



Energías Renovables y Medio Ambiente
Vol. 27, pp. 45 - 51, 2011
Impreso en la Argentina. ISSN 0328-932X

EL AULA DE UNA ESCUELA RURAL BONAERENSE. SU ADECUACIÓN A LA LEY 13059/03 Y DECRETO REGLAMENTARIO.

M. I. Marcilese¹ y J.D. Czajkowski²

Laboratorio de Arquitectura y Hábitat Sustentable (LAyHS)
Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU) - Universidad Nacional de La Plata (UNLP)
C.P. 1900 – La Plata
Tel./Fax 0221-4236587 – e-mail: layhs@fau.edu.unlp

Recibido:23-11-11; Aceptado:9-12-11.

RESUMEN.- En la provincia de Buenos Aires, cerca del 14% de las escuelas se encuentra en áreas rurales. Es frecuente que estas escuelas tengan que realizar ampliaciones en sus edificios que permitan absorber la creciente matrícula de alumnos además del mantenimiento de la infraestructura actual. Este trabajo analiza el desempeño térmico-energético de una escuela primaria ubicada en el área rural de la ciudad de La Plata a partir de tomar una de sus aulas como unidad de análisis. En el año 2010, se estableció el Decreto Reglamentario 1030/10 que otorga marco regulatorio para reducir los consumos de energías no renovables en edificios y hace obligatorio el cumplimiento de las Normas IRAM referidas al acondicionamiento térmico de edificios y ventanas. Los resultados del análisis indican que la envolvente edilicia no cumple con los estándares vigentes por lo que se plantean modificaciones para la adecuación de la misma. Además, se realiza un análisis de los costos que conllevaría su aplicación práctica. Esto permitiría contar con ideas factibles de realizar en futuras ampliaciones y/o modificaciones de los edificios escolares de la localidad.

Palabras claves: retrofit, escuela, rural, decreto 1030/10, costos.

THE CLASSROOM OF A RURAL SCHOOL FROM BUENOS AIRES. ADAPTING IN TO THE LAW 13059/03 AND ITS DECREE

ABSTRACT.- In Buenos Aires province, about 14% of the schools are located in rural areas. Often these schools have to make upgrades in their buildings to absorb the increased enrollment of students in addition to the maintenance of existing infrastructure. This paper analyzes the thermal performance and energy development of a primary school in the rural area in La Plata from taking one of their classrooms as the unit of analysis. In 2010, established the Regulatory Decree 1030/10 which provides the regulatory framework to reduce non-renewable energy consumption in buildings and makes it mandatory compliance with the IRAM referred to the thermal conditioning of buildings and windows. The results of the analysis indicate that the envelope does not meet building current standards are raised that's why we proposed modifications to adapt it. Furthermore, an analysis of the costs that would entail its practical application. This would provide feasible ideas to make future extensions and / or modifications to school buildings in the locality.

Keywords: retrofit, school, rural, decree 1030/10, costs.

1. INTRODUCCION

El presente trabajo se encuentra dentro del marco de investigación que se desarrolla en el Laboratorio de Arquitectura y Hábitat Sustentable de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UNLP, orientada hacia la eficiencia energética edilicia. Los cambios tecnológicos del siglo pasado han provocado cambios en todos los aspectos de la vida del hombre y su relación con el ambiente natural. En lo que se refiere a la arquitectura, los principales cambios se evidencian en una nueva forma de construir caracterizada por la pérdida de la masa térmica interior y el aumento de la superficie acristalada, factores que influyen en el comportamiento de los edificios y el consumo de energía

(Araujo, 2009). La incidencia de la industria de la construcción respecto al consumo de recursos naturales y la contaminación es significativa ya que implica más del 50% del total del consumo energético del país (Gonzalo, 2004). Debido a esto, la arquitectura no puede quedar sólo limitada a ordenar espacios, sino que forma y diseño, uso racional de los recursos, compatibilidad entre tecnología y naturaleza, deberían integrarse en función de edificios que minimicen su huella en el ambiente natural (Filippín, 2005). Profesionales de la construcción y organismos gubernamentales de todas partes del mundo están planteando diferentes alternativas con el objetivo de que la arquitectura pueda satisfacer las necesidades humanas a partir de un uso racional de recursos y haciendo hincapié en la reducción del consumo de energía. Estas ideas se traducen en nuevas normas, sellos de calidad y guías de diseño con estrategias -como las basadas en las ganancias del calor solar, el aislamiento térmico, la

