

## ESCUELA SOLAR PASIVA PARA LA PROVINCIA DE LA PAMPA EN EL MARCO DE LA NUEVA LEY FEDERAL DE EDUCACION.

<sup>1</sup> C. Filippín y <sup>2</sup> A. Beascochea

CONICET-UNLPam

C.C.302 (6300) Santa Rosa, La Pampa - Tel Fax 02954 434222 - E-mail:cvigli@ssdnet.com.ar

### RESUMEN

Se presenta el diseño de una escuela solar pasiva para la localidad de Catrilo, provincia de La Pampa. Áreas funcionales perfectamente definidas caracterizan el diseño adoptado. Ganancia solar directa, conservación de la energía, masa térmica, refrescamiento pasivo, iluminación natural fueron estrategias de diseño. Un Coeficiente Global de Pérdidas de 0,94 W/°C y una Fracción de Ahorro Solar del 70% determinan un Calor Auxiliar Anual, para el periodo de uso (8hs diarias), de 603 m<sup>3</sup> de gas natural. En función de las estimaciones realizadas resultaría un consumo de gas natural, para satisfacer los requerimientos térmicos, de 25 MJ y 96 MJ, por m<sup>2</sup> y por alumno respectivamente, valores inferiores a los que corresponden a un edificio escolar tradicional que consume, anualmente y en promedio para calefaccionar sus áreas, 374,4 MJ/m<sup>2</sup> y 813,6MJ/ alumno.

### LOCALIZACION GEOGRAFICA Y ENTORNO URBANO

Una clasificación macroambiental simplificada de la provincia de La Pampa en función, de aspectos geomorfológicos, altimétricos, pluviométricos y fitogeográficos, divide al territorio provincial en dos regiones muy diferenciadas, el Este y el Oeste. La región Este es la región de mayor desarrollo socio-cultural y de mayor potencialidad productiva y económica. Corresponde a un área ecológica de bosques, pastizal natural y cultivos que le otorgan un buen potencial de desarrollo agrícola-ganadero (Subsecretaría de Planeamiento, Gobierno de La Pampa, 1994). En esta región, y en una zona bioclimática templada fría subhúmeda, se ubica la localidad de Catrilo. Sus coordenadas geográficas son: 36°24' y 63°25' de latitud y longitud, respectivamente. Emplazada en un medio eminentemente agrícola-ganadero, según cifras del Censo 91, su población alcanza los 2.626 habitantes. Un plano en cuadrícula y una topografía uniforme caracterizan a la localidad. La Tabla 1 muestra los datos bioclimáticos de la región en estudio.

Tabla 1: Datos bioclimáticos

Temperaturas de bulbo Seco (°C)	Valores Anuales			Julio	Diciembre
	Media	Máx.Abs.	Mín.Abs.	Mínima Media	Máxima Media
	15.5	42	-12	1.4	31.9
Grados-día Anuales de Calefacción (Base 16°C): 1136 Grados-día Anuales de Enfriamiento (Base 23°C): 128					
Radiación Global Horizontal: 16 MJ/m <sup>2</sup> .					

### DISEÑO

La nueva estructura del sistema educativo, los contenidos actualizados, las propuestas pedagógicas de transformación no pueden prescindir de una renovación en el concepto y el uso de los espacios escolares (Ministerio de Cultura y Educación de la Nación, 1996). 6 aulas para el nivel III de la EGB (Educación General Básica), un Salón de Usos Múltiples, Talleres, Administración y Gestión, el área de Recursos Pedagógicos y Medios de Comunicación, y el sector Servicios, integran el programa de necesidades elaborado por la Subsecretaría de Planeamiento Educativo de la Provincia de La Pampa. En función de las áreas funcionales detalladas, fueron pautas de proyecto el uso eficiente de la energía y el empleo de herramientas bioclimáticas de diseño, con una inversión inicial similar a una construcción tradicional. Una escuela abierta a la comunidad, con espacios que puedan ser usados además por otras instituciones, y el desarrollo de todas las áreas funcionales en una sola planta, definen el partido adoptado. Fueron estrategias de diseño, acentuamientos al Norte en todas las áreas funcionales para favorecer la ganancia solar directa e iluminación natural, inercia térmica, un cuidadoso análisis del principio de conservación, un invernadero como ampliación del taller de tecnología, ventilación y refrescamiento natural, eliminación de áreas pavimentadas en el perímetro para disminuir la reflectividad de las superficies exteriores, integración del diseño arquitectónico y solar con las instalaciones complementarias (calefacción y electricidad). La Figura 1 muestra la planta del edificio. En la Tabla 1, se observan los indicadores dimensionales y morfológicos. Por tratarse de una obra pública, se pretende simplificar el control de la obra y reducir los costos de mantenimiento y uso.

