

LUCERNARIOS Y PROTECCIÓN SOLAR

P. Oteiza; C. Brito; I. Prieto

RESUMEN

Para desarrollar lucernarios lumínica y térmicamente apropiados, adaptados a zonas donde la capacitación de la luz natural supone grandes ganancias de calor se ha realizado un estudio experimental con dos maquetas iguales con fuerte aislamiento térmico, totalmente cerradas excepto en la cubierta donde se dispuso una abertura para colocar sucesivamente tres dispositivos de iluminación con protección solar. De los resultados de la evaluación se destaca la importancia que tiene tanto la protección solar como la capacitación de luz natural desde el sur, en climas como el de Madrid.

ABSTRACT

In order to develop skylights that are thermaly and light adapted to areas wherewhere the utilization

of daylights produces great heat gains, an experimental study has been carried out using two equal models that were thermally very well insulated and totally closed except for the top surfaces, which contained and opening in which three different lighting devices with solar protection were successively placed. The results of the test highlight the importance of both the solar protection and the capture of daylight from the south, in climates like that of Madrid.

1. INTRODUCCIÓN

El interés por la luz natural para iluminar espacios interiores ha tenido fluctuaciones a lo largo de este siglo. Su uso en edificaciones comerciales, institucionales e industriales se ha incrementado en los últimos años, entre otros motivos porque puede reducir el gasto de energía eléctrica para el alumbrado y, también, si la iluminación ha sido bien diseñada para la climatización. Pero su uso indiscriminado puede producir efectos negativos que influyen en el ambiente interior de las edificaciones. Los lucernarios o captadores de luz cenital son elementos de arquitectura que cumplen un importante papel no sólo como modificadores del ambiente lumínico sino también del higrótérmico.

Con el fin de analizar lucernarios lumínica y térmicamente apropiados, se ha realizado un estudio experimental en condiciones de cielo real. Este estudio es aplicable a zonas donde la captación de la luz natural supone también grandes ganancias de calor, como es el caso de la mayor parte de la península ibérica, sobre todo el sur y la zona central, donde está situada Madrid (40° de latitud norte, 600 m de altitud). Se han analizado tres tipos de lucernarios, utilizando dos maquetas. Las pruebas se hicieron en la terraza de uno de los edificios de la Escuela de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Madrid, durante el período comprendido entre el 25-03 y el 24-05 de 1998. El diseño y montaje del experimento formó parte de las actividades de la asignatura "Análisis experimental de la iluminación natural en Arquitectura" del curso de Doctorado 97-98.

Las comparaciones realizadas con los tres tipos de lucernarios no dejan dudas sobre la importancia y la necesidad de la protección solar en estas condiciones geográficas.

DESCRIPTORES:

Claraboyas; Confort térmico; Arquitectura; Clima.

2. TOMA DE DATOS

Para realizar el estudio se construyeron dos maquetas de 60 cm x 100 cm la base y 70 cm, la altura (fig.1.A).Las paredes estaban construidas por sandwich chapa-poliestireno-chapa de 2 cm de espesor, para alcanzar un triple objetivo: aislamiento térmico, opacidad a la luz y resistencia a la intemperie. En la cubierta se dispuso

FIGURA 1A
Maquetas para realizar pruebas de iluminación

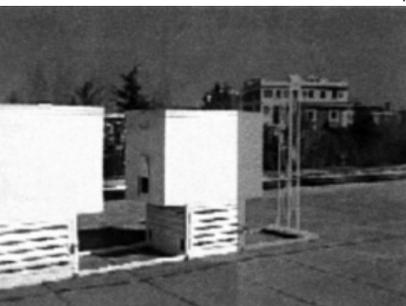


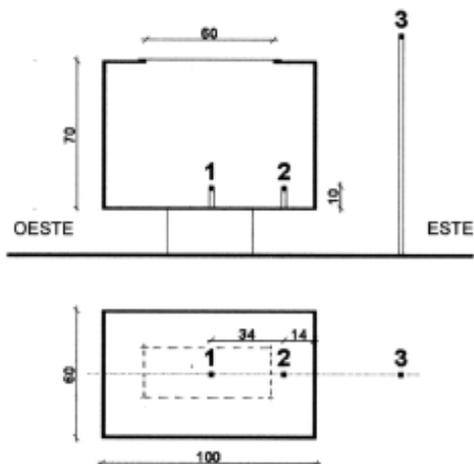
FIGURA 1B
Abertura cenital protegida con metacrilato transparente