1. Becaria CONICET
2. Investigador CONICET

estanqueidad al aire y el uso de energías renovables- que apuntan a reducir el consumo de recursos y emisiones a lo largo del ciclo de vida de los edificios (Araujo, 2009). En Argentina, el decreto 140/07 promueve el uso de las energías renovables y la eficiencia energética edilicia. En la provincia de Buenos Aires y en sintonía con este, el DR 1030/10 y es exigible su cumplimiento desde julio de 2010. Según un relevamiento del Ministerio de Educación de la Nación en el año 2009, la provincia de Buenos Aires cuenta con más de 2700 escuelas en áreas rurales. El último plan por parte del Estado para la construcción de escuelas rurales data de los años '50 (Panella, 2005). A lo largo del tiempo, aquellos establecimientos se encontraron con la necesidad de realizar ampliaciones debido a la creciente llegada de nuevos alumnos. En nuestro país resulta frecuente la construcción de edificios con un mismo sistema constructivo y misma expresión formal cualquiera sea la zona bioclimática de implantación, pudiendo no resultar eficiente en todos los casos (Filipin, 2005).

2- METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este trabajo fue necesario realizar una caracterización bioclimática del lugar de emplazamiento de la escuela, la selección de una unidad de estudio, el relevamiento de la envolvente de la unidad de estudio y su diagnóstico desde el punto de vista térmico, el estudio del marco normativo legal en el cual el edificio se inserta para luego poder proponer mejoras que contribuyan a su adecuación a los estándares vigentes. Para la verificación de las normas se decidió usar los programas del CEEMA-FAU-UNT (Gonzalo, 2003).



Figs. 1, 2, 3 y 4: Implantación, entorno y acceso a la escuela

La EPB N°70 "19 de Noviembre" es una escuela rural ubicada en la localidad de Abasto. En este establecimiento público funciona una Escuela Primaria Básica que cuenta con una matrícula de 220 alumnos. La superficie total del predio es de 4115m² y la escuela se desarrolla en una planta de 400m² cubiertos. El entorno inmediato como se ha mencionado es de carácter rural, donde predomina la producción agrícola y florícola y en menor medida, establecimientos industriales (figuras. 1, 2, 3 y 4). La localidad de Abasto pertenece al partido de La Plata, que se encuentra clasificada como III-b Templada cálida húmeda. (Norma IRAM 11603) (figuras 5 y 6). La temperatura promedio anual es de 16.1 °C con una amplitud térmica en invierno de 8 °C y de 10.6 °C en verano y se caracteriza por

el alto nivel de humedad (entre 70% y 85%). Durante el invierno un 70% de los días, son nublados.

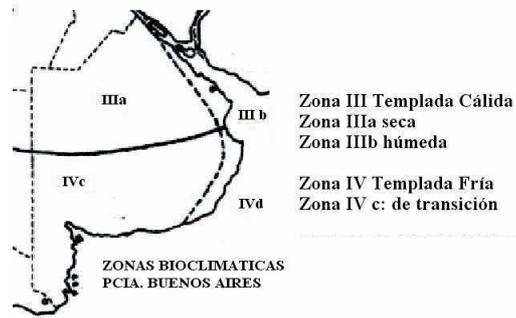


Fig. 5: Clasificación bioambiental de la Provincia de Buenos Aires (Norma IRAM 11603).



