

USO DEL CIELO ARTIFICIAL EN EL DISEÑO DE LUMIDUCTOS: ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE ENSAYOS

M. I. Tassano Viaña¹, y J. M. Evans²

CIHE-FADU-UBA Centro de Investigación Hábitat y Energía y Laboratorio de Estudios Bioambientales,
Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires
Pabellón 3, Piso 4, Ciudad Universitaria, (C1428BFA) Buenos Aires
Tel.: (+54-11) 4789-6274 e-mail: inestassano@yahoo.com.ar , evansjmartin@gmail.com

RESUMEN: El trabajo sobre la iluminación natural en interiores, expone la primera etapa del proyecto de diseño, que evalúa los sistemas tecnológicos existentes, con la finalidad de destacar en cada uno sus aplicaciones, ventajas y desventajas. La investigación propone para la segunda etapa, el diseño del difusor del sistema con el fin de optimizar la distribución de luz natural, generando ambientes más iluminados, que permitan alcanzar un mejor y adecuado nivel de confort visual. Se realizarán estudios del comportamiento de diversos lumiductos con distintas alternativas geométricas mediante ensayos con maquetas en el cielo artificial y el heliodón del Laboratorio de Estudios Bioambientales del CIHE. El estudio de las variables consideradas en la investigación permitió observar que los difusores no utilizan el cielorraso y las paredes de los locales a iluminar como superficies de reflexión, lo cual desaprovecha su potencial aporte a una iluminación uniforme y energéticamente eficiente.

Palabras clave: iluminación natural, lumiductos, eficiencia energética, distribución de luz.

INTRODUCCION

En los espacios interiores, ante la imposibilidad de iluminarlos con luz natural en períodos diurnos, a través de aberturas convencionales, normalmente se colocan luminarias de consumo eléctrico. Si bien esta medida, responde a la necesidad de iluminar, no contempla el costo del uso de este recurso no renovable. Los espacios sombríos, quedan completamente desjerarquizados y no logran niveles aceptables de confort lumínico lo cual imposibilita un cómodo desempeño de las actividades que tengan que realizarse en el lugar. La energía ahorrada debido al uso de iluminación natural, juega un papel importante en la disminución del impacto ambiental. Los lumiductos configuran un sistema de iluminación que capta, conduce y distribuye la radiación solar, hacia el interior de un espacio. Esta tecnología, en la mayoría de los casos industrializados existentes y disponibles en el mercado, no aprovecha las superficies interiores para aumentar la reflexión, lo cual no contribuye a alcanzar un óptimo nivel de iluminación causando deslumbramiento.

EL SOL COMO FUENTE DE LUZ

Las características de la luz del sol dependen de: los movimientos de la Tierra, la localización geográfica de un determinado punto de referencia, la posición del sol de acuerdo a la estación del año, la hora del día, la latitud y altitud de la región, el clima, y entre otros, la ubicación y orientación de aberturas. Lo que caracteriza a la luz solar es su continuo cambio de dirección, cantidad de días claros al año, flujo luminoso incidente en una superficie, que depende principalmente de la altitud del sol, nubosidad y finalmente, la contaminación ambiental.

Por ser un recurso renovable, el uso de luz natural tiene numerosas ventajas: está disponible durante la mayor parte del período diurno, lo que implica un significativo potencial de ahorro de energía eléctrica en un local durante el día. Esto es particularmente relevante a escuelas, oficinas, industrias, hospitales y bibliotecas entre otros. La iluminación natural, dada su eficacia luminosa, es económicamente sustentable. Con un correcto diseño, se pueden alcanzar adecuados niveles de habitabilidad para el desempeño de diversas actividades, con un buen rendimiento.

