



6 a 8 de outubro de 2010 - Canela RS

ENTAC 2010

XIII Encontro Nacional de Tecnologia
do Ambiente Construído

MODELO DE ESCUELA RURAL EN MICROCLIMA PLATENSE A PARTIR DE DISEÑO AMBIENTALMENTE CONSCIENTE Y SIMULACION CON EnergyPlus

Mariela I. Marcilese (1); Jorge D. Czajkowski (2); Mauro G. García (3)

(1) Becaria CONICET-Laboratorio de Arquitectura y Hábitat Sustentable (LAyHS) – Facultad de Arquitectura y Urbanismo – Universidad Nacional de La Plata, Bs.As, Argentina –

e-mail: marielamarcilese@gmail.com

(2) Prof. UNLP e Inv. Adj. CONICET (Director)-Laboratorio de Arquitectura y Hábitat Sustentable (LAyHS) – Facultad de Arquitectura y Urbanismo – Universidad Nacional de La Plata, Bs.As, Argentina – e-mail: jdczajko@gmail.com

(3) Laboratorio de Arquitectura y Hábitat Sustentable (LAyHS) – Facultad de Arquitectura y Urbanismo – Universidad Nacional de La Plata, Bs.As, Argentina –

e-mail: mgarciasc@gmail.com

RESUMEN

En el presente trabajo se recurre a un modelo edilicio ideal para la educación escolar básica, aplicable a zonas rurales de la ciudad de La Plata que se base en principios de diseño ambientalmente consciente (DAC). El objetivo es conocer el comportamiento térmico del modelo escolar mediante simulación numérica con el programa EnergyPlus. A partir del análisis de los resultados obtenidos, se procederá con las modificaciones pertinentes en el diseño del modelo a fin de conseguir mejorar su comportamiento frente a las variaciones climáticas a las que el mismo estaría sujeto. Este edificio escolar no sólo propone dar respuesta a necesidades funcionales sino que intenta colaborar con el cuidado del ambiente, además de funcionar como un objeto de aprendizaje /estudio en sí mismo.

Palabras clave: modelo edilicio; escuela; simulación térmica, sustentable

1 INTRODUCCION

El presente trabajo se encuentra bajo las líneas de investigación que se desarrollan en el Laboratorio de Arquitectura y Hábitat Sustentable de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UNLP, orientada hacia la eficiencia energética edilicia en áreas urbanas. La relevancia del tema tiene que ver con dos problemáticas actuales que no pueden obviarse: la escasez de recursos y el cambio climático. Estas dos problemáticas son responsables del deterioro ambiental que se viene padeciendo, y en donde la construcción arquitectónica y urbana tiene un grado de incidencia significativo (IPCC, 2007). Teniendo en cuenta la gran repercusión que la industria de la construcción tiene sobre el ambiente, la arquitectura no puede quedar sólo limitada a ordenar espacios. Forma y diseño, uso racional de los recursos, compatibilidad entre tecnología y naturaleza deberían complementarse en función de edificios que minimicen su huella en el ambiente natural (FILIPPIN, 2005). Un edificio sería “inteligentemente diseñado, construido y utilizado” si utilizara recursos renovables, materiales reciclados, no contaminantes, envolventes que ahorren al máximo la energía, etc. En el mejor de los casos, que produzca su propia energía, que utilice equipos de alto rendimiento y que a lo largo de su vida útil no produzca un gasto mayor al de su costo inicial. (CZAJKOWSKI & GÓMEZ, 2007). Existen profesionales que han incursionado en la construcción de escuelas sustentables dentro del contexto internacional así como en el territorio argentino. En el caso de las residencias estudiantiles de la Universidad de Strathclyde en Glasgow, Inglaterra; que datan del año 1987, se utiliza un sistema solar pasivo como fuente de calor para conseguir el confort térmico en el interior de los locales. En la Argentina se han construido escuelas que buscan integrar principios de respeto por el ambiente a los sitios pedagógicos tratando el contexto rural con el fin de reducir el impacto e incursionando en estrategias de acondicionamiento climático que reduzcan la demanda de energía para calentar o enfriar el edificio (FILIPPIN, 2005).

En base a los antecedentes, consideramos posible pensar en la posibilidad de colaborar con la mitigación del calentamiento global a partir de considerar *al edificio escolar sustentable* como instrumento de educación para las nuevas generaciones de ciudadanos. Para tener noción de la eficiencia de estos edificios en etapa de proyecto, se han realizado simulaciones numéricas con diversos *softwares*. Para ello, es importante tener en cuenta el factor de ocupación del edificio, las actividades que sus ocupantes desarrollan y en qué momento. Al tratarse de una escuela, la ocupación es de carácter intermitente y funcionamiento discontinuo. Estos datos son relevantes a la hora de pensar en los sistemas de acondicionamiento térmico del establecimiento y a su vez respecto de los sistemas de iluminación, ya que el ciclo diario de actividad escolar coincide con las horas de luz natural. Esto hace factible pensar que las necesidades de iluminación artificial son considerablemente bajas. Por otro lado, se trata de espacios muy densamente ocupados. Esto es proporcional al calor generado en el interior y hace necesario pensar que mantener la calidad del aire requiere ser renovado un mayor número de veces (SAN JUAN Y HOSES, 2001).