<sup>1</sup> Investigadora de CONICET

<sup>2</sup> Directora del Dto. de Arquitectura de la U.N.L Pam.

Tabla1: Indicadores dimensionales y morfológicos.

Perímetro (m)	Area (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Envolvente (m <sup>2</sup> )	Factor de Forma	Indice de Compacidad
170	940	3016	2236	0.74	0.80

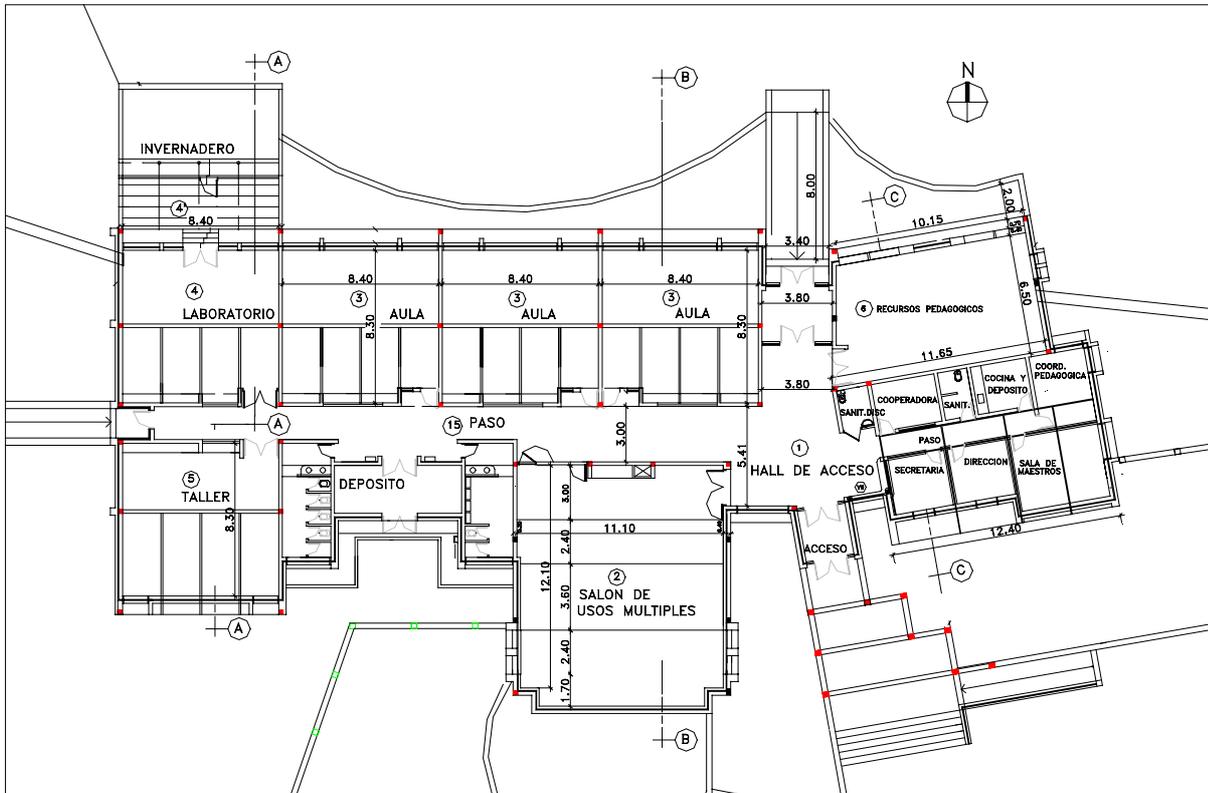


Fig.1:Planta

## TECNOLOGIA

La Figura2 muestra una sección transversal del edificio. La envolvente vertical se caracteriza por un cerramiento formado por una pared interior de ladrillo de 0.18m de espesor a modo de masa térmica, barrera de vapor con emulsión asfáltica, poliestireno expandido de 0.05m de espesor como aislante térmico y bloque de hormigón como protección mecánica. Las cubiertas planas, Tipo1, están constituidas por elementos prefabricados de hormigón, aislación de poliestireno expandido, contrapiso de vermiculita para lograr una superficie de aislación térmica ininterrumpida, y la correspondiente aislación hidrófuga. Las cubiertas inclinadas, Tipo2, constituidas por una estructura de madera con aislación térmica y chapa