Fig. 6: Ubicación de la escuela en relación al centro de La Plata. Fuente: GoogleMaps

El establecimiento fue fundado en el año 1932, y el edificio original contaba con 3 aulas, un área de servicios y en una construcción independiente, la llamada casa habitación donde la maestra/directora, residía. Con el paso del tiempo y el avance de la población hacia la localidad, el edificio tuvo que ser ampliado para absorber la matrícula en crecimiento y la casa habitación dejó de ser necesaria. La primera modificación del establecimiento ocurrió en los años '60, luego, la segunda en 1998 y finalmente, en 2005 se realizó la última ampliación en la cual se incorporaron dos aulas (figura 7).

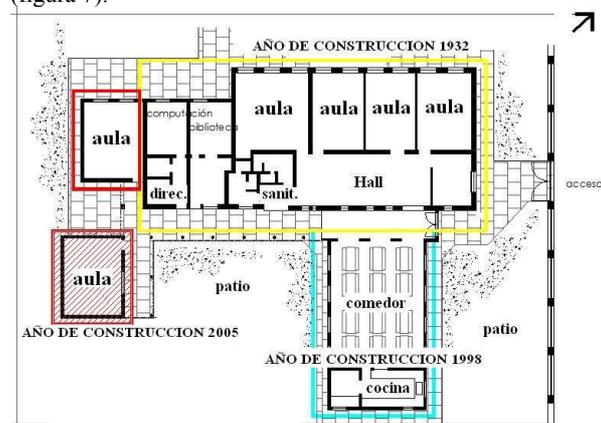


Fig. 7: Planta de la escuela y aula de estudio (rayado diagonal)



Fig. 8: Perspectiva del aula de estudio. Fuente: elaboración propia.

Se tomará para el desarrollo de este trabajo, un aula perteneciente a la última ampliación de la escuela, en el año 2005. Se trata de una edificación de 26,50m² de superficie cubierta que se encuentra separada del edificio principal. El perímetro del aula se encuentra completamente expuesto al exterior. La relación interior exterior se da a través de una ventana de 1,8m x 1,8m y la puerta de acceso. Las aberturas están orientadas hacia el N-NE donde se ha dispuesto una galería que comunica el aula con el resto de la escuela (figura 8).

Área 26,51m²
 Volumen 80m³
 Perímetro 20,81m
 Altura interior aula 3m

2.1 Descripción de la envolvente

-Cubierta. El cerramiento horizontal es de chapa de acero aluminizada con 2cm de aislamiento térmico y un cielorraso de tableros de roca de yeso suspendido. K techo = 1.17 W/m² K

-Cerramiento opaco vertical. La envolvente vertical del aula es de mampostería de ladrillo hueco de 12cm de espesor, revocado y pintado en ambas caras, con un K muro = 1.72W/m² K

-Cerramiento vidriado. Las carpinterías originales del aula son de marco de chapa doblada y vidrio simple de 1mm de espesor. El sistema de apertura es con 8 paños tipo banderola. K vidrio =5,8 W/m² K.

2.2 Marco normativo

Para cumplir con el Decreto 1030/10, los materiales que constituyen la envolvente opaca del edificio deberían ubicar al mismo en la categoría B, como mínimo, que propone la Norma 11605. Los materiales componentes de la envolvente vidriada deben cumplir con las Normas IRAM 11507-1 y 11507-4 de Carpinterías, donde se establecen los requisitos básicos que deben cumplir las ventanas exteriores de los edificios con el fin de permitir una clasificación para los requisitos de resistencia a la acción del viento, la estanquidad al agua y la infiltración de aire. Las ventanas se clasifican según sus características de transmitancia térmica y según la mencionada norma, es obligatorio como mínimo cumplir con el nivel K5 equivalente a un 3,0<K<= 4,0. (tabla 1)

Tabla 1: Clasificación de carpinterías.

Categoría de aislamiento	Transmitancia térmica, K (en W/° C m²)
K ₁	K < 1,0
K ₂	1,0 ≤ K ≤ 1,5
K ₃	1,5 < K ≤ 2,0
K ₄	2,0 < K ≤ 3,0
K ₅	3,0 < K ≤ 4,0
No clasificable	K > 4,0

La norma IRAM 11604 establece el método de cálculo del Coeficiente Volumétrico de Pérdida de calor G_{cal}, el cual permite evaluar el ahorro de energía de calefacción de edificios y fija valores máximos admisibles. Bajo este método se realizó el cálculo y como resultado el valor de G_{cal} es de 2,75W/m³°C, superior al valor admisible de la norma (tabla 2).

