

ESCUELAS PRIMARIAS DEL OESTE ARGENTINO, REALIDAD ACTUAL Y OPORTUNIDADES DE MEJORAMIENTO DEL AMBIENTE LUMÍNICO. ANÁLISIS DE UN CASO TÍPICO.

C. de Rosa*, A. Pattini**, Jorge Mitchell***

Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda (LAHV)
Instituto de Ciencias Humanas Sociales y Ambientales (INCIHUSA)
Centro Regional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CRICYT)
C.C. 131 - 5500 Mendoza - Tel. (061) 288797 Fax (061)287370

RESUMEN

Las técnicas de iluminación natural, no se aplican en el diseño de edificios escolares en el país, pero su incorporación e integración con los aspectos de habitabilidad higrotérmica, posibilitarán el logro de condiciones lumínicas y térmicas óptimas en los espacios escolares, con sobrecostos amortizables con ahorros de energía en plazos breves.

El presente trabajo (enmarcado en el PID N° 1153)presenta los resultados del estudio y posibilidades de reciclaje lumínico de uno de los edificios escolares perteneciente al "tipo" más repetido en todas las localizaciones urbanas de la provincia de Mendoza: 48 edificios, sobre un total de 645, que alojan 528 aulas, construídos entre 1960 y 1975. La representatividad del caso seleccionado es la máxima dentro de los "tipos" que integran el parque escolar primario de la provincia.

INTRODUCCION

Durante décadas la producción, operación y mantenimiento de los edificios para la educación primaria, ha estado en la Argentina a cargo de organismos estatales, nacionales o provinciales, en forma casi exclusiva.

En la provincia de Mendoza, se ha tendido en años recientes a la sistematización de los diseños en base a "tipos" edilicios que se repiten con variantes menores según las demandas de su situación de contexto: medio urbano o rural, población escolar, necesidad de espacios, forma y dimensiones de los terrenos disponibles, etc. Si bien se ha tratado siempre de producir edificios simples, sólidos, durables, higiénicos, de fácil mantenimiento y bajo costo; escasa o nula atención se ha prestado a alcanzar en los edificios escolares las condiciones ambientales, térmicas y lumínicas, óptimas para maximizar la eficiencia del proceso de aprendizaje. Las mismas se han supuesto resueltas mediante consumos irrestrictos de energía convencional durante la vida útil del edificio. De esta forma, muchos "tipos" de edificios escolares se han implementado sin variantes mayores, en climas notablemente diferentes, haciendo caso omiso de la orientación y de la disponibilidad de recursos energéticos naturales. En este sentido, no solo se han ignorado las posibilidades que ofrecen los diseños y técnicas bioambientales, sino también se ha soslayado sistemáticamente la débil exigencia de las normas vigentes (DINEA,1972) (1), (IRAM,1990) (2), (IRAM,1974) (3), que prescriben taxativamente comportamientos termolumínicos mínimos en aulas. La insuficiencia y obsolescencia del parque edilicio escolar actual y el marco de referencia cambiante en cuanto a la futura disponibilidad de energía convencional en Argentina (OLADE, 1994) (4), han llevado a proporcionar estudios para mejorar por reciclaje los edificios existentes y a generar pautas y proyectos para nuevas construcciones escolares (de Rosa, 1992) (5).

Dentro de este marco, se inscribe el presente trabajo apuntando a cuantificar el potencia de mejoramiento lumínico de aulas y los ahorros de energías obtenibles por el reciclaje de uno de los edificios escolares "tipo" más repetidos en la provincia.

* Investigador Independiente CONICET
** Investigadora Asistente CONICET
*** Técnico Asociado CONICET

SITUACIÓN DE REFERENCIA

Características del emplazamiento

Localidad: Gran Mendoza (Sur); Latitud: - 32,91; Longitud: 68,87; altitud 840 (msnm).
Datos Climáticos: Radiación global horizontal media anual (MJ/m² d): 18,0; Iluminancia Global horizontal cielo claro, mes 9, hora 12 (lux) Iluminancia Global horizontal cielo claro (1).

Características del edificio

Tipología: lineal, 2 plantas, galerías abiertas al Norte, N° aulas 10, superficie aula tipo (m²) 33,40, superficie de ventanas por aula (m²): al Sur 3,00; al Norte (galería) 5,40. Figuras 1 y 2.