galvanizada, permiten la apertura al norte de aulas y talleres. Las fundaciones del edificio poseen aislación térmica en una profundidad de 0,60m. La carpintería se resuelve con perfilera de aluminio y vidrio doble. Ventanas corredizas, exclusivamente en las áreas transparentes, son usadas como expansión visual y ventilación de las áreas funcionales. Paños fijos de policarbonato celular se emplea en los aventanamientos cenitales. Con la intención de atenuar deslumbramientos sobre superficies de trabajo se reemplaza parte del área de ganancia directa en el área de recursos pedagógicos y medios de comunicación, por colectores de aire. La Tabla2 muestra la resistencia térmica de cada una de las partes de la envolvente energéticamente eficiente. En la Figura 3 se observa un detalle constructivo del colector de aire y de la envolvente.

Tabla2: Resistencia Térmica de los componentes de la envolvente en °Cm<sup>2</sup>/W.

Cerramiento Vertical	Cerramiento Superior		Fundaciones	Carpintería
2.10	Tipo1: 2.44	Tipo2: 3.3	1.66	0.28

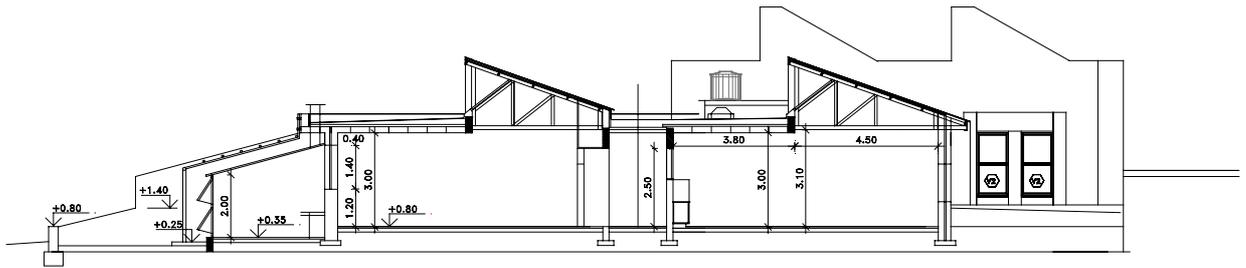
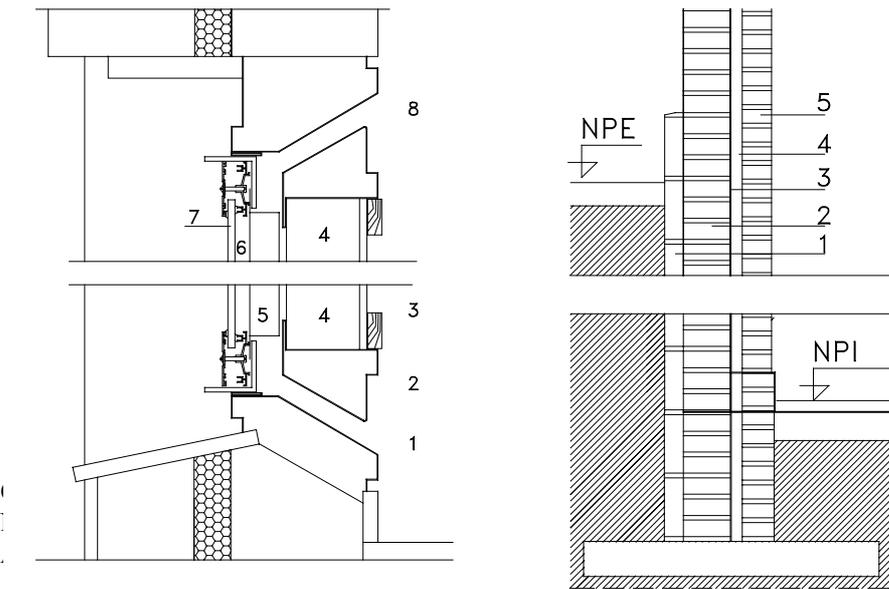