una abertura de 20 cm x 60 cm para colocar el dispositivo de iluminación a evaluar, (fig.1.B). Externamente se pintaron de blanco para reflejar el máximo de radiación solar, e internamente de gris claro para simular una reflectancia interior cercana a la de un interior habitado. Las medidas de iluminancia se efectuaron con 5 sensores LI-210SA de LI-COR, uno en el exterior y dos en el interior de cada maqueta a la altura de 8 cm sobre la base: el sensor 1 situado en el centro y el sensor 2 en el eje longitudinal central a poca distancia de la pared este (fig. 2), todos midiendo iluminancia global horizontal. En el interior de las maquetas se instalaron también unos termómetros de máxima y mínima para proporcionar información del comportamiento térmico de los distintos lucernarios.

Sobre la abertura de la cubierta se colocaron sucesivamente tres tipos de lucernarios que combinan la

FIGURA 2
Dimensiones de las maquetas en sección y en planta (en cm) con el eje longitudinal en dirección oeste-este y posición de los sensores de iluminancia: 1y2 en el interior y 3 en el exterior.



capacitación de luz difusa y la protección de luz solar directa y que se describen en la tabla 1.

Para evaluar el comportamiento de los tres lucernarios se realizaron cuatro pruebas o ensayos que se describen en la tabla 2.

Las condiciones de cielo fueron muy variables (cubierto, semicubierto y despejado) durante todo el período de toma de datos en los cuatro casos. En la tabla 3 se muestran algunos de los resultados de las medidas realizadas en cada ensayo. La primera columna muestra la iluminancia exterior registrada con el sensor 3. La segunda columna indica la iluminancia interior registrada por el sensor 2 en el interior de cada maqueta. La tercera columna muestra el factor de luz de día correspondiente a ese mismo punto. El factor de luz de día (FLD) es la relación entre la iluminancia interior en un punto determinado y la iluminancia sobre un plano horizontal exterior en ese mismo momento, y permite comparar los distintos modelos aunque las medidas no se hayan realizado simultáneamente.

3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.1 Ensayo 1 (tabla 2-fila 1)

TABLA 1
Tipos de lucernarios evaluados

Sección transversal	Sección longitudinal	
		TIPO R: De referencia. Una lámina transparente colocada directamente sobre la abertura
		TIPO A: De sección trapezoidal, transparente hacia el norte y hacia el sur, con elementos de protección solar al sur
		TIPO B: De sección triangular, transparente hacia el norte
		TIPO C: De sección triangular cerrada, transparente hacia el norte y hacia el sur, con protección solar por inclinación

Este ensayo tuvo por objetivo comprobar el comportamiento de las dos maquetas con el mismo lucernario (tipo R) para asegurar la validez de los resultados en los ensayos que se realizaron posteriormente. En la fig. 3.1.1 de la tabla 3, se muestra la iluminancia registrada en el exterior, correspondiente a un cielo despejado con alguna nubosidad por la tarde. En las figuras 3.1.2 y 3.1.3 se observa

que los dos lucernarios tipo R proporcionaron iluminancia interior y factor de luz de día similares.

3.2 Ensayo 2 (tabla 2-fila 2)

Se midió la iluminancia en las dos maquetas, una con lucernario tipo A y la otra con lucernario tipo R. En la fig. 3.2.1 de la tabla 3 se muestra la iluminancia exterior que corresponde a un día despejado con cierta nubosidad intermitente. En la fig. 3.2.2 se observa que con el lucernario tipo A (lamas horizontales) la iluminancia interior fue menor que con el lucernario tipo R pero con valores suficientes para asegurar una visión cómoda. Las lamas sólo proporcionaron cerca de los 2.000 lux mientras que el modelo de referencia alcanzó niveles próximos a los 8.000 lux. El lucernario tipo A atenuó los altos niveles de iluminación que se produjeron con el lucernario tipo R (sin protección solar). En la fig. 3.2.3 el factor de luz de día se mantiene casi constante con el lucernario tipo A (cercano al 2%), mientras que con el tipo R hay gran variación, desde un 2% por la mañana hasta casi 12% por la tarde (cuando el sensor recibe luz solar directa).

