] BALCOMB, J. et. al. (1983). Passive Solar Design Handbook. American Solar Energy Society, Inc. Boulder. 3: 132-137.
- [3] FILIPPIN, C., ESTEVES, A., PATTINI, A. y DE ROSA, C. (1993). Actas de la XVI Reunión de Trabajo de ASADES (Asociación Argentina de Energía Solar). La Plata, Argentina. 1: 189-196.