Fig. 2: Sección transversal por el invernadero y talleres



- 1- Entrada de aire
- 2- Bastidor de chapa con poliuretano inyectado
- 3- Placa de madera aglomerada
- 4- Aislación térmica 100mm
- 5- Conducto de aire
- 6- Cámara de aire estanca
- 7- Policarbonato alveolar
- 8- Salida de aire

COLECTOR DE AIRE

- 1- Doble aislación hidrófuga sobre panderete de ladrillo
- 2- Mampostería de ladrillo de 0.18m
- 3- Aislación hidrófuga vertical
- 4- Aislación térmica de poliestireno expandido
- 5- Ladrillo común a la vista

ENVOLVENTE VERTICAL DEL SUM

Fig. 3: Detalles constructivos

### PERFORMANCE TERMICA Y PREDICCIÓN DEL COMPORTAMIENTO INVERNAL. VENTILACION NATURAL

Para el cálculo predictivo del comportamiento térmico se usó el método Relación Carga Térmica/Colector (Balbom et al., 1982). La Tabla 3 muestra los indicadores correspondientes. Una Fracción de Ahorro Solar del 75% caracteriza el edificio. Para el período de uso (8 hs diarias) y 1136 Grados-día (base 16°C), resulta un consumo de energía convencional de 603 m<sup>3</sup> de gas natural. El comportamiento térmico, simulado computacionalmente con el modelo SIMEDIF (Casermeiro, M. y Saravia, L., 1984), para el mes de Agosto, muestra escasa fluctuación de la temperatura interior en las distintas áreas funcionales. Para una amplitud térmica exterior de 10.7°C, el estudio arroja valores de 4°C de amplitud térmica diaria promedio para las distintas áreas funcionales. La Figura 4 muestra la evolución de la temperatura interior para una parte del período analizado. Con el fin de mejorar las condiciones de ventilación y refrescamiento, se incorporan aspiradores eólicos en cubierta provistos cada uno de ellos de un registro mecanizado que permitirá el control de su apertura estacionalmente. Se introducen como estrategia de ventilación natural intercambiadores de calor aire-tierra provistos de cámaras de inspección y dispositivos que permitan sentir la velocidad y la temperatura del flujo de aire. Exclusivamente en el salón de usos múltiples, los intercambiadores de calor aire-tierra se acoplan, a través de un registro, a los conductos de retorno de la calefacción.

Tabla3: Indicadores de la Perfomace Térmica Invernal

Coefficiente Volumétrico de Pérdidas ( $W/^{\circ}Cm^3$ ): 0.94	Relación Carga Térmica/Colector ( $W/m^2^{\circ}C$ ): 11.8
Coefficiente Neto de Pérdidas ( $W/^{\circ}C$ ): 2176	Fracción de Ahorro Solar (%): 70
Area Colectora ( $m^2$ ): 185	Calor Auxiliar Anual: (kWh): 6526