Tabla 2: resumen de datos

	K muros W/m ² K	K techos W/m ² K	K carpinterías W/m ² K	Coeficiente G W/m ³ K
AULA ACTUAL	1,72	1,17	5,87	2,75
VALORES ADMISIBLES	1	0,48	3,0<K<=4	2,12

Para cotejar el cumplimiento con las norma IRAM 11625 y 11630 de Verificación del Riesgo de Condensación en paños centrales y en puntos singulares, se utilizó el software CEEMACON (Gonzalo, 2003). El gráfico 1 y 2 se evidencia la existencia de condensación en muros debido a la falta de aislamiento tanto térmico como hidrófugo.

Se calculó la carga térmica en calefacción del aula durante el periodo correspondiente a un año de funcionamiento escolar, el cual se desarrolla de marzo a diciembre. Para el cálculo no se tuvieron en cuenta las cargas internas generadas por los ocupantes ni equipamiento.

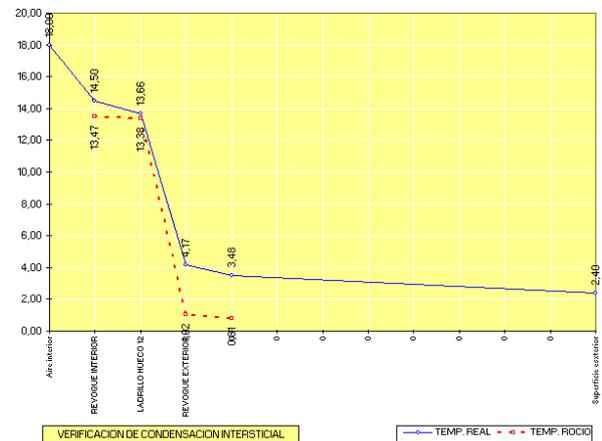
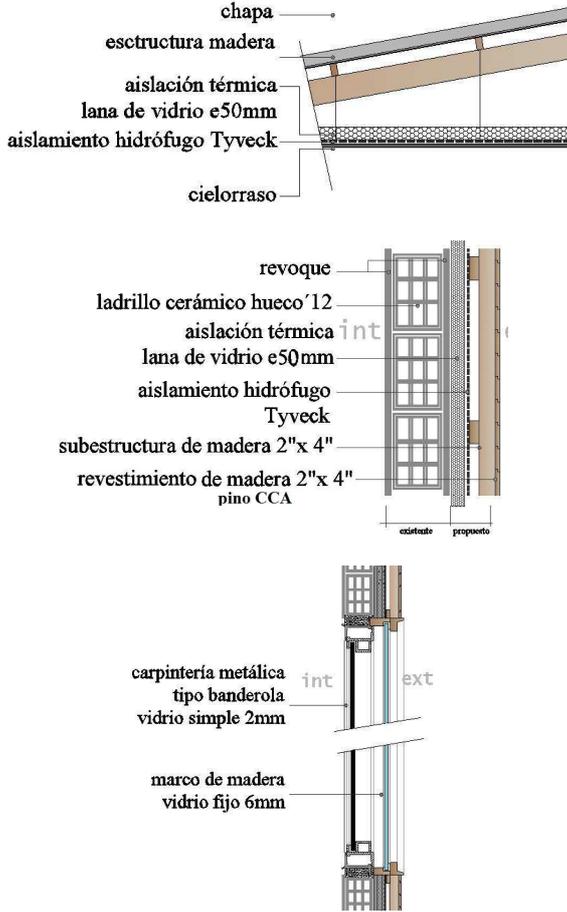


Gráfico 1

con la que se conforma una cámara de aire y mejora la transmitancia térmica. Se propone colocar un bastidor de madera CCA con una hoja de vidrio de 6mm. $K_{\text{vidrio}} = 2,32 \text{ W/m}^2 \text{ K}$, que verifica como K4. Cálculo de ventana doble según IRAM 11507-4 Anexo A, (figura 11).