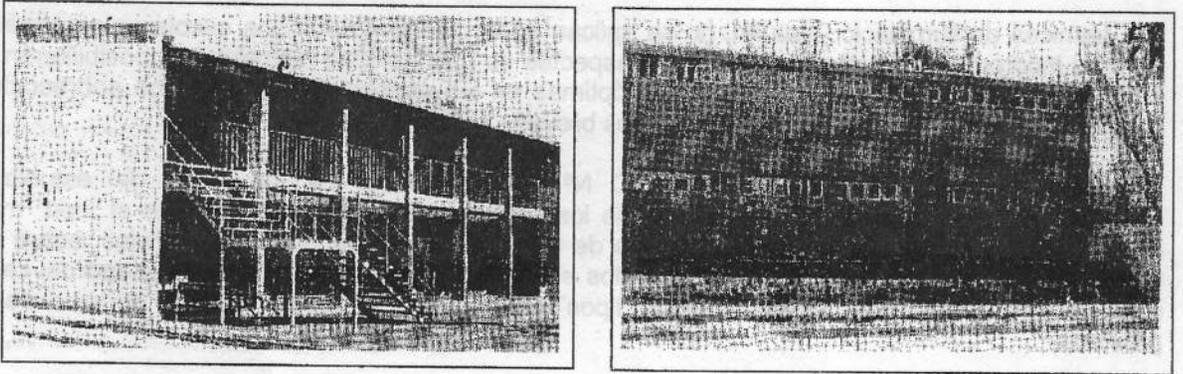


Fig. 1. Fachada Norte y Sur del edificio escolar analizado. La escalera que aparece en la foto de la izquierda de la figura 1 se propone ser reemplazado por dos escaleras extremas como muestra la figura 2.