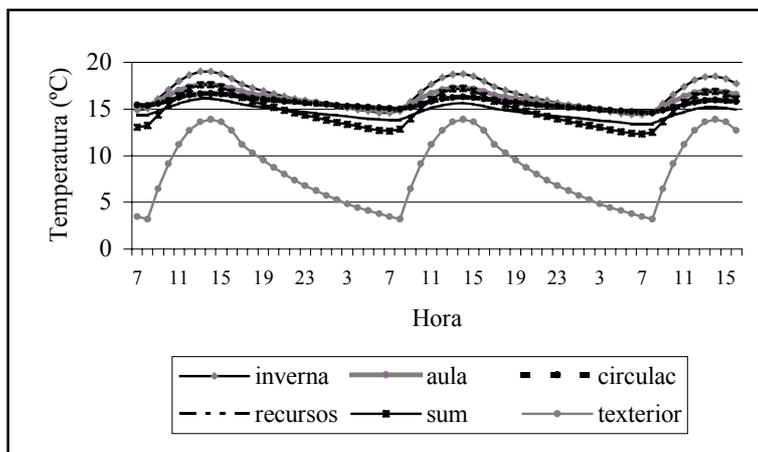


Fig 4: Predicción del comportamiento térmico para el mes de Agosto

## PREDICCIÓN DEL COMPORTAMIENTO LUMINICO

La evaluación del recurso de luz natural disponible, calculado al mediodía solar y para cielo claro, muestra valores de 76119 y 41004 lux, para marzo y junio, respectivamente (Mermet, A., 1994). Aventanamientos cenitales fijos al Norte y un conjunto de ventanas altas y ventanas bajas como expansión visual y ventilación natural, y aleros exteriores que protegen la penetración solar en los meses de mayor radiación, caracterizan el sector de aulas. Valores promedio de 4394,6 y 4578,7 lux para el mes de Marzo y Junio y para el mediodía solar y cielo claro, son obtenidos en la simulación lumínica. Una dispersión relativa del 12 % caracteriza los valores (Solarsoft INC, 1984). Si bien las cifras obtenidas parecen elevadas, la escasa dispersión entre ellas parece garantizar la uniformidad de la iluminación. Cortinas difusoras, que no impidan las visuales hacia el exterior, se colocan en las áreas transparentes de las aulas. Se prevé una vez habilitado el edificio e incorporado el amoblamiento, que responderá a las nuevas exigencias pedagógicas, verificar y corregir valores en situaciones reales de ocupación de las áreas.

## CONCLUSIONES

Para el edificio escolar solar pasivo diseñado se predice un consumo de gas natural, para el período de uso de 8hs diarias, y para satisfacer los requerimientos térmicos de 1136 Grados-día (base 16°C), de 23494 MJ ó 6526 kWh. En función del área del edificio, el gas natural a consumir es de 25 MJ/m<sup>2</sup> y, en función de la matrícula, 95 MJ/alumno. Una escuela tradicional en la región en estudio, que satisface los requerimientos térmicos base 16°C, consume 374,4MJ y 813,6MJ, por m<sup>2</sup> y por alumno respectivamente (Filippin, C. y de Rosa, C., 1996). Las emisiones de CO<sub>2</sub> también se reducen. Un valor promedio de 23,4 Kg/m<sup>2</sup> caracteriza el parque educacional primario de la región. Un valor de 1,4 Kg/m<sup>2</sup> resulta para el edificio diseñado.

## AGRADECIMIENTOS

Las autoras agradecen a la Dra. Graciela Lesino, del INENCO, Universidad Nacional de Salta quién colaboró en el diseño de los colectores solares incorporados como estrategia de calentamiento solar pasivo.

## BIBLIOGRAFIA

- Balcomb, J.D., Jones, R.W., Kosiewicz, C.E., Lazarus, G.S., McFarland, R.D., Wray W.O.. Paasive Solar Design Handbook-Vol3. ASES, Inc. Boulder. N.Y. (1982)
- Casermiro, M. y Saravia, L. Cálculo Térmico Horario de Edificios Solares Pasivos, Actas de la 9a. Reunión de Trabajo de ASADES, San Juan, Argentina. (1984).
- Filippin, C. y de Rosa C. Análisis Morfológico, Tecnológico, Energético y Económico del Parque Educacional del Nivel Secundario de la Ciudad de Santa Rosa, La Pampa. Actas de la 19a Reunión de Trabajo de ASADES, Mar del Plata, Argentina, Vol.I, pp.02.25-02.28. (1996).
- Goulding, J., Lewis, O. and Steemers, T., (1994), Energy in Architecture, The European Passive Solar Handbook,
- Mermet, A., ILUM.5, Software para el cálculo de la Iluminancia Exterior en condiciones de cielo claro, Actas de la 17a Reunión de Trabajo de ASADES, Rosario, Argentina, Vol.II, pp.617-619. (1994).
- Ministerio de Cultura y Educación de La Nación. Ciencias Naturales, Salud y Ambiente. Zona Educativa, Año 1, N°8. pp.18-19.(1996).
- Solarsoft INC, Daylite, Analysis of Daylight Illumination in Buildings. (1984).
- Subsecretaría de Planeamiento, Gobierno de La Pampa, La Pampa, Análisis de la Realidad, p.156. (1994).