TIPOS Y SISTEMAS DE ILUMINACIÓN

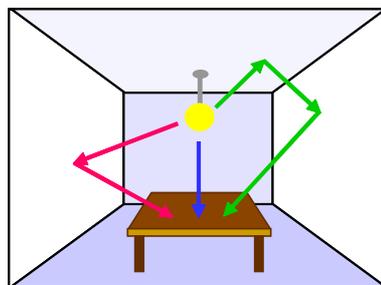
Para este trabajo se han estudiado distintos tipos y sistemas de iluminación. De los casos estudiados, se observaron las siguientes características:

- Iluminación directa: se produce cuando todo el flujo de luz va dirigido hacia el suelo. El riesgo de deslumbramiento directo es muy alto dado que produce sombras.
- Iluminación semidirecta: la mayor parte del flujo luminoso se dirige hacia el suelo y el resto es reflejada en cielorraso y paredes. En este caso, las sombras son más suaves y el deslumbramiento menor que el anterior.

¹ Pasante del Programa FI – Formación en Investigación

² Director de CIHE-FADU-UBA

- Iluminación difusa: el flujo se reparte entre procedencia directa e indirecta. El riesgo de deslumbramiento es bajo y no hay sombras. Aspecto monótono de la sala y los objetos iluminados parecen no tener relieves.
- Iluminación semiindirecta: la mayor parte del flujo proviene del cielorraso y las paredes.
- Iluminación indirecta: prácticamente toda la luz va al cielorraso.



Luz directa
Luz semiindirecta proveniente del cielorraso
Luz semiindirecta proveniente de las paredes

Figura 1: Resumen de los sistemas de alumbrado

EVALUACIÓN DE LUMIDUCTOS INDUSTRIALIZADOS EXISTENTES

Se estudiaron distintos tipos de lumiductos a fin de evaluar las ventajas y desventajas de cada sistema.

Los lumiductos comprenden tres componentes principales: colector, conductor, y difusor y se dividen en dos categorías: de uso comercial y de uso residencial o doméstico. De los casos estudiados, se observaron las siguientes características:



Figura 2: Tecnologías existentes estudiadas - Referencias (1), (2), (3), (4), (5), (6)

Ventajas:

- Colector de forma esférica: permite captar el ingreso de los rayos solares de todos los ángulos.
- Resistencia de los materiales del colector, a posibles climas adversos.
- Diversas aplicaciones relevantes a locales sin aberturas convencionales.

Desventajas:

- El difusor no alcanza el nivel óptimo de iluminación dado que no se encuentra desplazado del cielorraso. Esta característica no contribuye a usar el cielorraso y las paredes, como superficies de reflexión, dificultando así que todas las áreas de trabajo queden iluminadas. Consecuentemente se generan sectores de sombra y deslumbramiento.
- A pesar que en el largo plazo, la inversión se amortiza con el ahorro del consumo de luz artificial, su costo actual es alto, lo cual dificulta el acceso a estratos sociales de bajos recursos.

CONDICIONANTES PROYECTUALES PARA LA ETAPA DE DISEÑO

Como resultado del estudio, la etapa de diseño contempla los siguientes condicionantes:

- Bajo costo de producción, accesible a distintos estratos de la sociedad.
- Su colector deberá resistir climas adversos y captar las distintas incidencias de los rayos solares para los distintos momentos del día
- El difusor deberá estar desplazado de la superficie del cielorraso, para aprovechar las propiedades reflectoras del techo y paredes. Esta condición iluminará áreas más amplias dentro del local, evitando los frecuentes contrastes.

CONCLUSIONES

Debido a la diferencia de intensidad de iluminación entre las superficies cercanas a las fuentes de luz, tanto artificial como natural, y las superficies más alejadas de las mismas o escasamente iluminadas, suelen producirse zonas en sombra, las cuales no solo dificultan la visualización del espacio sino que pueden provocar discomfort visual. Asimismo, durante la investigación se ha observado que todos los difusores de los lumiductos estudiados se encuentran sujetos directamente al cielorraso sin ninguna separación entre la superficie del lumiducto y la del cielorraso. A fin de reducir la resultante falta de iluminación sobre cielorrasos, es importante que los difusores se instalen suficientemente altos para poder cubrir la mayor parte de las superficies adyacentes a fin de mejorar la iluminación local sobre puestos de trabajo y, a su vez, asegurar suficiente iluminación general para evitar contrastes molestos. Dado que el cielorraso, al igual que las paredes, puede utilizarse como superficie de reflexión, es importante colocar las luminarias terminal del lumiducto a una distancia de esta superficie atendiendo a diseños que permitan iluminar el cielorraso para obtener así una iluminación más uniforme en todo el espacio.