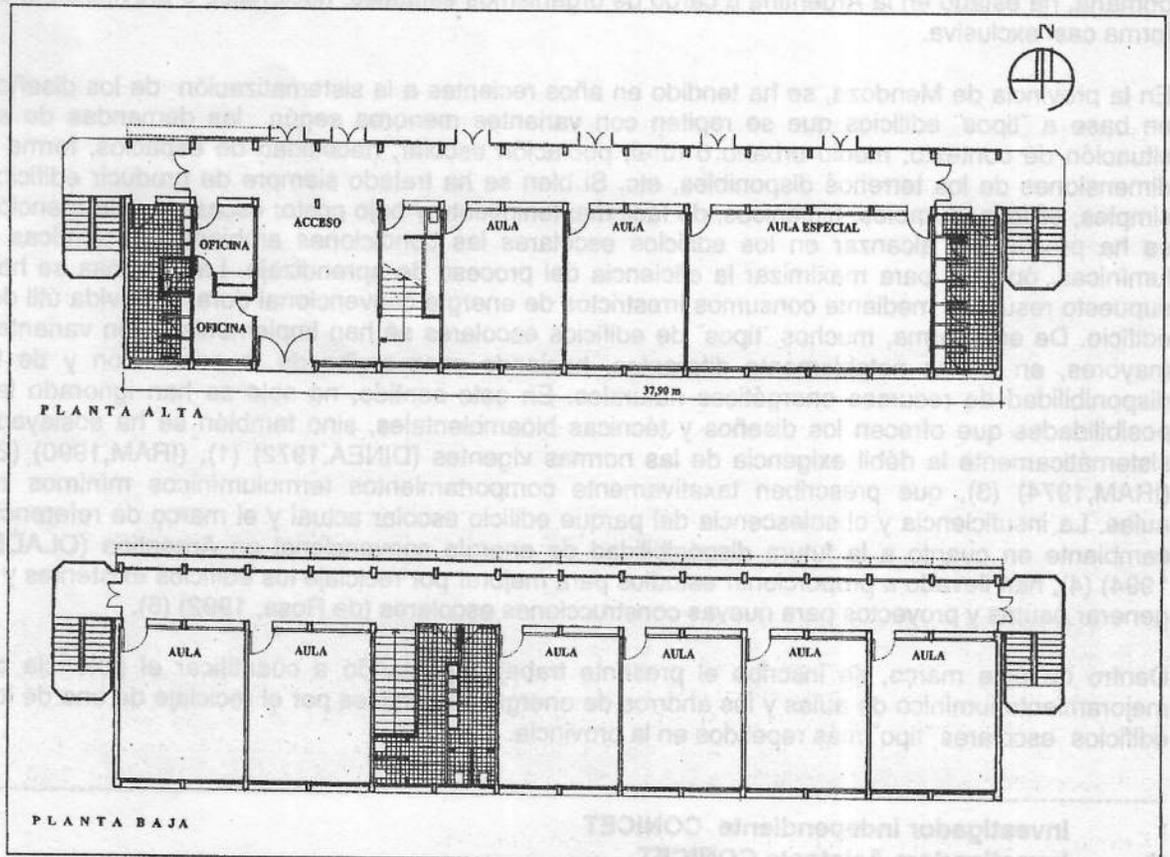


Fig. 2. Planta alta y baja con las mejoras introducidas

Régimen operativo

Diario (h): 8.30 a 12.30 y 13.30 a 18.00; semanal (d/s): 5; Anual (fechas): 15/03 a 08/07 y 23/07 a 15/12. N de usuarios por turno: 260

ASPECTOS LUMÍNICO ENERGÉTICOS

Metodologías de Cálculos

Los cálculos de iluminación exterior, así como el cálculo de ahorros potenciales de energía para iluminación se han realizado con las siguientes técnicas:

- * Iluminación exterior: los valores fueron obtenidos con el programa ILUM (1) y comprobados con mediciones exteriores de cielo claro en la escuela analizada.
- * Iluminación interior : el cálculo de la iluminación diurna (lux) y del factor de luz diurna se realizaron con el modelo SUPERLITE (LBL - UCD, 1985) para ambas situaciones de referencia y mejorada para el día 21 de los meses de marzo, junio y noviembre respectivamente, sobre una grilla de 35 puntos que representa el plano de trabajo.

Las simulaciones fueron corroboradas con una mediciones en aulas de planta baja y planta alta de la escuela.

- * Para el posterior análisis de los datos medidos y simulados se trazaron curvas de isolux en el interior del aula a la altura del plano de trabajo.
- * Ahorros energéticos: la predicción de los potenciales ahorros de energía para iluminación artificial se obtuvieron con el método DUF (Robbins, 1986).

Resultados - Situación de Referencia

* Iluminación exterior:

marzo	12 hs	Ilum. Global Horizontal de cielo claro: 86.740 lux; Ilum. Difusa Horizontal de cielo claro 12.670 lux;
junio	12 hs	Ilum. Global Horizontal de cielo claro: 55.600 lux; Ilum. Difusa Horizontal de cielo claro 9.890 lux;
nov.	12 hs	Ilum. Global Horizontal de cielo claro: 105.220 lux; Ilum. Difusa Horizontal de cielo claro 17.210 lux;

- * Iluminación interior promedio sobre Plano de Trabajo: marzo 269 lux; junio 241 lux; noviembre 187 lux.
- * Valor requerido por norma (IRAM 1974) para aulas valor mínimo sobre Plano de Trabajo 500 lux.(3).

Las mediciones de iluminación interior en las aulas de la escuela seleccionada corresponden a la etapa de análisis diagnóstico del Proyecto Pid BID anteriormente mencionado. Se realizaron en el interior de cuatro aulas (dos en planta alta y dos en planta baja) sobre una grilla de 9 puntos, todos a la altura del plano de trabajo (0.80m), simultáneamente se registraron los valores de Iluminancia exterior (Global y difusa). En los casos de las aulas medidas de planta alta, algunos puntos correspondientes al sector sur de las aulas registraron valores de 93 lux (21/11 al mediodía solar).

- * Consumo de energía para iluminación 687.3 KW/h por aula
Horas de funcionamiento: 1790 horas anuales.
Potencia instalada para iluminación eléctrica : 9,57 W/m2.
- * Sistema de iluminación artificial en aulas: 2 pasos, todo apagado-todo encendido.

Mejoras Propuestas

- * Reflectancias interiores: aumento de la componente reflejada del interior en muros y techos con reflectancias de 0.68 a 0.80 respectivamente.
- * Estantes de luz y aleros. Se utiliza un estante interior horizontal (invernadero) para reflejar sobre el techo la iluminancia directa de los meses de invierno y un elemento exterior que cumple simultáneamente con las funciones de alero y estante de luz reflejando la iluminación directa de los meses de verano. Figuras 3 , 4 y 5.