1.1 Transformación de las escuelas rurales a nivel local

Los dos primeros modelos de escuelas rurales en la ciudad de La Plata datan de la época de su fundación, año 1882. Se trató de dos tipos arquitectónicos: la Escuela Rural Ambulante, pensando en la movilidad de la población campesina y la Escuela Rural Fija, para construir en pueblos establecidos. Hacia fines de los años '30 se incorporan otras tipologías de escuelas, tanto urbanas como rurales, adaptadas a las nuevas tecnologías de la época: estructuras de H^oA^o (hormigón armado), amplios paños de vidrio y estética depurada (LONGONI, 2009). En los años '50 luego de un relevamiento del parque escolar existente, se planificó la construcción de casi mil escuelas rurales bajo el Plan Mercante (PANELLA, 2005). Según datos del Ministerio de Educación, desde ese momento hasta la actualidad, no hubo plan alguno de parte del Estado Nacional para la construcción de escuelas rurales. Existe un programa Nacional referido al ámbito educativo rural -Proyecto de Mejoramiento de las Escuelas Rurales- vigente desde 2008, el cual no apunta a la construcción de nuevos establecimientos sino a la refacción, ampliación, mejoramiento, etc. de los existentes. Teniendo en cuenta lo referente a planes impulsados por el Estado y que la provincia de Buenos Aires cuenta con 2783 escuelas rurales, según un relevamiento realizado por el Ministerio de Educación de la Nación en el año 2009, se podría pensar que el parque educativo rural se encuentra desactualizado. Por otro lado, resulta corriente en la obra pública de nuestro país, la construcción de edificios prototípicos (con un

mismo sistema constructivo y misma expresión formal) que se repite indiscriminadamente en las variadas zonas bioclimáticas que ofrece nuestro territorio pudiendo no resultar eficiente en todos los casos (FILIPPIN, 2005). Para el desarrollo de este trabajo, se tomó como ejemplo a intervenir una escuela rural existente en la región bonaerense. Se trata de la EGB N°8 localizada en Gral. Rodríguez y es uno de los ejemplos de escuelas del Plan Mercante antes mencionado. Este establecimiento no parece tener en cuenta orientación ni factores climáticos ya que se encuentra construido de manera uniforme en toda su extensión. En lo que a sistemas constructivos se refiere, en Argentina, estos pueden sintetizarse en unos pocos: estructura independiente de H°A° y muros de ladrillo cerámico hueco (entre 12 y 18 cm de espesor) revocado en ambas caras. Las cubiertas inclinadas se resuelven con chapa acanalada y si se trata de cubiertas planas, se utilizan losas de H° in situ o prefabricadas. Estas soluciones han sido impulsadas por la progresiva desaparición de “especialistas de obra”, figuras que han sido reemplazadas por operarios que manejan sistemas constructivos relativamente simples y así abarcan gran parte de la construcción de una obra.

2 OBJETIVO

El propósito de este artículo es plantear un modelo edilicio ideal para la educación escolar básica, basado en principios de diseño ambientalmente consciente y teniendo en cuenta los sistemas constructivos de mayor aplicación en el país. Por otro lado, se realiza la simulación térmica del mismo mediante el programa EnergyPlus. A partir del análisis de los resultados obtenidos, se procederá con las correcciones pertinentes en el diseño a fin de conseguir mejorar su comportamiento frente a las variaciones climáticas a las que el mismo estaría sujeto, pretendiendo así que estas modificaciones pudieran servir como un ejemplo aplicable a la realidad tecnológica de nuestro país.

3 METODOLOGÍA

3.1 Propuesta de modelo ideal de edificio para la educación básica en el microclima rural platense en base a diseño ambientalmente consciente

Al plantear un proyecto ambientalmente consciente se pretende que sea sensible a su entorno, que responda a las condicionantes climáticas y de emplazamiento, que utilice materiales de bajo contenido energético, consumo racional del agua, uso eficiente de la energía e incorporación de energías renovables y cuidado de la calidad del ambiente interior, entre otras cosas.

Se propone un modelo de escuela localizado en el área rural de La Plata, provincia de Buenos Aires. Esta región está clasificada como III-Templada cálida, subzona III-b cálida-húmeda. (Norma IRAM 11.603), correspondiente a Cwb en la clasificación de Koppen. Se caracteriza por el alto nivel de humedad (entre 70 y 85%) y amplitudes térmicas menores a 14°C. Para esta zona, existen ciertas recomendaciones de diseño a tener en cuenta (CZAJKOWSKI Y GÓMEZ, 2009)

- Orientación óptima NNO-N-NNE / Aprovechar los vientos predominantes
 - Utilizar colores claros. En techos, el doble de aislamiento térmico que en muros
 - Terrazas jardín / techo invertido / Fachadas ventiladas / Carpinterías con protección solar móvil
 - Verificar que en invierno se cumplan dos horas mínimas de sol en los locales principales
- Materiales recomendados con una masa térmica media de 200 a 300kg/m²

Las escuelas rurales se implantan generalmente en espacios abiertos con baja densidad de población, donde una gran proporción del área no se encuentra habitada y esa tierra es utilizada para producción. Suelen contar con 2 a 4 aulas, un salón de usos múltiples con un área de servicio de apoyo, sanitarios y una habitación para el maestro. (MECyT, 2007). El programa concreto para este trabajo comprende: dos aulas, un salón de usos múltiples (SUM), habitación para el maestro, cocina, sanitarios, depósito y una zona de huerta al aire libre. La escuela se organiza en una planta de forma lineal y recibe la mejor orientación en la fachada longitudinal, hacia donde se ubican aulas y SUM. Según funciones, la planta del proyecto se puede analizar en cuatro sectores:

- **Circulación:** es de doble crujía, con posibilidad de abrirse en sus extremos para lograr corrientes de ventilación que refresquen todo el edificio. Está iluminado naturalmente en forma cenital.
- **Zona de servicios (sanitarios, cocina, depósitos):** orientados al sur. Posee una mínima superficie de ventanas y una protección de tierra natural que funciona como masa térmica. Sobre la cubierta, se ubican paneles de ACS, fotovoltaicos y tanques de agua.
- **Aulas y SUM:** poseen ganancia solar directa y sistemas solares pasivos para calentamiento del aire interior. Las carpinterías tienen incorporado un medio de ventilación independiente en la zona superior que permite regular las condiciones del aire interior. El control de la temperatura así como de la iluminación se consigue a través de una galería a lo largo de la fachada norte.
- **Espacios exteriores y patio interno:** los espacios exteriores tienen en cuenta el confort visual general del edificio y a su vez, favorecen el confort térmico interior. Hacia el E y S se plantea vegetación de baja altura que no interfiere en el paso de los rayos de sol de la mañana y no den sombra. Al O y N se proponen árboles de mayor altura que protejan del sol y refresquen el área en épocas de calor, y actúen contrariamente en épocas frías. En el centro de la planta se propuso un patio interno para airear el corazón del edificio además de integrar los espacios adyacentes física y visualmente.