Figs. 9, 10 y 11. Esquemas de propuestas para la envolvente.

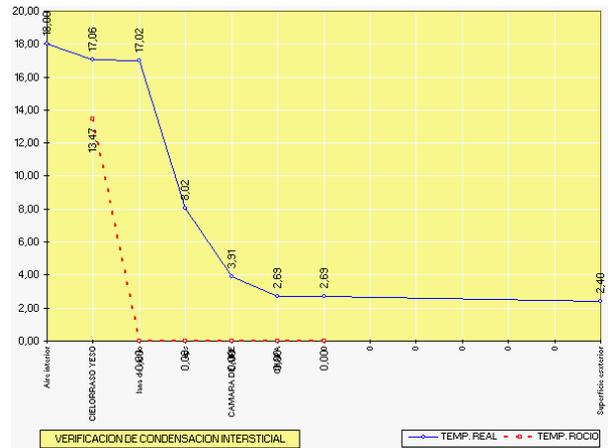
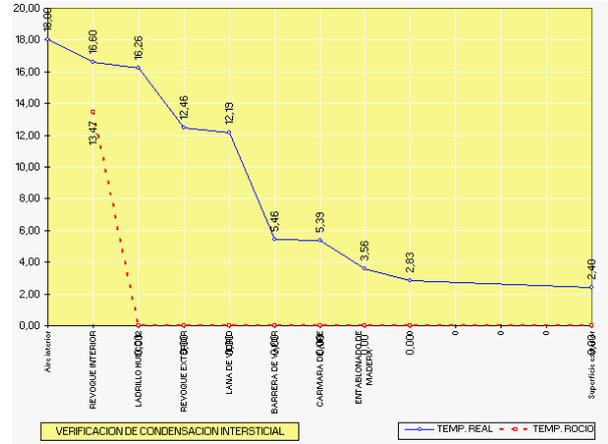


Figs. 12 y 13. Perspectiva con envolvente propuesta. Esquema de fachada ventilada.

A partir de las propuestas para la envolvente, se realizaron nuevamente los cálculos del coeficiente volumétrico de pérdidas de calor G, la verificación de condensación superficial e intersticial y el balance térmico para invierno con la mencionada tecnología.

Coficiente Volumétrico de Pérdida de calor G arrojó como resultado un valor de $G = 1,60 \text{ W/m}^3\text{C}$, acorde a los valores admisibles por norma (ver tabla 2).

En los gráficos 4 y 5 se observa que no existe condensación con la nueva definición de envolvente para el aula.



Gráficos 4 y 5. Verificación del riesgo de condensación en muros y techos. CEEMACON (Gonzalo, 1998).

Nuevamente se realizó el cálculo del balance térmico de calefacción para el funcionamiento de un año escolar. Las envolventes analizadas en este caso, corresponden a la del aula actual y al cerramiento propuesto. En el gráfico 6 se puede observar la diferencia entre las cargas térmicas de calefacción de las dos envolventes. Con las mejoras, las cargas térmicas necesarias para calefaccionar alcanzan una reducción del 41% durante la época invernal.

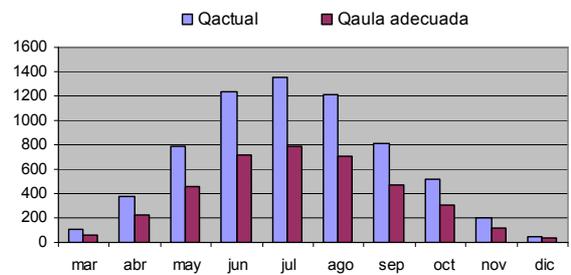


Gráfico 6: Comparación entre las cargas térmicas para calefacción de la envolvente actual y la propuesta por la norma $Q(\text{kW/h})$ y la envolvente que proponen las normas IRAM11604.

