

## **ESTUDIO DE LA ILUMINACIÓN NATURAL EN LA EDIFICACIÓN**

<sup>1</sup>González Redondo, M.\*; <sup>1</sup>Soler Gómez, S.; <sup>2</sup>Morón Fernández, C.; <sup>2</sup>García García, A.

<sup>1</sup>*Dpto. de Física e Instalaciones Aplicadas a la Edificación. E.T.S. Arquitectura.*

<sup>2</sup>*Dpto. de Tecnología de la Edificación. E.U. Arquitectura Técnica.  
Grupo de Sensores y Actuadores, Universidad Politécnica de Madrid*

**Palabras clave:** *Iluminación Natural, Iluminancia, Ahorro energético, Sostenibilidad*

### **Resumen**

*En la estación de radiación solar e iluminación de alta calidad del International Daylight Measurement Program (IDMP) en Madrid ubicada en la terraza norte de la E.T.S. de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Madrid (40° 25' N, 3° 41' W) se está realizando un estudio conjunto entre profesores de la ETSAM y de la EUATM sobre la iluminación natural en la Edificación.*

*Desde hace más de un año, se están midiendo iluminancias globales en superficies horizontales, en superficies verticales con las cuatro orientaciones (N, S, E y O) y en superficies inclinadas con distintos ángulos de inclinación mediante un domo semiesférico sobre el que se colocan los sensores fotométricos. Todas estas medidas para los tres tipos de cielo (despejado, parcialmente cubierto y cubierto).*

*También se ha construido un modelo a escala de un local de la ETSAM con la finalidad de medir la iluminación natural simultáneamente en el local y en el modelo reducido. Una vez conocida la viabilidad del modelo se ha estudiado la iluminación natural que tendría dicho local, orientado al norte en la realidad, si estuviese orientado hacia el Sur, el Este o el Oeste.*

*Con todo esto se han realizado varios trabajos de fin de máster del Máster en Técnicas y Sistemas de Edificación de la EUATM y se continúan realizando otros.*

### **Introducción**

La iluminación siempre ha sido un tema de vital importancia en la edificación. La iluminación natural ha sido parte integrante de la arquitectura hasta la aparición de la luz artificial, que provocó en cierta medida que fuera relegada como elemento del proyecto. Sin embargo, la riqueza que aporta la luz natural a la arquitectura, unida a la necesidad de racionalizar el gasto energético de los edificios, la ha situado de nuevo en un lugar preferente a la hora de concebir el proyecto arquitectónico.

En la actualidad, resulta incongruente que en el horario laboral diurno, miles de oficinas y centros de educación enciendan los interruptores para iluminar artificialmente. La gran cantidad de horas despejadas al año con que cuenta Madrid permitiría prescindir de cualquier dispositivo de iluminación eléctrica, con

la simple adecuación de los elementos arquitectónicos para su adecuado diseño lumínico y con una inversión mínima que en muchos casos es recuperable.

Por lo anterior, resulta paradójico que en esta era de tecnología avanzada las edificaciones no estén muchas veces acorde con los cambios que ha sufrido la iluminación natural a lo largo del desarrollo de la humanidad debido a la evolución de las ciencias y la propia tecnología.

El ser humano tiene la tendencia de dar mucha importancia a la luz, ya que aproximadamente el 80 por ciento de la información que recibe viene de sus ojos. La cantidad y la calidad de la luz que recibe el ojo humano tiene una influencia directa en la manera como se ven las cosas; los grandes arquitectos, incluyendo los diseñadores del Partenón, de los emplazamientos arqueológicos mayas, los constructores de las catedrales góticas, así como los arquitectos del presente siglo, han comprendido el impacto que tiene la luz natural y su importancia al desarrollar los ambientes adecuados para el hombre. Si bien la luz natural y la artificial tienen sus características individuales y diferentes atributos cualitativos, la luz en general puede ser utilizada por la arquitectura tanto para crear efectos agradables como para proporcionar espacios lumínicamente adecuados a la tarea visual específica que se vaya a desarrollar. Lo mismo que se emplea el tabique, el acero, la piedra y el hormigón, la luz no debe emplearse como simple elemento decorativo, sino como parte estructural de la arquitectura.

