

REFUNCIONALIZACION ENERGETICO-AMBIENTAL DE ESCUELAS RURALES AISLADAS EN LA PROVINCIA DE MENDOZA. CASO DE LA ESCUELA YAPEYU, LOCALIDAD DE LA JAULA, SAN CARLOS.

Miguel Guisasola 1*, Roberto Agüero 2*, Alicia Ravetto 3*,
Alfredo Esteves 3*

RESUMEN

En la Provincia de Mendoza, existen 64 escuelas rurales que se encuentran aisladas de parte o de la totalidad de los servicios esenciales (agua, energía eléctrica, combustible, etc), que en principio son posibles de mejorar bioclimáticamente e incorporar paneles fotovoltaicos para provisión de energía eléctrica.

En el mes de marzo de 1989, se firmó en Mendoza un convenio entre la Dirección de Arquitectura del Ministerio de Obras y Servicios Públicos del Gobierno de Mendoza, la empresa Energía Mendoza S.E. y el Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda del CRICYT. El objetivo contemplado es el mejoramiento de las escuelas rurales a través de la incorporación de tecnología solar pasiva y aprovisionamiento de energía eléctrica por medio de sistemas fotovoltaicos o eólicos.

En este trabajo se presenta la refuncionalización realizada en la Escuela N° 1-593 Yapeyú, de la Localidad de La Jaula, en el departamento de San Carlos. La refuncionalización consistió en transformar una de las fachadas en un sistema combinado de ganancia directa y muro acumulador, construir en otra de las fachadas un invernadero adosado e incorporar paneles fotovoltaicos para la provisión de energía eléctrica. Se incluye el análisis térmico de la escuela, utilizando el método SLR de Los Alamos National Laboratory (1) y el programa de simulación térmica de edificios SIMEDIF, desarrollado en el INENCO - Universidad Nacional de Salta (2).

INTRODUCCION

En el mes de Abril de 1989, se realizó una campaña de relevamiento a la zona Sur de la provincia, en la que se visitaron 11 escuelas y se detectó la necesidad de solarizar la escuela Yapeyú y la construcción de dos escuelas nuevas, una en la localidad de Los Parlamentos y otra en la localidad de La Junta, ambas en el departamento de Malargüe.

La escuela Yapeyú pertenece al Ministerio de Educación de la Provincia de Mendoza. Funciona actualmente como escuela de temporada (ciclo lectivo del 1° de setiembre al 25 de Mayo del año siguiente) y de frontera (régimen especial de 7 horas de clase). Se albergan 21 niños, 2 maestros y 2 personas más como personal de servicio.

1* Ministerio de Obras y Servicios Públicos - Gob. de Mendoza

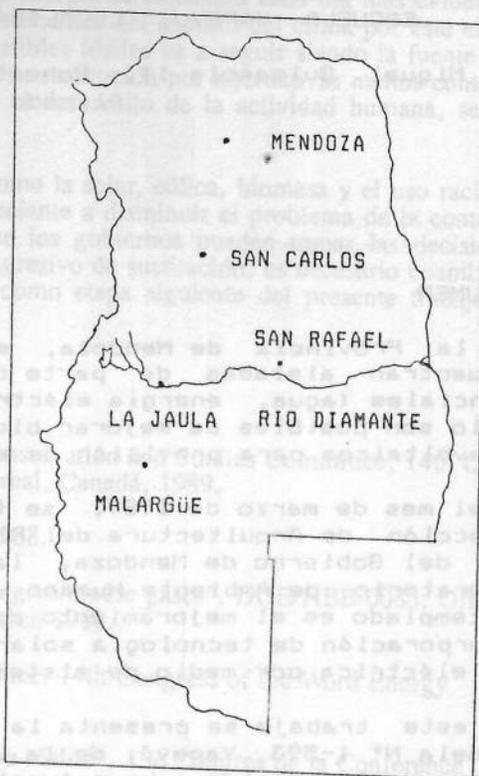
2* Energía Mendoza S.E. - San Martín 601 - Mendoza