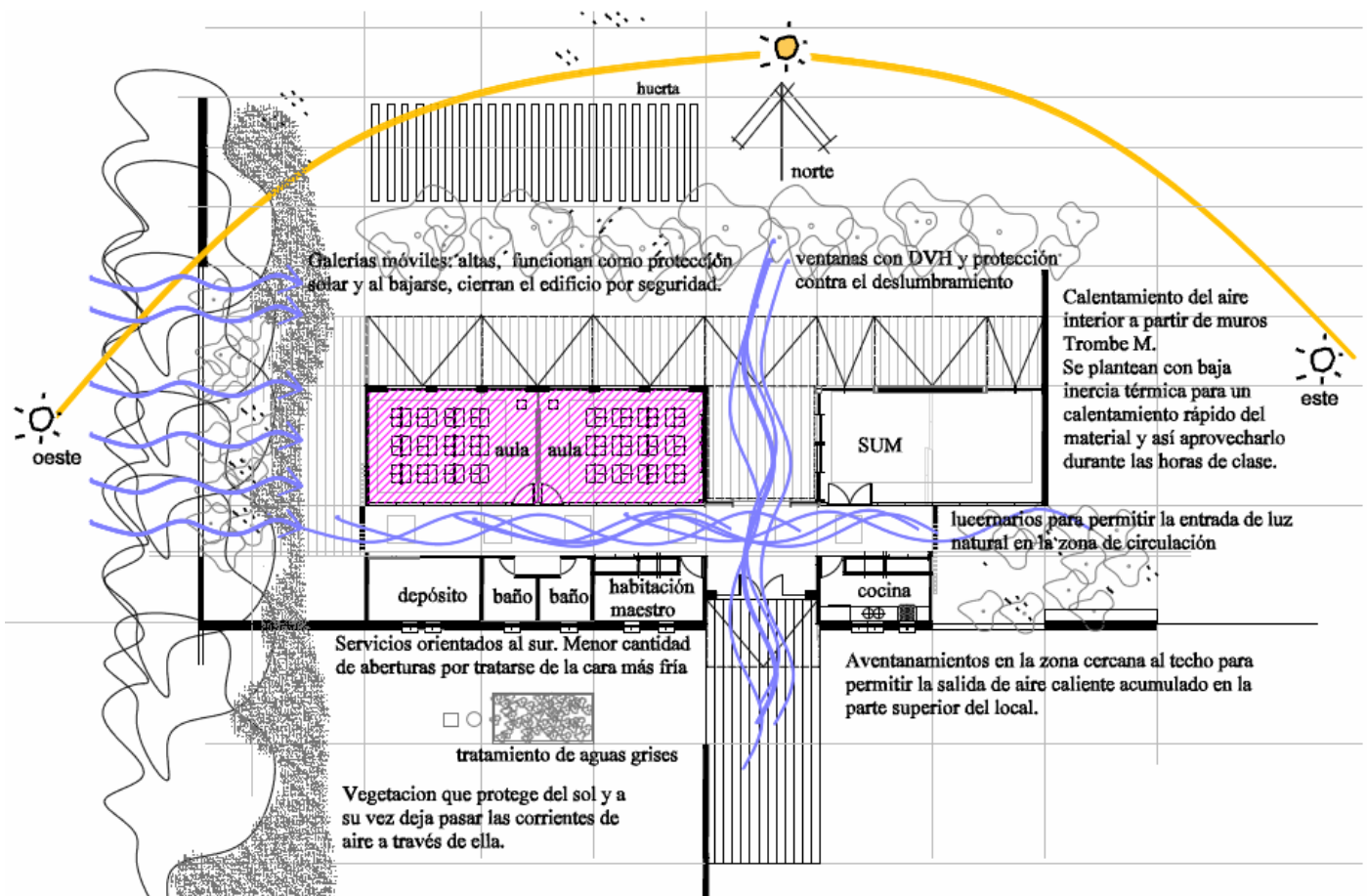


Figura 1 - Modelo de planta de escuela ideal con principios de diseño ambientalmente consciente

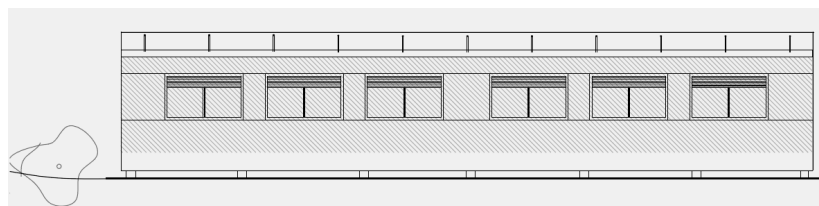


Figura 2 - Modelo de fachada norte del sector de aulas.
Relación vidrio/opaco= 0.22. Relación vidrio/sup.de local=0.13

3.2 Propuesta de dos sistemas constructivos aplicables al modelo de escuela ideal

3.2.1 Sistema de construcción tradicional local:

La elección de materiales se hizo en base al relevamiento del parque educativo actual a partir de documentación gráfica facilitada por el Ministerio de Educación de la Provincia de Buenos Aires.