Analizando el aporte de calor de forma indirecta (mediante las temperaturas máximas alcanzadas en las maquetas) (fig. 4), se observa que con el lucernario tipo A la temperatura máxima fue inferior en un 30% aproximadamente a la del lucernario tipo R.

3.3 Ensayo 3 (Tabla 2-fila 3)

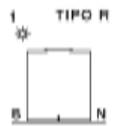
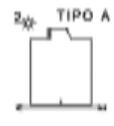
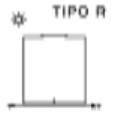
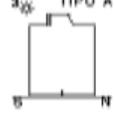
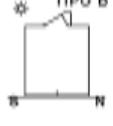
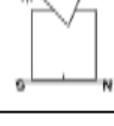
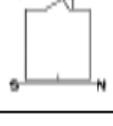
Se midió la iluminancia en las dos maquetas, una con lucernario tipo A y la otra con lucernario tipo B (fig. 5). En la fig. 3.3.1 de la tabla 3 se muestran las medidas registradas durante un día claramente despejado. En la fig. 3.3.2 se observa que con el lucernario tipo A (lamas) la iluminancia interior fue mayor (1.700 lux) que con el lucernario tipo B, 1.200 lux). En la fig. 3.3.3 vemos que el factor de luz diurna se mantiene casi constante en las horas centrales del día en los dos casos, pero con distintos valores: del 2,3% con el lucernario tipo A y de 1,5% con el tipo B. Es decir, las lamas aportaron un 0,8% al factor de luz de día. En la fig. 4 se observa que los dos tipos de lucernarios tienen la misma influencia sobre las temperaturas interiores.

3.4 Ensayo 4 (Tabla 2-fila 4)

Se midió la iluminancia en las dos maquetas, una con lucernario tipo C (fig. 6) y la otra con lucernario tipo B. En la fig. 3.4.1 de la tabla 3 se muestran las medidas registradas un día de cielo despejado (por la mañana) y semicubierto (por la tarde). En la fig. 3.4.2 se observa que el lucernario tipo C produjo una iluminancia interior (1.200 lux) menor que con el lucernario tipo B (1.800) sobre todo por la tarde. En los dos casos la iluminancia interior osciló en forma similar a la exterior. En la fig. 3.4.3 vemos que el

factor de luz de día se mantiene casi constante en 1,5 % en los dos casos, mientras el cielo estuvo despejado (durante la mañana), después, hay variaciones en ambos casos llegando hasta 3% en el tipo C y un 4% en el tipo B. En la fig. 4 se observa que las temperaturas máximas alcanzadas con uno y otro lucernario son semejantes.

TABLA 2
Ensayos realizados

Maqueta oeste	Maqueta este	Período de medidas
 <p>TIPO R</p>	 <p>TIPO R</p>	25/03/98 2/04/98
 <p>TIPO A</p>	 <p>TIPO R</p>	7/05/98 12/05/98
 <p>TIPO A</p>	 <p>TIPO B</p>	13/05/98 20/05/98
 <p>TIPO C</p>	 <p>TIPO B</p>	21/05/98 24/05/98

4 . CONCLUSIONES

- Los tres tipos de lucernarios con protección solar redujeron la iluminación interior en un 60% (fig 7a), y la temperatura máxima en un 30% (fig. 4), proporcionando valores de iluminación entre los límites del confort visual y disminuyendo la ganancia de calor. Con ello se comprueba que la protección solar es útil tanto para mejorar la iluminación como para evitar el sobrecalentamiento.
- El factor de luz de día se redujo en un 57%, aproximadamente, en el mismo orden que

la iluminación.