### ***La estación de iluminación de alta calidad de la ETSAM***

El tema de la iluminación natural en la arquitectura, en sus aspectos técnicos, es prácticamente de reciente aparición, ya que debido al incremento de las tarifas por consumo de energía eléctrica, la idea del ahorro energético le ha hecho estar en primer plano.

Debido a esto, tras unos años de inactividad, se ha vuelto a poner en funcionamiento la estación de radiación solar e iluminación de alta calidad del International Daylight Measurement Program (IDMP) en Madrid, ubicada en la terraza norte de la E. T. S. de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Madrid (40° 25' N, 3° 41' W), con un doble objetivo:

- 1º. Utilizar los datos ya existentes [1][2][3][4] y las nuevas medidas que se realicen para su aplicación a la Edificación.
- 2º. Realizar proyectos de investigación de análisis de Iluminación Natural en distintos edificios (existentes o de nueva construcción).

Todo ello dentro del plan de eficiencia energética de las instalaciones de iluminación, ateniéndose al nuevo Código Técnico de la Edificación (Libro 10. Documento Básico de Ahorro de Energía -HE- Sección 3).

Desde el año 1993 hasta el 2000 en esta estación se han realizado medidas para determinar en los distintos tipos de cielo (despejados, cubiertos y parcialmente cubiertos): Luminancia cenital, Iluminancias global, difusa y directa en una superficie horizontal, Irradiancias global, difusa y directa en una superficie horizontal y en planos inclinados, Eficacia luminosa de radiación solar global,

directa y difusa en superficies horizontales y Eficacia luminosa de radiación solar global en superficies verticales, únicamente desde un punto de vista físico.

En esta segunda etapa las medidas de iluminancias se están aplicando a la edificación. Se ha construido un modelo a escala (1/12) de un aula de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid (Fig. 1 y 2) [5] y se han medido iluminancias horizontales en dicho aula y en su modelo a escala, simultáneamente, durante cuatro meses, con todo tipo de cielo (despejado, parcialmente cubierto y cubierto) y cualquier hora del día con la finalidad de realizar un estudio comparativo entre ambas, verificar la viabilidad del modelo y obtener los factores de escala.



*Figura 1: Interior Aula 2G5, vista desde el este.*

Para ello se han utilizado 26 sensores de iluminación (fotómetros) Li210, 13 colocados en el aula y 13 en el modelo, que se encuentra dos plantas por encima del aula y con la misma orientación, dispuestos en los lugares más significativos tal y como se muestra en la Fig. 3.



*Fig. 2: Modelo a escala (1/ 12 ) del aula 2G5 de la ETSAM*



*Fig. 3: Distribución de los sensores en el modelo*

Esta parte de la investigación ha dado lugar al trabajo fin de Máster “*Optimización de la Iluminación Natural en un aula de la ETSAM utilizando un modelo a escala y un modelo de simulación virtual*” del Máster en Técnicas y Sistemas de Edificación de la EUATM realizado por el alumno Javier Rincón Esteban (Junio 2011). En dicho trabajo también se ha estudiado la respuesta luminosa que recibe el aula mediante un software de simulación (DIALux 4.7).

El objetivo de dicho trabajo ha sido obtener en el aula un grado de iluminación adecuado para las funciones que en ella se desempeñan mediante mayor aporte de luz natural y la disminución de luz artificial. Para ello se ha planteado aumentar la iluminación natural realizando unos huecos cenitales en el techo del modelo para analizar lo que ocurriría en el aula.