- Estructura: H° A° (bajo contenido energético, parte del H° puede ser reciclado) $K=2.64 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Cerramientos opacos: revoque ext. + mampostería de ladrillo hueco de 18cm + revoque int. $K=1.63 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Cerramientos vidriados: vidrio simple 5mm $K=5.8 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Cubierta: chapa + aislación térmica con EPS esp. 2.5cm + machimbre madera pino $K=0.72 \text{ W/m}^2\text{K}$

El coeficiente global de transmitancia térmica de esta envolvente es $K'm = 1.50 \text{ W/m}^2\text{K}$ (IRAM 11900)

Este coeficiente se calcula según la siguiente fórmula:
$$K'_m = \frac{\sum_i^n (K_i \cdot S_i)}{\sum_i^n S_i} \quad (\text{eq.1})$$

(S= superficie, en m²)

Según la Norma IRAM 11549, el coeficiente K de transmitancia térmica, indica el flujo de calor a través de la unidad de superficie de un elemento constructivo sujeto a una diferencia de temperatura del aire en ambos lados del elemento de 1°C, y se calcula de acuerdo con el método y las características térmicas de materiales y capas constructivas indicados en la norma IRAM 11601.

3.2.2 Sistema de construcción propuesto:

En cuanto a la elección de los materiales y sistemas constructivos, un edificio ambientalmente consciente busca aquellos con menor contenido energético y mayor rendimiento térmico (THERMIE, 2007). Estas propiedades se encuentran a partir del análisis de su proceso de fabricación. En base a esto se hizo la elección para cada parte del edificio:

- Estructura: H° A° (bajo contenido energético, parte del H° puede ser reciclado) $K=2.64 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Cerramientos opacos: revoque ext. + mampostería de ladrillo hueco de 18cm + aislamiento térmico con EPS esp. 5cm + mampostería de ladrillo hueco de 18cm + revoque int. $K=0.41 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Cerramientos vidriados: doble vidriado hermético (DVH) $K=2.85 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Cubierta: chapa + aislamiento térmico con EPS esp. 10cm + cámara de aire $K=0.39 \text{ W/m}^2\text{K}$

El coeficiente global de transmitancia térmica de esta envolvente es $K'm = 0.60 \text{ W/m}^2\text{K}$

3.3 Simulación

La simulación del comportamiento térmico de un edificio es fundamental para comprender cómo funcionan cada uno de los elementos que lo componen (paredes, ventanas, puertas, etc) y predecir de antemano qué puede esperarse del mismo bajo determinadas condiciones climáticas (FILIPPIN, 2005)

Se realizó el modelo escolar ideal aplicando en la envolvente tanto el sistema constructivo tradicional como el propuesto. Ambos casos se simularon en periodos de actividad escolar: durante una semana en época de calor (del 1° al 8° de marzo) y durante una semana en época de frío (del 1° al 8 de julio), sin considerar sistemas de calefacción ni refrigeración. Bajo estas condiciones se manejaron las variables con y sin alumnos, es decir, con y sin ganancias internas de calor. Los valores correspondientes a las cargas por alumnos son aproximadamente de 3640W (104W por alumno) y 150W para iluminación. Por otro lado, se regularon las tasas de ventilación para que durante el invierno hubiera 1 renovación por hora del volumen a calefaccionar de manera continua durante todo el día. En verano se aplicaron 100 renovaciones para el horario de 19hs a 7hs -momento donde no hay alumnos- y luego, 5 renovaciones en horario escolar.

3.3.1 Resultados de simulación sin considerar cargas internas

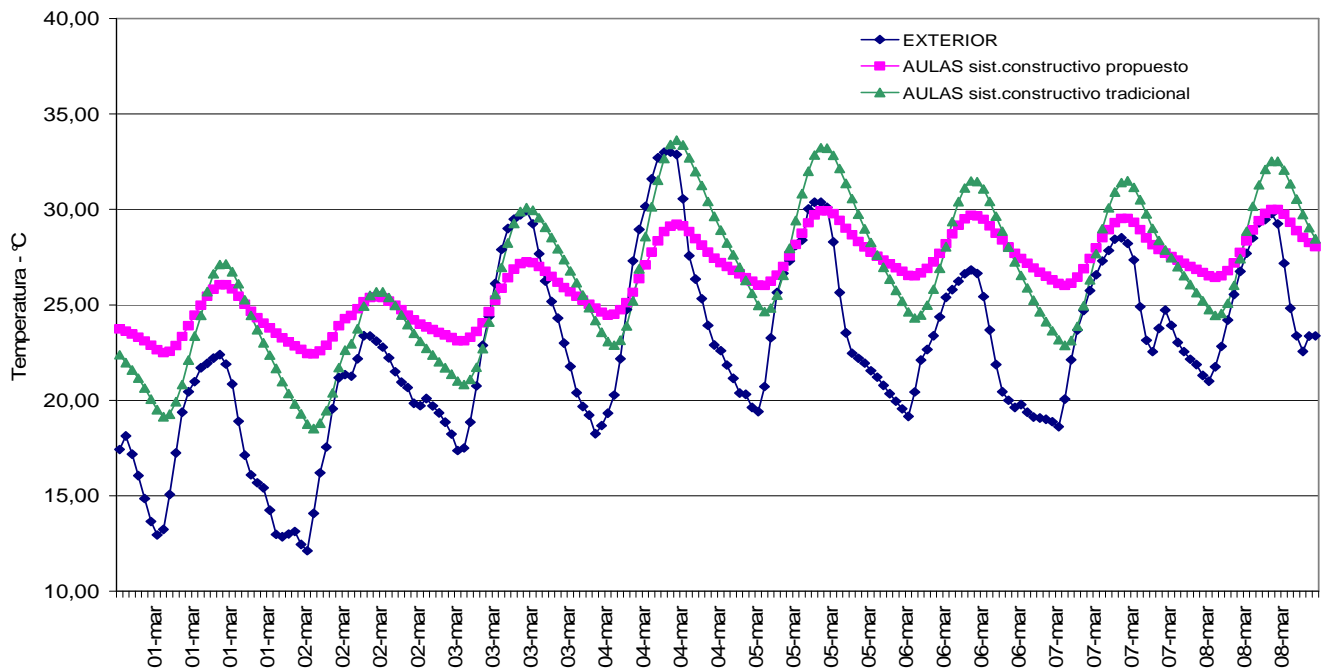


Figura 3 - Comportamiento térmico veraniego en aulas resueltas con sistemas constructivos tradicionales y con sistemas constructivos propuestos sin tener en consideración las cargas internas. *Entre el 1° y el 8 de marzo.*