- El lucernario A produjo el mayor promedio de iluminación (1.000 lux aproximadamente), sin aporte de energía calorífica superior a los demás.
- El lucernario B tuvo un comportamiento intermedio, registrando un promedio de iluminación (850 lux) inferior al lucernario A y superior al C.
- El promedio de iluminación obtenido con el

lucernario tipo C fue el más bajo (600 lux). Un resultado no esperado ya que, por su forma, parecía que debía haberse comportado mejor que el lucernario tipo B, incluso que el A, pues tenía una gran abertura hacia el norte y otra más pequeña hacia el sur protegida de la luz solar directa. Este resultado nos ha llevado a realizar otra serie de medidas en condiciones de cielo despejado y cuyas conclusiones todavía no están disponibles.

TABLA 3
Resultados de las medidas efectuadas en los distintos ensayos

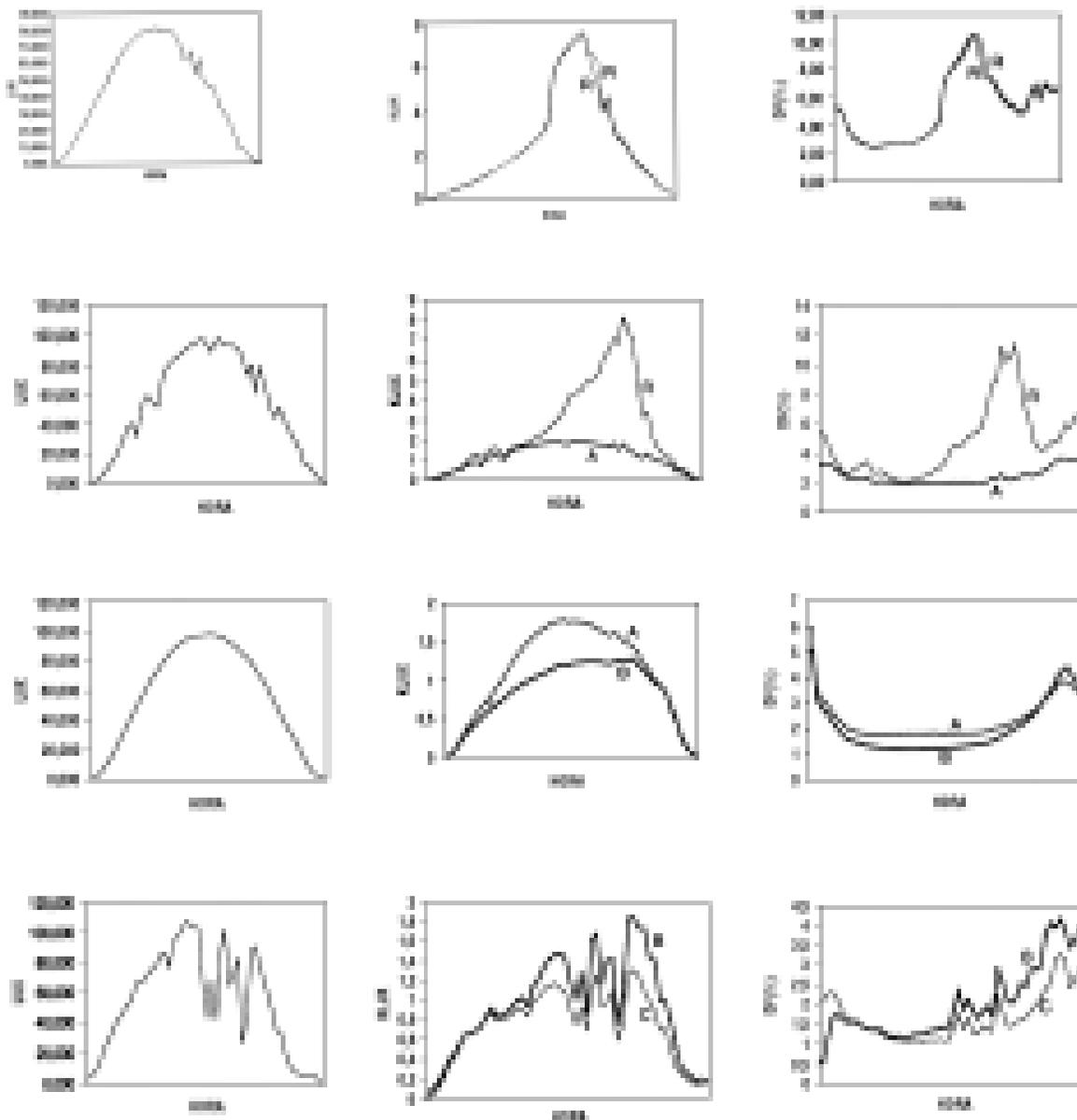


FIGURA 4
Temperaturas máximas registradas en las maquetas durante los cuatro ensayos