3* LAHV - CRICYT - C.C. 131 - 5500 Mendoza

UBICACION GEOGRAFICA Y CLIMA

La localidad de la Jaula, se encuentra ubicada sobre la margen izquierda del Rio Diamante y a 1500 m. sobre el nivel del mar. Las coordenadas geográficas son 34,4° de latitud Sur y 69,9° de longitud Oeste. Se encuentra distante 98 Km al Norte de la Ciudad de Malargüe por la Ruta Nacional N° 40. El Mapa adjunto indica la localización geográfica.

Agua y Energía Eléctrica de la Nación posee una estación de aforo en el lugar. Con los registros que allí se realizan de las variables climáticas se han obtenido los valores necesarios para el presente estudio. Los valores anuales pueden indicarse como: 18,2 MJ/m² de radiación solar diaria como promedio anual y 2115 °C.día/año como grados día para una temperatura base de 18°C.



REFUNCIONALIZACION

La refuncionalización consistió en 3 pasos:

- 1- Racionalización de los espacios, para mejorar la distribución de locales y considerar la construcción de otro local que funcionaría como dormitorio con la premisa de no aumentar la superficie cubierta.
- 2- Utilización de energía solar para calefaccionar, especialmente sistemas pasivos debido al aislamiento existente.
- 3- Provisión de energía eléctrica por medio de paneles fotovoltaicos.

El edificio existente es de 350 m² de superficie cubierta, cuya construcción data de aproximadamente 15 años. Las paredes son de ladrillón macizo y el techo es liviano (chapa con 2,5 cm de lana de vidrio como aislación térmica y machimbre interior de pino).

El edificio original posee 3 aulas de 118 m², en el ala Este del mismo, de las cuales dos son utilizadas como dormitorios. Esta zona está ubicada a medio rumbo (azimut de ventanas 219°). Cada una de las aulas tiene una superficie de aventanamiento de 4,48 m², con marco de madera de muy baja estanqueidad y simple vidrio.

En el ala Oeste del edificio se ubican los baños, la dirección, el depósito y la vivienda del director. El patio cubierto, que ocupa el lugar central entre las dos alas, tiene 97 m² y su vinculación al exterior se realiza a través de dos áreas vidriadas, una en la fachada Noroeste y otra en la fachada Sureste. Ver planta representativa en el Gráfico N° 1.

La redistribución de locales se pensó de la siguiente manera: se transformó el despacho del director y el depósito en comedor escolar atendiendo a su proximidad a la cocina y además a que la asignación que se le hacía a estos locales no era la originalmente pensada y se utilizaban como pasillo de paso (el despacho) y como espacio muerto el depósito. Se utilizaría parte del patio central en un dormitorio por medio de tabiques (hacia el resto del patio) y muros de ladrillón (hacia el exterior). Ver Gráfico N° 2.

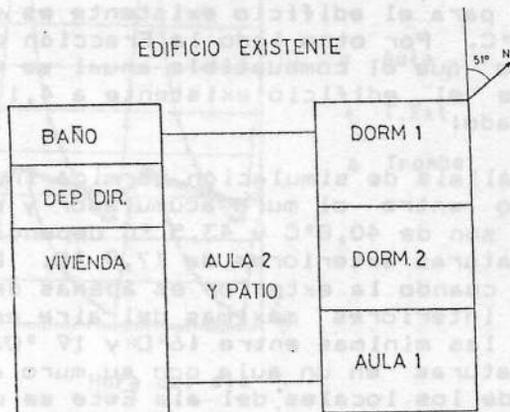


Gráfico 1: Edificio existente
(esquema de planta)