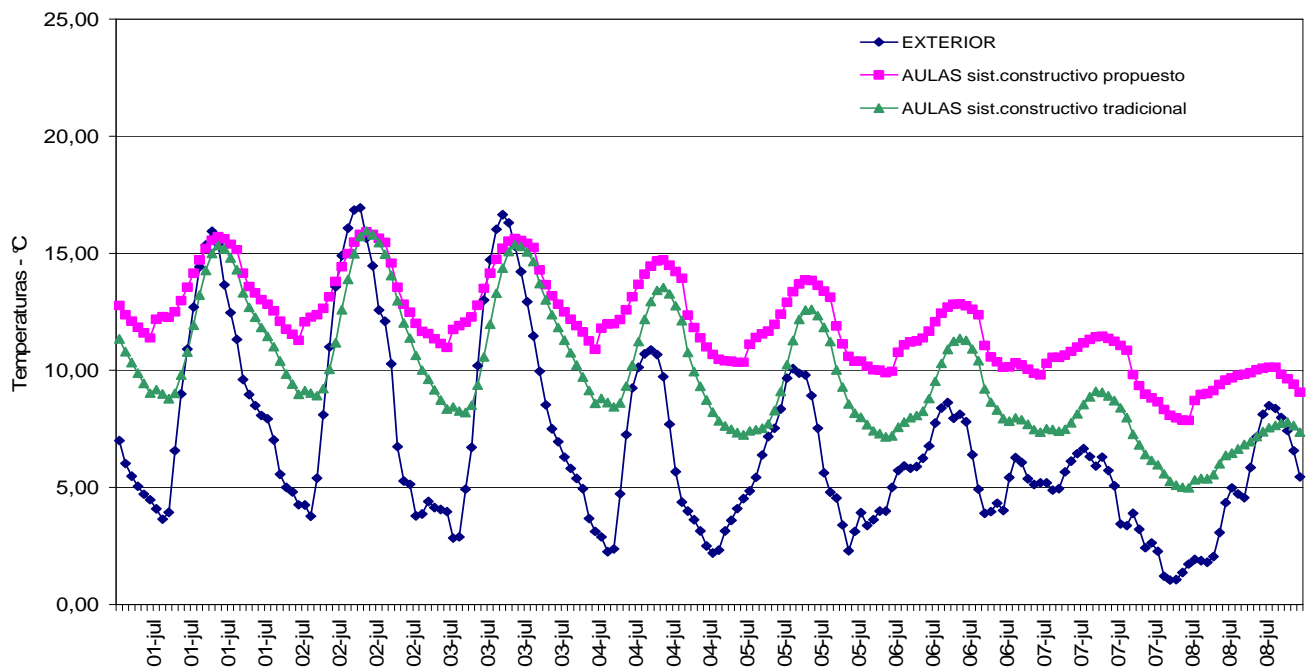


Figura 4 - Comportamiento térmico invernal en aulas resueltas con sistemas constructivos tradicionales y con sistemas constructivos propuestos sin tener en consideración las cargas internas. *Entre el 1° y el 8 de julio.*

Durante el período de marzo analizado se observa que la temperatura exterior comienza su evolución y alcanza el punto máximo el día 4, llegando a un $\Delta T = 10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Las temperaturas interiores registradas con el sistema constructivo propuesto acompañan esa pendiente con diferencias de temperatura que

oscilan entre 3 y 4°C mientras que con el sistema tradicional, el ΔT es tan significativo, que prácticamente no existe amortiguación respecto del exterior. En la semana de julio se observan amplitudes térmicas exteriores cercanas a los 13°C, mientras que en el interior de las aulas, las curvas no superan los 7°C independientemente del sistema constructivo.