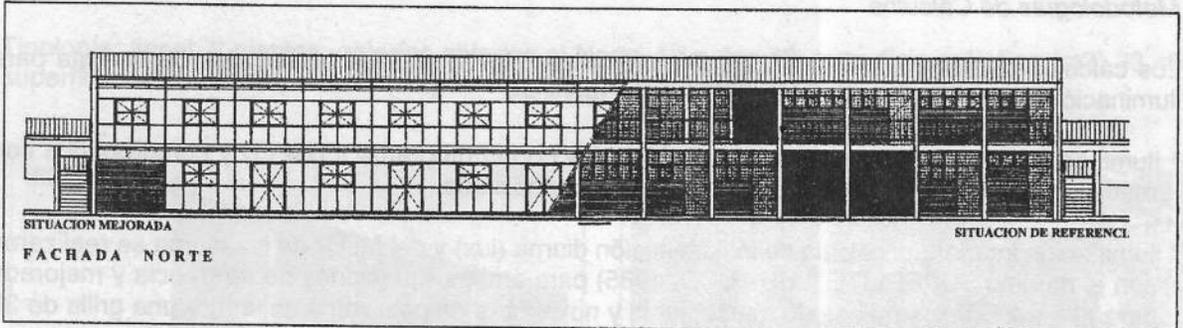


Fig.3. Comparación de situación mejorada y de referencia.

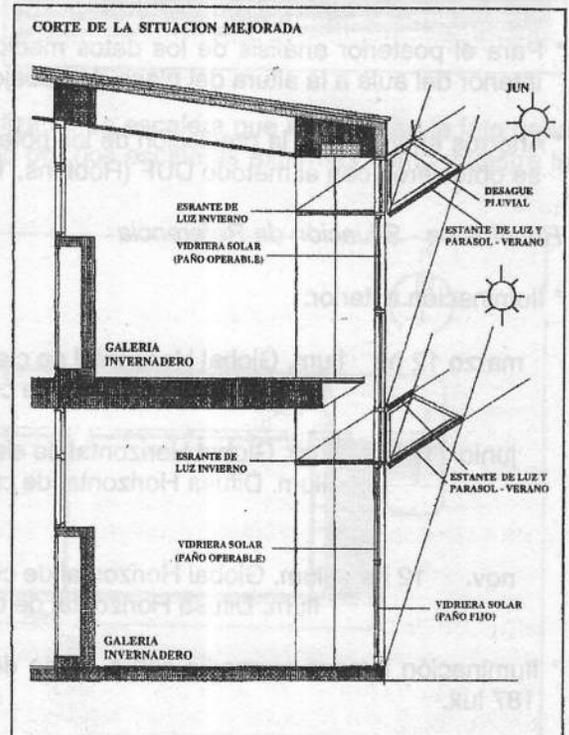
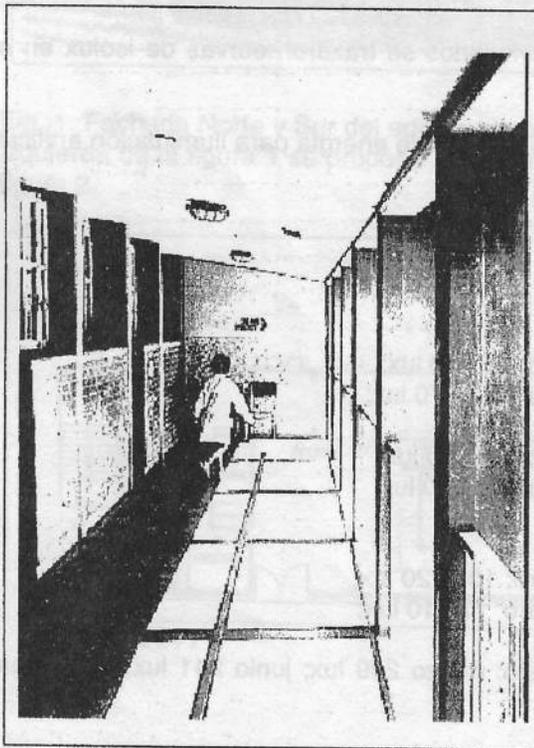


Fig.4 Galería planta alta situación de referencia - Fig.5 Situación mejorada

Resultados de la situación mejorada

- * Iluminación natural interior sobre plano de trabajo: marzo 12 hs 564 lux; junio 12 hs 524 lux; noviembre 12hs 465 lux.
- * Ahorros potenciales de energía debido al uso de luz natural
- * Consumos de energía para iluminación anual durante el período lectivo: 687 KW/h.
- * Consumos de energía para iluminación anual con utilización de luz natural: 432 KW/h x aula.
- * Ahorros de energía debidos a iluminación natural: 255 KW/h x aula.