La propuesta para la utilización de sistemas solares pasivos de acondicionamiento de invierno, se eligió entre dos propuestas iniciales, una consistía en incorporar 3 invernaderos adosados a cada una de las aulas, esto permitía un cambio en la orientación de la fachada colectora tratando de llevarla al Norte Franco y de esta manera proveer calor a las aulas. Además se incorporaba un invernadero en la fachada Noroeste coincidente con el acceso al patio, para calefaccionar el dormitorio adicionado y servir además de soporte al sistema fotovoltaico. Se incorpora aislación perimetral exterior en paredes y cimientos y la colocación por el interior en el techo. Se incorpora doble vidrio en ventanas que se ubican sobre las fachadas Suroeste y Sureste.

La otra opción fue cambiar los invernaderos de la fachada Noreste, que calefaccionan las aulas, por un aventanamiento para transformar las ventanas existentes en ganancia directa con doble vidrio y además se aprovecha la pared que da al exterior, (que en parte es de hormigón y el resto de ladrillón) como muro acumulador. Se mantenía el invernadero en la fachada Noroeste y la aislación térmica en muros, fundaciones y techos y además el doble vidrio en las ventanas indicadas.

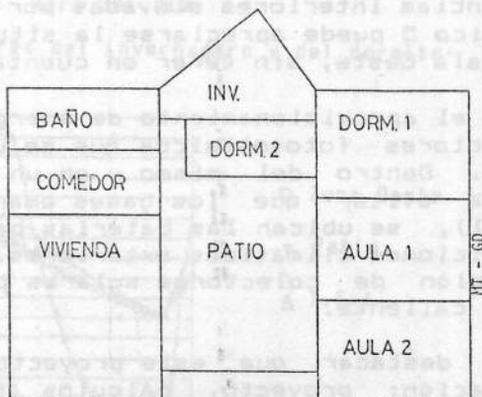


Gráfico 2: Edificio refuncionalizado
(esquema de planta)

Finalmente se optó por esta última posibilidad ya que el análisis térmico utilizando el SIMEDIF dió una mejor respuesta en las temperaturas interiores de las aulas. Además la primer propuesta tiene falencias en cuanto a que disminuye demasiado la iluminación natural que finalmente llega al plano de trabajo en el interior de las aulas.

El CNP para el edificio existente es de 1625 W/°C y para el reciclado 630 W/°C. Por otro lado la Fracción de Ahorro Solar alcanza el 42 %, por lo que el combustible anual se vería reducido de 16,8 Tn que consume el edificio existente a 4,1 Tn que demandaría el edificio reciclado.

El análisis de simulación térmica indica que las temperaturas en el espacio entre el muro acumulador y el vidrio, para días claros de mayo, son de 40,8°C y 43,5 °C dependiendo de su posición, frente a temperaturas exteriores de 17,9 °C. Las mínimas están cercanas a los 11 °C cuando la exterior es apenas de 1 °C. A su vez, las temperaturas interiores máximas del aire en las aulas están entre 21°C y 22°C y las mínimas entre 16°C y 17 °C. En el gráfico 3, aparecen las temperaturas en un aula con su muro acumulador correspondiente. El resto de los locales del ala Este se comportan en forma similar. En el gráfico 3, aparecen las temperaturas en un aula con su muro acumulador correspondiente. El resto de los locales del ala Este se comportan en forma similar.

En el invernadero, la temperatura máxima resulta ser de 23,2 °C y la mínima 13,2°C. El dormitorio D2, ubicado en la sección Norte del patio cubierto, y conectado térmicamente con el invernadero, tiene una máxima de 19,1°C y una mínima de 15,1°C. En el gráfico N°4, se observan los valores de temperatura en una evolución de 4 días consecutivos.

En el patio, las temperaturas oscilarán entre 13,5°C y 9,9°C por lo que será necesario contar con calor auxiliar aún en días claros.