3.3.2 Resultados de simulación que consideran cargas internas

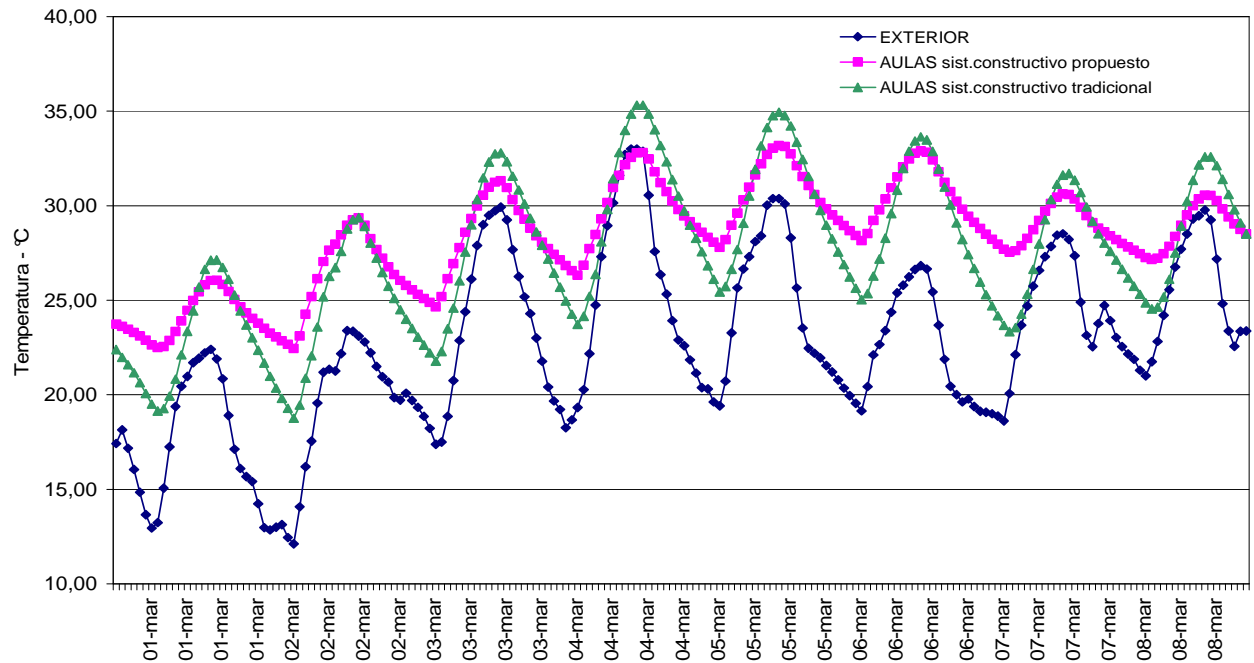


Figura 5 - Comportamiento térmico verano en aulas resueltas con sistemas constructivos tradicionales y con sistemas constructivos propuestos teniendo en consideración las cargas internas. *Entre el 1º y el 8 de marzo.*

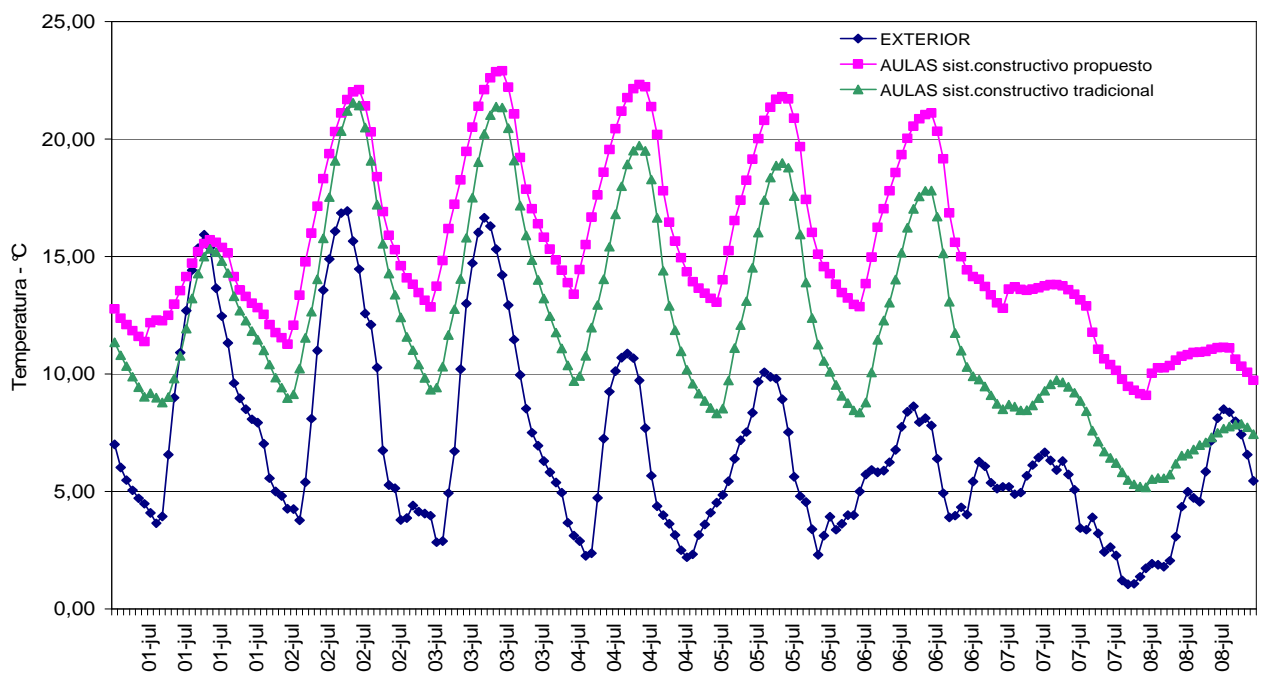


Figura 6 - Comportamiento térmico invierno en aulas resueltas con sistemas constructivos tradicionales y con sistemas constructivos propuestos teniendo en consideración las cargas internas. *Entre el 1º y el 8 de julio*

En este caso, se tuvieron en cuenta las cargas internas para el análisis. En la semana de marzo, las curvas comienzan ascendentes y en forma simultánea hasta el día 3. Para el día crítico (día 4) las máximas registradas exteriores son de 33°C y las interiores entre 33 y 35°C, y luego logran estabilizarse hasta el final del período, independientemente de las variaciones que transcurren fuera del edificio. En los resultados de julio, se alcanzan temperaturas interiores cercanas a lo que podría ser considerada Temp. de confort (22° C) con ambos sistemas constructivos. Se mantiene además, un $\Delta T=10\text{ }^{\circ}\text{C}$ constante entre los días 2 y 5, mientras que las temperaturas exteriores descienden a partir del día 4 y en adelante.

3.4 Propuesta de mejoras para una escuela rural existente

Según una publicación del diario Clarín, mediante un acuerdo entre la Secretaría de Energía de la Nación y la provincia de Buenos Aires, se prevee incorporar energía solar para iluminación, bombeo de agua y electrodomésticos en 238 establecimientos educativos rurales de 44 distritos bonaerenses que están aislados de los sistemas convencionales. Teniendo en cuenta estos factores y que el Estado Nacional esta llevando a cabo el plan ProMer antes mencionado, se podría pensar en el mejoramiento de las escuelas rurales a partir de varias alternativas tanto vinculadas a las técnicas constructivas como al diseño DAC.