NOTA

El presente trabajo forma parte del Programa de Pasantías Fi, Formación en Investigación, de la Secretaría de Investigaciones SI-FADU-UBA, realizado en el CIHE en el marco del Proyecto UBACyT A-020 'Certificación de edificios sustentables y el Mecanismo del Desarrollo Limpio', Programación Académica 2004-2007-2009, acreditado por la SECyT-UBA.

AGRADECIMIENTOS

La pasante, estudiante de la Carrera de Diseño Industrial, FADU-UBA, agradece a los fabricantes por el apoyo recibido en relación a este trabajo de investigación, aún en proceso de desarrollo, y a la Dra. Arq. Silvia de Schiller, Co-Directora CIHE, por su seguimiento y apoyo en el desarrollo del proyecto.

REFERENCIAS

- Patíni A., Mitchell J., Ferron L. (2003) Diseño de lumiductos de bajo costo para vivienda bioclimática unifamiliar. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, Revista de la Asociación Argentina de Energía Solar, ASADES, Vol. 7, N°1. Referencia de la *Figura 2: Composición de los lumiductos*
- Fernandez Xifra M.V., Iluminación natural en arquitectura, Lumiductos re- direccionamiento de la luz, trabajo de investigación para el Programa Fi-Formación en Investigación CIHE - UBA, FADU. Director: Arq. John Martin Evans
- Calcagni B., Corvaro F., Paroncini M. (2003) Analysis of the performance of a Light-pipe, study co-funded by the MIUR- Ministry of Education, University and Research, in the Italian National Research Programme "Integration of daylighting and electric lighting systems for visual comfort and energy savings"
- Voss Lapsa M., Ward C., Maxey C., Beshears D., Parks J. (2003), Innovative hybrid solar lighting reduces waste heat and improves lighting quality, Solar Technologies Program, Oak Ridge National Laboratory, 1 Bethel Valley Road, United States.
- Dr.Kei Mori, Sunlight Collecting System "HIMAWARI", Company: La Foret Engineering Co.,Ltd. Himawari Building

Figura 1: Resumen de los sistemas de alumbrado, basado en <http://edison.upc.edu/curs/llum/interior/iluint1.html>

Figura 2: Tecnologías existentes estudiadas, incorpora material de:

- (1) Solatube, Innovation in Daylighting - <http://www.solatube.com/en/>
- (2).(3) Basement Lighting - Natural Options - http://www.polycrete.co.uk/basement_lighting.html
- (4) HSL - Hybrid Solar Lighting - <http://www.sunlight-direct.com/index.html>
- (5) Hybrid Solar Lighting - <http://www.ornl.gov/sci/solar/>
- (6) Sunlight Collecting System "HIMAWARI" - http://www.himawari-net.co.jp/e_page-index01.html

ABSTRACT

This research on natural lighting in indoor spaces presents the studies carried out in the first stage of light-ducts design project, focused on the evaluation of existing technologies, with the aim of identifying advantages and disadvantages in each application. For the second stage of the project, the research proposes the design of a light-duct that achieves better luminous distribution, in order to improve light quality and visual comfort. For the design stage, physical experiments will be undertaken to analyse the performance of different alternatives in the artificial sky of the Environmental Studies Laboratory, CIHE. The study of different design variables considered during the research has shown that in most cases, ceilings and walls are not used as reflective surfaces, neglecting their potential to promote uniform and energy efficient lighting.

Keywords: natural lighting, light ducts, energy efficiency, light distribution.