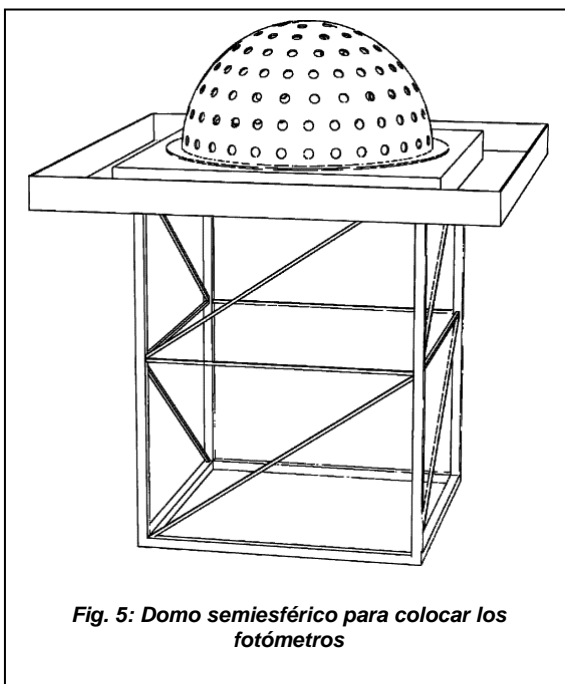
Una vez conocida la relación entre los valores reales y los del modelo a escala, estando colocado éste con la misma orientación que el aula real (la fachada orientada al norte) se han realizado medidas de iluminancias horizontales colocando el modelo con las otras tres orientaciones (sur, este y oeste) para evaluar el máximo aprovechamiento de luz natural en función de la orientación de la fachada, y en consecuencia, el ahorro energético. Esto ha dado lugar a otro trabajo fin de máster de título “*Estudio comparativo de iluminancias globales en superficies horizontales mediante distintas orientaciones de la fachada de un modelo a escala para optimizar la iluminación natural en el interior*” del Máster Universitario en Innovación Tecnológica en Edificación (Itinerario profesional) realizado por el alumno Miguel Ángel Fernández Vicente (Junio 2011).

En la estación también se están midiendo iluminancias verticales en las cuatro orientaciones (norte, sur, este y oeste) y la cenital, simultáneamente, para todo tipo de cielo (despejado, parcialmente cubierto y cubierto) y en cualquier hora del día en una estructura metálica diseñada especialmente para ello que se muestra en la Fig. 4.

Además de lo comentado anteriormente, en la estación también se están midiendo iluminancias en superficies inclinadas. Para ello se dispone de una superficie semiesférica de metacrilato transparente (domo) con 145 agujeros,



**Fig. 4: Torre de medida de iluminancias cenital y verticales**



**Fig. 5: Domo semiesférico para colocar los fotómetros**

del tamaño de los sensores de los que disponemos, colocada sobre una mesa de hierro (Fig. 5). En ella están colocados los sensores fotométricos orientados hacia distintas posiciones ( $P$ ) de la esfera celeste, que vienen determinadas por los valores de sus ángulos cenital,  $Z$ , y acimutal,  $\theta$ , y se

están recogiendo medidas desde hace varios meses para otro trabajo fin de máster previsto para febrero de 2012.

### **Conclusiones**

La iluminación natural, que se había relegado a un segundo plano en la arquitectura tras el *abuso* de la iluminación artificial, debido a la necesidad de ahorro energético y a la sostenibilidad en la edificación, se ha convertido en un tema de suma importancia actualmente, y, por ello, una línea de investigación en la que hay que aplicar los avances tecnológicos existentes e intentar aportar otros más, tal y como se está haciendo desde el Grupo de Investigación de Sensores y Actuadores de la Universidad Politécnica de Madrid.

### **REFERENCIAS**

- [1] A. Soler y K.K. Gopinathan. Analysis of zenith luminance data for all sky conditions. *Renew. Energ.* **24** (2001), 185–196.
- [2] A. Soler and K.K. Gopinathan, Modeling zenith luminance on Madrid cloudless skies from illuminance on a horizontal surface. *Energy Conversion Management.* **43** (2002), 2145–2155.
- [3] Soler A, Gopinathan KK, Robledo L, Ruiz E. Month–hour distributions of zenith luminance and diffuse illuminance in Madrid. *Energy Conversion & Management* 45 (2004) 1141-1152.
- [4] A. Soler y L. Robledo. Investigation of the overcast skies luminance distribution using 35 sensors fixed on a dome. *Energy Conversion & Management.* **46** (2005), 2739-2747.
- [5] Rincón Esteban, J “*Optimización de la Iluminación Natural en un aula de la ETSAM utilizando un modelo a escala y un modelo de simulación virtual*”. Trabajo fin de Máster del Máster en Técnicas y Sistemas de Edificación de la EUATM (Junio 2011).