Simulación: Los resultados de la simulación lumínica se representan gráficamente en las Figuras 6 y 7, comparando los niveles (en corte y planta) alcanzados en aulas los tres meses estudiados, para el día tipo de cada mes, para cielo claro, sin aporte de iluminación artificial, en las situaciones de referencia y mejorada.

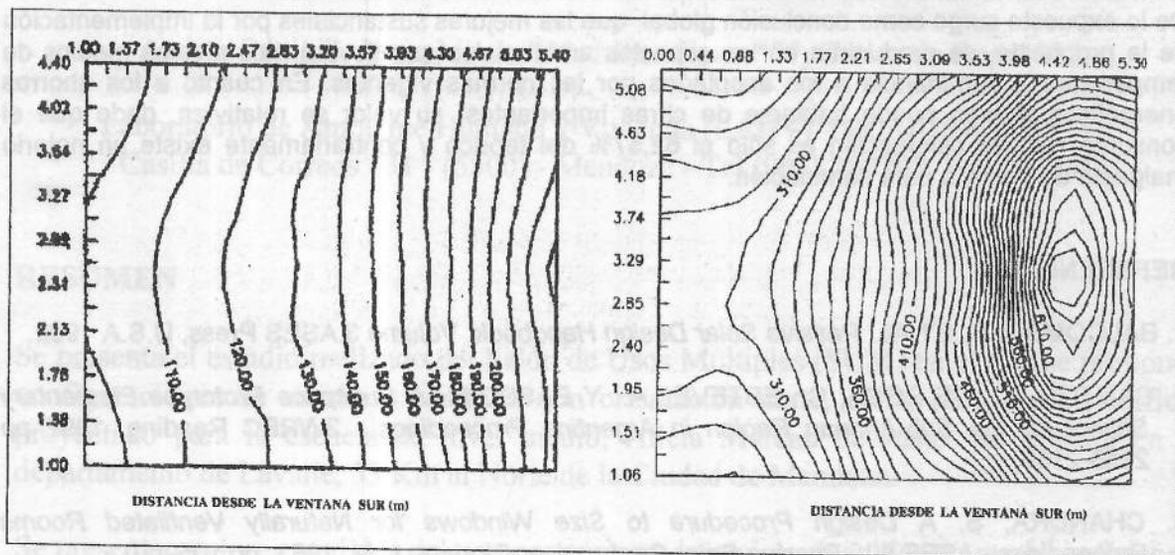


Figura 6. Curvas de Isolux en aulas. Situación de Referencia y Situación mejorada

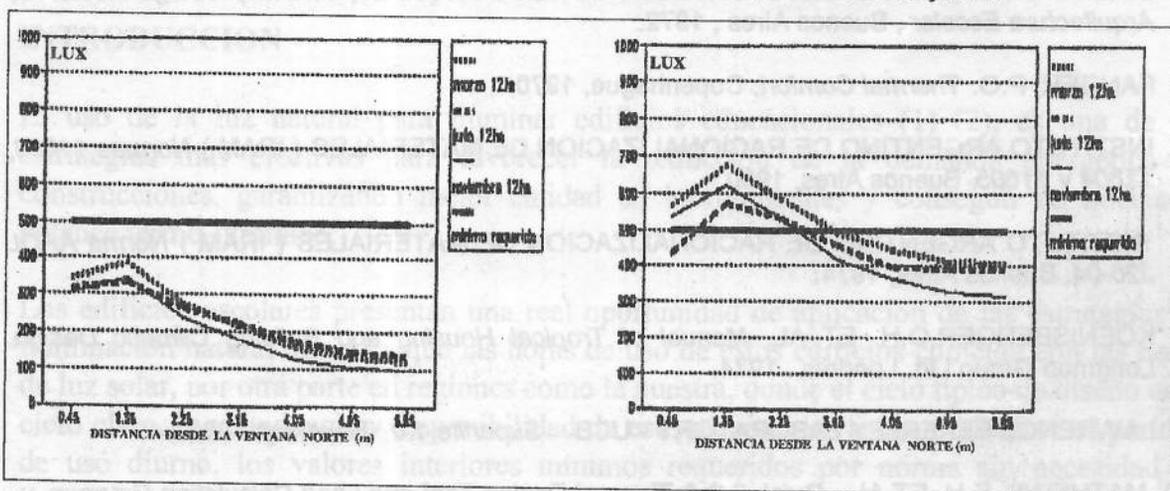


Figura 7. Distribución de iluminación sobre plano de trabajo en aulas. Situación de Referencia y Mejorada