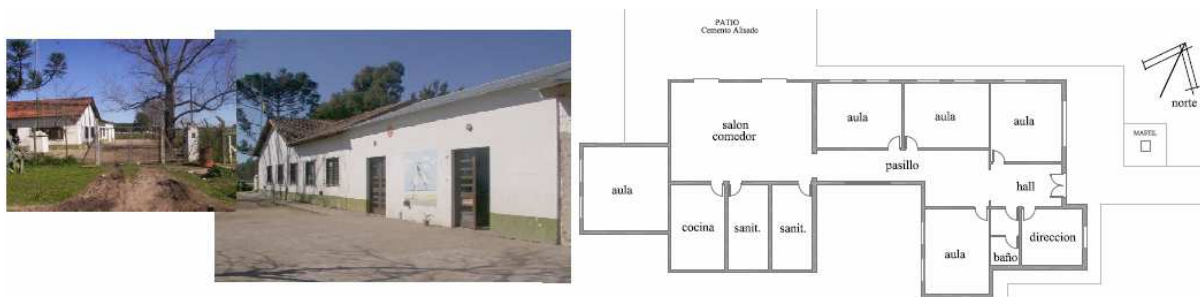


Figura 7 - Escuela N° 8 en Gral. Rodríguez Buenos Aires. Documentación facilitada por el Dto. de Hábitat Escolar del Ministerio de Educación de la Provincia de Buenos Aires.

Tomando cuestiones de diseño DAC ejemplificadas en el modelo ideal escolar mencionado y aplicando las técnicas constructivas analizadas con EnergyPlus, se proponen modificaciones en la escuela que podrían mejorar su desempeño desde el punto de vista energético en base a los siguientes conceptos:

- Dotar de protección solar en verano: la fachada NO es la más afectada por el sol en épocas de calor, por lo que se busca su amortiguación a través de un sistema de galerías. La optimización del control solar es la técnica que permite no proyectar más sombra de la necesaria y asegurar que dicha sombra se proyecte en el punto y momento requerido (TRUJILLO, 2007). Además, los árboles y arbustos pueden reducir las temperaturas en épocas de calor hasta 3°C (THERMIE, 2007), por lo que se justificaría la incorporación de una pantalla verde paralela a la fachada. Además, funcionan como barreras reductoras de velocidad de vientos.

- Garantizar asoleamiento en invierno: considerando al ángulo del rayo solar en invierno y la extensión de la galería, se garantiza la incidencia de tanto luz como calor en el interior de las aulas.

- Mejoramiento de la envolvente edilicia: se propone la incorporación de un muro con aislamiento térmico por el exterior del muro existente, de manera que mejore el comportamiento del edificio sin restar superficie útil en el interior. Las pérdidas de calor a través de las cubiertas son considerables debido a la amplia superficie y su relación directa con la bóveda celeste por lo que debería aumentarse la aislación. Además, en el muro nuevo se colocaría una segunda carpintería con DVH con el fin de que la nueva envolvente mantenga un nivel de k coherente tanto en muros opacos como en superficies vidriadas y en cubierta.

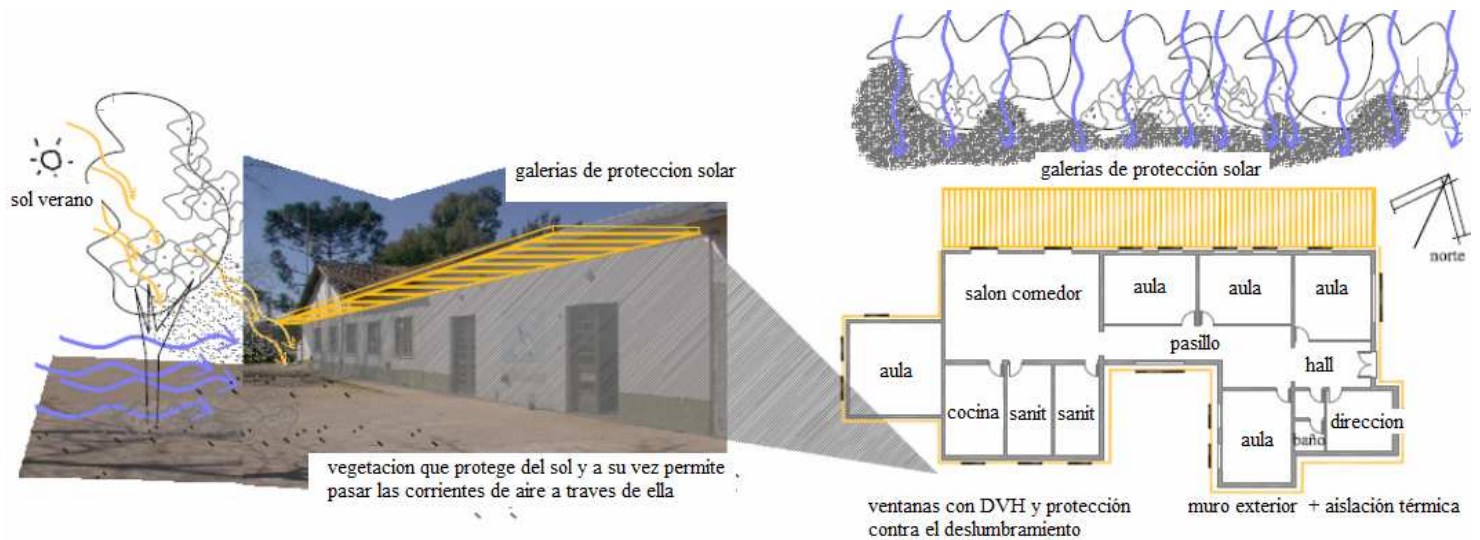


Figura 8 - Fotomontaje de la fachada NO, la galería y la pantalla verde; y planta de la escuela con las modificaciones mencionadas.