La zona más fría, la constituyen los baños, la vivienda del maestro y el comedor escolar con temperaturas máxima de 12,7°C y mínima de 9,2°C. Es importante tener en cuenta que el comedor escolar como el resto de la vivienda del maestro se encuentran rodeando a la cocina, esto ocasionará una temperatura superior a la indicada debida a las ganancias interiores elevadas por la cocción de los alimentos. En el gráfico 5 puede apreciarse la situación térmica tanto del patio como del ala Oeste, sin tener en cuenta las ganancias interiores.

Para el aprovisionamiento de energía eléctrica se incorporarán cuatro colectores fotovoltaicos que se ubicarán sobre el techo del invernadero. Dentro del mismo y en un ambiente estanco al aire interior (para evitar que los gases emanados de las baterías ingresen al local), se ubican las baterías para mantenerlas al resguardo de las condiciones climáticas exteriores. Se ha previsto también, la incorporación de colectores solares planos para el aprovisionamiento de agua caliente.

Cabe destacar que este proyecto se ha concluido y toda la documentación: proyecto, cálculos (térmico, estructural y eléctrico), cómputo de materiales y todos los planos, ha sido elevado al Ministerio de Obras y Servicios Públicos del Gobierno de Mendoza para su aprobación y envío a licitación a la brevedad. Posteriormente, luego de concluir su refacción no tiene previsto efectuar campañas de mediciones a fin de corroborar la simulación térmica y el comportamiento real de los sistemas utilizados, en distintas épocas del año.

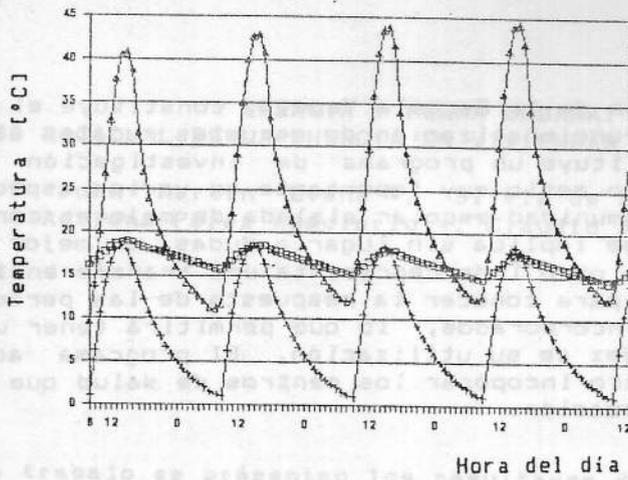


Gráfico 3: temperaturas interiores del aula y del espacio correspondiente al Muro Acumulador.

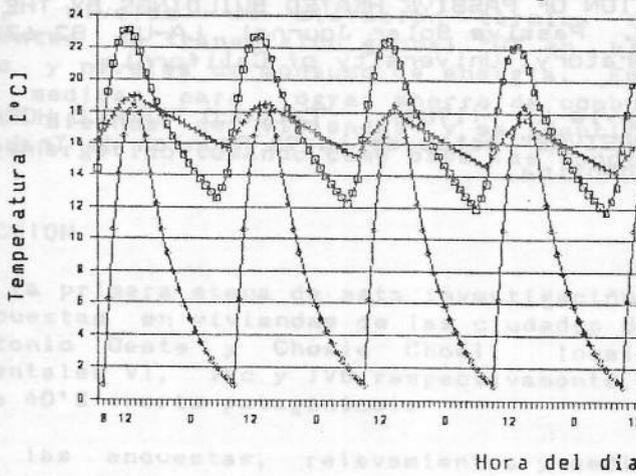


Gráfico 4: temperaturas interiores del invernadero y del dormitorio 2.