CONCLUSIONES

El caso estudiado pone en evidencia las limitaciones y posibilidades de un diseño típico de escuela primaria, que ha sido construido repetidamente en la provincia de Mendoza durante un período en que las condiciones de eficiencia energética para proporcionar confort termo-lumínico no constituían una preocupación mayor en los organismos estatales que las produjeron.

*La tipología lineal con galerías abiertas, correctamente orientadas, posibilita el reciclaje de los edificios con sustanciales mejoras ambientales y energéticas, modificaciones económicamente viables.

*En el aspecto lumínico, la doble orientación de las ventanas de las aulas favorece la distribución del flujo luminoso aunque, debido al reducido tamaño de las aberturas al S, no se obtienen valores aceptables de intensidad ni homogeneidad. Esta falencia ha originado el hábito de mantener las luminarias de las aulas (8 tubos fluorescentes de 40 W en c/u) encendida durante todas las horas de uso de las mismas. En esta situación, los valores de iluminancia media

medidos sobre el plano de trabajo el 21 de marzo al medio día solar, superaban el umbral mínimo exigido de 500 lux sobre el plano de trabajo .

* Las mejoras propuestas se han limitado siempre " agregar " elementos: cielorrasos, vidriera, etc.; sin desmontar ni reformar sustancialmente la construcción existente.

De lo expuesto surge como conclusión global que las mejoras sustanciales por la implementación de la propuesta, se producirán en los aspectos ambientales que llevarán los niveles medios de temperatura e iluminancia a los aceptados por las normas vigentes. En cuanto a los ahorros energéticos si bien puede hablarse de cifras importantes, su valor se relativiza, dado que el consumo real de calefacción es sólo el 62,57% del teórico y contrariamente existe un notorio malgasto de energía para iluminación.

REFERENCIAS

1. BALCOMB, J.D. ET AL. *Passive Solar Design Handbook. Volume 3.* ASES Press, U.S.A 1982.
2. CANTON, A.; DE ROSA, C.; ESTEVES, A.; Y BASSO, M. *A Sunspace Prototype Elementary School for the Sub-Andean Region in Argentina Proceedings - 2WREC Reading, 1992* pp 2156-2160.
3. CHANDRA, S. *A Design Procedure to Size Windows for Naturally Ventilated Rooms Proceedings - ASES 8th. Passive Solar Conference, Glorieta. N.M. 1983.* pp 105-110.
4. DIRECCION NACIONAL DE ARQUITECTURA EDUCACIONAL (DINAE) *Código Rector de Arquitectura Escolar* , Buenos Aires , 1972.
5. FANGER, P.O. *Thermal Comfort*, Copenhagen, 1970.
6. INSTITUTO ARGENTINO DE RACIONALIZACION DE MATERIALES (IRAM) *Normas 11603, 11604 y 11605.* Buenos Aires, 1990.
7. INSTITUTO ARGENTINO DE RACIONALIZACION DE MATERIALES (IRAM) *Norma AADL J20-04.* Buenos Aires, 1974.
8. KOENISBERGER, O.H. ET AL. *Manual of Tropical Housing and Building Climatic Design.* Longman Group Ltd. Londres . 1974.
9. LAWRENCE BEKERLEY LABORATORY - UCB *Superlite 1.0.* Bekerley; 1985.
10. MATHEWS, E.H. ET AL. *Quick 3.0 A Thermal Design Tool and Load Calculation Program.* Pretoria. 1990.
11. ORGANIZACION LATINOAMERICANA DE ENERGIA (OLADE). *Energía en Cifras N° 6,* Quito. 1994.
12. PATTINI, A.; MERMET, A. Y DE ROSA, C. *A Predictive Exterior Illuminance Model for Clear Sky.* Proceedings del WERC 1994 pp 220-223.
13. ROBBINS, C.L. *The daylight utilization fraction. Chapter 14. Daylighting - Design and Analysis.* New York, 1986.
14. SERRA, R. ET AL. *Instalaciones en Escuelas Colegio Oficial de Arquitectos de Cataluña y Baleares.* Barcelona 1976.