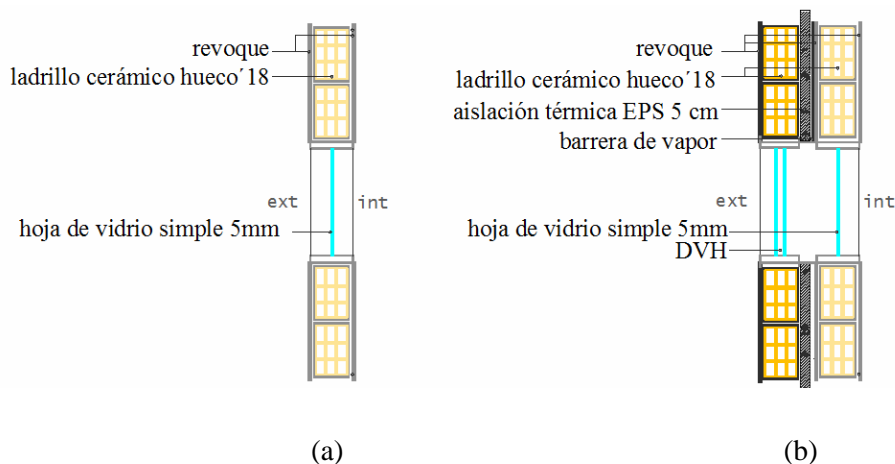


Figura 9 - Detalle de muro y carpintería originales (a). Detalle de incorporación de muro exterior con aislamiento térmico y carpintería DVH (b).

4 ANALISIS DE RESULTADOS

Las simulaciones realizadas manifiestan que el aislamiento térmico logra mejoras relativamente significativas pero que podrían mejorarse con sistemas pasivos de climatización y con la incorporación de materiales de mayor inercia térmica. A modo indicativo, los materiales utilizados para este trabajo poseen una relación masa x unidad de superficie de aproximadamente 100 kg/m^2 a 200 kg/m^2 ; resultando insuficiente.

5 CONCLUSIONES

Debido al continuo crecimiento de la población en las ciudades, las escuelas rurales tienden a ser abordadas por la mancha urbana y es frecuente que se encuentren ante la necesidad de ampliar su establecimiento de manera de poder albergar a los nuevos alumnos, además de las necesidades de mantenimiento habituales. El tratarse de una obra pública, generalmente conlleva a pensar que se cuenta con un presupuesto restringido tanto en la fase de construcción como en el futuro mantenimiento. A esto se suma que se está interviniendo en áreas despobladas y alejadas de los centros urbanos y el acceso de mano de obra y materiales se dificulta consecuentemente. Un cerramiento de mayor calidad puede ser más caro. Pero mejorar el equilibrio entre las pérdidas y ganancias de calor y reduce las necesidades de calefacción y refrigeración, por lo que ese sobre costo inicial se compensaría. Este trabajo propone una alternativa relativamente eficiente desde el punto de vista energético con la que se podrían llegar a edificar esas escuelas.

A partir de las simulaciones, se deduce que el modelo edificio requiere de mayor masa térmica interior

(entre 300 kg/m² y 500 kg/m²), principalmente en verano, sumado a mejoras en los sistemas pasivos de ventilación. Para invierno, agregar muros colectores acumuladores. Es factible pensar que con pocas modificaciones en la envolvente y en su entorno inmediato, las escuelas rurales de la región bonaerense tienen posibilidades de mejorar significativamente su comportamiento energético a un costo razonable.

6 REFERENCIAS

CZAJKOWSKI, J., GÓMEZ A. Arquitectura Sustentable. Edit. Clarín, Buenos Aires ISBN 978-987-07-0603-8; 2009.

CZAJKOWSKI, J., GÓMEZ A. Diseño bioclimático y economía energética edilicia. Edit. UNLP, La Plata; 1994.

FILIPPIN, C. Energía eficiente. Uso eficiente de la energía en edificios. Ediciones Amerindia. ISBN 987-95213-3-1, 2005.

GOULDING, J; LEWIS, J. European directory of sustainable and energy-efficient building. James and James. Londres; 1999.

INTERGOVERNAMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability: Contribution of Working Group II to the fourth assessment report of the IPCC. Disponible en < <http://ipcc.ch/index.htm>>.

IRAM Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. Serie de normas sobre acondicionamiento térmico de edificios; 1990-1999: IRAM 11549. "Aislamiento Térmico de Edificios"; IRAM 11601. "Método de cálculo de la resistencia térmica de muros y techos"; IRAM 11603. "Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bio-ambiental de la República Argentina". Buenos Aires; IRAM. 11900. "Etiqueta de Eficiencia Energética de Calefacción para Edificios"

LONGONI, RENE. (2005) Notas Sobre la Evolución de la Arquitectura Escolar Bonaerense entre 1849-1952

MAZRIA, E. (1983). El Libro de la Energía Solar Pasiva. Ed. Gili. ISBN 968-6085-76-9

MINISTERIO DE EDUCACION DE LA PROV. DE BUENOS AIRES. Dirección de Infraestructura. Disponible en < <http://168.83.82.109/infra/lineasdeaccion/promer.php>>. Acceso en: 12 mar. 2010

MINISTERIO DE EDUCACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LA NACIÓN. Criterios y Normativa Básica de Arquitectura Escolar. Argentina; 1998

PANELLA C. (2005) El gobierno de Domingo Mercante en Buenos Aires. Un caso de peronismo provincial. ISBN 987-21809-3-8

SALAZAR TRUJILLO, J. Fachadas de doble piel y optimización del control Solar. Edificio de aulas en Medellín, Colombia. En: IX ENCONTRO NACIONAL E LATINOAMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2007, Ouro Preto, Brasil ENCAC, 2007. p. 1887-1896.

SAN JUAN G, HOSES S. Arquitectura educacional. Investigación y transferencia ISBN 950-34-0227-1; 1995-2001

THERMIE. Un Vitruvio Ecológico. Principios y práctica del proyecto arquitectónico sostenible. Barcelona. ISBN 978-84-252-2155-2; 2007

7 AGRADECIMIENTOS

Los autores queremos agradecer al Arq. René Longoni, Investigador del Instituto de Investigaciones en Historia, Teoría y Praxis de la Arquitectura y la Ciudad (HITEPAC-FAU-UNLP), al personal del Dto. de Hábitat Escolar del Ministerio de Educación de la Prov. De Buenos Aires y a los integrantes del Laboratorio de Arquitectura y Hábitat Sustentable (LayHS- FAU – UNLP)