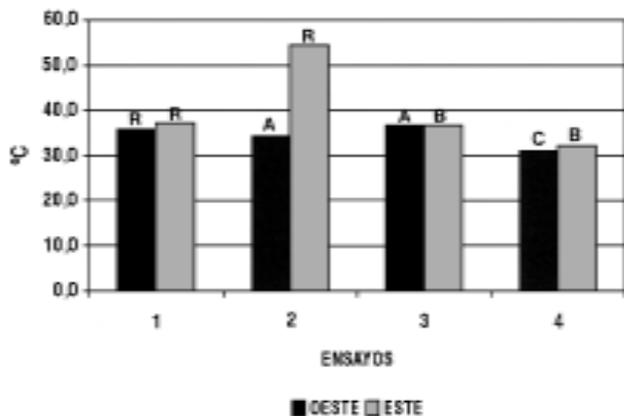


FIGURA 5
Maquetas con los dos tipos de lucernarios: tipo A (laminas horizontales) y tipo B (abertura sólo al norte)



FIGURA 6
Colocación de lucernarios tipo C



FIGURA 7A
Iluminancia interior en los cuatro ensayos

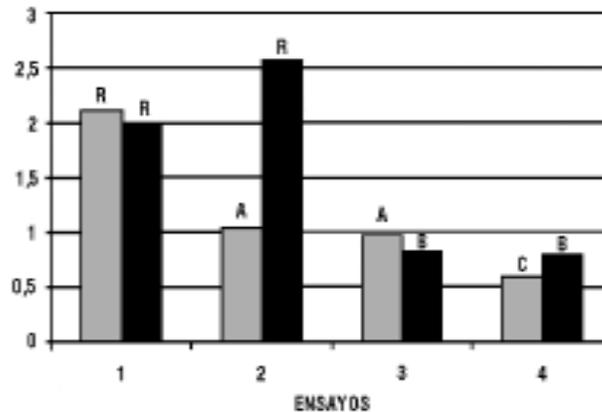
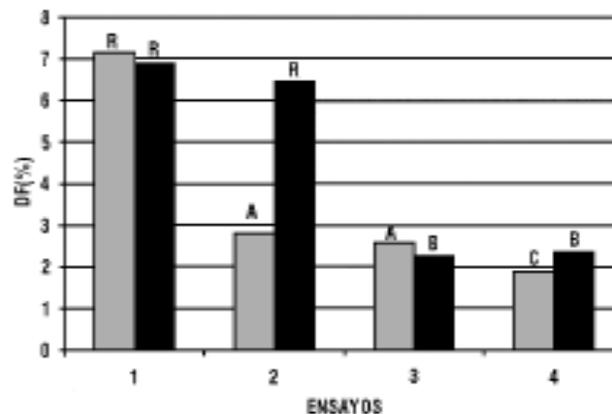


FIGURA 7B
Factor de luz de día promedio en los cuatro ensayos



5. BIBIOGRAFÍA

FILIPPI M, Serra V. (1998). *External shading devices: Opportunities and performance to control daylight and solar heat gain*. WREC, 1423-1426.

OTEIZA P, Soler A. (1996). "A comparison of the daylighting performance of different shading devices giving the same solar protection". *Architectural Science Review*, Sydney, Australia.

SOLER A, Oteiza P. (1997). Light shelf performance in Madrid, Spain. *Building and Environment*, 32:87-93.

SOLER A, Oteiza P. (1996). *Dependence on solar elevation of the performance of a light shelf as a potential daylighting device*. WREC, Denver, USA.