Nuevamente se relacionaron las cargas térmicas para calefacción con los costos económicos (tabla 4). En este caso, se analizan los costos de calefacción para el aula actual en relación al aula con las mejoras propuestas. La reducción de costos es mayor al 41%.

Tabla 4: Comparación de costos de energía para calefacción según el aula con la envolvente actual y la envolvente propuesta por las normas. Período anual y proyectado a 30 años.

COSTO ENERGIA PARA CALEFACCION (en pesos)				
	aula actual	aula adecuada	diferencia	%
anual	365.87	212.87	153.00	-41,82
30 años	10976,1	6386,1	4590	

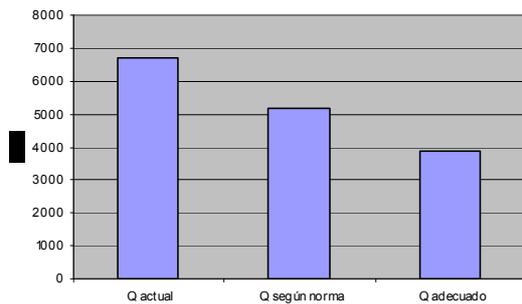


Gráfico 7: Carga térmica calefacción promedio anual del aula correspondiente a envolvente actual, propuesta y niveles admisibles según IRAM 11605 y 11507-1 y 4.

En el gráfico 7 se puede observar la carga térmica anual del aula construida con diferentes tipos de envolventes. El primer caso es el del sistema constructivo del aula actual, luego el caso donde la envolvente cumple con los niveles admisibles para la localidad y finalmente, la envolvente del aula con las propuestas de modificación. El caso actual evidencia un 34,5% más de necesidad térmica respecto del nivel que establece la norma y un 41,2% respecto del caso adecuado.

Tabla 5: resumen de datos

AULA	K muros W/m²k	K techos W/m²k	K carpinterías W/m²k	Coef. G W/m²K	Carga Térmica Anual kWh /m²	Costos Energía calefaccn \$/m²
ORIGINAL	1.72	1.17	5.87	2.75	252.84	13.81
ADECUADA	0.69	0.46	2.32	1.6	147.11	8.03
VALORES ADMISIBLES	1	0.48	3,0<K<=4	2.12	194.80	10.64

Las propuestas de modificación que propone este trabajo para el aula, ubicarían su desempeño térmico-energético en un nivel de eficiencia superior al propuesto por la norma (ver tabla 5). Es por esto que se podría afirmar que fue verificado, de manera teórica, el cumplimiento de las normas de eficiencia energética vigentes. A partir de ello se investigó la disponibilidad de materiales y sus costos económicos en el mercado de la ciudad con la finalidad de estimar un valor por unidad de superficie. Los materiales sugeridos se encuentran fácilmente a pocos kilómetros. Se obtuvo un valor estimado correspondiente a los materiales y luego, se consideró un 35% de ese valor que corresponde a la mano de obra. Estos datos son variables y fueron tomados

a partir de consultar en el mercado local (tabla 6). En el gráfico 9 se puede observar la incidencia que tendría cada sector de la envolvente en el costo total de una supuesta adecuación real del aula, donde el elemento más importante es el de la envolvente opaca vertical. A modo ilustrativo, el valor promedio \$/m² actual para el sistema constructivo del aula original se estima en \$5386 por m2, valor que incluye mano de obra y materiales (Grau, 2011), es decir que con un 8%, sería factible la realización de futuras ampliaciones o modificaciones en las escuelas de la zona ateniéndose a las normas vigentes.

Tabla 6: Estimación de costos para la adecuación de la envolvente.

	Elemento Envolvente			
	cubierta	muro	carpintería	total
\$ materiales	555,00	8125,00	750,00	9430,00
\$ mano de obra	194,25	2843,75	262,50	3300,50
total	749,25	10968,75	1012,50	12730,50
\$ / m²	28,27	156,70	253,13	438,10

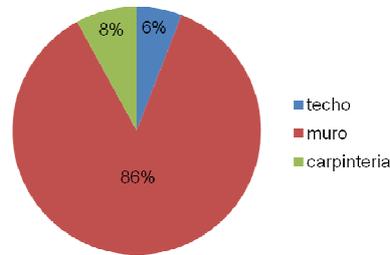


Gráfico 9: Incidencia sobre el costo total según sector de envolvente

3- CONCLUSIONES

A partir de los estudios realizados se puede concluir que el desempeño térmico-energético del aula hoy en día sería considerado ineficiente. Esto se debe a que los elementos que conforman la envolvente no verifican los valores admisibles por la normativa vigente hoy en la provincia Buenos Aires.