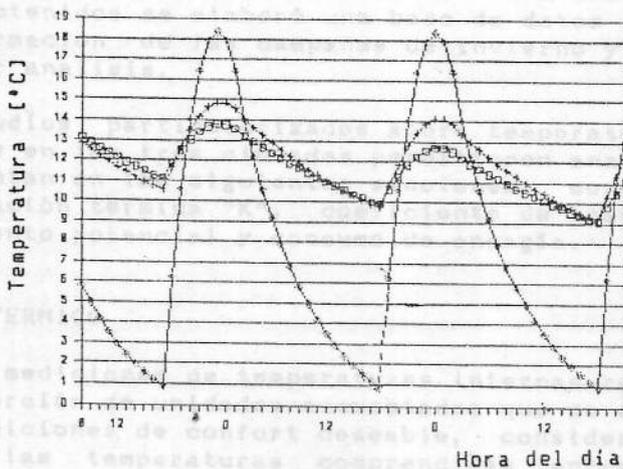


Gráfico 5: temperaturas interiores del patio y ala oeste.

CONCLUSIONES

La refuncionalización de la Escuela Yapeyú, constituye el primer paso del programa de refuncionalización de escuelas rurales aisladas. Si bien este no constituye un programa de investigación propiamente dicho, constituye un medio muy importante en varios aspectos: por un lado, dotar a la comunidad escolar aislada de mejores condiciones de funcionamiento lo que implica sin lugar a dudas, un mejor rendimiento de aprendizaje y por otro lado representa una transferencia de tecnología muy válida para conocer la respuesta de las personas a los distintos sistemas incorporados, lo que permitirá tener una idea más precisa de la validez de su utilización. El programa además tiene previsto en un futuro incorporar los centros de salud que se encuentran en la misma situación.

REFERENCIAS

- Balcomb J.D., Jones R.N., Mac Farland R.D., Wray W.O. "PERFORMANCE PREDICTION OF PASSIVE HEATED BUILDINGS BY THE SOLAR LOAD RATIO METHOD". Passive Solar Journal LA-UR 82-670. Los Alamos National Laboratory, University of California.
- Casermeyro M., Saravia L. (1984). "CALCULO TERMICO HORARIO DE EDIFICIOS SOLARES PASIVOS" Actas de la 9ª Reunion de Trabajo de ASADES. San Juan. Argentina.

En el patio, las temperaturas oscilan entre $13,5^{\circ}\text{C}$ y $9,5^{\circ}\text{C}$ por lo que será necesario cubrir los techos con vidrios claros.

La zona más fría, la constituyen los baños, la cocina, del comedor y el comedor escolar. Las temperaturas mínimas son $12,7^{\circ}\text{C}$ y mínimas de $9,2^{\circ}\text{C}$. Es importante tener en cuenta que el comedor escolar como el resto de la vivienda perteneciente al grupo de viviendas a la cocina solo ocasionalmente una temperatura superior a la indicada debido a las ganancias interiores ocasionadas por la cocción de los alimentos. En el graticón se puede apreciar la situación de las temperaturas en el comedor escolar, sin tener en cuenta las ganancias interiores.

Para el aprovisionamiento de energía eléctrica se incorporarán cuatro colectores fotovoltaicos que se ubicarán en el techo del invierno. Dentro del mismo se ubica un ambiente ocupado al día interior para el almacenamiento de los gases escape de las baterías. En el local, se ubican las baterías de almacenamiento y el cargador de las condiciones climáticas exteriores. Se ha previsto la incorporación de colectores solares para el calentamiento de agua caliente.

Cabe destacar que este proyecto de la refuncionalización y de las adecuaciones previstas, cálculos térmicos, eléctricos, hidráulicos y de materiales, todos los planos, se han enviado al Ministerio de Obras y Servicios Públicos del Gobierno de Mendoza para su aprobación y envío a la Dirección de la Provincia. Posteriormente, luego de concluir su refinamiento y aprobación, se procederá a las obras de refuncionalización y adecuaciones a fin de corroborar la simulación térmica y el comportamiento real de los sistemas propuestos. En distintos momentos del año se han realizado mediciones de las temperaturas en el patio y en los