Cuando se realizó la edificación del aula, en año 2005, las normas referidas al acondicionamiento térmico de edificios, ya existían. Sin embargo, al no ser obligatorio su cumplimiento, se eligió no tener en cuenta sus recomendaciones.

Se observó que es factible revertir la situación desempeño actual a partir de las modificaciones propuestas. Estas modificaciones en la envolvente conllevan un costo económico poco significativo si consideramos que podrían garantizarse mejores condiciones de habitabilidad y calidad de vida para los usuarios.

Este trabajo analiza una posibilidad de adecuación constructiva accesible desde el punto de vista económico como de disponibilidad en el mercado local y podría considerarse una de las propuestas factibles de realizar en futuras ampliaciones y/o modificaciones de los edificios escolares de la localidad para adecuarlos a las normativas vigentes.

REFERENCIAS

- Czajkowski, J, Gómez A. (2009). *Arquitectura Sustentable*. Edit. Clarín, Argentina. ISBN 978-987-07-0603-8
- Filippin, C. (2005) *Energía eficiente. Uso Eficiente de la Energía en Edificios*. Ediciones Amerindia. ISBN 987-95213-3-1
- Gonzalo G. (2003). *Manual de Arquitectura Bioclimática*, 2da. Edición, Ediciones Bibliográfica, Argentina. ISBN 987-1135-07-6
- Gonzalo, G; Quiñones, G; Llabra, C. & Márquez Vega, G. (2007). *Evaluación del Comportamiento Térmico y Propuestas de Mejoras para una Escuela en Hualinchay, Tucumán. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, **11**. Argentina. ISSN 0329-5184
- Grau, L. (2011). *Suplemento de Arquitectura Nro 467*. Diario Clarín. Argentina 2-8-2011
- IRAM Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. Serie de normas sobre acondicionamiento térmico de edificios;
- IRAM 11549. "Aislamiento Térmico de Edificios"
- IRAM 11601. "Método de cálculo de la resistencia térmica de muros y techos"
- IRAM 11603. "Clasificación bio-ambiental de la República Argentina"
- IRAM 11604. "Coeficiente volumétrico G de pérdidas de calor"
- IRAM 11605. "Valores máximos admisibles de transmitancia térmica K"
- IRAM 11625. "Verificación del riesgo de condensación de vapor de agua superficial e intersticial en paños centrales"
- IRAM 11630. "Verificación del riesgo de condensación de vapor de agua superficial e intersticial en puntos singulares"
- IRAM 11507-1 "Carpintería de obra. Ventanas exteriores. Requisitos básicos y clasificación"
- IRAM 11507-4 "Carpintería de obra. Ventanas exteriores. Requisitos complementarios"
- Ministerio de Educacion de la Provincia de Buenos Aires. Dirección de Infraestructura. Disponible en <<http://168.83.82.109/infra/lineasdeaccion/promer.php>>. Ultimo acceso: 4 agosto 2011
- Panella, C. (2005). *El gobierno de Domingo Mercante en Buenos Aires. Un caso de peronismo provincial*. Argentina, ISBN 987-21809-3-8
- The European Comisión (2007). *Thermie. Un Vitruvio Ecológico. Principios y práctica del proyecto arquitectónico sostenible*. Barcelona. ISBN 978-84-252-2155-2
- Ley 13059 y decreto reglamentario 1030 / 10 . Disponible en:
<http://www.gob.gba.gov.ar/legislacion/legislacion/l-13059.html>
<http://www.gob.gba.gov.ar/legislacion/legislacion/10-1030.html>.

